



Licence Sciences et Techniques (LST)

# GENIE CHIMIQUE

## PROJET DE FIN D'ETUDES

*Analyse de la matière grasse dans les aliments de bétail et volaille*

Présenté par :

◆ **Ilham MGHIOUACH**

Encadré par :

◆ **Mme. Asmae MECHATE (EL ALF)**

◆ **Pr. Khalid MISBAHI**

**Soutenu Le 17 Juin 2011 devant le jury composé de:**

- **Pr. Khalid MISBAHI**

- **Pr. Adiba KANDRI**

- **Pr. Abdeslam MELIANI**

**Stage effectué à la société EL ALF**

**Année Universitaire 2010 / 2011**

# Sommaire

Introduction **Erreur ! Signet non défini.**

Chapitre I : Présentation de la société 'EL ALF' 2

- I. Fiche technique et organigramme de la société ..... 3
  - 1. Fiche technique de la société 3
  - 2. Organigramme de la société 4
- II. Activités de la société ..... 4
- III. Processus de fabrication ..... 5
- IV. L'alimentation de bétail et volaille ..... 8
  - a. Alimentation animale 8
  - b. Conditions hygiéniques 9
  - c. Types d'aliments 10
  - d. Description de quelques matières premières 11

Chapitre II: Analyses bactériologiques et physicochimiques 14

Contrôle des aliments 15

- A.Laboratoire du diagnostic vétérinaire "COUVNORD" : les analyses microbiologiques effectuées 16
- B.Laboratoire physico-chimiques ..... 16

Chapitre III : Partie expérimentale 'Analyse de la matière grasse dans les aliments de bétail et volaille'  
20

- 1. Méthode de Soxhlet ..... 21
  - i. Principe de la méthode 21
  - ii. Appareillage 22
  - iii. But de l'analyse 22
  - iv. Mode opératoire 23
  - v. Expression des résultats 23
  - vi. Représentation graphique : la réf de l'échantillon = f (%MG) 24
  - vii. Interprétation des résultats 24
- 2. L'appareil Gerhardt ..... 25
  - i. Appareillage 25
  - ii. Mode opératoire 26
  - iii. Expression des résultats 26

iv. Représentation graphique : la réf de l'échantillon =f (%MG)	28
v. Interprétation des résultats	28
Conclusion générale	29
Liste des abréviations	31
Résumé	32
Mots clés	32

## *Introduction*

*L'utilité de ce qu'on reçoit comme formation au sein de notre faculté réside dans son application dans le domaine du travail à travers de multiples façons. Le stage est l'une de ces façons tant qu'il a un rôle prépondérant pour les étudiants et qu'il est une opportunité idéale pour développer notre esprit d'analyse et de critique, de concrétiser notre*

*formation comme des étudiants à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès et de l'enrichir dans les entreprises qui nous accueillent.*

*Le présent rapport est le résultat du stage effectué à **EL ALF** au cours de la période comprise entre 18/04/2011 et 31/05/2011.*

*Dans ce travail, nous allons tout d'abord présenter la société et décrire le processus de fabrication des aliments de bétail et volaille, puis dans un deuxième temps nous allons présenter nos travaux concernant «l'Analyse de la matière grasse dans les aliments de bétail et volaille».*

## *Chapitre I : Présentation de la société 'EL ALF'*

La société EL ALF est une société anonyme créée en 1974 par le groupe CHAWNI, elle est spécialisée dans la fabrication des aliments de bétails et de volailles avec une capacité de production de 550 T/jours. Elle est composée d'une usine de fabrication, de l'unité prémix et d'un laboratoire pour les analyses physicochimiques et bactériologiques. Le développement important de la société lui a permis d'occuper la troisième place dans son secteur d'activité sur le plan national.

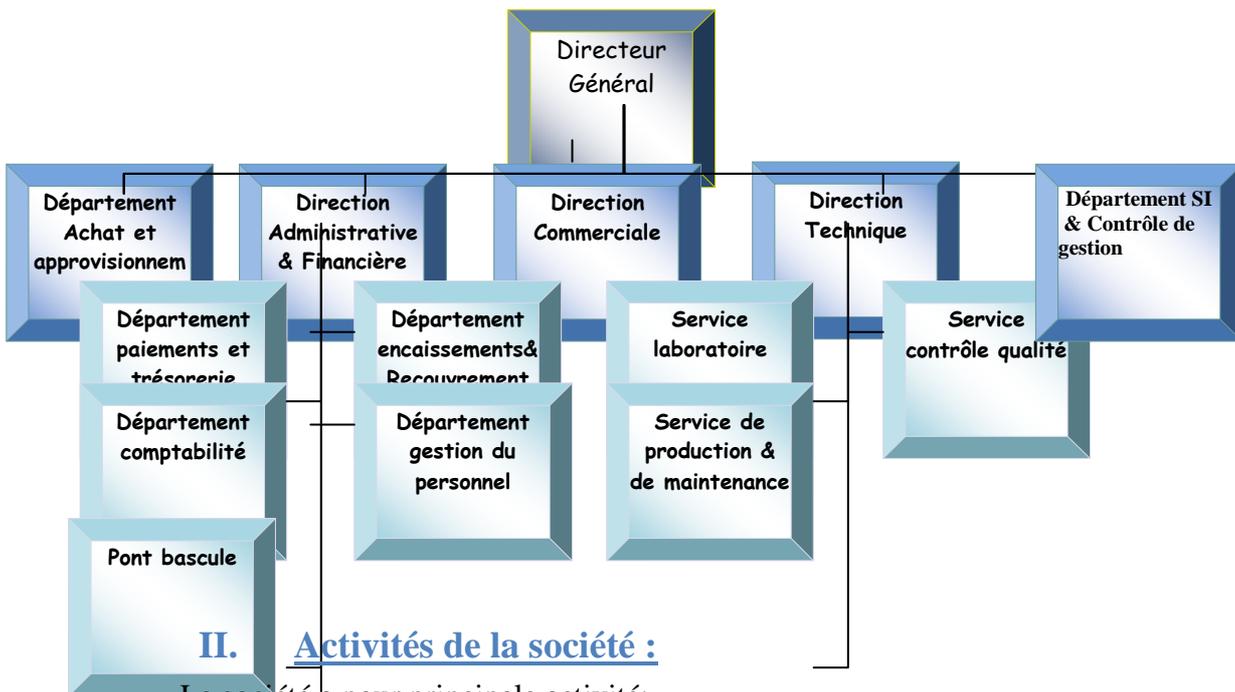
## I. Fiche technique et organigramme de la société :

