



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour –Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم الفلاحية و البيطرية
Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires
Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master
Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

**Analyse chimique de différents aliments de bétail destinés à
l'engraissement des ovins au centre de l'ALVIAR de Ain El Ibel
– Djelfa.**

Présenté par:

➤ BOUMEHED Rahma

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président	Mme LAHRECH Nour El Houda	MCB	Université de Djelfa
Promoteur	Mr LAHOUEL Mohamed	MAA	Université de Djelfa
Co-promoteur	Mr GACEM Khalil	Ingénieur d'Etat	ALVIAR - Djelfa
Examineur	Mme BENABDERRAHMANE Ahlem	MAA	Université de Djelfa

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements et dédicaces

1. Tout d'abord, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Allah le tout puissant, qui a éclairé mon chemin et qui m'a guidé pour finaliser ce travail.

2. Mes grands remerciements s'adressent naturellement à mon encadreur Dr. LAHOUEL M., professeur à la faculté de Biologie, Université de Djelfa, et aux responsables du laboratoire CACQE Djelfa, pour leurs orientations, pour m'avoir témoigné leur confiance durant la réalisation de ce travail et pour m'avoir donné l'opportunité de finaliser ce travail. Je tiens à les remercier vivement. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect, de ma profonde reconnaissance et de ma sincère gratitude.

Je ne peux terminer sans remercier ceux qui ont, de près ou de loin, rendu possible l'avènement de ce travail. Qu'ils reçoivent ici mes vifs remerciements anticipés.

3. A mes Parents, pour leur soutien sans faille pendant de longues années ; et qui m'ont appris toutes les valeurs morales et humaines (justice, persévérance, rigueur, don de soi,...) ; et aussi pour leur patience exemplaire aux moments difficiles, d'incertitudes et de doutes. Ils ont toujours fait passer notre bonheur avant le leur. Leur présence, leur courage et leurs conseils ont été les plus importants pour moi.

4. A mon Mari, qui m'a permis de construire ce merveilleux chemin à ses côtés et à toutes ses preuves quotidiennes d'affection ; et à mes Petits Enfants (Mohamed, Baha, Chahd) , à mon Bébé (Yahia) qui est venu au monde durant la période de la réalisation de ce travail ; c'est mon plus beau cadeau que je puisse avoir d'Allah Tout puissant.

5. A toute ma grande famille pour son accueil et sa gentillesse ; à mes frères et sœurs et à ma grand-mère qui font le bonheur et le plaisir de notre famille ; merci pour tous les moments de complicité que nous partageons depuis toutes ces longues années.

6. A toute ma Belle-famille, surtout ma Belle-mère qui a toujours su me mettre en confiance. Elle compte beaucoup pour moi.

7. A mes Amies, quelque soit la distance et les circonstances qui nous séparent maintenant, l'amitié que nous avons lié au fil des années restera intacte.

SOMMAIRE

Résumé

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Introduction.....1

Chapitre 1 : Les Constituants des aliments

1.1- Définitions de l'aliment et de la ration2

1.2- Les Constituants des aliments et leurs rôles

1.2.1- L'eau

1.2.2- La Matière sèche

A- Les Matières minérales.....2

A1 - Les Macro - éléments ou minéraux majeurs.....4

A2 - Les Micro (ou Oligo) - éléments ou minéraux mineurs

A3 - Localisation des minéraux dans les aliments

a - Les Minéraux majeurs

b - Les Minéraux mineurs

A4 - Besoins des animaux en minéraux

B - Les Matières organiques.....6

B1 - Les Glucides

a - Classification et localisation

b - La digestion des glucides et leur métabolisme dans le rumen

c - Fonctions et sources de glucides

B2 - Les lipides.....8

a - Digestion et métabolisme des lipides dans le rumen

b - Les fonctions et sources des lipides

c - Valeur alimentaire des lipides

B3 - Les Matières azotées.....10

a - Classification et localisation

b - La digestion et le métabolisme des protéines chez les ruminants

B4 - Les Vitamines.....12

a - Classification

b - Les besoins des petits ruminants en vitamines

Chapitre 2 : Méthodes d'analyse des aliments destinés aux animaux

2.1 – Méthode classique.....	14
2.1.1-Préparation de l'échantillon	
2.1.2 - Les Principes et les règles de la méthode	
2.2 - Méthode améliorée.....	16
2.2.1 – Dosage de la cellulose vraie	
2.2.2 – Dosage de la lignine	
2.2.3 – Dosage des glucides hydrolysables	
2.2.4 – Dosage des pentosanes.....	17
2.2.5 – Dosage de l'insoluble formique	
2.2.6 – Dosage des composés pectiques	
2.3 - Expériences sur la digestibilité des constituants des aliments.....	19
2.4 - Détermination du coefficient de digestibilité de la M.O.....	21

Chapitre 3 : Analyse des aliments utilisés dans l'engraissement des agneaux

3.1 - Présentation du centre ALVIAR.....	26
3.1.1 – Encadrement et infrastructures du centre ALVIAR	
3.1.2 - Alimentation (engraissement et rationnement) :	
3.2 - Matériels et méthodes.....	27
3.2.1 - Préparation des échantillons	
3.2.2 - Détermination du pH des 02 aliments.....	28
a - Principes b - Matériels et réactifs	
c - Mode opératoire ou protocole expérimental d - Applications	
3.2.3- Détermination de H et MS des 02 aliments	
A - Humidité H :	
a - Principes b - Matériels et réactifs	
c - Mode opératoire ou protocole expérimental d - Applications	
B - La Matière Sèche MS :	
a - Principes b - Matériels et réactifs	
c - Mode opératoire ou protocole expérimental d - Applications	
3.2.4 - Détermination des MM des 02 aliments.....	30
a - Principes b - Matériels et réactifs	
c - Mode opératoire ou protocole expérimental d - Applications	
3.2.5 - Détermination du P des 02 aliments.....	32

a - Principes	b - Matériels et réactifs			
c - Mode opératoire ou protocole expérimental	d - Applications			
3.2.6 - Détermination des M.A.T des 02 aliments.....		34		
a - Principes	b - Matériels et réactifs			
c - Mode opératoire ou protocole expérimental	d - Applications			
3.3 - Résultats et discussions.....		37		
3.3.1 - pH des 02 aliments :	a - Résultats	b - Graphes	c - Discussions	
3.3.2 – Humidité H et Matière Sèche MS des 02 aliments.....				38
A - Humidité H :	a - Résultats	b - Graphes	c - Discussions	
B - Matière Sèche MS :	a - Résultats	b - Graphe	c – Discussions.....	40
3.3.3 - Matières Minérales des aliments :	a - Résultats	b - Graphes	c - Discussions	
3.3.4 - Phosphore P des 02 aliments :	a - Résultats	b - Graphes	c - Discussions	
3.3.5 - MAT des 02 aliments :	a – Résultats	b - Graphes	c – Discussions....	45
Conclusion.....				47
Bibliographie.....				48
Annexe (Fiches aliments ONAB).....				50

Résumé

Cette étude a pour objectif de connaître la composition physico-chimique des aliments utilisés dans l'engraissement des agneaux au centre ALVIAR pour la production de la viande afin d'évaluer leur valeur nutritive et d'établir une conduite alimentaire et prophylactique rationnelle et rentable.

Les résultats obtenus ont donné des valeurs suivantes ; soit un pH de 6.03 à 6.44, une humidité de 7.61% à 8.30%, une matière sèche MS de 91.70% à 92.39%, un taux de minéraux MM de 5.348% à 6.924%, un taux de phosphore P de 0.778% à 1.061% et de protéines MAT de 11.182% à 14.477%.

Nous concluons que les valeurs nutritives enregistrées dans nos analyses sont acceptables mais elles ne permettent pas d'établir une ration adéquate (nutritive + prophylactique + économique) sans connaître le degré d'aptitude d'un animal de boucherie à un engraissement accéléré; autrement dit , il est souhaitable d'orienter les recherches vers le devenir de ces aliments dans le tube digestif de l'animal (ingestibilité et l'utilisation métabolique) pour détecter la race d'agneaux adéquate à l'engraissement avec une ration alimentaire rationnelle et rentable.

En parallèle, la conduite sanitaire du troupeau, ainsi que ses conditions de logement, influent aussi sur la réussite de l'engraissement des agneaux (parasitisme, désinfection, ventilation, température, densité, le changement brusque de l'alimentation ...etc)

Mots clés : Analyses des valeurs nutritives des aliments - Race adéquate des agneaux d'engraissement - alimentation rentable et rationnelle.

ملخص : تهدف هذه الدراسة إلى معرفة التركيب الفيزيائي والكيميائي للأطعمة المستخدمة في تسمين الخرفان في مركز ALVIAR لإنتاج اللحوم من أجل تقييم قيمتها الغذائية وتأسيس سلوك غذائي وقائي عقلائي ومربح. أعطت النتائج التي تم الحصول عليها القيم التالية ؛ أي الرقم الهيدروجيني pH من 6.03 إلى 6.44 ، والرطوبة H من 7.61% إلى 8.30% ، والمادة الجافة MS من 91.70% إلى 92.39% ، ومعدل المعادن MM من 5.348% إلى 6.924% ، ومعدل الفسفور P من 0.778% إلى 1.061% والبروتينات MAT من 11.182% إلى 14.477% . نستنتج أن القيم الغذائية المسجلة في تحليلاتنا مقبولة ولكنها لا تكفي لإنشاء عليقة غذائية وصحية و اقتصادية بدون معرفة درجة قدرة الحيوان على التسمين المتسارع ؛ بمعنى آخر ، من المستحسن توجيه البحث نحو مصير هذه الأطعمة في الجهاز الهضمي للحيوان (قابلية الابتلاع والاستخدام الأيضي) للكشف عن سلالة الخرفان المناسبة للتسمين بعليقة غذائية عقلائية ومربحة. في الوقت نفسه ، فإن الإدارة الصحية للقطيع ، وظروف السكن ، والتغيرات مفاجئ في النظام الغذائي كلها تؤثر أيضًا على نجاح التسمين الاقتصادي .

الكلمات المفتاحية : تحليل القيم الغذائية للأغذية - سلالة الخرفان الملائمة للتسمين - تغذية معقولة ومربحة.

Summary

This study aims to know the physico- chemical composition of the foods used in the fattening of lambs at the ALVIAR center for the production of meat in order to assess their nutritional value and to establish a rational and profitable food and prophylactic behavior. .

The results obtained gave the following values; i.e. a pH of 6.03% to 6.44%, a humidity of 7.61% to 8.30%, a dry matter MS of 91.70% to 92.39%, a rate of minerals MM from 5.348% to 6.924%, a rate of phosphorus P from 0.778% to 1.061% and MAT proteins from 11.182% to 14.477%.

We conclude that the nutritional values recorded in our analyzes are acceptable and it is not enough to establish an adequate food ration in order to better understand the needs of a slaughter animal without knowing its aptitude for accelerated fattening; in other words, it is desirable to direct research towards the fate of these foods in the digestive tract of the animal (ingestibility and metabolic use) to detect the breed of lambs suitable for fattening with a rational food ration and profitable.

At the same time, the sanitary management of the herd, as well as its housing conditions, also influence the success of the fattening of the lambs (parasitism, disinfection, ventilation, temperature, density, sudden changes in diet, etc.)

Key words: Analyzes of the nutritional values of feed - Adequate breed of lambs for fattening - Profitable and rational feeding.

Liste des tableaux

Tableau 01 : La composition des aliments

Tableau 02 : Variations de la teneur en lignine selon le taux de la cellulose Weende

Tableau 03 : Dosages de l'insoluble formique (I. F.), de la cellulose Weende (C.W.), de la cellulose vraie(C.V) et de la lignine dosée (L. D)

Tableau 04 : Résultats d'analyses d'un foin de luzerne

Tableau 05 : Substances réductrices en galactose des aliments (g)

Tableau 06 : Quantités de la partie ternaire dégraissée des substances

Tableau 07 : Composition des aliments ingérés

Tableau 07 (suite) : Coefficients de digestibilité des constituants des aliments

Tableau 08 : Moyennes des données du tableau VII - Ordres de grandeur des coefficients de digestibilité

Tableau 09 : Ecart entre les coefficients de digestibilité évalués par la méthode à la lignine et les coefficients correspondants mesurés expérimentalement.

Tableau 10 : Valeurs du pH des 02 aliments

Tableau 11 : Valeurs de H de l'aliment à base d'orge

Tableau 12 : Valeurs de H de l'aliment à base de maïs

Tableau 13 : Valeurs de la MS des 02 aliments

Tableau 14 : Valeurs des Cendres (Wa) de l'aliment à base d'orge

Tableau 15 : Valeurs des Cendres (Wa) de l'aliment à base de maïs

Tableau 16 : Valeurs de MM ou Wf des 02 aliments par rapport à la MS

Tableau 17 : Valeurs de P de l'aliment à base d'orge

Tableau 18 : Valeurs de P de l'aliment à base de maïs

Tableau 19 : Valeurs des MAT des 02 aliments

Liste des Figures

- Figures 01 (A,B,C) : Lieu géographique du centre ALVIAR
- Figure 02 : Aliment à base d'orge
- Figure 03 : Aliment à base de maïs
- Figures 04 et 05 : détermination du pH des 02 aliments.
- Figure 06 (ABCD) : détermination de **H** des **02** aliments
- Figure 07 (A,B) : Déshydratation
- Figures 07 suite (A,B) : Détermination de la MS des 02 aliments
- Figure 08 (A,B,C,D) : Préparation de la prise d'essai
- Figure 09 (A,B,C,D,E) : Préincinération et Incinération
- Figure 10 (A,B,C,D) : Détermination du P des 02 aliments
- Figure 11 : Dispositif de chauffage - la minéralisation
- Figure 12 : Appareil de distillation
- Figures 13 (A,B,C,D,E,F,G,H) : Détermination des M.A.T des 02 aliments
- Figure **14** : Représentation comparative du pH des 02 aliments
- Figure **15** : Représentation comparative de H des 02 aliments
- Figure 16 : Représentation comparative de la MS des 02 aliments
- Figure **17** : Représentation comparative des Cendres (W_a) des 02 aliments
- Figure **18** : Représentation comparative des MM (W_f) des 02 aliments
- Figure **19** : Représentation comparative du % P des 02 aliments
- Figure **20** : Représentation comparative des M.A.T des 02 aliments

Liste des abréviations :

AFNOR : Association Française de la Normalisation	M.F : Matière fécale.
AGV : acide acétique, acide propénoïque, Acide butyrique.	M.G : Matière grasse
ALVIAR : Algérienne des viandes rouges	M. M : Matière minérale
AOAC : Association of Official Analytical Chemists (ou Association des Chimistes Analytiques d'Office	M.O : Matière organique
CACQE : Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage	M.P : Matière première
Ce : Cendres	M.P : Matière protéiques
C,H,O : Carbone , Hydrogène, Oxygène (groupements - OCH)	M.P.B : Matière protéique brute
CMV : Complexe minéraux vitamines	M .S : Matière sèche
CRSTRA : Centre de recherche Scientifique et technique sur les régions arides	N : Azote
C.V : Cellulose vraie	NFE : Normes françaises et européennes
C.W : Cellulose Weende	NH3 : Ammoniac
D.C : Direction du commerce	NRC : National Research Council ou Conseil national de la recherche (USA)
E.M : Energie métabolisable	PB : Protéines brutes
E.N.A : Extractifs non azotés	PD : Protéines digestibles
I. F : Insoluble formique	PDI : Protéines digestibles intestinales
I.N.R.A : Institut National de Recherche Agricole	PDIA : Protéines digestibles intestinales alimentaires
L. D : Lignine dosée	PDIM : Protéines digestibles intestinales microbiennes
J.O : Journal Officiel	pH : potentiel Hydrogène
M.A : Matières azotées	ONAB ; Office National des Aliments de Bétail
M.A.T = Matière Azotée Totale	S.O.T..D : Substances organiques ternaires dégraissées
M.B : Matière brute	U.V. : Ultra-violet
	Weende : nom station agronomique Allemande

Introduction

Les aliments sont les composants essentiels des rations des animaux. Une ration adéquate (alimentaire et prophylactique) permettra d'assurer non seulement les besoins d'entretien et de production mais aussi d'éviter les déséquilibres alimentaires qui peuvent induire des troubles métaboliques pouvant constituer un risque potentiel pour l'animal et l'éleveur voire une diminution du rendement zootechnique - économique difficilement récupérable.

