



Licence Sciences et Techniques (LST)

# GENIE CHIMIQUE

## PROJET DE FIN D'ETUDES

### *Utilisation de soja dans l'alimentation Animale*

#### Présenté par :

- TBATOU YouSra

#### Encadré par :

- Mme Hajar ARYBOU (Société)
- Pr Safia SABIR (FST)

**Soutenu Le 6 Juillet 2022 devant le jury composé de :**

- Pr. SABIR Safia
- Pr. KANDRI RODI Adiba
- Pr. MOUGHAMIR Khadija

**Stage effectué à SAVOB**

**Année Universitaire 2021 / 2022**

# Tables des matières

INTRODUCTION .....	1
<b>CHAPITRE I : Présentation de la société.....</b>	<b>2</b>
A. Présentation de la société.....	3
B. Les coordonnées.....	3
C. Organigramme .....	3
D. Gamme des produits .....	4
E. Les matières premières .....	4
<b>CHAPITRE II : Procédé de fabrication .....</b>	<b>7</b>
A. Réception .....	8
B. Stockage.....	8
C. Dosage .....	8
D. Mélange .....	8
E. Distribution .....	9
F. Granulation .....	9
G. Refroidissement .....	9
H. Emiettage .....	9
I. Tamisage .....	9
J. Conditionnements .....	10
<b>CHAPITRE III : Les tourteau « Présentation et définitions ».....</b>	<b>11</b>
I. Définition .....	12
II. Types de tourteaux .....	12
A. Les tourteaux issus des dicotyledones.....	12
B. Les tourteaux issus de monocotyledones .....	12
III. Le tourteau utilisés en alimentation animal .....	13
IV. Le tourteau de soja .....	13
A. Définition.....	13
B. Le tourteau de soja une source de protéines essentielle.....	13
C. Le tourteau de soja une source de protéines idéale pour volailles.....	14
D. Méthodes de contrôles de qualité du tourteau de soja .....	17
1. L'analyse de l'activité uréasique .....	17
2. L'analyse du protéines selon la méthode de KJELDAHL .....	19
3. La solubilité des protéines dans KHO .....	23

4. Indice de dispérsibilité des protéines « IDP ».....	25
<b>CHAPITRE IV : Alimentation du poulet de chair .....</b>	<b>27</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>28</b>
1. Alimentation en phase de démarrage .....	28
2. Alimentation en phase de croissance .....	29
3. Alimentation en phase de finition .....	29
Conclusion .....	30

### Liste des figures et tableaux :

Figure 1 : schéma de processus de fabrication composé.....	7
Figure 2 : la fosse.....	8
Figure 3 : silos de stockage.....	8
Figure 4 : bennes peseuses.....	8
Figure 5 : le refroidisseur .....	9
Figure 6 : ensachage .....	10.
Figure 7 : distribution en vrac .....	10
Figure 8 : la teneur en protéines brute du tourteau de soja par pays .....	14
Figure 9 : la production mondiale des différent sources des protéines par Mt...	15
Figure 10 : production mondiale de soja depuis 2010 jusqu'à 2018.....	15
Figure 11 : la production mondiale de soja par pays .....	16
Figure 12 : le minéralisateur.....	21
Figure 13 : le distillateur.....	22
Figure 14 : centrifugeur .....	24
Tableau 1 : principale nutriments dans un échantillon de TS .....	16
Tableau 2: Les différentes spécifications concernant les tests pratiqués sur le soja.....	26



## Dédicace

« Louange à Allah qui nous a guidés à ceci.  
Nous n'aurions pas été guidés, si Allah ne nous avait pas guidés »

**Je dédie cet ouvrage**

**A mes très chers parents, source de vie, d'amour et**

**D'affection**

**A mes chères sœurs source de joie et de bonheur**

**A toute ma famille, sources d'espoir et de motivation.**

**A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je**

**Souhaite plus de succès**

**Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour**

**Que ce projet soit réalisé, je dis Merci !**



## Remerciements

Tout d'abord je remercie Dieu, le tout Puissant qui ma a donné le courage, la volonté et la force pour achever ce travail.