### 1. Fiche technique de la société:

• <i>Dénomination sociale</i>	<i>Société El ALF</i>
• <i>Date de création</i>	<i>1974</i>
• <i>Forme juridique</i>	<i>Société anonyme</i>
• <i>Capitale sociale</i>	<i>50.000.000</i>
• <i>Siège sociale</i>	<i>Lotissement Ennamae Quartier industriel de Bensouda Fès</i>
• <i>Type de client</i>	<i>Eleveurs et revendeurs</i>
• <i>Personnelles</i>	<i>Une centaine d'ouvrier Une dizaine d'agent de maîtrise Trois ingénieurs</i>
• <i>Activité principale</i>	<i>Production d'aliment de bétails et de volailles</i>

• Tél.	035 72 88 95
• Fax	035 65 56 08

## 2. Organigramme de la société:



## II. Activités de la société :

La société a pour principale activité:

- ✓ La fabrication d'aliments composés équilibrés, présentés sous forme de farine, miettes ou granulés et adaptés pour chaque type d'animal.
- ✓ La fabrication d'un pré mélange appelé prémix : c'est un produit semi fini.

## III. Processus de fabrication :

Il est à signaler que toutes les étapes de production sont précédées par une étape de formulation.

### 1. Réception :

La majorité des matières premières utilisées dans la fabrication d'aliments composés est importée. A la réception deux types de contrôles sont effectués :

- ✓ Un contrôle du poids net, par des ponts bascules, permettant de s'assurer de la quantité livrée.
- ✓ Un contrôle de qualité réalisé selon une méthode d'échantillonnage préétablie.

<i>Famille</i>	<i>Exemples</i>
<b>Céréales</b>	<b>Maïs, blé, orge</b>
<b>Sous céréales</b>	<b>Son de blé, corn gluten feed</b>
<b>Tourteaux</b>	<b>Tourteau de tournesol, de colza, de soja</b>
<b>Additifs</b>	<b>Macroéléments (phosphate mono et bicalcique, carbonate de calcium) et liquides (la mélasse, huile de soja, choline)</b>
<b>Prémélange</b>	<b>Oligoéléments : vitamines, acides aminées, levure...</b>

**Tableau 1 : Exemples de matières premières.**

## **2. Stockage :**

Le contenu des camions est déchargé en vrac dans deux fosses de capacités différentes, ensuite la matière première est transportée par des élévateurs et transporteurs vers des silos de stockage de capacités différentes. La société dispose de 26 silos destinés au stockage.

## **3. Dosage et pré mélange :**

Cette étape consiste à peser la quantité de la matière première par le biais de deux bennes peseuses. Cette opération est déterminée par une formule préétablie par le responsable formulation, elle prend en considération la destination du produit fini.

#### **4. Pré mélange statique :**

Une fois le dosage de la matière première effectué, cette dernière passe par une trémie assurant un premier mélange grossier. Une telle étape permet d'obtenir un mélange homogène de cette matière première avant le broyage.

#### **5. Broyage :**

Le pré mélange passe par un broyeur à marteaux forçant les particules à travers un tamis afin de réduire la matière première à une granulométrie très petite.

#### **6. Mélange :**

La matière broyée passe ensuite par une mélangeuse qui reçoit à la fois :

- ✓ Un pré mélange (produit semi fini) : mélange homogène de plusieurs ingrédients.
- ✓ Des additifs : des apports liquides (la choline, l'huile de soja, la méthionine liquide, la mélasse) ou des macroéléments qui sont préalablement dosés à l'aide d'une troisième benne peseuse.

#### **7. Distribution :**

Le produit sortant de la mélangeuse ayant un aspect farineux est par la suite transporté vers des silos de stockage de produit fini (CV : cellules de vidange) ou bien vers des cellules de presse (CP) dans le cas de produit sous forme de granulé ou miette.

#### **8. pressage (granulation):**

Cette étape concernant principalement les produits sous forme granulés ou miettes, est réalisée grâce à deux presses. Le mélange passe dans une presse alimentée par une injection de la vapeur d'eau, une telle opération constitue le siège d'un traitement thermique et permet d'humidifier les particules granulées.

#### **9. Refroidissement :**

Le produit pressé subit ensuite un refroidissement afin d'éliminer l'excès d'eau et empêcher la formation d'agglomérats.

A ce stade, le produit obtenu est granulé et sera destiné vers des silos de stockage du produit fini en attendant son expédition.

#### **10. Emiettement :**

Cette étape est réservée aux produits sous forme de miettes et consiste en un fractionnement des granules en particules de tailles définies en fonction de l'animal concerné et de son stade physiologique (grande, moyenne et petite miette).

#### **11. Tamisage :**

Cette opération permet de séparer les granules des poussières par l'intermédiaire des grilles. Les produits émiétés connaissent par la suite des destinations variées :

- les produits farineux retournent vers la presse.
- Les grosses particules seront retournées vers l'émetteur.
- les particules de taille conforme sont stockées dans les silos de produit fini.

#### **12. Ensachage :**

Les produits finis sont mis en sac par une ensacheuse assurant une précision de poids.