En effet, une meilleure connaissance de la composition chimique des aliments, de leur localisation dans les végétaux ainsi que de leur devenir dans le tube digestif des ruminants, pourraient informer l'éleveur à mieux gérer l'alimentation et par conséquent, d'établir une ration adéquate afin d'éviter les pertes et prévenir d'éventuelles carences ; et pour que l'animal atteigne un score corporel adéquat en production de viande, en quantité suffisante et de bonne qualité en un temps limité.

Dans ce présent document, nous avons essayé, dans le **premier chapitre**, de détailler la description des composants de l'aliment à savoir la matière sèche, la matière organique (Glucides, lipides et matières azotées), la matière minérale, les vitamines...etc. et aussi, d'exposer leur utilité au bon fonctionnement des fonctions organiques, leur nécessité pour l'animal en grandes ou petites quantités, leur digestion et métabolisme chez l'animal, leur classification, leur valeur alimentaire et leur localisation dans les aliments. Et puis, nous avons essayé, dans le **deuxième chapitre**, d'exposer les techniques, les principes et les règles des méthodes d'analyses physico-chimiques des aliments destinés aux ruminants qui sont mandatées par le JORADP et l'AFNOR ; et qui sont utilisées au niveau des laboratoires, des instituts et des universités ; et aussi, nous avons jugé utile de présenter certaines expériences sur la digestibilité des constituants des aliments et la détermination du coefficient de digestibilité de la matière organique. Et pour clôturer notre travail, dans le **troisième chapitre**, nous avons enregistré et interprété les résultats des analyses effectuées au niveau des laboratoires de la CACQE à Djelfa et CRSTRA à Alger sur les aliments utilisés dans l'élevage des agneaux au niveau du centre d'ALVIAR commune Ain el bel wilaya de Djelfa.

Premier chapitre

Les Constituants des aliments

1.1. Définitions de l'aliment et de la ration:

Un aliment est une substance ingérée par l'animal lui apportant tout ce qui est nécessaire (énergie et nutriments) pour couvrir ses besoins nutritionnels d'entretien et de production. Un seul aliment est généralement incapable de faire face à l'ensemble des besoins de l'animal; c'est la raison pour laquelle on associe plusieurs aliments pour composer une ration. (UFMC1, 2019-2020)

Les aliments seront caractérisés par les résultats de leurs analyses et leur groupe d'appartenance chimique.

1.2. Les constituants des aliments et leurs rôles:

Tous les aliments sont constitués des mêmes composants: L'eau, la matière minérale, la matière organique (glucides, lipides, matières azotées et vitamines) (Tableau 1) (UFMC1, 2019-2020)

1.2.1. L'eau :

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

- * 78 à 92 % dans les betteraves fourragères (8 à 22 % de ms).
- * 70 à 88 % dans les herbes (12 à 30 % de ms). (UFMC1, 2019-2020)

1.2.2. La matière sèche (MS) :

La matière sèche est composée de la matière organique et de la matière minérale, obtenue par dessiccation de l'aliment. La matière sèche est le résidu sec. Par ailleurs, du fait de ces grandes variations, la comparaison de la valeur des aliments n'est possible qu'exprimée par kg de MS et non par kg de produit brut (CNRC, 2004-2007).

A- Les matières (ou substances) minérales (M.M) :

Elles sont utiles au bon fonctionnement (fonctions organiques) du corps et elles existent sous forme de sels libres, ou d'atomes combinés à des substances organiques.

Tableau 01 : La composition des aliments

Matière brute (Aliment)			
Matière sèche		Eau H ₂ O	
Matières Minerals	Minéraux Majeurs (Macro - éléments)	Calcium, phosphore, magnésium, potassium, sodium, chlore, soufre	
	Minéraux Mineurs (Oligo - éléments)	Manganèse, zinc, cobalt, iode, sélénium	
Matières organiques	Glucides	Cytoplasmiques	- Pentoses (riboses, désoxyribose), - Hexoses (glucose, fructose) - Saccharose : maltose, lactose, mélbibiose. - Fructosanes (polymère de fructose) - Amidon
		Pariétaux	- Cellulose, - Hémicellulose, - Substances pectiques - Lignine (composes henoliques)
	Lipides	Lipides	- Glycérides
			- Stérols - Cérides
	Matières azotées	Matières azotées protidiques	- Acides aminés libres - Acides amines combinés (peptides, polypeptides, protéines)
		Matières azotées non protidiques	- Amides (urée) - Amines - Ammoniac - Bases azotées
	Vitamines	Liposolubles	- groupes : A. D. E et K
		Hydrosolubles	- groupes : B et C

(CNRC, 2004-2007)

*Remarque : Le lactose est d'origine animale mais sa composition diholoside le rapproche des glucides : * 50 à 80 % dans les ensilages (20 à 50 % de ms). * 15 à 20 % dans les foins et les graines (80 à 85 % de ms).*

Les M.M. (ou cendres ou résidus) sont obtenues après calcination de la M.S et disparition de la M.O. Les minéraux peuvent être :

- des composants structuraux les organes et les tissus (os, dents),
- des éléments constituant les fluides du corps,
- des électrolytes ayant un rôle physiologique important dans la pression osmotique, la balance acido-basique, la perméabilité de la membrane, la transmission nerveuse, la régulation et la différenciation des divisions cellulaires,
- des cofacteurs et des coenzymes assurant beaucoup d'activités du corps.
- des minéraux rentrant dans la composition de certaines hormones.

(CNRC, 2004-2007)

Selon leur classification, on distingue :

A1 - Les macro - éléments ou minéraux majeurs :

Ils sont nécessaires pour l'animal en grandes quantités (Calcium, Phosphore, Magnésium, Potassium, Sodium, Chlore et Soufre).

Le Calcium et le Phosphore sont surtout localisés dans les os ; leur rôle est évident dans la formation du squelette et des dents et leur insuffisance provoque diverses troubles surtout osseuses. (CNRC, 2005)

Le Calcium extra-osseux représente une très faible part (moins de 1%) du calcium de l'organisme mais il est indispensable pour la perméabilité des membranes cellulaires, la contraction musculaire, L'excitabilité neuromusculaire, la coagulation du sang et autres réactions enzymatiques. (CNRC, 2005)

Le Phosphore est plus abondant que le Calcium dans les tissus mous et il est utile pour les réactions biochimiques, les transferts d'énergie et l'utilisation des lipides et des glucides. Il entre dans la constitution des acides nucléiques et des phospholipides de tous les tissus. Les hexoses phosphates interviennent dans le métabolisme des glucides et les processus fermentaires. Les phosphates ont un rôle important dans le maintien de l'équilibre acido-basique et dans le pouvoir tampon du rumen. (CNRC, 2005)

Le Potassium (élément intracellulaire), le Sodium et le Chlore (éléments extracellulaires) sont utiles pour réguler la pression osmotique cellulaire et ils interviennent dans la contraction musculaire et l'excitabilité neuromusculaire.

Le Sodium entre dans les réactions d'échanges et de transport membranaire, le Chlore est un constituant de l'acide chlorhydrique du suc gastrique.

Le Magnésium entre dans la formation de l'os et l'excitabilité neuromusculaire et dans plusieurs réactions enzymatiques. (CNRC, 2005)

Le Soufre est un constituant des acides aminés soufrés, des vitamines et des hormones.

A2 - Les micro (ou oligo) - éléments ou minéraux mineurs :

Ils font partie des structures tissulaires, ils sont de concentrations faibles dans le corps (qui n'a besoin que de petites quantités) et ils ont un rôle catalytique dans les systèmes enzymatiques et les hormones. Leur rôle est variable, depuis un effet ionique simple jusqu'à une association spécifique dans les « métallo-enzymes ». (CNRC, 2005)

Le déficit en oligo-éléments réduit l'efficacité des différentes voies métaboliques, il diminue le rendement zootechnique - économique de l'animal et il provoque des lésions biochimiques réversibles après un traitement adéquat. Les minéraux importants sont : Fer, Cuivre, Cobalt, Manganèse, Iode, Zinc et Sélénium. D'autres minéraux sont considérés comme essentiels sous certaines conditions et pour certaines espèces animales : Chrome, Molybdène, Nickel, Fluor, Arsenic, Lithium, Rubidium.

A3 - Localisation des minéraux dans les aliments:

La teneur des Aliments en minéraux peut être affectée par : le type de production, les pratiques de management, le type du sol, le pH, les pratiques de fertilisation et les conditions climatiques (croissance et maturité des plantes). (SOLTNER D., 2008)

a - Les minéraux majeurs :

Ils varient selon l'aliment et l'espèce végétale. Les fourrages verts ou conservés sont riches en Potassium (plus de 15g par kg M.S) tandis que les légumineuses et les crucifères sont très riches en Calcium (plus de 10g/kg de MS). Les teneurs en Sodium sont très faibles (moins de 0.5g par kg de MS) à l'exception de certaines espèces de graminées. Les minéraux des fourrages sont localisés dans les feuilles et leur teneur diminue considérablement avec le stade de développement de la plante, surtout le Phosphore. Les céréales, et les graines (dont sont issus les Tourteaux) sont riches en Phosphore (3 à 5g par kg) et pauvres en Calcium et en Sodium (moins de 0.5/kg). Plus de 50% du phosphore des graines est combiné sous forme de divers sels de l'acide physique (acide inositol - hexa phosphorique) et il atteint 90% dans les enveloppes (10g/kg). La composition minérale des graines est peu sensible aux variations des facteurs externes (climat, fertilisation). Les farines d'origine animale (lait, viande et poisson) sont très riches en calcium et en phosphore. (SOLTNER D., 2008)

b - Les minéraux mineurs :

Le cuivre et le zinc se trouvent dans les plantes sous une forme de complexe anionique de composition mal connue. Le Molybdène et le Cobalt sont présents dans les feuilles sous une forme mal précisée. Le Sélénium existe sous une forme de sélénométhionine et à moindre degré dans des composés du type méthyle-sélénonium ou d'acide sélélocystéique. l'iode est

sous une forme inorganique (iodure ou lié aux protéines). (CNRC, 2005)

A4 - Besoins des animaux en minéraux :

Plusieurs minéraux essentiels sont présents en quantités suffisantes dans les rations des petits ruminants ; mais d'autres minéraux sont toujours absents et ils doivent être complétés pour optimiser les performances de l'animal et le maintenir en bonne santé.

(SOLTNER D., 2008)

B - Les matières organiques (M.O) :

Elles sont fabriquées par les **êtres** vivants (végétaux, animaux, champignons et autres décomposeurs dont les micro-organismes).Elles composent les organes (tige, coquille, muscles,...etc.), la biomasse vivante et morte (necromasse) au sein d'un cycle décomposition / biosynthèse. Une partie de la M.O est fossilisée (charbon, pétrole, gaz), minéralisée ou recyclée dans les écosystèmes et agro-écosystèmes ou caractérisée par la présence du carbone ou associée à l'hydrogène, à l'oxygène, parfois à l'azote et à de petites quantités de phosphore et de soufre. (SOLTNER D., 2008)

Les composants de la M.O sont les glucides, les lipides et les matières azotées. Les matières hydrocarbonées sont des composés ternaires formés en majeure partie de carbone, d'oxygène et d'hydrogène (C,H,O), ce sont les glucides (sucre, amidon, cellulose) et les lipides (matières grasses). (CNRC, 2005)

B1 - Les glucides :

Ils donnent de l'énergie et forment les monosaccharides (sucres simples comme aldopentose et aldohexose), les oligo-saccharides (contenant 2 à 10 unités de sucres) liés par des liaisons glucosidiques et des polysaccharides (chaines longues d'unités de grand poids moléculaire comme la cellulose, hémicellulose, amidon et pectine).

a - Classification et localisation :

Ils sont deux 02 groupes:

- Glucides structuraux (fibres issues des parois des cellules végétales)
- Glucides non structuraux (sucres et amidon issus des cellules végétales).

En alimentation chez les ruminants, il serait plus judicieux de classer les glucides selon leur localisation dans la cellule végétale à savoir : Glucides pariétaux (ou structuraux) et glucides cytoplasmiques. (SOLTNER D., 2008)

- **Les glucides pariétaux ou structuraux :** Ils constituent les parois des cellules végétales. On distingue les glucides proprement dits (polyosides) et les constituants non glucidiques qui leur sont associés (lignine). On dénombre 03 groupes de polyosides : la cellulose, les hémicelluloses et les substances pectiques.

- **Les glucides cytoplasmiques (non structuraux)** : ils sont contenus dans les cellules végétales et sont plus facilement digestibles.

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

b - La digestion des glucides et leur métabolisme dans le rumen :

La nature des glucides est le facteur clé influençant l'intensité et le modèle des fermentations ruminâmes qui est la source d'énergie la plus importante pour les microbes et pour l'hôte. (CNRC, 2004-2007)

Les glucides solubles du matériel végétal, particulièrement les glucides simples sont rapidement métabolisés dans le rumen et entraînent fréquemment des fermentations à dominance propénoïque chez l'hôte. L'amidon (glucide complexe) localisé principalement dans les vacuoles de la cellule végétale est rapidement digéré dans le rumen bien que sa digestion soit moins rapide par rapport aux sucres simples.

L'apport des glucides solubles a pour conséquence : l'intensification des fermentations, l'augmentation de la synthèse de l'acide propénoïque et l'augmentation de la synthèse des protéines microbiennes qui est conditionnée par un apport NH_3 dans le rumen. Cependant, la fermentation rapide des glucides solubles peut réduire le pH du rumen voire diminuer la fréquence des fermentations des glucides pariétaux. Selon leur type, les glucides végétaux sont dégradés en glucides constituants et puis fermentés en AGV (acide acétique, acide propénoïque, acide butyrique) via le pyruvate. Les AGV comptent 50-70% de l'énergie digestible ingérée. L'augmentation du rapport acide acétique / acide propénoïque dans le rumen peut réduire l'efficacité de l'utilisation de l'énergie métabolisable (E.M.) et la production des protéines microbiennes. Quelques auteurs suggèrent que si le rapport excède 3/1, la fourniture de l'énergie facilement disponible peut être considérée comme un facteur limitant la synthèse microbienne protéique. La production protéique pour les microbes du rumen peut-être directement reliée à la concentration propénoïque du rumen. (SOLTNER D., 2008)

c - Fonctions et sources de glucides :

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

fibreux. (CNRC, 2004-2007)

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

B2 - Les lipides :

Les lipides présents dans l'alimentation se composent essentiellement de triacylglycérols (98%) et contiennent également de petites quantités de phospholipides et de stérols. Il existe de grandes familles d'acide gras : les acides gras saturés, mono insaturés, polyinsaturés. Les lipides sont des substances hydrophobiques, solubles dans les solvants organiques. Les principaux lipides ayant un rôle important dans la nutrition animale sont les acides gras. (CNRC, 2004-2007)

a - Digestion et métabolisme des lipides dans le rumen :

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

L'étape initiale dans la transformation ruminale des lipides alimentaires est l'hydrolyse des liaisons esters par les enzymes lipolytiques microbiennes, pour libérer le glycérol et les acides gras libres. Le glycérol peut-être métabolisé par les microorganismes du rumen pour produire des AGV. Lorsqu'ils sont libérés comme acides gras libres, les acides gras insaturés sont sujets à une bio-hydrogénation par les bactéries du rumen. Cependant, l'hydrogénation résulte de la formation d'isomères conjugués d'acide linoléique, linoléique et de nombreux isomères de l'acide oléique. (CNRC, 2004-2007)

Beaucoup de facteurs sont liés à la bio-hydrogénation (la maturité du fourrage, les espèces fourragères, les méthodes de production, la proportion du fourrage par rapport au concentré dans la ration et la teneur en nitrogène) affectent le degré du métabolisme des acides gras alimentaires. (CNRC, 2004-2007)

La nature des lipides synthétisés par les microorganismes du rumen est importante pour la contribution microbienne à la formation des composants des lipides dans la digestion post-ruminale de l'animal (environ 30% des acides gras atteignant le duodénum proximal sont d'origine microbienne). (UFMC1, 2019-2020)

La néo-synthèse des lipides par la population microbienne se déroule dans le rumen ;

et les acides gras libres peuvent être incorporés dans les microorganismes au cours de la synthèse cellulaire. Cependant la fréquence de la néo-synthèse des acides gras diminue quand la quantité des lipides exogènes s'élève. (CNRC, 2004-2007)

b - Les fonctions et sources des lipides :

Les lipides ont trois fonctions basiques dans l'organisme : une fonction structurelle, une fonction de régulation et une autre nutritionnelle. (CNRC, 2004-2007)

La fonction structurelle des lipides contribue à la composition des membranes cellulaires. La fonction de régulation est liée aux hormones. Du point de vue nutritionnel, les lipides ont des valeurs énergétiques élevées en comparaison aux autres composés des aliments. Par ailleurs, ce sont les plus importants réservoirs de stockage de l'énergie chez l'animal. Le principal rôle des lipides de la ration est de fournir à l'animal, une source énergétique concentrée. (CNRC, 2004-2007)

Les ruminants obtiennent les acides gras à partir de la ration et à travers la néo-synthèse. Dans les aliments, les acides gras sont présents sous forme de triacylglycérols ou bien ils font partie des composés lipidiques comme les phospholipides et les glucolipides. Les lipides prédominant dans les fourrages sont les phospholipides et les glucolipides et contiennent 50% d'acides gras alors que les lipides des graines contiennent de 70 à 80% d'acides gras contre 90% d'acides gras dans les graines oléagineuses. (CNRC, 2004-2007)

Le tissu adipeux des animaux (non en lactation) est le principal site de synthèse des acides gras alors que le site prédominant de la néo-synthèse des acides gras se localise dans la glande mammaire chez les animaux en lactation. La néo-synthèse des acides gras peut-être altérée par la valeur nutritionnelle, le stade physiologique de la production et le manque d'approvisionnement en acides gras alimentaires. (CNRC, 2004-2007)

c - Valeur alimentaire des lipides :

Les lipides sont des composés très énergétiques :

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

- Et quand le niveau des lipides complémentés augmente, il y a une baisse de la valeur énergétique associée avec une réduction de la digestibilité intestinale des acides gras.