Je tiens à remercier chaleureusement mon encadrante pédagogique **Pr. M. SABIR SAFIA** pour son suivi durant la période de mon stage, pour son aide, ses conseils, ses remarques et ses critiques, afin d'assurer la réussite de mon travail

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport. Au terme de ce travail, je tiens à remercier **Mr Mohammed El Hallaoui** directeur technique de la société SAVOB qui a eu l'amabilité de m'accueillir comme stagiaire au sein de sa société. J'adresse mes remerciements à **Mme Hajar Arybou** responsable de Qualité pour l'aide et les Conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport qu'il m'a apporté lors de différents suivis. Mes remerciements de même à **Mr.Fayçal Chabab** responsable production et Mme **Najoua El Harrass** responsable du laboratoire d'analyses chimiques pour sa patience et sa disponibilité et pour avoir répondu à mes nombreuses questions.

Mes remerciements vont aussi aux membres du jury à savoir, Mme **Kandri Rodi Adiba**, et Mme **Moughamir Khadija**, de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'évaluer ce modeste travail

*Merci à vous tous...*

## *INTRODUCTION*

L'alimentation animale est comme les autres domaines d'alimentation, une branche de la zootechnie qui décrit les besoins alimentaires des animaux d'élevage et les moyens et méthodes permettant de les satisfaire. Ces méthodes doivent aussi être compatibles avec le maintien en bonne santé des animaux, assurer la qualité finale des produits d'élevage et rester économiques pour l'éleveur. Les enjeux sanitaires, économiques, écologiques et de préférences alimentaires concernant l'alimentation humaine sont de plus en plus importants dans les sociétés contemporaines et déterminent indirectement le type d'alimentation des animaux d'élevage dans lequel l'industrie occupe une part essentielle. Les industries du secteur alimentation animale est l'ensemble des activités industrielles qui transforment des matières premières en produits alimentaires destinés essentiellement à la consommation animale. Ces étapes suivent des études de contrôle qualité pour garantir une bonne production plus hygiénique.

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes intéressés à étudier les tourteaux de soja et leurs méthodes de contrôle de qualité.

Notre étude comporte quatre parties :

- ❖ La première partie sera destinée à la présentation de la société
- ❖ La deuxième partie représente le processus de fabrication des produits finies de la société.
- ❖ La troisième partie porte sur l'étude des tourteaux de soja et leurs analyses chimiques.
- ❖ La quatrième partie explique les produits de l'alimentation des poulets de chair.

# *CHAPITRE - I -*

*---- Présentation de la société ----*

## A. Présentation de la société :

La société SAVOB (société aliment volaille et bétail) de l'alimentation animale est une société anonyme créée en 1995, elle est Considérée comme étant l'une des principales industries agricoles à Fès.

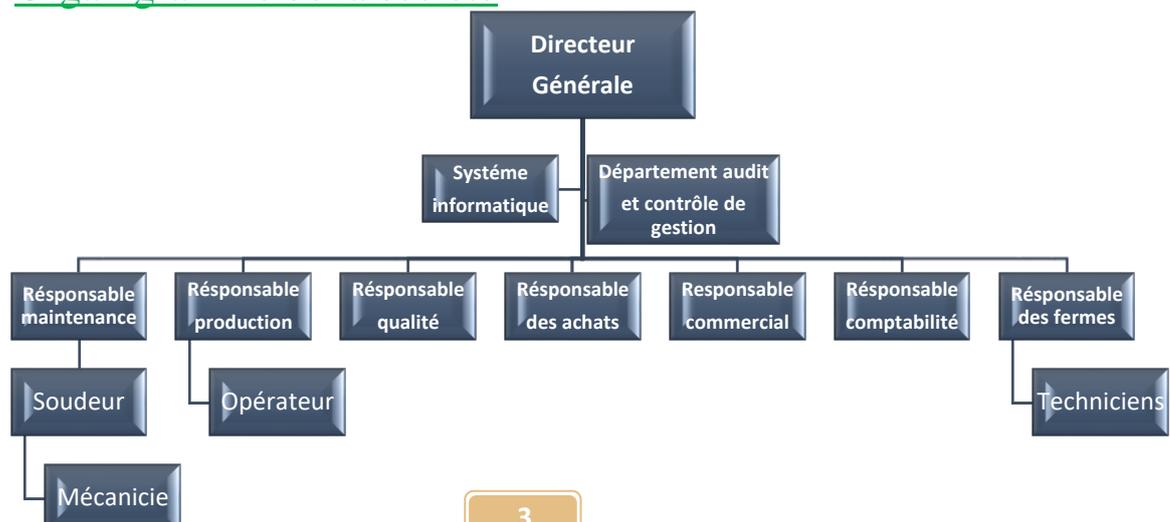
Les produits de la société sont fabriqués en fonction de ses besoins nutritionnels, la formulation du produits finis, compose pour chaque animal une recette adaptée (formule) qui se fait par un assemblage spécifique des matières premières à des pourcentages bien déterminés.