#### **13. Expédition :**

Selon les commandes, l'expédition est réalisée en vrac ou en sac, le tableau ci-dessous regroupe les principaux produits finis préparés au sein de la société :

famille	Présentation du PF
Poulet de chair	
<b>prédémarrage</b>	Farine homogène

<b>démarrage</b>	Farine homogène ou miettes
<b>croissance</b>	Miette ou granulé
<b> finition</b>	granulé
<b>entretien</b>	granulé
Bovin	
<b>Bovin démarrage</b>	granulé
<b>Bovin d'engraissement</b>	granulé
<b>Vaches laitières</b>	granulé
<b>Bovin à l'entretien</b>	granulé

**Tableau 2 : Quelques exemples de produits de la société et leur présentation**

#### **IV. L'alimentation animale :**

##### **a. Alimentation animale :**

Les aliments pour bétail sont fabriqués selon leurs destinations (porcins, bovins, ovins, cabris, volailles...) à partir d'une vingtaine de produits de base (orge, blé, maïs, soja,...) auxquels sont ajoutés des éléments complémentaires en faible quantité (minéraux, protéines....). Quel que soit l'animal, sa ration journalière doit respecter un équilibre alimentaire afin de répondre à ses besoins d'entretien, de travail (par exemple les chevaux) et de croissance. De plus, pour les ruminants, la ration doit apporter une quantité suffisante de matière sous forme de fibres afin d'assurer une bonne digestion.

La nutrition animale est très complexe et nécessite beaucoup de connaissances. Il faut respecter l'apport énergétique journalier (calculé en énergie digestible), mais aussi en acides aminés. Pour les monogastriques, l'on calcule les apports en lysine, méthionine, tryptophane, en matières grasses, en phosphore, en calcium et en oligo-éléments (cuivre, zinc, manganèse...). L'apport de tous les nutriments doit tenir compte de l'animal, de sa race, de son âge, et de sa production.

Très souvent, l'éleveur aidé ou non d'un technicien en production animale se sert de programmes informatiques pour calculer les rations de ses animaux. Les tableurs sont particulièrement adaptés à ces types de calcul. Il faut en se servant de tables d'alimentation, définir les besoins de l'animal et calculer une ration équilibrée en fonction des apports en nutriments des aliments disponibles sur l'exploitation ou disponible à l'extérieur, en tenant compte des coûts d'approvisionnement.

Les coûts des aliments sont très variables en fonction de la situation géographique de l'exploitation, de la météorologie et/ou de la période de l'année : le prix des céréales est par exemple plus élevé en zone de montagne qu'en zone céréalière, le prix du tourteau de soja est moins coûteux à proximité des ports mais son prix est très variable en fonction des perspectives de récoltes aux États-Unis ou au Brésil, le prix des céréales est moins cher au moment de la récolte et augmente souvent assez régulièrement entre septembre et le mois de juin de l'année suivante, mais peut aussi beaucoup varier en fonction des cours mondiaux.

#### **b. Conditions hygiéniques :**

L'alimentation animale mal raisonnée peut être dangereuse pour la santé. Par exemple, si la nourriture est fournie le matin dans un élevage avicole, la production maximale de chaleur sera réalisée l'après midi et l'on risque un « coup de chaleur ».

Par ailleurs, les aliments apportés à l'animal doivent être sains pour préserver sa santé. L'éleveur devra toujours s'attacher à éliminer des rations les aliments avariés, mal conservés (par exemple les foin qui sont "chauffés"), ou pouvant contenir des moisissures, de la terre...etc.

#### **c. Types d'aliments :**

##### **Fourrages :**

Ce sont les feuilles et les tiges de végétaux herbacés spontanés ou cultivés. Ils constituent la base de l'alimentation des herbivores. On peut les classer selon leur teneur en matière sèche (MS) :

- 80 - 90% eau : fourrages verts. Ils sont consommés en l'état dans la prairie, sur les parcelles cultivées ou dans l'étable.
- 50 - 80% eau : ensilages. Ce sont des fourrages récoltés puis acidifiés et stérilisés par des bactéries lactiques.
- 15 - 20% eau : foin. C'est du fourrage récolté une fois sec.

Il existe une catégorie intermédiaire dénommée « grain sec ». Au lieu de récolter un maïs ou un sorgho avec une moissonneuse broyeuse qui produit un magma que l'on compacte pour en faire l'ensilage, on récolte le grain de maïs ou de sorgho comme pour le commercialiser et on se contente de le broyer pour le stocker tel quel dans un boyau de plastique scellé.

Le grain se conserve ainsi à l'abri de l'air durant les six mois nécessaires à sa consommation en hiver. On donne dans ce cas à l'animal du foin pour assurer sa digestion. Un bœuf de 300 kg aura besoin par jour de 6 kg de ce grain et de 10 kg de foin pour assurer sa ration alimentaire de croissance, cela correspond à un gain de 700 gr de poids vif par jour. Ce procédé courant en Argentine permet d'économiser la moissonneuse à ensiler, le travail de transport et compactage, ainsi que la manutention du produit consommable en hiver. De plus il permet de récolter le grain avec un taux élevé d'humidité ce qui est encore plus important quand la récolte se fait par temps pluvieux.

### Concentrés :

Ils sont à la base de l'alimentation des monogastriques non herbivores et des volailles. Ils sont fabriqués à la ferme ou achetés à des coopératives ou des organismes privés. Dans cette catégorie, on trouve des :

- graines de céréales : exemples orge, maïs.
- graines protéagineuses et oléagineuses : exemples pois, soja, lupin.
- sous-produits industriels comme les brisures (grains cassés), la farine de gluten (obtenue lors de l'extraction du maïs) ou encore le tourteau de soja déshuilé.

#### d. Description de quelques matières premières :

L'alimentation des animaux fait appel à deux types principaux de matières premières : les céréales et les sous-produits industriels. En fait, parmi ces derniers, certains ont pris une telle place qu'ils sont devenus des matières premières dominantes et souvent indispensables, c'est en particulier le cas du tourteau de soja.