- L'addition des lipides dans la ration peut exercer des actions antimicrobiennes, affectant les fermentations ruminales et la digestibilité de la ration surtout la digestibilité des glucides structuraux qui diminue d'environ 25% chez les animaux ingérant 25% de lipides ajoutés.

- La complémentation de la ration avec 3.9 % fournirait 9 fois plus d'énergie en comparaison avec les autres rations témoins.

Néanmoins, l'effet négatif des lipides sur les fermentations ruminales, limitent leur incorporation dans les rations des ruminants à 16 - 20% de l'E.M. (UFMC1, 2019-2020)

B3 - Les matières azotées :

On suppose que toutes les M.A comportent 16 % d'Azote. La teneur en Azote de l'aliment donné par la méthode de *Kjeldal* est multipliée par 100/16 : N x 6,25. Les MAT comprennent les matières Protéiques Brutes (MPB) et les Matières Azotées non protéiques. C'est une méthode d'appréciation de la qualité de la plante. D'où la nécessité d'aborder les matières protéiques et les matières azotées non protéiques quand on parle de la valeur protéique des aliments. (UFMC1, 2019-2020 ; Jarrige R., 1980)

Les ruminants ont la capacité de synthétiser des protéines microbiennes dans le rumen à partir des matières azotées non protéiques et à partir d'une partie des protéines alimentaires et de leur métabolisme azote.

a - Classification et localisation :

- Les constituants azotés non protéiques :

Ils sont extraits au laboratoire par l'éthanol à 80% puis par l'eau et ils sont situés dans les vacuoles des cellules vivantes. Ils sont abondants dans les tissus conducteurs de l'appareil végétatif et dans les racines. (UFMC1, 2019-2020 ; Jarrige R., 1980)

Ils représentent 15-25% des fourrages verts. Ce pourcentage est plus élevé dans les tiges que dans les feuilles, dans les légumineuses plus que dans les graminées.

Ce sont surtout des amides et des acides aminés libres en général non indispensables mais aussi des amines et des nucléotides. L'une des caractéristiques des M.A. non protéiques est leur diffusion très rapide dans le rumen ; ce sont (avec l'urée endogène) les sources azotées les plus disponibles pour la population microbienne ; dans le rumen, sous l'action de la flore microbienne, elles vont être dégradées en ammoniac.

- Les constituants protéiques :

Les protéines des fourrages verts sont localisées dans les cellules chlorophylliennes. On distingue :

Les protéines insolubles présentes dans les membranes cellulaires ou des organites associés à elles. (UFMC1, 2019-2020 ; Jarrige R., 1980)

Les protéines solubles, présentes dans le cytoplasme et à l'intérieur du chloroplaste. Ces protéines vont passer en solution dans le liquide du rumen dès que la membrane de la cellule fut rompue par la mastication ou par les enzymes cellulolytiques. (UFMC1, 2019-2020 ; Jarrige R., 1980)

Les fermentations protéiques dans le rumen sont influencées par le mode de récolte et

de la conservation des fourrages verts.

Les céréales sont caractérisées par quatre (04) groupes de protéines selon leur solubilité :

- Les albumines et les globulines solubles dans les solutions salines diluées. Ce sont principalement des protéines cytoplasmiques ou métaboliques.

- Les prolamines et les glutamines, insolubles dans ces solutions, sont les protéines de réserve accumulées dans l'albumen et destinées à nourrir l'embryon et la plantule. Elles représentent la plus grande proportion du grain, 90% du blé et du maïs, 80% de l'orge.

(Jarrige R., 1980)

Concernant les légumineuses, les protéines de réserve sont surtout constituées par des globulines solubles localisées dans les cotylédons. (Jarrige R., 1980)

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

b - La digestion et le métabolisme des protéines chez les ruminants

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

(Jarrige R., 1980)

L'étape de dégradation : les M.A non protéiques et une partie des protéines (métaboliques) vont subir une dégradation et se transforment en ammoniac par les enzymes de la microflore. Une partie des protéines non dégradées par les enzymes microbiennes (protéines insolubles) passe directement dans l'intestin grêle sous forme de protéines digestibles alimentaires intestinales. (Jarrige R., 1980)

L'étape de synthèse : à partir d'une partie des glucides de l'ammoniac issu de la dégradation microbienne, les microorganismes vont synthétiser leurs propres protéines. L'ammoniac en excès est absorbé à travers les parois du tube digestif avec deux destinations : Une partie recyclée dans la salive et retournera dans le rumen. Une autre partie sera recyclée en urée par le foie et éliminée dans les urines. La digestion des M.A se poursuit dans l'intestin grêle. (Jarrige R., 1980)

L'objectif de la couverture des besoins protéiques des ruminants est d'optimiser les contributions des protéines microbiennes et alimentaires qui échappent à la dégradation microbienne pour fournir les acides aminés disponibles. (JARRIGE R., 1980)

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

les besoins des animaux en protéines. (Jarrige R., 1980)

Les Protéines digestibles Intestinales (PDI) sont définies comme des protéines incluant des protéines microbiennes (PDIM) et des protéines alimentaires (PDIA) qui sont digérées dans l'intestin grêle et à partir desquelles les constituants des acides aminés sont absorbés dans l'intestin. (Jarrige R., 1980)

Des contributions mineures à partir des protéines endogènes (cellules épithéliales) peuvent être notées mais elles ne sont pas toujours considérées dans les systèmes des protéines digestibles. (UFMC1, 2019-2020)

Il est à noter que le plus important facteur influençant la synthèse des protéines microbiennes sera la disponibilité de l'énergie ou de la M.O. (UFMC1, 2019-2020)

B4 - Les vitamines :

Une vitamine est une substance organique, nécessaire en faible quantité au métabolisme d'un organisme vivant, et qui ne peut être synthétisée en quantité suffisante par cet organisme. Les vitamines sont des compléments indispensables aux échanges vitaux. Elles ont des fonctions diverses participant dans beaucoup de processus métaboliques, de fonctions immunitaires des cellules et dans la régulation des gènes. Une carence d'une vitamine peut provoquer des signes cliniques spécifiques et des symptômes de déficiences subcliniques peuvent subvenir dans lesquels les symptômes ne sont pas évidents. Mais la productivité animale ou l'état de santé est moindre. (UFMC1, 2019-2020)

a - Classification :

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

- **Les vitamines liposolubles** sont associées aux lipides dans les aliments. Elles sont absorbées dans l'intestin grêle par des mécanismes similaires à ceux de l'absorption des acides gras à longues chaînes. Elles sont stockées en quantités appréciables dans l'organisme : les vitamines A, D, E, K. (UFMC1, 2019-2020)

- **Les vitamines hydrosolubles** ne sont pas associées avec les lipides et les altérations dans l'absorption des lipides n'affecte pas leur absorption ; et elles ne sont pas stockées en quantités suffisantes dans l'organisme ; et les excès sont rapidement excrétés. Ainsi une complémentation continue des vitamines hydrosolubles est nécessaire pour éviter les carences. Les vitamines hydrosolubles ne sont pas toxiques, mais les excès des vitamines A et D peuvent causer des problèmes : les vitamines groupe B (thiamine, riboflavine, niacine, acide pantothénique, B12, choline) et vitamine C. (UFMC1, 2019-2020)

b- Les besoins des petits ruminants en vitamines :

Les petits ruminants ont des besoins physiologiques en vitamines ; la ration ne peut contenir toutes les vitamines. Les vitamines essentielles pour le métabolisme, mais pas pour le régime alimentaire et qui ne peuvent être synthétisées en quantités suffisantes par l'animal pour couvrir ses besoins physiologiques sont A et E ; elles doivent être apportées par la ration ou par les formes injectables. (UFMC1, 2019-2020)

Le vit. D est synthétisé avec les rayons UV dans le matériel végétal et dans la peau des animaux.

Il est à noter :

- dans le système d'élevage où les animaux sont confinés (pas suffisamment exposés au soleil et pas nourris avec du fourrage vert frais), leur besoin en vitamines s'accroît d'où la nécessité de compléter leur ration en vitamines A, D et E.

- quand les petits ruminants montrent un bon fonctionnement du rumen, leurs besoins en vitamines B et K sont naturellement couverts par leur alimentation.

- Certaines vitamines sont synthétisées par les microorganismes symbiotiques comme la vitamine C qui est synthétisée à partir de l'acide gluconique à l'intérieur des cellules du corps des petits ruminants. (Jarrige R., 1980)

- Les besoins vitaminiques du petit ruminant (nouveau-né) sont assurés uniquement par la ration. La flore ruminale peut contribuer à fournir des quantités significatives de vitamine du groupe B à partir du 8^{ème} jour, lorsque le rumen devient complètement fonctionnel ; alors que la vitamine C ne peut être synthétisée en quantité suffisante qu'à partir de la 3^{ème} semaine. (Jarrige R., 1980)

Deuxième chapitre

Méthodes d'analyses des aliments destinés aux animaux

2.1 – La méthode classique :

2.1.1 – préparation de l'échantillon:

La méthode couramment employée pour l'analyse des aliments du bétail est entièrement conventionnelle vu sa simplicité et sa relative rapidité d'exécution. Néanmoins, il faut respecter certaines précautions, en l'absence desquelles de graves erreurs peuvent se produire. Il importe tout d'abord de veiller à la préparation de l'échantillon. Les foins et les mélanges composés doivent être divisés sous la surveillance d'un personnel habitué à l'exécution de cette tâche.

Ne pas oublier, qu'au cours du passage dans les appareils mécaniques, la matière s'échauffe et perd une certaine fraction de l'eau (tenir compte dans les résultats).

Le taux d'humidité étant ainsi connu, tous les résultats ultérieurs seront rapportés à 1000 g de M.S du produit initial. (IPCRSAA, 1951)

2.1.2 - Les principes et les règles de la méthode :

L'analyse porte sur :

L'acide nitrique décrit par Kurschner (rapidité d'exécution, précision fort acceptable).

En voici le principe :

La Matière Première séchée à l'étuve à 105° C est dégraissée successivement à l'ébullition, par l'alcool éthylique et l'éther sulfurique. Elle subit ensuite une attaque par la Soude à l'ébullition, puis par un mélange d'Alcool et d'Acide Nitrique concentré. L'insoluble obtenu est lavé à plusieurs reprises- La détermination des matières minérales, par incinération à 550° C ;

- La détermination de l'azote ; à l'aide de la méthode de *Kjeldahl* ;
- Le dosage des lipides par une extraction à l'alcool bouillant, suivie par une 2^{ème} extraction à l'éther sulfurique,
- Et enfin, 02 hydrolyses successives d'une durée de 30 mn chacune, la 1^{ère} avec une solution d'acide sulfurique à 1,25 % et la 2^{ème} avec une solution de soude de même concentration.

Après chaque hydrolyse, les substances non dissoutes sont séparées par centrifugation et lavées avec soin. Le résidu de la 2^{ème} Hydrolyse (après dessiccation, pesée et incinération) permet de déduire le poids des cendres désignées sous le terme de cellulose Weende (nom station agronomique allemande).

Les règles à adopter pour obtenir des résultats comparables sont les suivantes :

- Pour le calcul de la teneur en matières azotées (mélange de protéines vraies, d'amides, et de substances diverses à proportions variables), on multiplie la quantité d'azote N indiquée par le dosage Kjeldahl, soit par le coefficient moyen des protéines 6,25 ou par des coefficients variables selon le Dosage des substances ; à l'exception des Fourrages, des Grains et des Tourteaux dont on fait l'usage d'un coefficient spécial pour chaque groupe de produits.

- Pour les lipides à l'aide de la 2^{ème} extraction, le résultat fourni est un mélange de glycérides, de stérides, de phospholipides et de pigments divers (impuretés) qui sont abondants dans les fourrages verts et les foin. Les glycérides représentent de 30 à 95 % du mélange (plus élevées pour les grains, les issus de grains et les tourteaux, et plus faibles pour les foin). (Leroy A.M, 1952)

La cellulose Weende est un mélange de cellulose vraie et de polyholosides non cellulosiques (mannanes, galactanes, xylanes, arabanes) et de lignine ; ainsi que le montrent les données du Tableau I ci-après obtenues par la méthode de Weende :

Tableau 02 : Variations de la teneur en lignine selon le taux de la cellulose Weende

Aliments	Cellulose weende pour 1000 g M.S.	Lignine dans cette cellulose Weende	Lignine
			% Cellulose Weende
Maïs	22	0	0
Tourteau d'arachide	72	2	2,8
Avoine	99	10	10,1
Son de blé	128	23	18,0
Betterave	112	27	24,1
Foin de luzerne avant floraison	355	122	34,4
Foin de luzerne ordinaire	406	151	37,1

(Charlet Lery, 1952)

Cependant, les pailles présentent un aliment riche en cellulose mais relativement peu lignifié (cellulose Weende : 400, lignine 124, lignine 31 % de la cellulose).