## B. Les cordonnées :

Tableau 1 : Fiche technique de la société

<b>Dénomination :</b>	<b>société d'aliment de volaille et de bétail</b>
<b>Forme juridique :</b>	<b>Société à responsabilité limité (SARL)</b>
<b>Capital social :</b>	<b>15 000 000 Drh</b>
<b>Capacité de production :</b>	<b>17 Tonnes par heure</b> <b>7T/h pour les produits de volaille 10T/h pour les produits de bétail</b>
<b>Capacité de stockage :</b>	<b>Les sacs : 800 T de PF</b> <b>Les silos : 4640 T de MP</b> <b>les trémies de stockage : 166 T</b>
<b>Logo :</b>	

## C. Organigramme de la société :



## D. Gamme des produits :

Les produits fabriqués par la société sont :



*PC04 : Produit des volailles*



*AB52 : Produit des bovins*



*AO61 : Produit des ovins*

En fonction de ses besoins nutritionnels, il faut formuler pour chaque animal une recette adaptée (formule): assemblage spécifique de matières premières

*Tableau 2 : les produits de la société, leur destination selon le type d'animal pendant les différentes phases de sa vie.*

<b>Famille</b>	<b>Présentation du PF</b>	<b>Type d'aliment</b>
<b><i>Poulet de chair</i></b>		
Prédémarrage	Farine Homogène	Aliment complet équilibré
Démarrage	Farine ou Miette	Aliment complet équilibré
Croissance	Miette ou Granulé	Aliment complet équilibré
Finition	Granulé	Aliment complet équilibré
<b><i>Poule reproductrice</i></b>		
Démarrage	Farine ou Miette	Aliment complet équilibré
Elevage	Farine ou Miette	Aliment complet équilibré
Réponde	Farine ou Miette	Aliment complet équilibré
Période de Reproduction	Farine ou Miette	Aliment complet équilibré
<b><i>Coq</i></b>		

Coq de reproduction	Farine ou Miette	Aliment complet équilibré
<b>Bovin</b>		
Bovin démarrage	Granulé	Aliment complémentaire équilibré
Bovin d'engraissement	Granulé	Aliment complémentaire équilibré
Vaches laitières	Granulé	Aliment complémentaire équilibré
<b>Ovin</b>		
Ovin démarrage	Granulé	Aliment complémentaire équilibré
Ovin d'embouche	Granulé	Aliment complémentaire équilibré
Brebis	Granulé	Aliment complémentaire équilibré

## E. Les matières Premières :

La fabrication d'un produit peut associer plusieurs sous-produits des matières premières de nombreux types :

- *Céréales (MAIS, Blé, l'orge...)*
- *Les tourteaux issus de la transformation des graines oléagineuses (soja, tournesol...)*
- *Les complexes de minéraux*
- *Les vitamines et additifs*
- *Les huiles et graisses*
- *Sel marin*
- *Les produits à base de poisson (farine de poisson)*