Les deux tableaux ci-dessous présentent successivement la composition chimique et l'emploi en alimentation animale de quelques matières premières :

Type de matières premières	Composition chimique (valeur moyenne)					
	Matière grasse brute (%)	Matière sèche(%)	Cellulose brute(%)	cendres(%)	Extractif non azoté(%)	Protéine totale(%)
blé	1,7-2,2	87	1,8-2,9	1,7-2,6	—	10-14
maïs	4-5	86-88	2-3	1.3-1.8	65-70	9-11
Le sorgho	3-4.5	88-90	1.5-3.5	1.5	60-65	9-13
Son de blé	4,2	—	10.1	6.2	52.2	14.5
orge	27.7	85.7	4.5	2.6	66.4	—
Corn gluten feed	3.5	91	8	—	52	21.5
Pulpe sèche de betterave	0.5	89.5	13.5	—	64.8	6.1

**Tableau 3:composition chimique de quelques matières premières utilisées pour l'alimentation des animaux**

Matière première	Son utilisation en alimentation animale
blé	<ul style="list-style-type: none"><li>le grain entier de blé ne sera</li></ul>

	<p>donné en tant que tel à la volaille.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour l'alimentation des porcs ou des bovins, il est donné moulu grossièrement.</li> </ul>
maïs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le grain de maïs est donné aux animaux sous diverses formes : épis, grains entiers ou décortiqués, grains écrasés, grains moulus... C'est à l'état de grain moulu que le maïs est le plus couramment administré aux animaux et plus particulièrement sous forme de farines fines.</li> </ul>
Le sorgho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On préfère broyer, même de façon grossière, les grains, surtout pour les bœufs afin d'éviter qu'ils échappent à la mastication à cause de leur petit calibre. En revanche, pour les porcs, ce broyage n'est pas indispensable.</li> </ul>
Son de blé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chez les volailles, le son est très largement employé, ce qui peut se justifier par sa grande appétibilité et par l'importance de son volume qui contribue à rassasier rapidement les volatiles. Les rations contenant des sons de bonne qualité, dans des proportions bien définies, exercent une action préventive sur l'apparition du cannibalisme et de la pérose chez les poulets.</li> </ul>
Orge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qu'il soit moulu ou concassé, l'orge est un excellent aliment pour les vaches laitières. Mais l'orge a une teneur en protéines plutôt basse. C'est pourquoi, il faudrait l'équilibrer avec du foin de légumineuses ou avec des aliments complémentaires azotés.</li> </ul>

<p>Corn gluten feed</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le corn gluten feed est couramment utilisé dans l'alimentation des vaches laitières comme supplément protéique dans des rations à base d'ensilage et de foin. Quand le prix est intéressant, le corn gluten feed peut remplacer complètement ou en partie le maïs.</li> <li>• Son emploi pour les volailles est plus discuté à cause des caractéristiques de sa protéine.</li> </ul>
<p>Pulpe sèche de betterave</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'emploi des pulpes sèches s'est surtout répandu dans l'alimentation des bovidés de boucherie et des vaches laitières (action favorable sur l'activité des glandes mammaires). D'ailleurs, avec les pulpes sèches par comparaison avec les pulpes surpressées ou fraîches, on obtient un meilleur rendement en poids vif de l'animal, en production et en qualité du lait et du beurre. Cependant, dans l'alimentation des vaches laitières, les pulpes sèches de betterave doivent être complétées avec des aliments riches en protéines, par exemple des tourteaux de graines oléagineuses.</li> </ul>

**Tableau 4:emploi de quelques matières premières en alimentation animale**

## *Chapitre II: analyses bactériologiques et physicochimiques*

Contrôle des aliments :

L'objectif est de chercher à étudier les paramètres qui constituent de bons indicateurs du fonctionnement de l'appareil digestif de l'animal. C'est pourquoi que certains dosages sont réalisés pour un aliment précis et une espèce donnée.

- Teneur en matière sèche (MS). C'est la masse restante après un chauffage de l'aliment à 103 °C pendant quatre heures.
- Teneur en cendre. C'est la masse restante après incinération de l'aliment à 550 °C pendant six heures. Elle correspond aux minéraux.

**Matière organique (MO) des aliments = MS - cendres**

- Dosage de la matière azotée par le procédé de Kjeldahl :

On minéralise l'aliment avec de l'acide sulfurique. Les différentes formes d'azote (sauf les nitrates) se retrouvent sous la forme de sulfate d'ammonium. L'azote du sulfate d'ammonium est transformé par la soude sous forme d'ammoniac, il est ensuite dosé. Comme les protéines contiennent environ 16% d'azote (N), alors on peut dire que :

$$\% \text{ protéines} = \%N * (100/16).$$

- Dosage des matières grasses :

Elles sont d'abord solubilisées dans de l'éther de pétrole pendant l'extraction, ensuite séparées de l'éther et pesées. Cependant tous les lipides ne sont pas solubilisés et on peut même trouver dans les substances solubilisées des composés non lipidiques comme certains pigments.

- Teneur en constituants glucidiques intracellulaires : extractif non azoté (ENA).
- CB (cellulose brute), obtenue après hydrolyse acide puis basique.

$$ENA = MO - MA - CB - MG.$$

- Teneurs en certains éléments toxiques (métaux lourds notamment).

## A. Laboratoire du diagnostic vétérinaire "COUVNORD" : les analyses microbiologiques effectuées :

Le laboratoire d'analyses bactériologiques de la société **EL ALF "COUVNORD"** est composé de plusieurs salles, chacune est spécifique à des analyses bien déterminées:

- ✓ Une salle d'autopsie dans laquelle les cadavres des poussins et poulets sont examinés dans le but d'étudier leur organes, ceci permet de déterminer la charge microbienne des analyses microbiologiques. Ce type d'analyse se voit limité à la recherche de deux types de microorganismes : les salmonelles et les moisissures.
- ✓ Une autre de bactériologie qui concerne les analyses bactériologiques des volailles élevées ainsi que leur nourriture.

## B. Laboratoire physico-chimiques :

A partir d'un plan de contrôle établi préalablement par le service qualité, le laboratoire est amené à faire des analyses depuis la réception de la matière première, en passant par les produits stockés et jusqu'aux produits finis.