La différence entre le poids de la M.O et la somme «matière azotées + matières grasses + cellulose Weende » forme les extractifs non azotés : c'est un mélange composé d'oses, d'osides, de polyholosides non cellulosiques (amidon, fructosanes, glucosanes, mannanes, galactanes, xylanes, arabanes), d'hémicelluloses uroniques, de composés pectiques et de lignine. Les constituants de ce mélange sont facilement décomposés dans l'appareil digestif des

animaux sous l'action des enzymes et des microorganismes. Le coefficient de digestibilité de ces Extractifs Non Azotés est voisin de celui de la M.O. (preuve d'une bonne valeur alimentaire). (Francois A., 1949)

2.2 - Méthode améliorée :

Pour bien comprendre les phénomènes de la digestion, il est indispensable de savoir que l'ensemble des matériaux de la Cellulose Weende et des Extractifs Non Azotés sont des Glucides de Réserve et des matériaux des parois cellulaires des matières végétales analysées représentant 40 à 90 % de l'ensemble de la M.S désignés dorénavant sous le nom de Substances Organiques Ternaires Dégraissées (mélange d'hydrates de carbone, de composés pectiques et de lignine composé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène). (Charlet Lery, 1952)

2.2.1 - Dosage de la cellulose vraie :

Parmi les méthodes de dosage de la cellulose vraie, il est indiquée de choisir la méthode par de l'eau distillée maintenue chaque fois à l'ébullition pendant **30mn**. (Betrand G., 1935)

2.2.2 - Dosage de la lignine :

Il existe, dans la littérature, de nombreuses méthodes de Dosage de la lignine, il est indiqué le traitement par l'Acide sulfurique à **72 %**, à froid, décrit par *Mahood* et *Cable*. En voici le principe :

La matière première séchée et dégraissée est mise en contact pendant 20 heures à la glacière, avec l'acide concentré. Par dilution dans l'eau, le taux de l'acide est ramené à 3 %. La Solution obtenue est portée à l'ébullition, et traitée pendant 02 heures. Au cours de ce traitement brutal, la lignine initiale perd un certain nombre des groupements - OCH, de sa molécule (perte de 7,3 % pour la lignine du foin de luzerne, et de 4,0 % pour la lignine provenant des matières fécales) (Mahood J.A., 1922)

2.2.3 - Dosage des glucides hydrolysables :

Les glucides hydrolysables (mélange d'osides, de polyosides non cellulosiques et de corps uroniques) proviennent soit du protoplasma cellulaire, soit des membranes des cellules. Pour obtenir une hydrolyse complète, on traite la matière Première, à l'ébullition, par une solution d'acide sulfurique à 2%. Après neutralisation, défécation et filtration, on détermine la teneur des sucres de l'hydrolysate selon la méthode Bertrand et le résultat est exprimé en glucose (Charlet L., 1952)

2.2.4 - Dosage des pentosanes :

Il est utile de doser les pentosanes par l'un des procédés classiques : par l'acide barbiturique (méthode d'*Unger* et *Jager*), après hydrolyse chlorhydrique de la matière à analyser. Le résultat est exprimé en xylanes. (Unger **E.** et Jager **R.**)

2.2.5 - Dosage de l'insoluble formique :

L'emploi de l'acide formique pour le dosage des matériaux cellulosiques des grains et des tourteaux est préconisé par la méthode Guillemet et Jacquot dans les conditions suivantes :

- On prend 2 g d'aliment, que l'on soumet à une Hydrolyse à l'ébullition pendant 30 mn, sous l'action d'une solution d'Acide sulfurique 2 % . La fraction non dissoute est recueillie, lavée par centrifugation et traitée au Bain - Marie bouillant, par 60 cc d'acide formique à 80 % . Le résidu pourri débarrassé du réactif est entraîné dans une capsule de silice, séché, puis pesé. Après déduction du poids des cendres résultant de la Calcination, on obtient l'Insoluble Formique exprimé en gr / kg de M.S du produit initial.

Le résidu obtenu est égale à la somme de la Cellulose Vraie (Cellulose Kurschner) + la lignine ; et il est plus grand que le résultat obtenu par la méthode de Weende.

En voici les résultats sur les fourrages, les grains, les tourteaux et les mélanges alimentaires Complexes (Tableau III) (Guillemet **R.**, 1943 ; Kurschner **K.**, 1934)

Tableau 03 : Dosages de l'insoluble formique (I. F.), de la cellulose Weende (C.W.), de la Cellulose vraie (C.V) et de la lignine dosée (L. D)

Aliments	Insoluble Formique	Cellulose Weende	Cellulose Vraie	Lignine Dosée	Somme C.V + L.D	Rapport (C.V + L.D)
Herbe de prairie	309	249	246	76	322	1,04
Foin de luzerne	370	352	266	136	402	1,09
"	391	358	236	137	373	0,95
"	392	375	240	120	360	0,92
"	371	356	238	144	382	1,02
"	417	406	308	162	470	1,12
Paille	531	438	384	124	508	0,96
Betterave	112	112	72	28	100	0,89
Pulpe de betterave	258	223	199	43	242	0,94
Son de blé	166	133	87	71	158	0,95
Avoine	147	89	100	56	156	1,06
Maïs	37	25	24	17	41	1,11
Tourteau de Colza	204	134	69	111	170	0,83
Tourteau de Lin	176	91	68	81	149	0,85
Tourteau de Coprah	211	142	160	73	233	1,10
Pulpe avec son	225	182	152	64	216	0,96
Foin avec pulpe	340	317	251	111	362	1,06
Foin avec son	289	257	150	100	250	0,86
Foin avec son	342	321	206	110	316	0,92
Foin, Son et Pulpe	297	267	194	109	303	1,02
Moyenne du rapport : (C + L) ÷ I.F = 0,98 ± 0,14						

(Charlet L., 1952)

La concordance entre l'I.F. et la somme de la C.V. et de la L.D. est satisfaisante, si l'on tient compte des erreurs de dosages provenant, soit de l'échantillonnage, soit de l'exécution des techniques utilisées.

2.2.6 - Dosage des composés pectiques :

Les fourrages verts, le marc de pomme, les racines et tubercules et la pulpe de betterave en renferment d'importantes quantités. En revanche, les pailles, les grains et leurs sous-produits (sons et tourteaux) n'en contiennent que fort peu.

Brièvement résumée, la technique du Dosage des composés pectiques est la suivante :

- La prise d'essai (après extraction des Lipides par l'Alcool et l'Ether bouillants) est traitée à l'ébullition par de l'Eau, puis, successivement, par une solution faible d'Acide Chlorhydrique et une solution diluée de Carbonate de Sodium, afin de séparer le mieux possible Pectine, Pectose et Acide Pectique. La Solution Aqueuse provenant des 02 premiers traitements est concentrée, puis additionnée de 05 fois son volume d'Alcool Chlorhydrique, afin de précipiter la Pectine, qui est ensuite purifiée. L'extrait alcalin est traité de son côté par une solution de Chlorure de Calcium, afin d'obtenir du Pectate de Calcium, lequel est transformé ultérieurement en Acide Pectique par l'Acide Chlorhydrique.

Malheureusement, ces Dosages comportent des manipulations longues et délicates et se prêtent fort mal à des analyses en série. (Michaux A, 1951).

2.3 -Expériences sur la digestibilité des constituants des aliments :

Un certain nombre d'expériences de digestibilité sur des bœufs et des moutons soumis à un régime simple composé soit de foin seul, soit de foin et d'aliments concentrés, pulpe sèche de betterave, son de blé. Nous avons procédé à des mesures précises d'ingesta et d'excréta, complétées par des analyses détaillées des aliments ingérés et des fèces correspondants.

Chaque période expérimentale était précédée par une période d'accoutumance au régime d'une durée d'au moins 10 jours pour les ruminants. Les périodes d'observation sont respectives de 07 et 10 jours.

En voici, comment se présente l'analyse d'un foin de luzerne distribué à des bovidés après déduction des matériaux composant les refus (Tableau VI) : (Charlet L., 1952)

Tableau 04 : Résultats d'analyses d'un foin de luzerne
(Données rapportées à 1000 g de M.S = M.M (77g) + M.O (923 g))

Totaux (g)	Substances		Totaux (g)
Matières organiques = 923	Matière s Azotées (N x 6.25)		150
	Matière s Grasses extraites par l'alcool et l'éther		46
	Substances Organiques ternaires dégraissées		727
Insoluble formique = 427	Cellulose Vraie	261	Cellulose Weende = 388
	Lignine insoluble dans les réactifs de Weende	127	
	Lignine soluble dans les réactifs de Weende	39	Extractifs Non Azotés = 339
Glucides hydrolysables (en glucose) = 226	Pentosanes exprimés en xylanes	99	
	Autres glucides (par différence) exprimés en glucose	127	
/	Corps pectiques (directement dosés)	48	
/	Substances diverses non identifiées	26	

(Charlet L., 1952)

- La fraction non identifiée obtenue par différences est un peu moins de 3 % de la M.O.
- L'ensemble des glucides exprimés en glucose correspond aux anhydrides primitifs augmentés de 10 %

-La fraction réductrice des composés pectiques dans leur totalité est obtenue par une détermination directe. D'après A. Michaux, les quantités de substances réductrices provenant de 100 g de composés pectiques, exprimées en galactose, sont les suivantes (Tableau V)

Tableau 05 : substances réductrices en galactose des aliments (g)

Aliments analysés	Foin de luzerne1	Foin de luzerne2	Foin de luzerne3	Marc de pomme	Paille	Pulpe de betterave
Substances réductrices en galactose (g)	22,1	23,2	18,6	34,1	40,0	37,8

(Charlet L., 1952)

On peut également calculer le pouvoir réducteur des pentosanes exprimés en xylose si l'on connaît les dosages contenus dans les échantillons analysés.

D'autre part, nous avons calculé la « lignine totale corrigée » obtenue en affectant le taux de lignine dosée du coefficient de majoration appropriée de la manière ci-après, en ce qui concerne la partie ternaire dégraissée (Tableau VI) : (Charlet L., 1952)

Tableau 06 : quantités de la partie ternaire dégraissée des substances

Substances	(g)
Cellulose vraie	261
Lignine totale dosée 166 Lignine insoluble dans la soude 1,25 %	127
Lignine totale corrigée 177 Lignine soluble dans la soude 1,25 %	39
Pentosanes	99
Composés pectiques	48
Glucides en C ₆ et indéterminé par différence	142

(Charlet L., 1952)

2.4 - Détermination du coefficient de digestibilité de la M.O.

Avec l'aide des données expérimentales recueillies sur 09 bœufs et 19 moutons , nous avons dressé le tableau VI qui donne la composition des aliments consommés, ainsi que les coefficients de digestibilité des constituants de ces aliments calculés au moyen des résultats de l'analyse des matières fécales recueillies pendant chaque expérience :(Charlet L., 1952)

Tableau 07 : Composition des aliments ingérés

La 2^{ème} ligne de chaque essai indique les coefficients de digestibilité des constituants des aliments

N° de l'essai	Aliments distribués	Mat. organ.	Mat. azotées	Mat. grasses	Cell. vraie	Lignine insol.	Cell. Weende	Lignine sol.	Lignine dosée	Lignine corrigée	Pentosanes	Glucides indéterminés et indéterminés (par différence)	Composés pectiques	Glucides corrigés expr. en glucose	Glucides hydrolysables	Mat. tern. dégr. (M. T. D).	Lignine dosée $\frac{M. T. D. \times 100}{M. T. D.}$
<i>A. — Expériences sur bœufs</i>																	
1 B	Foin de luzerne N° 70	923	150	46	261	127	388	39	156	167	99	152	48	107,5	226	727	21,4
2 B	Foin de luzerne N° 146	59,5	72	46	59	29	49	55	34	46	46	84,5	73,5	—	62	57,5	21,3
3 B	Foin de luzerne	935	144	31	309	89	398	73	162	174	125	107	45	70,5	217	760	21,3
4 B	Pulpe de betterave N° 93	59	72	32	60	2	47	75	35	60	60	78,5	71	—	57	58	17,8
5 B	Son de blé N° 107 - N° 136	931	158	36	221	128	349	3	131	140	113	195	68	93,0	285	737	17,8
6 B	Foin avec pulpe (29 % de pulpe)	60	70	22	54	40	49	41	39	29	55	73,0	79	—	60	60	5,6
7 B	Foin avec son de blé (25 % de son)	958	155	35	199	25	224	18	43	46	163	289	71	259,0	352	768	5,6
8 B	Foin avec son de blé (52 % de son)	79,5	89	16	78	16	71	63	39	73	73	91	82	—	82	80	8,6
9 B	Foin avec pulpe et son de blé	933	146	57	89	39	128	24	63,5	67	207	341	26	344,0	577	730	8,6
1 B	Foin de luzerne N° 70	69,5	70,5	63	58	28	49	33	29	72	72	50	50	—	76	69,5	14,7
2 B	Foin de luzerne N° 146	924	155	36	245	70	315	38	108	116	125	193	54	79,5	228	733	14,7
3 B	Foin de luzerne	66,5	73,5	20,5	66	0	51	64	22,5	71	71	98,5	77	—	71	70,5	13,1
4 B	Pulpe de betterave N° 93	931	149	40	197	97	294	—	97	104	139	261	41	215,0	376	742	13,1
5 B	Son de blé N° 107 - N° 136	63	72,5	37	54,5	26	45	—	13	62	62	80,5	64	—	73	61,5	13,2
6 B	Foin avec pulpe (29 % de pulpe)	932	155	48	151	80	231	16	96	103	161	275	39	270,0	455	729	13,2
7 B	Foin avec son de blé (25 % de son)	65	75,5	47,5	55	29	46	29	29	67	67	81	64	—	81	64,5	12,0
8 B	Foin avec son de blé (52 % de son)	933	133	39	173	58	231	33	91	97	172	274	45	169,0	367	761	12,0
9 B	Foin avec pulpe et son de blé	72,5	75,5	55,5	67	23	56	42	30	79	79	88	71	—	82	73,0	12,0
<i>B. — Expériences sur moutons</i>																	
1 M	Foin de luzerne N° 139	904	242	38	182	69	251	97	166	178	91	101	72	75	189	624	26,6
2 M	Foin de luzerne N° 309	60	78,5	45	48	27,5	42,5	40	35	35	56,5	76	77	—	70,5	53,5	21,0
3 M	Foin de luzerne N° 837	906	206	19	187	136	330	7	143	153	117	150	74	46	189	681	21,0
4 M	Foin de luzerne N° 53	59	78	7	61	30	62	—	29,5	66	66	73,5	76	—	70	57,5	20,0
5 M	Foin de luzerne N° 259	915	185	30	241	56	284	84	140	150	117	134	58	32	173	700	20,0
6 M	Foin de luzerne N° 139	57	69	24	52,5	—	39	30	18	55	55	78	79	—	54,5	55	23,4
7 M	Foin de luzerne N° 837	908	211	38	202	65	287	89	154	165	77	154	61	64	162	659	23,4
8 M	Foin de luzerne N° 53	61	74	37,5	53,5	31	46	35	33	50	50	87,5	79	—	69	57,5	16,0
9 M	Foin de luzerne N° 259	865	181	98	172	72	244	22	94	101	81	156	76	86	190	586	16,0
10 M	Foin de luzerne N° 259	59,5	68	68,5	49	6	35	36	13	54	54	78	79	—	66	55,5	16,0

(Charlet L., 1952)

Tableau 07 (suite) : Coefficients de digestibilité des constituants des aliments

N° de l'essai	Aliments distribués	Mat. organ.	Mat. azotées	Mat. grasses	Cell. vraie	Lignine insol.	Cell. Weende	Lignine sol.	Lignine dosée	Lignine corrigée	Pentosanes	Glucides et indéterminés (par différence)	Composés pectiques	Glucides corrigés exprimés en glucose	Glucides hydrolysables	Mat. tern. dégr. (M. T. D.)	Lignine dosée M. T. D. × 100
6 M	Foin de luzerne	902	170	81	201	98	299	21	119	127	96	159	68	82	202	651	18,3
	N° 273	58	69,5	68,5	47	20	38	24	23		51	78,5	79		63	54	
7 M	Foin de luzerne	859	183	88	166	77	243	24	101	108	71	165	78	109	203	588	17,2
	N° 278	65,5	73	71,5	52	24	43	37,5	26		55	85	79		71	61	
8 M	Foin de luzerne	915	181	31	239	99	338	26	125	134	103	169	58	61	189	703	17,8
	N° 867	60,5	73	35	54,5	27	46,5	—	11		59	85	79		66	58,5	
9 M	Foin de luzerne	938	152	36	284	145	429	8	153	164	103	153	46	67	189	750	20,4
	N° 999	55,5	65	36	56,5	39	51	—	16,5		51	60	79		59	54	
10 M	Foin de luzerne	887	182	81	155	76	231	14	90	96	80	212	81	100	204	624	14,4
	N° 257	62,5	70	64	49	7	35	35	11,5		53,5	84	79		67	60	
11 M	Pulpe de betterave	935	97	35	206	13	223	66	79	91	182	189	135	111	338	803	10,6
	N° 127	77	38	45	79,5	—	73	29	14		91	98	89		88	81	
12 M	Marc de pomme	983	48	37	172	107	279	89	196	210	172	99	245	143	381	898	21,9
		59	0	20	61,5	39	58	—	13,5		81	90	93		82	67	
13 M	Paille de blé	942	52	43	309	91	400	59	150	160	217	122	39	104	348	847	17,7
		51	18	44	62	29	61	—	17		62,5	60	60		64	53,5	
14 M	Foin avec son de blé (12,5 % de son)	928	157	35	234	102	336	42	144	154	126	172	50	142	291	736	19,6
		59,5	66	45	54,5	46	52	—	19,5		64,5	86,5	72		72,5	58	
15 M	Foin avec son de blé (20,4 % de son)	920	161	34	215	96	311	40	136	146	117	192	55	151	291	725	18,8
		60	70	44	52	33	46	6	24,5		61,5	82	73		70	58,5	
16 M	Foin avec son de blé (29 % de son)	920	160	36	197	90	287	38	128	137	127	208	55	154	305	724	17,7
		63,5	70,5	47,5	54	25,5	45	34	11		74	92	67		71	63,5	
17 M	Foin avec pulpe (33 % de pulpe)	920	179	34	251	66	250	44	110	118	115	130	93	64	210	707	15,5
		64	65,5	29	61	57	60	—	13		73,5	84	82		75	65,5	
18 M	Foin avec pulpe (44 % de pulpe)	933	138	36	216	17	233	60	77	83	165	194	101	97	299	759	10,1
		75	68	62	76	40	64	34	36		85	84	83		86	76,5	
19 M	Foin avec lait	913	192	31	229	99	328	34	133	142	68	181	70	131	220	690	19,3
		63	75	45	63	9	47	70	24		51	80	75		73,5	59,5	

(Charlet L., 1952)

- Les corps Pectiques et les matières azotées apparaissent hautement digestibles, les Pentosanes et la cellulose Vraie sont moins facilement attaquables par les ferments microbiens de l'appareil digestif des animaux.