*Céréale*



*tourteaux de soja*

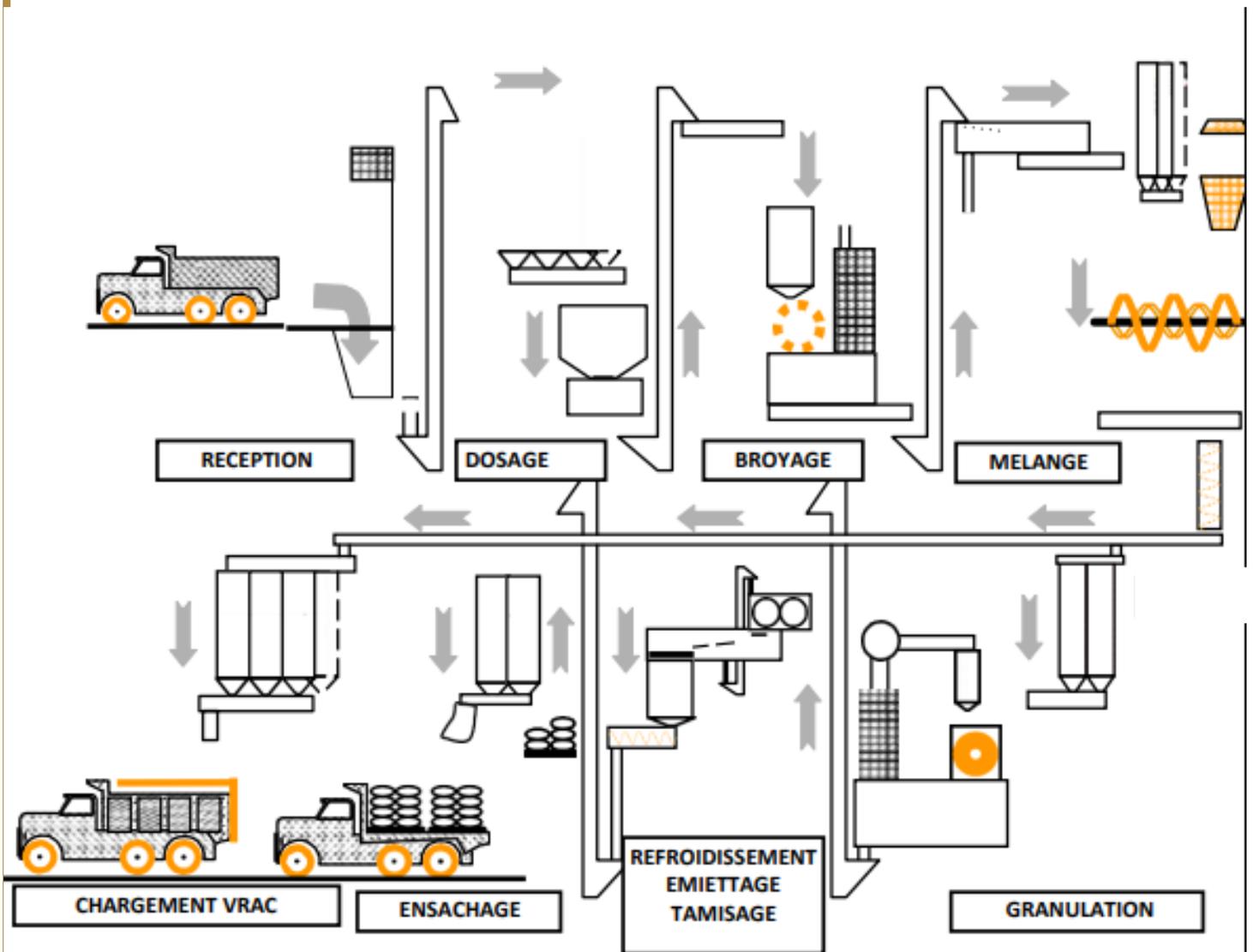


*tourteaux de tournesol*

# CHAPITRE II

---- Procédé de fabrication ----

La fabrication d'un aliment composé consiste en une série d'opérations dont le but est d'associer plusieurs matières premières simples (céréales, tourteaux...), des minéraux, des vitamines et des additifs divers dans des proportions fixées à l'avance et correspondant à un objectif nutritionnel précis. Les ingrédients se trouvent au départ sous des formes différentes (graines, liquide). La première opération est le pesage de quantités précises. Les éléments les plus grossiers sont broyés pour réduire l'hétérogénéité. L'ensemble est ensuite mélangé pour être homogène. L'utilisation est sous forme de farine, de granulés ou de miettes selon la demande (Figure 1).



*Figure1 : Schéma de processus de fabrication d'aliment composé.*

## A. Réception :

La société doit réaliser un contrôle de réception des matières premières impliquant :

- Un contrôle du poids à l'aide d'un pont bascule pour s'assurer du poids net.
- Un contrôle visuelle et olfactives (odeur, couleur, structure...).
- Un prélèvement d'échantillons destiné aux analyses de laboratoire.