En se basant sur ces analyses, un rapport qualité est établi accompagné des observations qui s'imposent.

### I. Analyses physicochimiques effectuées :

#### 1. Protéine brute:

##### **i. Principe :**

C'est une opération permettant de déterminer la teneur en protéines brutes moyennant la détermination de la teneur en azote dans l'échantillon. Cette méthode s'appelle: méthode Kjeldahl.

##### **ii. Mode opératoire :**

Pour le dosage de protéine dans l'échantillon on procède de la façon suivante:

- 1g d'échantillon broyé pesé dans un papier exempt d'azote, (Si on sait qu'il contient beaucoup de protéines on ne met que 0,5g).

- Une tablette constituée de 5g de sulfate de potassium et 0,5g de sulfate de cuivre, celle-ci sert comme catalyseur de réaction.
- 20 ml d'acide sulfurique  $H_2SO_4$  de concentration 96%.

Le mélange est ensuite minéralisé en le faisant bouillir, ce qui va produire une solution de sulfate d'ammonium  $(NH_4)_2SO_4$ . La formation d'un tel produit est mise en évidence par une couleur verdâtre homogène.

Par la suite, une distillation est réalisée après addition d'une solution de NaOH en excès afin de transformer les ions ammonium  $(NH_4^+)$  présents en ammoniac gazeux  $(NH_3)$ . Ce dernier est récupéré après la distillation par une solution d'acide borique  $(H_3BO_3)$ .

A la fin de la distillation, l'ammoniac, piégé sous forme d'un complexe de borate d'ammonium, est titré par une solution d'acide sulfurique (0,25M).

Ces deux dernières opérations sont réalisées avec un même appareil automatique et le volume de titrage obtenu permet de calculer la teneur en azote qui conduira au pourcentage des protéines présentes.

## 2. Matière minérale:

### *i. Principe :*

Cette opération consiste à incinérer un échantillon à 550 °C pour éliminer toute la matière organique et ne laisser que la matière minérale.

### *ii. Mode opératoire :*

5g de l'échantillon à étudier sont mis dans des creusets et placés dans un four à 550°C pendant 6h. Après leur sortie du four, les creusets sont placés dans un dessiccateur avant leur pesée.

Le calcul du taux de la matière minérale se fait selon la formule suivante :

$$[(P_F - P_I) / P_E] \times 100$$

Avec:  $P_F$  : le poids final en grammes.  
 $P_I$  : le poids du creuset vide en grammes.  
 $P_E$  : la prise d'essai en grammes.

### **3. L'humidité : détermination de la teneur en eau**

La méthode est simple et consiste à mettre 5g de l'échantillon broyé dans des petits creusets, les placer dans l'étuve à 130°C ou 103°C pendant 4 ou 5h selon la nature de l'échantillon.

Le calcul du pourcentage de l'humidité contenue dans l'échantillon se fait selon la formule suivante :

$$\{[(P_I + P_E) - P_F] / P_E\} \times 100.$$

Avec : **P<sub>F</sub>** : le poids final en grammes.

**P<sub>I</sub>** : le poids du creuset vide en grammes.

**P<sub>E</sub>** : la prise d'essai en grammes.

### **4. L'activité de l'eau : A<sub>w</sub>**

Cette opération consiste à déterminer l'eau libre dans le maïs seulement, la mesure se fait par un activimètre qui peut fournir des renseignements sur la température de l'échantillon.

### **5. L'analyse du calcium :**

#### **i. Objet et domaine d'application :**

Compte tenu de l'importance du calcium dans l'alimentation des animaux, la méthode permet de déterminer la teneur en calcium total dans les aliments destinés aussi bien aux volailles qu'aux bétails.

#### **ii. Principe :**

L'échantillon est d'abord incinéré, les cendres sont ensuite traitées par l'acide chlorhydrique et le calcium précipite sous forme d'oxalate de calcium. Après dissolution du précipité dans l'acide sulfurique, l'acide oxalique formé est titré par une solution de permanganate de potassium.

#### **iii. Mode opératoire :**

5g d'échantillon sont ajoutés à une solution composée de 40 ml d'acide chlorhydrique à 30%, 60 ml d'eau distillée et deux à cinq gouttes d'acide nitrique à 65%. Ensuite, le mélange est porté à ébullition pendant 30 min.

Après son refroidissement, le mélange est versé dans une fiole de 250 ml et ajusté avec de l'eau distillée. Ensuite la solution est filtrée.

5ml sont prélevés de ce filtrat puis additionnés à 1 ml d'acide nitrique à 30%, 5ml de chlorures d'ammonium à 5% et ajustés à 100 ml avec de l'eau distillée. Le mélange est porté à ébullition pendant 15 à 20 min.

Ensuite 8 à 10gouttes de vert de bromo-crésol et 30ml d'oxalate d'ammonium préalablement chauffé sont additionnées à la solution lors de son refroidissement, puis l'ensemble est chauffé jusqu'au virage de la coloration du vert au jaune. Après refroidissement, l'acide chlorhydrique est ajouté jusqu'à disparition du précipité.

L'ammoniaque à 25% est ajoutée jusqu'à ce que la coloration bleue persiste.

Le pH de la solution est ajusté à une valeur entre 4,4 et 4,6 moyennant l'acide chlorhydrique.

Par la suite, la solution est chauffée à une température de 50°C pendant 30 min puis laissée refroidir pendant environ une heure.

Après refroidissement, le mélange est filtré puis additionné à 80ml d'acide sulfurique chaud et porté à ébullition pendant 30min.

Enfin, la solution est dosé avec une solution de permanganate de potassium jusqu'à coloration rose et le volume d'équivalence permet d'accéder au taux de calcium.

*Chapitre III : Partie expérimentale*

*'Analyse de la matière grasse dans les  
aliments de bétail et volaille'*

Les lipides sont insolubles dans l'eau et très solubles dans les solvants organiques tel que l'éther éthylique. La plupart des méthodes de dosage des lipides exploitent ces propriétés physiques pour extraire les lipides des aliments dans le but de déterminer leur concentration.