- Le coefficient de digestibilité de la lignine est le plus faible de tous et il se maintient assez régulièrement autour de 30 %.

- Le coefficient de digestibilité des matières grasses ne correspond pas exactement à la partie des lipides ingérés retenue par l'organisme animal. il faut savoir que les déchets des sécrétions glandulaires et de la paroi intestinale enrichissent les résidus des aliments ingérés en matière s solubles dans l'alcool et l'éther, telle est la raison principale pour laquelle ce coefficient apparaît anormalement bas, lorsqu'on le compare à celui des Protides et des glucides. (Charlet L., 1952)

Tableau 08 : Moyennes des données du tableau VII
Ordres de grandeur des coefficients de digestibilité

Groupes de substances	Coefficients moyens de digestibilité
Glucides	83,5
Composés pectiques	73,0
Matières azotées	72,5
Pentosanes..	63,1
Cellulose vraie.	56,7
Matières grasses	43,7
Lignine	30,1

(Charlet L., 1952)

Il existe une certaine relation entre teneur Cellulose Weende et la digestibilité de la M.O.

En voici, indiquée dans le tableau XI, pour chaque expérience, la différence entre la digestibilité de la M.O et la Digestibilité correspondante fournie par l'expérimentation directe (Charlet L., 1952)

Tableau 09 : Ecart entre les coefficients de digestibilité évalués par la méthode à la lignine et les coefficients correspondants mesurés expérimentalement.

Essai N°	Coefficient de digestibilité de la M.O.		Différence en valeur absolue
	expérimentalement	méthode à la lignine	
B O V I N S			
1	59.5	59.8	0.30
2	59.0	59.85	0.85
3	60.0	61.4	1.40
4	79.5	81.85	2.35
5	69.5	71.4	1.90
6	66.5	63.4	3.10
7	63.0	64.75	1.75
8	65.0	64.65	0.35
9	72.0	65.9	6.10
O V I N S			
1	60.0	58.3	1.70
2	59.0	59.95	0.95
3	57.5	60.35	2.85
4	61.0	59.15	1.85
5	59.5	62.4	2.90
6	58.0	61.1	3.10
7	64.5	61.7	2.80
8	60.5	61.4	0.90
9	55.0	60.2	5.20
10	62.5	62.6	1.10
11	77.0	67.8	0.60
12	59.0	59.6	1.00
13	-	-	-
14	59.5	60.5	0.90
15	60.0	60.9	2.90
16	63.5	61.4	1.20
17	64.0	62.8	6.40
18	75.0	68.6	2.30
19	63.0	60.7	4.60

(Charlet L., 1952)

On remarque que le degré d'approximation de la digestibilité mesurée est sensiblement du même ordre que les différences observées entre les Coefficients de Digestibilité de la M.O mesurés expérimentalement. Les résultats de l'expérience n° 13 sur la paille de blé ne sont pas figurés du fait que la paille semble se comporter d'une façon différente de celle des autres aliments pour des raisons inconnues et que des essais ultérieurs devraient permettre de préciser (Charlet L., 1952)

Troisième Chapitre

Analyse chimique de différents aliments de bétail destinés à l'engraissement des ovins au centre de l'ALVIAR de Ain El Ibel

3.1 - Présentation du centre ALVIAR :

L'objectif de notre étude est de déterminer la composition chimique (pH, Humidité, MS, MAT, MM) des aliments consommés par les agneaux de boucherie dans le centre ALVIAR afin d'évaluer leur valeur nutritive et de détecter les paramètres influant la production de la viande ovine.

La période de réalisation du travail a duré du mois de mars au mois de juillet 2022 dans le centre ALVIAR situé au lieu-dit Dzirit, route nationale N° 18, à environ 05kms de la commune Ain el Bel et à 40 kms du chef-lieu de la Wilaya de Djelfa.



Figures 01 : Lieu géographique du centre (Daïra Ain el bel)

3.1.1 - Encadrement et infrastructures du centre ALVIAR :

- **Encadrement** : 01 Directeur, 01 gestionnaire, 01 vétérinaire, 07 opérateurs et 04 agents.
- **Infrastructures** : Ferme domaniale d'une superficie de 75.149 m² dont 7937 bâtie, soit 01 bloc administratif, 01 hangar de stockage de 2000 m³, 20 bergeries pour 350 têtes chacune, 01 forage avec bassin et 04 logements de type F3

3.1.2 - Alimentation (Engraissement et Rationnement) :

Accueil d'agneaux d'âge entre 05 et 06 mois pour une période d'engraissement de 02 à 03 mois ; pendant 04 rotations par an avec 7000 têtes par rotation ; soit 28000 têtes par an ; ce qui équivaut à 560 T de viande par an.

Aliments de démarrage : foin de luzerne + concentré à base d'orge

Aliments de croissance et de finition : foin de luzerne + concentré à base de maïs

Quantités / jour : 02 bottes / 100 têtes + 0.4 à 1.5 Kg concentré / tête + eau à volonté

3.2 - Matériels et Méthodes :

L'analyse des 02 aliments a été réalisée au laboratoire CACQE situé au chef lieu de la wilaya de Djelfa à l'occasion d'un projet de recherche s'inscrivant dans le cadre des activités de recherche du centre ALVIAR et au laboratoire CRSTRA. Nous avons effectué trois(03) analyses pour aliment et nous avons estimé la moyenne comme résultat final.

3.2.1 - Préparation des échantillons :

Les échantillons sont composés de **02** aliments concentrés fabriqués par l'Unité ONAB Djelfa et utilisés pour l'engraissement des agneaux destinés à la production de la viande :

- Aliment à base d'Orge (Figure 01).
- Aliment à base de Maïs (Figure 02).



Figure 02 : Aliment à base d'orge



Figure 03 : Aliment à base de maïs

Avant d'effectuer les analyses, les échantillons d'aliments ont été conservés dans des sacs hermétiques en papier. L'analyse chimique englobe :

- Le potentiel Hydrogène pH déterminé par pH-métrie.
- La teneur en Humidité déterminée par déshydratation.
- La teneur de la MS déterminée par séchage (déshydratation).

- La teneur des MAT dosée par la méthode de KJELDHAL.
- La teneur des MM (cendres) déterminée par incinération.
- La teneur du phosphore P déterminée par incinération.

3.2.2 - Détermination du pH des 02 aliments :

a - Principes :

Le pH s'effectue directement à l'aide d'un pH-mètre étalonné sur une solution d'un échantillon de la matière sèche de l'aliment et homogénéisé à l'aide d'un homogénéisateur.

b - Matériels et réactifs :

- Erlen Mayer - Electrode - Plaque - Balance analytique
- pH-mètre - Agitateur - Cuillère.

c - Mode opératoire ou protocole expérimental :

- Peser 5 g de l'échantillon dans l'Erlen Mayer de 250 g,
- Ajouter 100 ml d'eau distillée, agiter et laisser reposer 04 heures pour obtenir une bonne homogénéisation (Figure 04) puis mesurer le pH (Figure 05).

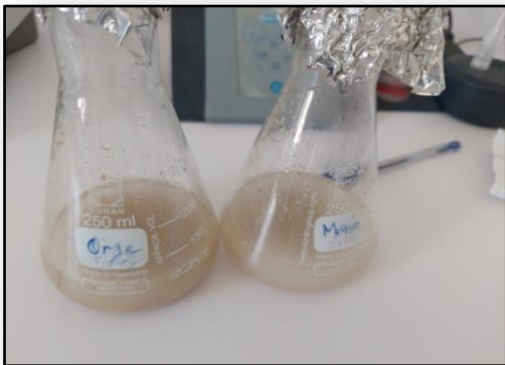


Figure : 04



Figure : 05

Figures (04 et 05) : détermination du pH des 02 aliments.

d - Applications : Formule de calcul du pH :
$$pH_m = \frac{pH_1 + pH_2 + pH_3}{3} \quad (1)$$

3.2.3- Détermination de H et MS des 02 aliments : (J.O. N° 08/2013, Arrêté 06.02.2012)

A - Humidité H :

a - Principes :

Séchage de l'aliment à une T° entre 130°C et 133°C. Le taux d'humidité est calculé en fonction de la perte de poids après séchage.

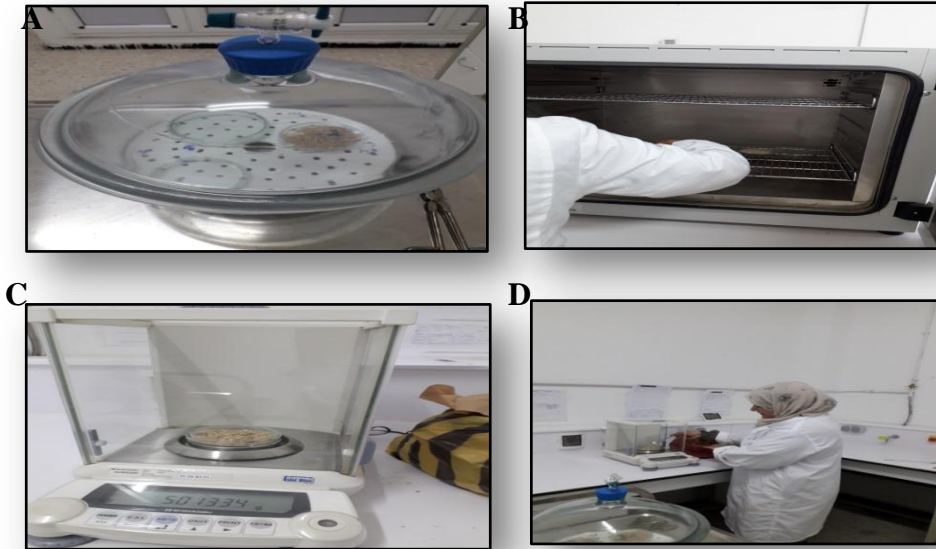
b - Matériels et réactifs :

Balance analytique - Capsule - Etuve - Thermomètre - Pince - Dessiccateur.

c - Mode opératoire ou protocole expérimental :

*** Prise d'essai :**

- Peser une quantité d'environ 5g de la substance dans la capsule tarée (couvercle compris)
- Avant d'effectuer le prélèvement sur l'échantillon et le bien homogénéiser et manipuler les capsules à l'aide de la pince (Figure 06).



Figures 06 (A,B,C,D) : détermination de H des 02 aliments

*** Déshydratation :**

- Introduire la capsule avec couvercle dans l'étuve et laisser séjourner pendant 90 min dans une T° entre 130°C et 133°C.
- Retirer la capsule de l'étuve puis placer-la dans le dessiccateur jusqu'à atteindre la T° ambiante du laboratoire, en général entre 30 et 45 min ; puis peser. (Figure 07)



Figures 07(A, B) : Déshydratation

d - Applications : Formule de calcul du % H = $\frac{(P_{cv}+P_e) - P_f}{P_e} \times 100$ (2)

P_{cv} : masse (g) de la capsule avec couvercle,

P_e : masse (g) de la prise d'essai avant séchage,

P_f : masse (g) de la capsule avec couvercle et de la prise d'essai après séchage.

B - La Matière Sèche MS :

a - Principes : La MS est obtenue par déshydratation et par calcul : %MS = 100%
- H%

b - Matériels et réactifs :

- Etuve - Dessiccateur - Balance analytique - Broyeur - Thermomètre.

c - Mode opératoire ou protocole expérimental :

La MS est le poids obtenu après séchage de l'aliment à une T° entre 130 °C et 133 °C



Figures 07 suites (À, B) : Détermination de la MS des 02 aliments

d - Applications : Formule de calcul du % MS = 100 % - H % (3)

3.2.4 - Détermination des MM des 02 aliments : (J.O.N° 35/2013, Arrêté 06.06.2012)

a – Principes :

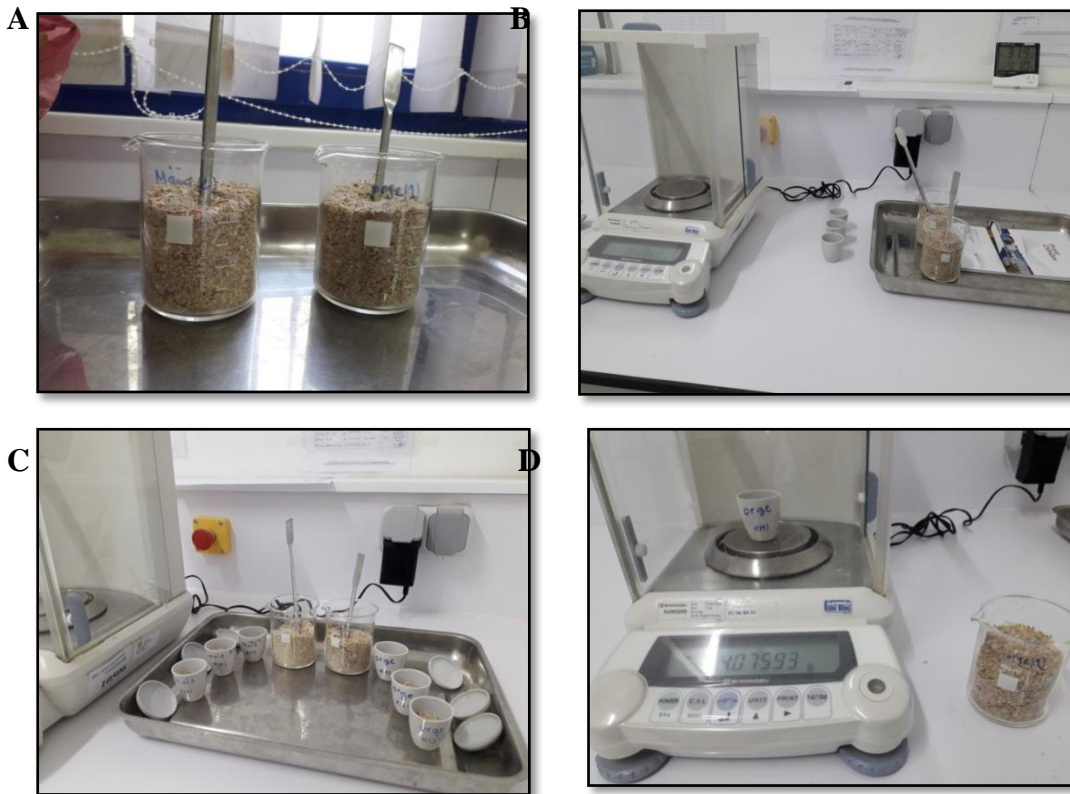
Incinération de la MS jusqu'à combustion complète des MO dans un four à moufle à 550°C, pendant 04 H afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse. Refroidir la capsule au dessiccateur puis peser. Le résidu obtenu (ou cendres), après destruction de la MO par incinération, représente la teneur des MM de l'aliment.

b - Matériels et réactifs :