Les matières premières sont réceptionnées en vrac, le prélèvement s'effectue à l'aide d'une sonde d'échantillonnage dans des points différents du camion.

Alors que pour ceux réceptionnés en sac, le prélèvement s'effectue à l'aide d'une canne à sonde en fonction du nombre de sacs.

## B. Stockage :

Une fois les matières premières sont déposées dans la fosse, elles sont dirigées, au moyen des transporteurs et d'élévateurs, vers des silos où elles sont stockées séparément, pour empêcher les mélanges de différentes matières premières entre elles.



*Figure2 : La fosse*



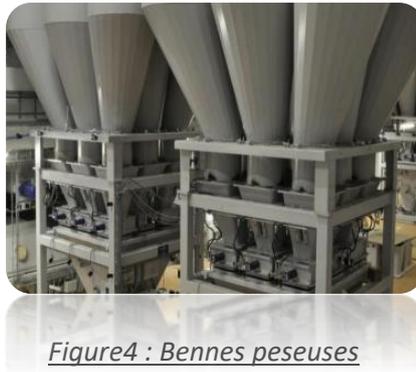
*Figure :3 Silos de stockage*

## C. Dosage :

Permet de mesurer la quantité de matière première à incorporer dans l'aliment.

-L'usine dispose de trois bennes peseuses « BP1 et BP2 et BP3 », la première Correspond aux matières vrac, la deuxième correspond aux matières sac et la troisième correspond aux vitamines.

- Une fois qu'on dose les matières premières, elles sont dirigées vers une grande trémie pour un premier mélange grossier, appelé **pré-mélange**.



*Figure4 : Bennes peseuses*

### **D. Mélange :**

Au cours de cette étape, les matières premières broyées partent vers une mélangeuse qui reçoit des compléments, des additifs et des liquides nécessaires tels que : l'huile, la choline, méthionine et vitamines. Les ingrédients sont mélangés de manière à obtenir une bonne répartition de tous les ingrédients dans la masse du mélange.

### **E. Distribution :**

Selon le type de produit fini désiré « Granulé ou Farine », le mélange est stocké soit directement dans les trémies sous forme de farine destinée à la reproductrice, soit stockés dans les deux cellules de presses

### **F. Granulation :**

Le produit farine arrive à la presse est mélangé à la vapeur d'eau à une température de 76 °C puis il est pressé, la taille des granulés en sortie de la presse dépend de la filière utilisée. Cette étape permet d'humidifier les particules granulées.

### **G. Refroidissement :**

Cette étape permet de diminuer la température et l'excès d'eau des granules sortant de la presse pour éviter la condensation lors de stockage.



*Figure 5: Le refroidisseur*

## H. Emiettage :

L'émietteur (est une machine utilisée dans l'industrie des aliments pour animaux pour le broyage des granulés d'aliments composés) sert à casser les granulés en articiers de variante selon la nature du produit voulu (grande, moyenne, petite miette).

## I. Tamisage :

L'étape de tamisage qui s'effectue à l'aide du tamiseur à l'intérieur duquel s'installent 3 grilles de dimension décroissante qui permet d'éliminer des particules fines ou de sélectionner des particules selon leur taille. Les grands granulés retournent à l'émitteur pour être cassés de nouveau alors que les fines passent vers la presse en suivant les étapes de granulation.

## J. Conditionnements :

Les produits finis seront expédiés soit :

- En sac de 50Kg, à l'aide d'une ensacheuse.
- En vrac, directement dans des camions citernes à partir des cellules de vidange.