### **1. Méthode de Soxhlet :**

C'est la méthode de référence utilisée pour la détermination de la matière grasse dans les aliments solides déshydratés. C'est une méthode gravimétrique puisqu'on procède à une pesée de l'échantillon au début et de la matière grasse à la fin de l'extraction.

#### **i. Principe de la méthode :**

L'aliment solide est d'abord pesé, ensuite placé dans une capsule de cellulose. L'échantillon est extrait en continu par l'éther éthylique à ébullition qui dissout graduellement la matière grasse. Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon par déversements successifs causés par un effet de siphon dans le coude latéral. Comme seul le solvant peut s'évaporer de nouveau, la matière grasse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète.

Une fois l'extraction terminée, l'éther est évaporé généralement sur un évaporateur rotatif et la matière grasse est pesée.

Les capsules de cellulose sont perméables au solvant et à la matière grasse qui y est dissoute. Ces capsules sont jetables.

Plusieurs facteurs peuvent influencer la précision et l'exactitude des résultats :

#### **1. Temps de l'extraction de la matière grasse :**

Un temps d'extraction trop court donne des résultats inexacts c'est-à-dire inférieurs aux résultats attendus.

#### **2. Grosseur des particules de l'aliment solide :**

L'aliment doit être broyé de façon à offrir la plus grande surface de contact possible au solvant extérieur.

#### **3. Evaporation incomplète du solvant avant la pesée des matières grasses.**

#### **4. Qualité du solvant extracteur :**

Les solvants organiques sont rarement purs et contiennent des résidus huileux non évaporables. On doit s'assurer que la masse des résidus n'influence pas le résultat de façon significative.

**ii. Appareillage :**

- ✓ balance analytique permettant de peser à 0,0001 g près.
  - ✓ 4 ballons de 250 ml.
  - ✓ Etuve.
  - ✓ 2 cartouches.
  - ✓ 2 papiers filtres.
  - ✓ Dessiccateur.
  - ✓ Extracteur Soxhlet.
  - ✓ Broyeur Retsch avec une grille de 1 mm.
  - ✓ Coton.
- ✓ **Solvant utilisé** : éther de pétrole.



**Fig1. Montage de l'extraction par la méthode de Soxhlet**

**iii. But de l'analyse :**

Cette méthode permet de déterminer le taux de matière grasse contenu dans les aliments des animaux.

**iv. Mode opératoire :**

3g de l'échantillon à analyser sont mis dans des cartouches et des papiers filtres. Après avoir couvert les cartouches avec du coton, elles sont placées dans l'extracteur de Soxhlet. Ce dernier est monté sur le ballon contenant 150 ml d'éther de pétrole ensuite le tout est porté à une température de 100°C.

Après six heures d'extraction, le solvant restant est siphonné dans l'extracteur et le résidu récupéré des ballons est placé dans l'étuve à une température de 103°C pendant deux heures avant de le laisser refroidir dans le dessiccateur.

Le taux de matière grasse est donné par la formule suivante :

$$[(P_F - P_I) / P_E] \times 100$$

Où :  $P_F$  : le poids final en grammes.

$P_I$  : le poids du ballon vide en grammes.

$P_E$  : la prise d'essai en grammes.

**v. Expression des résultats :**

Référence de l'échantillon	nature	Poids à vide(g)	Prise d'essai (g)	Poids final(g)	Résultats(%)
212	Farine de crevettes	134,2815	3,0019	134,5614	9,32
239	Produit fini	133,1229	3,0037	133,2815	5,28
257	Produit fini	134,2772	3,0064	134,4370	5,31
259	Produit fini	134,2890	3,0040	134,4142	4,16
283	Produit fini	134,2816	3,0046	134,3820	3,34

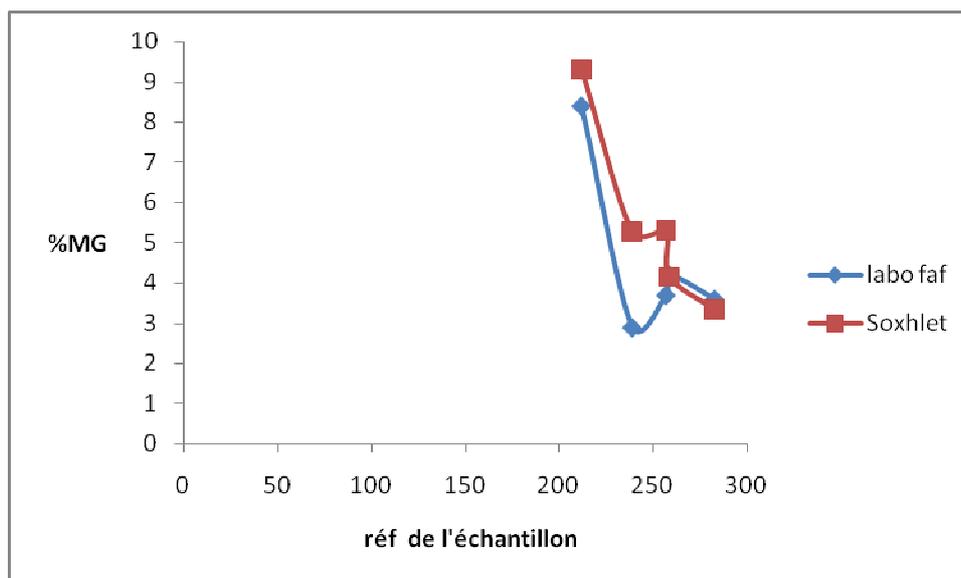
**Tableau 5: résultats du taux de matière grasse obtenus par la méthode de Soxhlet**

Le seul moyen pour évaluer la performance de la méthode de Soxhlet dans l'extraction de la matière grasse contenue dans les aliments de bétail et volaille c'est de comparer ces résultats obtenus ci-dessus avec ceux du labo Feed and Food(FaF).