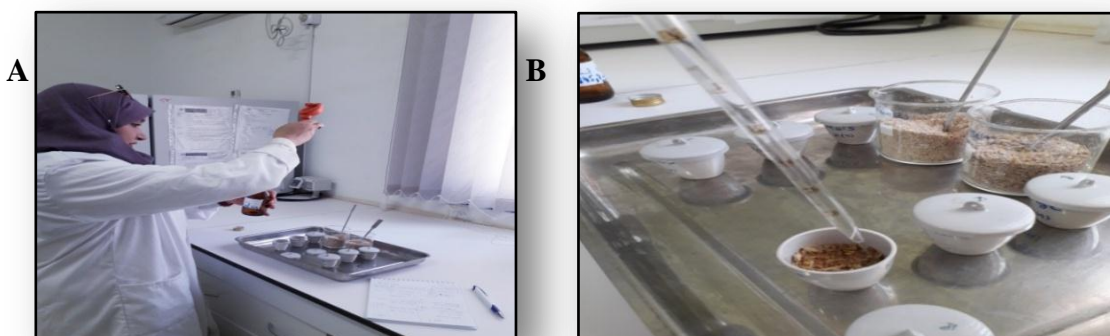
- Four à moufle - Capsule - Etuve - Dessiccateur - Balance analytique - Ethanol

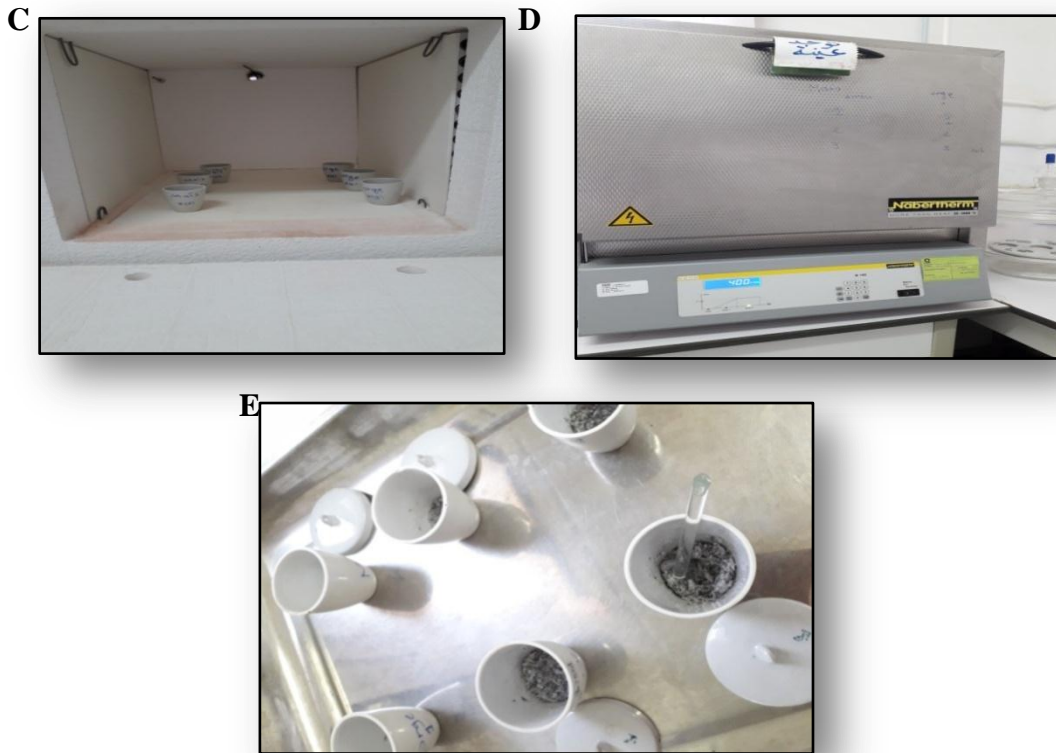
c - Mode opératoire ou protocole expérimental :

- Placer la capsule avec son contenu (Figures 08 et 09) à l'entrée du four à T° d'incinération 550 °C (nécessité d'ajouter de l'éthanol pour enflammer),
- Pour une pré-incinération à 550 °C, il est permis d'introduire les nacelles dans le four froid et de laisser monter la T° jusqu'à que le produit ait fini de brûler puis introduire la capsule dans le four et fermer sa porte,
- Poursuivre l'incinération jusqu'à combustion complète du produit, y compris les particules charbonneuses contenues dans le résidu, soit 04 H au minimum.
- Prendre des précautions particulières contre l'entrée d'air lors de l'ouverture du dessiccateur pour ne pas entraîner les résidus floconneux.



Figures 08 (A, B, C, D) : Préparation de la prise d'essai





Figures 09 (A, B, C, D, E) : Préincinération et Incinération

d - Applications : formules de calcul % Cendres : $W_a = \frac{(m_2 - m_1)}{m_0} \times 100$ (4)

et de calcul du % W_f par rapport à la MS : $W_f = \frac{W_a}{MS} \times 100$ (5)

m_0 : masse (g) de la prise d'essai,

m_1 : masse (g) de la capsule d'incinération,

m_2 : masse (g) de la capsule d'incinération et du résidu d'incinération.

W_a : équation (4)

MS : équation (3) (a) et (b)

3.2.5 - Détermination du P des 02 aliments : (J.O.N°27/2006, Arrêté 21.02.2006)

a - Principes :

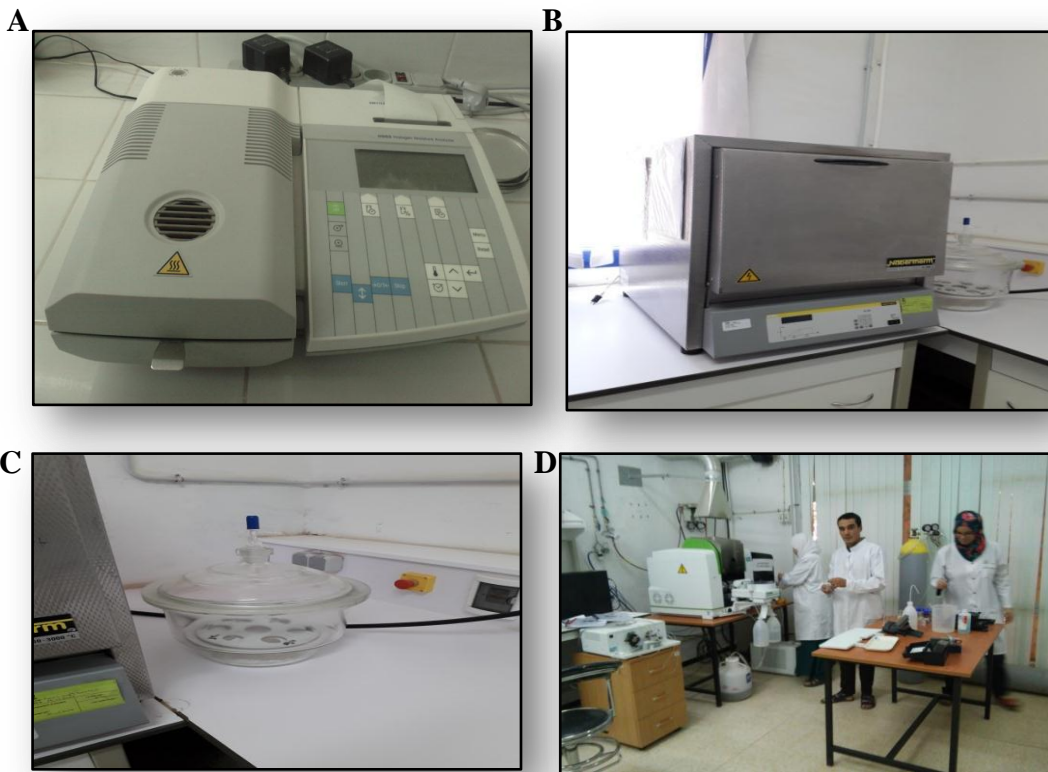
Incinération des cendres par l'acide nitrique et précipitation du phosphore sous forme de phosphomolybdate de quinoléine puis séchage et pesée du précipité. La teneur en P est exprimée en masse de pentoxyde de phosphore.

b - Matériels et réactifs :

- Capsule - Agitateur - Fiole - Filtre - Réfrigérant à eau - Balance analytique .
- Appareil d'aspiration - Dessiccateur - Plaque chauffante.
- Acide nitrique - Réactif précipitant.

c - Mode opératoire ou protocole expérimental :

- Peser 5g des cendres dans une capsule et ajouter 15 ml d'acide nitrique concentré puis agiter pour faciliter la dissolution.
- Transvaser le liquide dans une fiole de 250 ml et laver la capsule à plusieurs reprises avec de l'eau ; puis verser les liquides de lavage dans la fiole et compléter jusqu'à 50 ml avec l'eau.
- Adapter un réfrigérant ascendant sur la fiole et maintenir l'ébullition pendant 30 mn puis laisser refroidir
- Ajouter le réactif précipitant au liquide dans la fiole et recouvrir avec un verre de montre et laisser bouillir pendant 01 mn sur une plaque chauffante placée sous l'appareil d'aspiration puis laisser refroidir à T° ambiante en agitant 03 à 04 fois au cours du refroidissement.
- Filtrer le contenu de la fiole et laisser-le sous pression réduite pendant 30 mn à une T° de 250 °C puis laisser refroidir et peser.
- Laver le précipité 05 fois sur le filtre avec des portions de 25 ml d'eau distillée et sécher-le dans l'étuve à une T° entre 260 °C et 280°C pendant 01 H et laisser refroidir dans le dessiccateur puis peser.



Figures 10 (A, B, C, D) : Détermination du P des 02 aliments

d - Applications : Formule calcul % P total= $0,03207 \cdot M \cdot 100 / E = 3.207 M/E$ (6)

E : masse (g) de la prise d'essai.

M : masse (g) du précipité de phosphomolybdate de quinoléine.

Exprimer le résultat avec deux décimales.

3.2.6 - Détermination des M.A.T des 02 aliments : (AFNOR V03.050, NFE)

a – Principes :

Minéralisation de l'échantillon avec de l'acide sulfurique puis distillation de la solution de minéralisation avec de la vapeur d'eau puis titration du distillat et calcul des résultats.

Transformation de MO (azote organique) en azote minéral (ammoniac) en présence d'acide sulfurique et de catalyseur (sulfate de cuivre, sulfate de potassium et sélénium). La teneur en MAT est obtenue en multipliant valeur azote ammoniacal (sulfate d'ammonium) par **6,25**.

b- Matériels et réactifs : voir chaque étape du mode opératoire

c - Mode opératoire ou protocole expérimental :

La méthode KJELDHAL est effectuée en 03 étapes : la minéralisation, la distillation et la titration (titrage).

Etape 1 : Minéralisation :

A l'ébullition, l'acide sulfurique concentré agit comme un oxydant pour détruire la MO et transformer l'azote organique en azote minéral

* Matériels et réactifs :

- Unité de digestion - rampe chauffante - matras - fiole - Acide sulfurique.
- Catalyseur (sulfate sodique, sulfate de cuivre et sélénium)

* Procédure :

- Introduire 1g de la MS dans le matras de KJELDHAL contenance 250 ml et ajouter 20 ml d'acide sulfurique pur , 8g de sulfate de potassium et 2g de sulfate de cuivre
- Mélanger soigneusement ces constituants pour assurer un mouillage complet puis placer le matras sur le rampe chauffante permettant l'aspiration des vapeurs sulfuriques
- Chauffer plus fort jusqu'à l'ébullition régulière du liquide ; une fois, que la solution est limpide ; poursuivre le chauffage pendant 3 à 4 h à 390°C jusqu'à l'obtention d'une solution de couleur claire puis laisser refroidir pour 01H.
- Ajouter 70 ml d'eau distillée avec précaution, agiter et laisser refroidir puis verser le contenu du matras dans une fiole et compléter avec l'eau jusqu'au trait de jauge 250 ml



Figure 11 : Dispositif de chauffage - la minéralisation

Etape 2 : Distillation de l'ammoniac :

*** Matériels et réactifs :**

- Unité de distillation - Acide borique - Sodium hydroxyde - acide sulfurique – azote ammoniacal.

- méthyle rouge et bleu de méthylène (Dissoudre 1.25g de rouge de méthyle et 0.825g de bleu de méthylène dans 1 L d'éthanol à 90% (v/v).

*** Procédure :**

- Introduire, à l'aide d'une pipette, dans la fiole de l'appareil à distillation 15 ml d'acide borique et quelques gouttes d'indicateur mixte (rouge de méthyle + bleu de méthylène)

- Relier le matras à l'appareil à distillation et ajouter 70 ml de NaOH.

- Démarrer l'appareil et laisser la distillation se dérouler jusqu'à obtention 100 ml distillat.



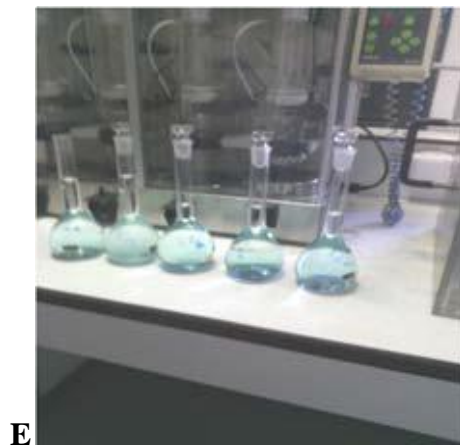
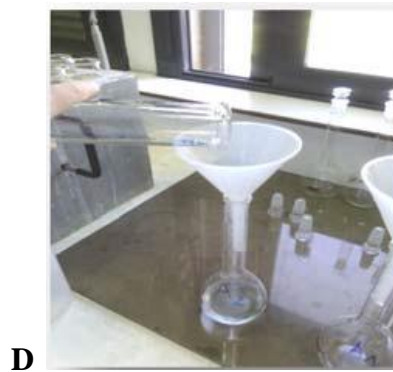
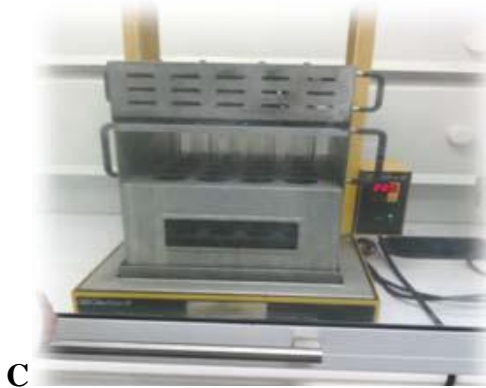
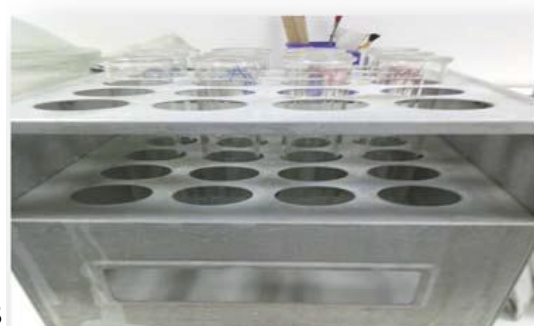
Figure 12 : Appareil de distillation

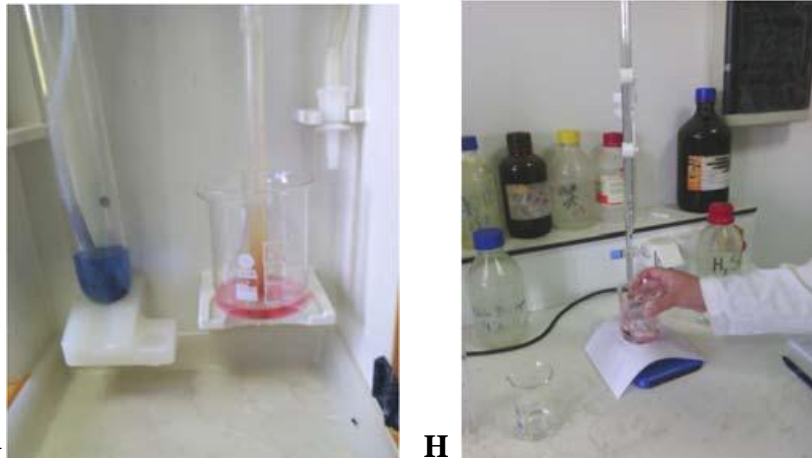
Etape 3 : Titration de l'ammoniac :

*** Matériels et Réactifs :** Burette - Acide sulfurique

*** Procédure :**

- Ajouter petit à petit l'acide sulfurique jusqu'à ce que la couleur de la solution dans l'Erlen Meyer change du vert au pourpre ; et arrêter la titration dès que la couleur initiale de l'indicateur coloré réapparaît. Noter le volume d'acide sulfurique utilisé pour la titration Le V du tube témoin est soustrait du V obtenu puis multiplier par la normalité de l'acide sulfurique 0.014 et 6.25.





Figures 13 (A, B, C, D, E, F, G, H) : Détermination des MAT des 02 aliments

d - Applications : Formules de calcul du N% = [(V * T * 0.014) / m] * 100 (7)

et de calcul % MAT = N * 6,25 (8)

V : volume en ml de solution d'acide sulfurique utilisé pour le titrage.

T : la normalité de l'acide sulfurique (0.1N).

m : la masse en gramme de la prise d'essai.

3.3 - Résultats et discussions :

L'analyse des 02 aliments a été réalisée au laboratoire CACQE situé au chef lieu de la wilaya de Djelfa à l'occasion d'un projet de recherche s'inscrivant dans le cadre des activités de recherche du centre ALVIAR et au laboratoire CRSTRA. Nous avons effectué trois(03) analyses pour aliment et nous avons estimé la moyenne comme résultat final.

3.3.1 - pH des 02 aliments :

a- Résultats des valeurs du pH selon la formule suivante :

$$\text{pH}_m = \frac{\text{pH}_1 + \text{pH}_2 + \text{pH}_3}{3} \quad (1)$$

- pH de l'aliment à base d'orge : $\text{pH}_m = \frac{6.66 + 6.29 + 6.37}{3} = 6,02666667 = 6.03$

- pH de l'aliment à base de Maïs : $\text{pH}_m = \frac{6.02 + 6.05 + 6.01}{3} = 6,44$

Tableau 10 : Valeurs du pH des 02 aliments

Test N°	Orge	Mais
T1	Pe : 5.004 g pH : 6.66 à 10.0 °C	Pe : 5.003 g pH : 6.02 à 12.7 °C
T2	Pe : 5.005 g pH : 6.29 à 28.9 °C	Pe : 5.003 g pH : 6.05 à 28.6 °C
T3	Pe : 5.005 g pH : 6.37 à 28.0 °C	Pe : 5.004 g pH : 6.01 à 28.2 °C
Moyenne pH	6.44	6.03

b – Graphe comparatif du pH des 02 aliments :

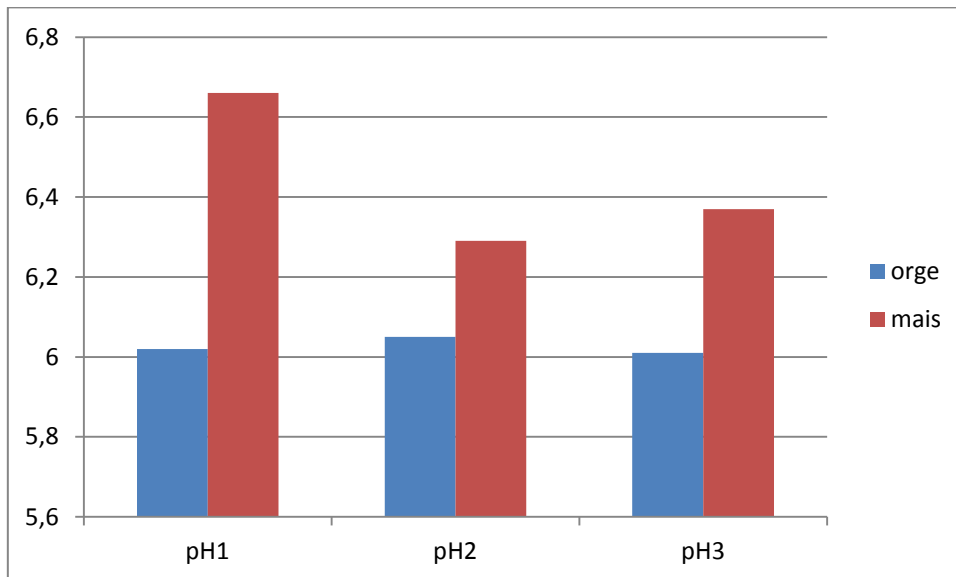


Figure 14: Représentation comparative du pH des 02 aliments

c - Discussions :

Le pH donne les informations à la fois sur l'acidité, la basicité, la valeur des éléments nutritifs et les risques de toxicité d'un aliment. Les valeurs du pH de notre analyse sont de 6.01 minimale et 6.66 maximale (Tableau 10), soit une moyenne de 6.03 pour aliment orge et 6.44 pour aliment maïs. Ces valeurs s'approchent de la neutralité 7 et sont acceptables ; car le pH faible favorise le développement des levures et des moisissures et le pH alcalin favorise le développement des bactéries en cas de pourrissement ou de putréfaction. Ce qui nous laisse conclure que ces aliments sont fraîchement fabriqués.

3.3.2 - Humidité H et Matière Sèche MS des 02 aliments :**A – Humidité H :**

$$\text{a- Résultats de H comme suit : } \% H = \frac{(P_{cv}+P_e) - P_f}{P_e} \times 100 \quad (2)$$

P_{cv} : masse (g) de la capsule avec couvercle ;

P_e : masse (g) de la prise d'essai avant séchage ;

P_f : masse (g) de la capsule avec couvercle et de la prise d'essai après séchage.

- % H de l'aliment à base d'orge : % H_{ORGE} = 8.30 %

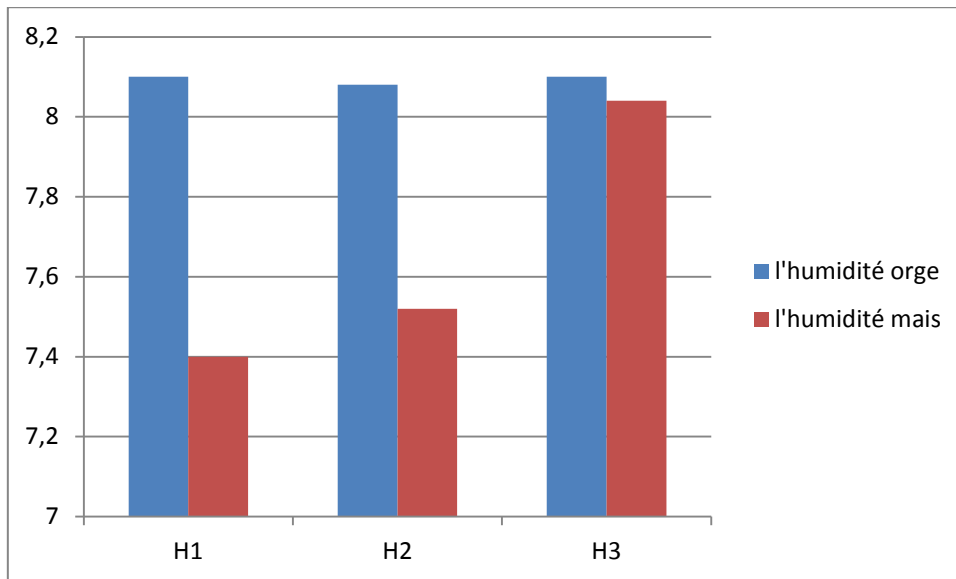
- % H de l'aliment à base de Maïs : % H_{MAIS} = 7.61%

Tableau 11 : Valeurs de H de l'aliment à base d'orge

Essai N°	E1	E2	E3	Moyenne
Poids(g) à vide de la capsule en verre (P_{cv})	41.280	47.408	46.431	45.0397
Poids(g) de l'échantillon (P_e)	5.03	5.01	5.01	5.0167
Poids(g) après incinération (132°C / 90mn)(P_f)	45.901	52.013	51.006	49.64
% Humidité	8.131	8.089	8.682	8.30

Tableau 12 : Valeurs de H de l'aliment à base de maïs

Essai N°	E1	E2	E3	Moyenne
Poids(g) à vide de la capsule en verre (P_{cv})	97.642	46.701	48.103	64.1487
Poids(g) de l'échantillon (P_e)	5.00	5.00	5.02	5.0067
Poids(g) après incinération (132°C / 90mn)(P_f)	102.272	51.325	52.725	68.774
% Humidité	7.4	7.52	7.93	7.61

b – Graphe comparatif de H des 02 aliments :**Figure 15 : Représentation comparative de H des 02 aliments****c - Discussions :**

L'humidité est un gage sur la qualité gustative et la durée de conservation d'un aliment ; autrement dit, l'eau influence le goût de l'aliment et sa susceptibilité à la dégradation. Les valeurs de H dans notre analyse varient entre 7.4% minimale et 8.632% maximale (Tableaux 11 et 12) ; soit une moyenne de 8.30 pour aliment orge et 7.61 pour aliment maïs. Encore, les valeurs de H de notre analyse sont inférieures à celles citées dans les fiches des aliments ONAB (voir annexe). Autrement dit, les valeurs obtenues n'ont pas une incidence directe sur la santé de l'animal, ne provoquent pas des intoxications graves et ne favorisent pas la multiplication des microorganismes car, plus la valeur de l'eau est élevée, plus il sera facile de coloniser un aliment. Ce qui prouve que les aliments consommés par les agneaux sont de bonne qualité.

B - Matière Sèche MS des 02 aliments :

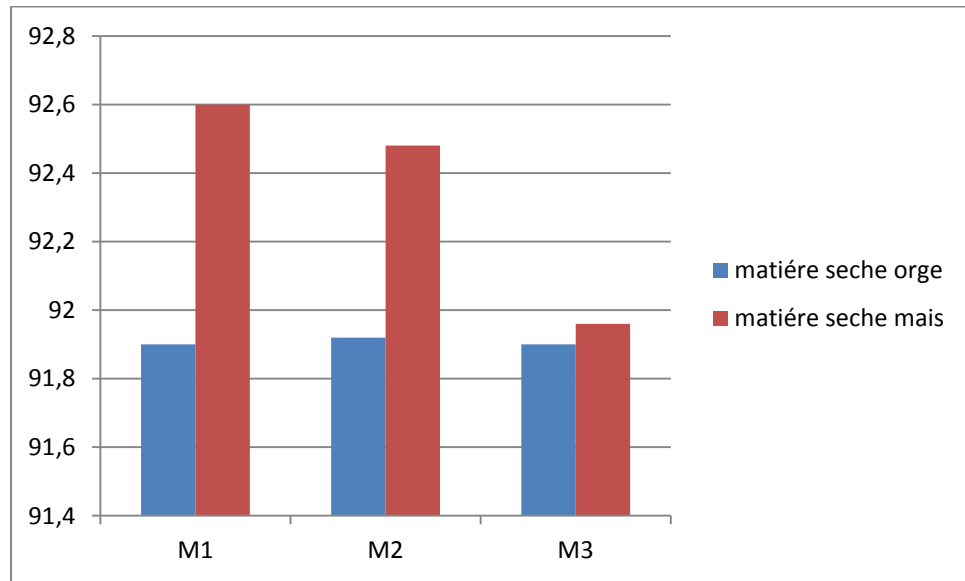
a - Résultats de MS réalisés 03 fois comme suit : $\% MS = 100 \% - H \%$ (3)

- Taux de MS aliment à base d'Orge : $MS\ orge = 100 - 8.30 = 91.70 \%$ (a)

- Taux de MS aliment à base de Maïs : $MS\ maïs = 100 - 7.61 = 92.39 \%$ (b)

Tableau 13 : Valeurs de la MS des 02 aliments

Essai N°		E1	E2	E3	% MS
% MS	à base d'orge	91.869	91.911	91.318	91.70
	à base de maïs	92.6	92.48	92.07	92.39

b – Graphe comparatif de la MS des 02 aliments :**Figure 16 : Représentation comparative de la MS des 02 aliments****c - Discussions :**

En nutrition, il est très important de connaître le % de la MS ; car celui-ci indique (divulgue) la teneur plus ou moins importante de la MO et des MM contenue dans l'aliment. Autrement dit, la valeur de la MS nous donne l'information nutritionnelle concernant la quantité des nutriments (glucides, lipides, protéines, minéraux et vitamines) présents dans l'aliment. Les valeurs de la MS dans notre analyse sont entre 91.3% minimale et 92.6% maximale, soit une moyenne de 91.70% pour aliment à base d'orge et 92.39% pour aliment à base de maïs ; nos résultats traduisent, comparativement avec les valeurs de l'ONAB, une valeur nutritionnelle acceptable.

3.3.3 - Matières Minérales des 02 aliments :

a- Résultats des cendres W_a réalisés 03 fois à l'aide de la formule suivante :

$$W_a = \frac{(m_2 - m_1)}{m_0} \times 100 \quad (4)$$

m_0 : masse (g) de la prise d'essai ;

m_1 : masse (g) de la capsule d'incinération ;

m_2 : masse (g) de la capsule d'incinération et du résidu d'incinération.

- % Cendres (W_a) de l'aliment à base d'orge : W_a orge = 4.915%

- % Cendres (W_a) de l'aliment à base de maïs : W_a maïs = 6.394 %

- Résultats des MM ou Wf des 02 aliments par rapport à la MS comme suit :

$$Wf = \frac{Wa}{MS} \times 100 \quad (5)$$

MS : matière sèche (a) , (b)

Wf : % MM par rapport la MS

Wa : Matières minérales (Cendres) Equation (4)

- Calcul de Wf d'aliment à base d'orge : (Wf) orge = $4.915 / 91.90 = 5.348\%$

- Calcul de Wf d'aliment à base de Maïs : (Wf) maïs = $6.394 / 92.34 = 6.924\%$

Tableau 14 : Valeurs des Cendres (Wa) de l'aliment à base d'orge

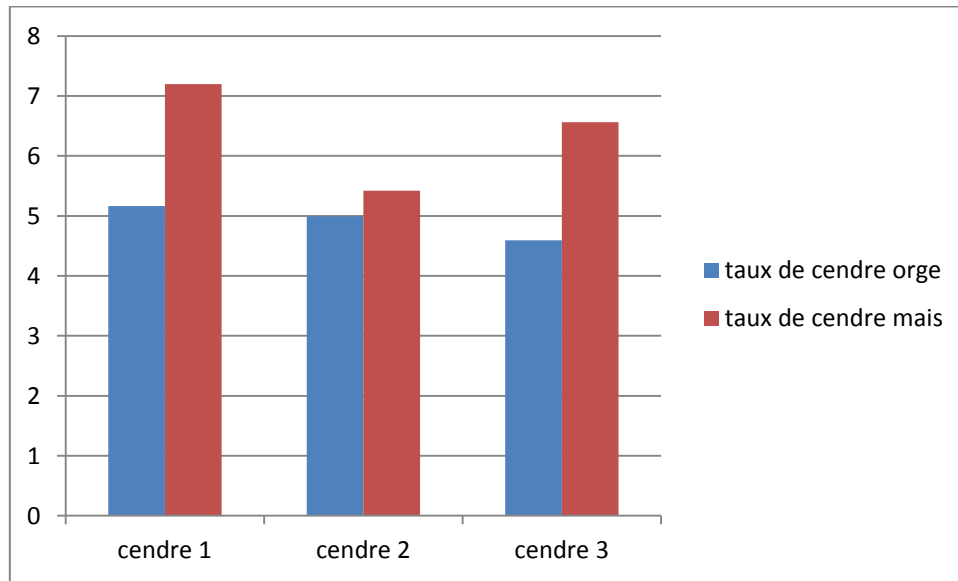
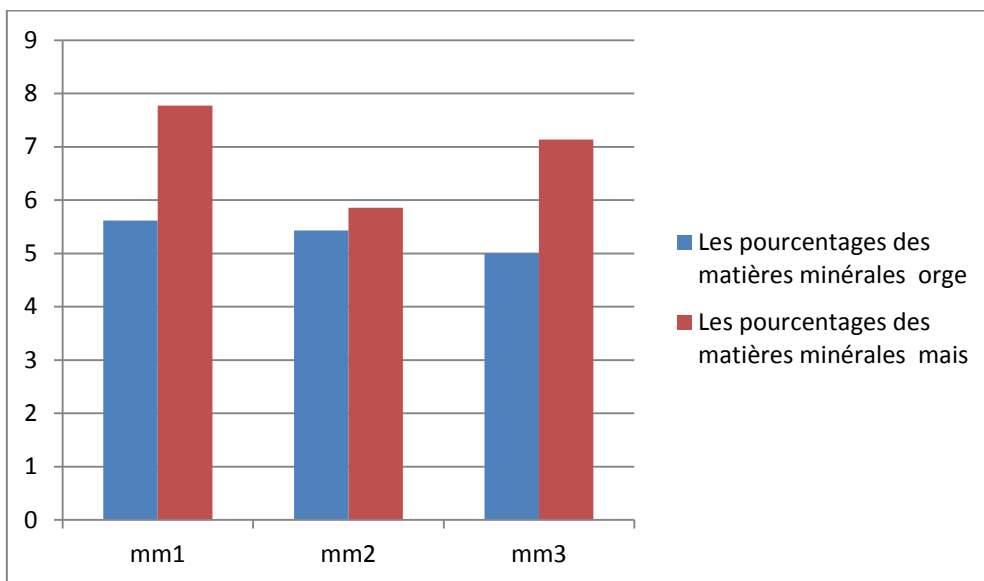
Détermination N°	D1	D2	D3	% (Wa)
Poids(g) à vide de la nacelle PNV (m_1)	19.564	17.561	16.287	17.804
Poids(g) de l'échantillon (m_0)	5.005	5.002	5.001	5.0027
Poids(g) après incinération (550 °C / 04 H)(m_2)	19.8223	17.81071	16.51663	18.04988
% (Wa)	5.1608	4.9922	4.59168	4.915