Réf de l'échantillon	nature	%MG (par Soxhlet)	%MG (de FaF)
212	Produit fini	9,32	8,4
239	Produit fini	5,28	2,9
257	Produit fini	5,31	3,7
259	Produit fini	4,16	4,2
283	Produit fini	3,34	3,6

**Tableau 6: comparaison des taux de matière grasse obtenus par la méthode de Soxhlet et du labo FaF :**

**vi. Représentation graphique : la réf de l'échantillon = f (%MG) :**



**Fig2 : courbe représentative de la comparaison des résultats de la méthode de Soxhlet avec ceux du labo FaF**

**vii. Interprétation des résultats :**

Comme on peut le constater à la fois dans le tableau comparatif que sur la représentation graphique :

Au niveau des échantillons 1,2 et 3, on peut noter une différence d'un ou deux points entre les résultats obtenus par la méthode de Soxhlet et ceux du labo FaF. Ceci montre qu'on ne peut pas se fier à l'extracteur Soxhlet pour donner une vision globale sur le taux de matière

grasse des aliments de bétail et volaille qui reste un facteur déterminant dans la digestion de ces derniers.

Cette constatation nous a conduit à chercher une alternative à la méthode d'extraction des matières grasses utilisée afin de mettre au point une vraie vision concernant la digestion des animaux.

## 2. L'appareil Gerhardt :

### i. Appareillage :

- ✓ balance analytique permettant de peser à 0,0001 g près;
- ✓ 6 creusets
- ✓ Etuve
- ✓ 6 cartouches
- ✓ Dessiccateur
- ✓ Appareil Gerhardt
- ✓ Broyeur Retsch avec une grille de 1 mm.
- ✓ Multistat
- ✓ Compresseur d'air
- ✓ Pierres ponce
- ✓ coton

**Solvant utilisé** : éther de pétrole



**Fig3 : L'appareil Gerhardt**

## ii. Mode opératoire :

10 g de l'échantillon à analyser sont placés dans des cartouches qu'on couvre par la suite avec du coton et qu'on place dans des creusets contenant 150 ml d'éther de pétrole et des pierres ponce.

Les creusets sont alors placés dans un appareil Gerhardt. L'extraction peut durer alors deux heures dix minutes.

Les creusets sont par la suite placés à l'étuve pendant une heure et demie à une température entre 100 et 102°C avant de les laisser refroidir dans le dessiccateur.

Enfin, les cartouches sont enlevées, les creusets sont pesés et le taux de matière grasse est donné par la formule suivante :

$$\%MG = [(P_F - P_I) / P_E] \times 100.$$

Où :  $P_F$  : le poids final des creusets+les pierres ponce+la matière grasse en grammes.

$P_I$  : le poids du creuset+ pierres ponce en grammes.

$P_E$  : la prise d'essai en grammes.

## iii. Expression des résultats :

référence	nature	Poids à vide(g)	Prise d'essai (g)	Poids final(g)	%MG
212	Farine de crevettes	148,0001	3,0062	148,6821	6,81
239	Produit fini	147,8709	3,0044	148,1725	3,01
240	Produit fini	142,5243	3,0089	142,8587	3,34
257	Produit fini	142,2973	3,0067	142,4052	3,58
259	Produit fini	147,7267	3,0015	147,8446	3,92
283	Produit fini	147,2633	3,0050	147,3662	3,42
325	TS44	143,9231	10,0047	144,0652	1,42
326	TS48	147,1300	10,0032	147,3685	2,38
330	Produit fini	142,8505	10,0041	143,1738	3,23
331	Produit fini	146,4285	10,0014	146,7547	3,26
333	Produit fini	142,8577	10,0096	143,1492	2,91
338	Farine de crevettes	146,4328	10,0038	147,0065	5,73
339	Farine de poisson	142,2073	10,0089	143,1771	9,68
345	Farine de	146,9160	10,0046	148,0286	11,12

	poisson				
349	Produit fini	147,0250	10,0030	147,3626	3,37
350	Produit fini	141,5215	10,0064	141,8824	3,60
351	Produit fini	146,9706	10,0078	147,3395	3,68
353	Produit fini	147,0329	10,0064	147,4020	3,68
354	Produit fini	146,6980	10,0075	147,0701	3,71
355	Produit fini	143,9320	10,0089	144,2479	3,15
356	Produit fini	147,1402	10,0079	147,4422	3,01

**Tableau 6: résultats du taux de matière grasse obtenus par l'appareil Gerhardt**

Pour pouvoir interpréter les résultats obtenus par l'appareil Gerhardt dans le but d'évaluer sa performance, il était nécessaire de faire introduire les résultats du laboratoire extérieur Feed and Food 'FaF' qui est un labo certifié et effectue régulièrement des analyses de la matière grasse pour le labo EL ALF.

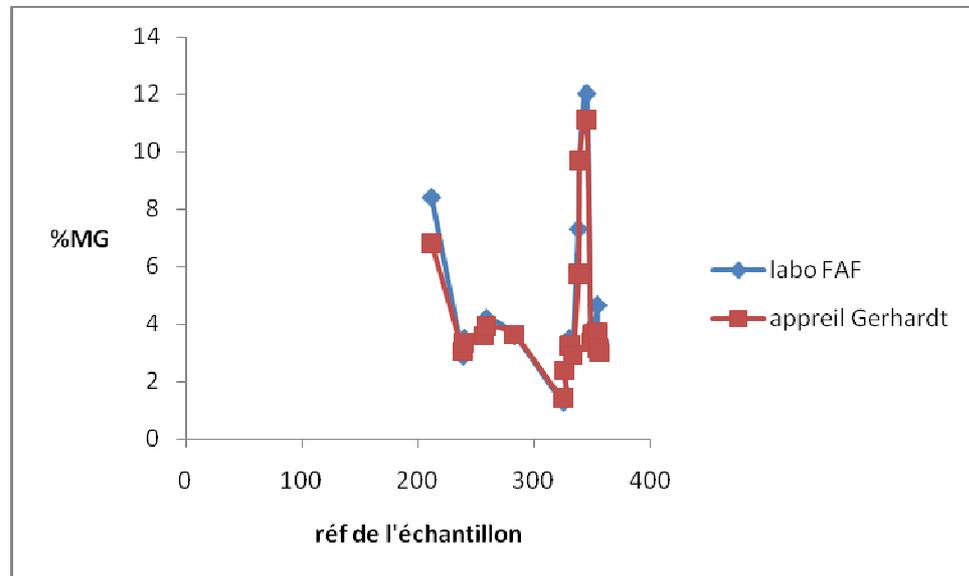
Le tableau suivant résume les résultats obtenus des deux labos :