Tableau 15 : Valeurs des Cendres (Wa) de l'aliment à base de maïs

Détermination N°	D1	D2	D3	% (Wa)
Poids(g) à vide de la nacelle PNV (m_1)	19.121	19.681	19.359	19.387
Poids(g) de l'échantillon (m_0)	5.008	5.002	5.004	5.004
Poids(g) après incinération (550 °C / 04H)(m_2)	19.481452	19.9521	19.68742	19.70699
% (Wa)	7.1975	5.41983	6.56315	6.39468

Tableau 16: Valeurs de MM ou Wf des 02 aliments par rapport à la MS

Aliment	% Matière minérale ou (Wf)
Orge	5.348
Maïs	6.924

b – Graphes comparatifs des Cendres (Wa) des 02 aliments :**Figure 17 : Représentation comparative des Cendres (Wa) des 02 aliments****Figure 18 : Représentation comparative des MM (Wf) des 02 aliments****c - Discussions :**

Les minéraux sont nécessaires dans la fabrication des protéines, le transport de l'O₂, la formation des tissus et des os, le métabolisme hormonal, les réactions chimiques pour que les agneaux de boucherie atteignent un poids et une conformité en un temps limité. Les valeurs des MM dans nos résultats sont de 5.348% pour l'aliment à base d'orge, valeur inférieure à celle mentionnée dans la fiche ONAB (voir annexe) et de 6.924% pour l'aliment à base de

maïs, valeur supérieure à celle citée dans la fiche ONAB (voir annexe). Nos résultats en MM couvrent largement les besoins minéraux des agneaux car ils sont, comparativement avec les valeurs de l'ONAB, acceptables.

3.3.4 - Phosphore P des 02 aliments :

a- Résultats des valeurs de P réalisés 03 fois comme suit :

$$0,03207 * M * 100/E = 3.207 M/E \quad (6)$$

E : masse (g) de la prise d'essai.

M : masse (g) du précipité de phosphomolybdate de quinoléine.

Exprimer le résultat avec deux décimales

Tableau 17 : Valeurs de P de l'aliment à base d'orge

Détermination N°	D1	D2	D3	% P
E : masse (g) de la prise d'essai	5.001	5.009	5.003	5.0043
M : masse (g) du précipité	1.096	1.088	0.998	1.061
Moyenne % P	0.703	0.697	0.640	0.680

Tableau 18 : Valeurs de P de l'aliment à base de maïs

Détermination N°	D1	D2	D3	% P
E : masse (g) de la prise d'essai	5.006	5.003	5.005	5.0047
M : masse (g) du précipité	1.2519	1.1934	1.1971	1.2141
Moyenne % P	0.802	0.765	0.767	0.778

b – Graphe comparatif du Phosphore P des 02 aliments :

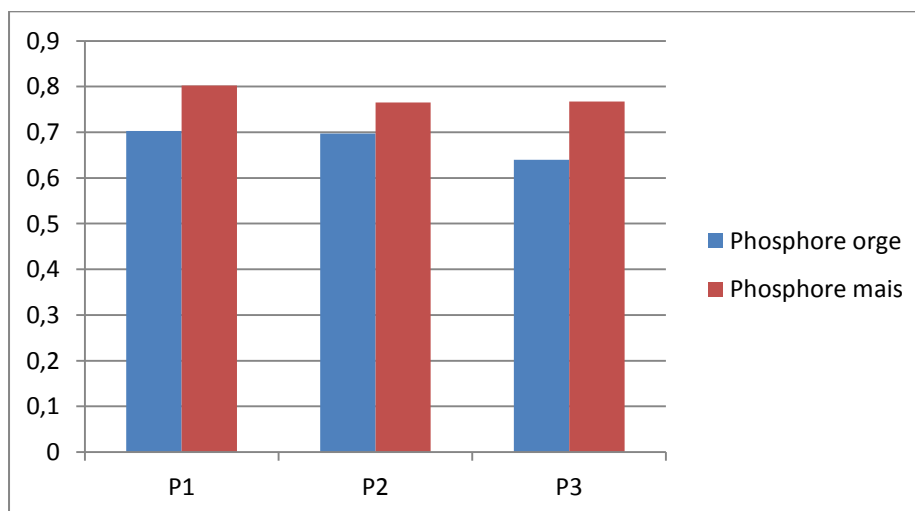


Figure 19 : représentation comparative du %P des 02 aliments

c - Discussions :

- Le phosphore intervient dans les réactions biochimiques, surtout les transferts d'énergie et l'utilisation des lipides et des glucides, les processus fermentaires, le maintien de l'équilibre acido-basique et le pouvoir tampon du rumen. Les valeurs de P dans nos résultats varient de 0.640 % valeur minimale à 0.802% valeur maximale , soit une moyenne de 0.680% aliment à base d'orge, valeur très proche à celle mentionnée dans la fiche ONAB (voir annexe) et de 0.778% pour l'aliment à base de maïs, valeur presque égale à celle citée dans la fiche ONAB (voir annexe). Ces taux couvrent, comparativement avec les valeurs de l'ONAB, largement les besoins en P des agneaux.

3.3.5 - MAT des 02 aliments :

a – Résultats des valeurs réalisés 03 fois selon les formules suivantes :

$$N\% = [(V * T * 0.014) / m] * 100 \quad (7)$$

V : volume en ml de solution d'acide sulfurique utilisé pour le titrage.

T : la normalité de l'acide sulfurique (0.1N).

m : la masse en gramme de la prise d'essai.

- La teneur des MAT est calculée comme suit : $MAT = N * 6,25$ (8)

Tableau 19 : Valeurs des MAT des 02 aliments

Test	Orge	Maïs
T1	11.094	14.580
T2	11.138	14.237
T3	11.314	14.614
Moyenne % MAT	11.182	14.477

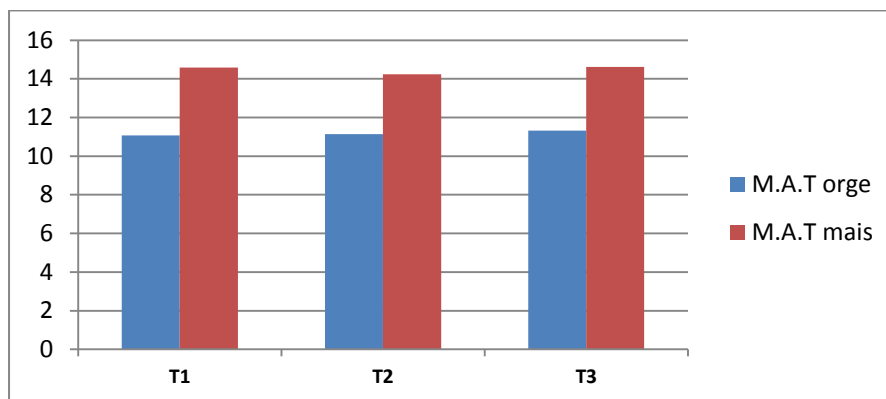
b - Graphe comparatif des M.A.T des 02 aliments :

Figure 20 : représentation comparative des M.A.T des 02 aliments

c - Discussions :

La ration d'un agneau de boucherie (mélange de concentrés) doit contenir de 15 à 16% de Protéines brutes par kg de MS. La moyenne des Protéines brutes dans nos résultats varient de 11.182 % , aliment à base d'orge ,valeur proche à celle mentionnée dans la fiche ONAB soit 14% (voir annexe) et de 14.477% aliment à base de maïs, valeur supérieure à celle citée dans la fiche ONAB soit 14% (voir annexe). Ces taux couvrent, comparativement avec les valeurs de l'ONAB, largement les besoins en protéines brutes des agneaux.

Conclusion

Conformément aux résultats de nos analyses, Le pH est proche de la neutralité entre 6.03 et 6.44, Le pourcentage de l'Humidité varie entre 7.61 % et 8.30% .La teneur en MS se situe entre 91.7% et 92.39%. La valeur des MM est entre 5.348% et 6.924%. La teneur en Phosphore varie de 0.68% à 0.778%. La valeur de la MAT est entre 11.182% et 14.477%.

Sachant que la qualité de la viande est fortement liée à la valeur des constituants physico-chimiques des aliments consommés par le troupeau, qui, eux aussi varient, d'un aliment à un autre pour la même espèce végétale et d'un animal à un autre selon l'espèce animale.

D'autres facteurs, pour qu'un agneau atteigne un score corporel adéquat en production de viande , en quantité suffisante et de bonne qualité, sont liés à l'engraisneur (la connaissance des valeurs nutritives des aliments utilisés dans l'engraissement), à l'animal (le devenir de l'aliment consommé dans le tube digestif) , à l'aliment (la valeur du % de ses composants physico-chimiques) sans négliger que les agneaux habitués à l'herbe et finis en bergerie ont besoin d'une ration de transition avant de passer au régime d'engraissement.

Pour conclure, notre analyse physico-chimique est une des étapes d'évaluation des aliments utilisés dans l'engraissement des agneaux au centre ALVIAR, mais il est souhaitable d'orienter les recherches vers :

- La connaissance de l'état de santé de l'animal et du devenir des aliments dans le tube digestif (capacité de transformation des aliments en nutriments utiles à la production viande) pour détecter une combinaison d'aliments adéquate à l'engraissement d'un agneau de boucherie ; et par conséquent , adopter une bonne conduite alimentaire et prophylactique pour atteindre un poids et une conformité en un temps limité et d'éliminer les agneaux des races qui ont une vitesse de croissance faible nécessitant plus de temps pou atteindre le poids souhaité (risque économique).

- La constitution de lots de races différentes en utilisant une ration adéquate pour détecter la race d'engraissement rapide à rentabilité économique élevée.

- L'installation d'un laboratoire local ou régional au chef lieu de la wilaya pour pouvoir effectuer des analyses physico-chimiques plus approfondies.

Pour clôturer, nous disons que la connaissance de l'engraisneur des valeurs alimentaires des aliments distribués aux agneaux est très importante pour la gestion technique et économique de l'engraissement. Grâce à ces informations, l'engraisneur peut adapter la ration aux besoins de la manière la plus économique qui soit, et aussi corriger les excès ou carences des rations.

Bibliographie

AFNOR V03.050 NFE (normes françaises et européennes) : Dosage de l'azote selon la méthode de KJELDHAL.

BERTRAND G. 1935 : Composition et méthode d'analyse des tissus végétaux lignifiés. Annales des fermentations, p. 577-595.

CHARLET LERY, FRANÇOIS A., LEROY A. M., 1952 : Analyses des aliments destinés aux animaux

CNRC 2004 - 2007: Besoins nutritionnels des petits ruminants : Moutons, chèvres et camélidés du nouveau monde, Drogoul C., Gadoud R., Joseph M.M., Jussiau R., Lisberney M.J., Mameol B.

CNRC 2005 (Conseil National de Recherche. Presse Académie Nationale) : Tolérance minérale des animaux, Washington Press.

FRANÇOIS A., 1949 : calcul de la valeur fourragère d'un aliment composé en fonction des erreurs de l'analyse chimique. Annales Agronomique, p. 452, 465.

GUILLEMET R., JACQUOT R. 1943 : Essai de détermination de l'indigestible glucidique. C.R. A. Sc. p. 508 – 510.

IPCRSIA, 1951 (Inst. Prof. de Contrôle et Recherches Scientifiques des Industries de L'Alimentation Animale) : Prélèvements et analyses des échantillons d'aliments et produits destinés à l'alimentation des animaux, I, rue Santos Dumont, Paris.

J.O.N° 08/2013, Arrêté du 06.02.2012 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en eau dans les céréales et produits céréaliers.

J.O.N° 35/2013, Arrêté du 06.06.2012 rendant obligatoire la méthode de dosage du taux de cendres par incinération dans les céréales, légumineuses et produits dérivés.

J.O.N° 27/2006, Arrêté du 21.02.2006) rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en phosphore total.

JARRIGE R., 1980 : Alimentation des ruminants, INRA, p 299 - 324.

KURSCHNER K., HOFFER A., 1934: A new process for the determination of cellulose in wood and pulp. Tech. chem. Paper Zellstoff, p.14, 125, 139.

LEROY A. M., FRANÇOIS A., 1952 : Le dosage des acides gras fixes et des substances insaponifiables des tissus végétaux. Etude de la composition des aliments des animaux. Annales de Zootechnie, T1, p. 51-59.

MAHOOD J. A., CABLE O.F. 1922 : Chemistry of wood IV. Analysis of Eucalyptus Globules and Pinus Monticola. J. Ind. Eng. Chem. p. 933.

MICHAUX A. 1951 : Les substances fondamentales de la membrane cellulaire végétale au cours de la digestion chez la brebis. C. R. Ac. Sc. p 121-123.

SOLTNER D., 2008 : Alimentation des animaux domestiques : Les principes de l'alimentation pour toutes les espèces. T1, p 178

UFMC1 (Université Constantine) 2019-2020 : Cours de Zootechnie.

UNGER E., **JAGER** R. : Ueber Pentosanbestimmungen. Ber. p. 122, 190.



**Annexe 1. GROUPE AVICOLE CENTRE ORAC SPA AU CAPITAL :
3.554.200.000 DA**

Unité Aliments de Bétail - DJELFA

FICHE TECHNIQUE

Aliment 4283 : Ovins engraissement à base d'orge

Composition	Orge, issues de meuneries, phosphate, vitamines, minéraux (sel, calcaire), Oligo-éléments	
Caractéristiques (pour 1000g)		
Au minimum	Energie métabolisable	0.83 U.F
	Protéines brutes	11.5%
	Matière grasse	2.5%
	Calcium	0.8%
	Phosphore	0.7%
Au maximum	Humidité	14%
	Cellulose	7%
	Matières minérales	5.5 %
Vitamines (pour 100 Kgs)	Vit A	1 500 000 U.I.
	Vit D3	200 000 U.I.
	Vit E	3 000 mg
	Durée de la garantie	Trois (03) mois
Minéraux (pour 100 Kgs)	Fer	6000 mg
	Cuivre	1200 mg
	Zinc	14 400 mg
	Cobalt	60 mg
	Sélénium	30 mg
	Iode	150 mg
	Manganèse	10800 mg

NB : Les agneaux et les agnelles ne sont pas inclus dans l'engraissement



**Annexe 2. GROUPE AVICOLE CENTRE ORAC SPA AU CAPITAL :
3.554.200.000 DA**

Unité Aliments de Bétail - DJELFA

FICHE TECHNIQUE

Aliment 4206 : Ovins engraissement à base de maïs

Composition	Maïs , Issues de meuneries, Tourteau Soja, Vitamines, Minéraux (sel, calcaire), Oligo-éléments	
Caractéristiques (pour 1000g)		
Au minimum	Energie métabolisable	0.83 U.F
	Protéines brutes	11.5%
	Matière grasse	2.5%
	Calcium	0.8%
	Phosphore	0.7%
Au maximum	Humidité	14%
	Cellulose	7%
	Matières minérales	5.5 %
Vitamines (pour 100 Kgs)	Vit A	1 500 000 U.I.
	Vit D3	200 000 U.I.
	Vit E	3 000 mg
	Durée de la garantie	Trois (03) mois
Minéraux (pour 100 Kgs)	Fer	6000 mg
	Cuivre	1200 mg
	Zinc	14 400 mg
	Cobalt	60 mg
	Sélénium	30 mg
	Iode	150 mg
	Manganèse	10800 mg