Réf de l'échantillon	nature	%MG (appareil Gerhardt)	%MG (labo FaF)
212	Farine de crevettes	6,81	8,4
239	Produit fini	3,05	2,9
240	Produit fini	3,34	3,5
257	Produit fini	3,58	3,7
259	Produit fini	3,92	4,2
283	Produit fini	3,62	3,6
325	TS44	1,42	1,3
326	TS48	2,38	2,4
330	Produit fini	3,23	3,5
331	Produit fini	3,26	3,4
333	Produit fini	2,91	3,2
338	Farine de crevettes	5,73	7,3
339	Farine de poisson	9,68	9,7
345	Farine de poisson	11,12	12
349	Produit fini	3,37	3,49
350	Produit fini	3,6	3,78
351	Produit fini	3,68	3,93
353	Produit fini	3,68	3,77
354	Produit fini	3,71	4,65
355	Produit fini	3,15	3,2
356	Produit fini	3,01	3,4

**Tableau 7: comparaison des résultats de l'appareil Gerhardt avec ceux du labo**

**FaF**

iv. **Représentation graphique : la réf de l'échantillon =f (%MG) :**



**Fig4 : courbe représentative de la comparaison des résultats de l'appareil Gerhardt avec ceux du labo FaF**

v. **Interprétation des résultats :**

D'après cette courbe représentative les résultats obtenus par l'appareil Gerhardt sont très proches de ceux du labo FaF ce qui permet de confirmer la validité du travail réalisé par ce nouvel appareil. Les valeurs obtenues sont proches de la réalité à une incertitude près, ceci permet d'élaborer une vraie vision globale concernant la matière grasse dans l'alimentation des animaux.

## *Conclusion générale*

*L'objectif principal de notre stage était d'étudier la thématique de l'analyse de la matière grasse dans les aliments de bétail et volaille. Ce but a été atteint partiellement moyennant l'appareil de Gerhardt. Tandis*

que lorsque nous avons procédé moyennant la méthode traditionnelle de Soxhlet nous avons détecté une large gamme d'anomalies de telle façon que le taux de matière grasse contenue dans les échantillons étudiés (qui ont été en général des produits finis) demeure très élevé ce qui est tout à fait indésirable. La répétabilité des dosages de la matière grasse par cette méthode a permis d'estimer quelques sources probables de la non-conformité de ses résultats avec ceux issus du laboratoire extérieur, nous en citons :

- ✓ Le temps de séchage du résidu récupéré des ballons à l'étuve est de deux heures ce qui est inférieur au temps recommandé dans les documentations normalisées (trois heures) laissant ainsi un volume important de liquide non séché et ce dernier augmente la valeur du taux de matière grasse obtenu lors du calcul.
- ✓ Un grand risque d'évaporation totale du solvant parfois au début même du processus d'extraction. Ce problème peut être résout par l'ajout soit d'une pommade engraisseante soit du solvant d'une manière successive (l'éther de pétrole): la première solution conduit par conséquent à augmenter le volume récupéré et en revanche elle fournit une valeur élevée du taux de matière grasse.

A ces anomalies de résultats s'ajoute le côté du temps nécessaire pour les responsables du labo pour effectuer cette analyse à plusieurs échantillons dans la mesure où il leur faut une journée et demie et cela perturbe le bon déroulement de la coordination entre les services laboratoire et contrôle qualité !

Pour faire face à tout cela, il a été nécessaire de travailler avec un appareil automatique (Gerhardt) qui permet d'obtenir les résultats de six échantillons à la fois avec un temps d'extraction de deux heures dix minutes (au lieu de six heures de Soxhlet). Ces résultats sont très fiables et très proches de ceux issus du labo extérieur.

*Ce stage a été pour nous une véritable occasion pour approfondir tout ce que nous avons reçu comme formation au cours de ces trois années au sein de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, plus spécialement celle des techniques d'analyses objet de notre séjour à la société EL ALF.*

*Durant ce stage, nous avons appris et développé le travail en groupe et l'esprit d'équipe, points essentiels dans le travail en milieu industriel l'un des objectifs de notre formation.*

### *Liste des abréviations :*

CV : cellules de vidange.

CP : cellules de presse.

MS : matière sèche.

MO : matière organique.

ENA : extrait non azoté.

CB : cellulose brute.

MA : matière azotée.

MG : matière grasse.

FaF : Feed and Food.

TS : tourteau de soja.

## *Résumé*

*Ce stage effectué à la société E.L. ALF a été une précieuse occasion pour accomplir nos acquis théoriques au sein de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.*

*Dans le premier chapitre, nous avons présenté la société ainsi que le processus de fabrication des aliments de bétail et volaille.*

*Dans le deuxième chapitre, nous avons exposé les analyses bactériologiques et physicochimiques effectuées au laboratoire E.L. ALF.*

*Par la suite, nous avons consacré le troisième chapitre à l'alimentation de bétail et volaille.*

*Dans le quatrième et dernier chapitre, nous avons présenté notre sujet de stage de fin d'études : l'analyse de la matière grasse dans les aliments de bétail et volaille par la méthode de Soxhlet et l'appareil Gerhardt pour arriver enfin à la conclusion générale.*

### *Mots clés :*

*Matière grasse ;*

*Extraction ;*

*Soxhlet ;*

*Gerhardt ;*

*Bétail ;*

*Volaille.*