*Figure6 : Ensachage*



*Figure 7: Distribution en vrac*

# *CHAPITRE III*

## *LES TOURTEAU*

### *---- Présentation et Définitions ----*

## I. DEFINITION :

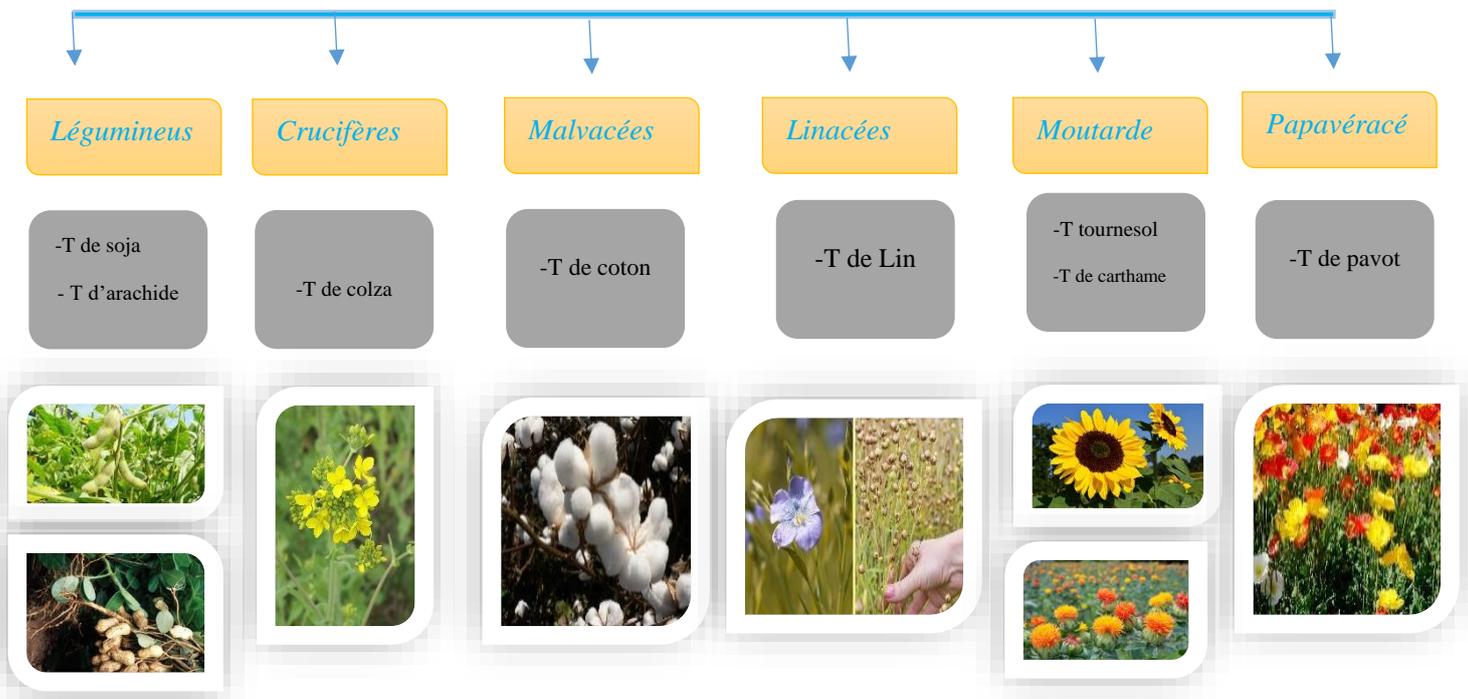
Les tourteaux sont les résidus solides obtenus après extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux. Ce sont les coproduits (sous-produits) de la trituration, c'est-à-dire l'industrie de fabrication de l'huile.

Les tourteaux constituent la deuxième classe d'aliments la plus importante après les céréales. En effet, ils représentent la principale source de protéines en alimentation aviaire.

## II. TYPES DE TOURTEAUX :

Il existe autant de sortes de tourteaux qu'il y a de plantes oléagineuses exploitées, ils peuvent être répartis comme suit :

### A. LES TOURTEAUX ISSUS DES DICOTYLEDONES



### B. LES TOURTEAUX ISSUS DES MONOCOTYLEDONES :

Tourteaux de Coprah  
(Noix de coco)

Tourteaux de  
Palmiste

Tourteaux de germe de  
céréales en particulier  
celui du maïs



### III. TOURTEAUX UTILISES EN ALIMENTATION ANIMALE :

Les principaux tourteaux utilisés en alimentation animale au Maroc sont :

- ❖ Le soja
- ❖ Le colza
- ❖ Le tournesol
- ❖ L'arachide

Les tourteaux ne sont pas tous utilisables en alimentation animale, soit :

- ▲ Parce qu'ils n'ont aucune valeur alimentaire, par exemple le tourteau de karité qui est trop riche en lignine.
- ▲ Parce qu'ils sont toxiques en particulier le tourteau de ricin qui contient de la ricine.

### IV. LE TOURTEAU DE SOJA :

#### A. DEFINITION :

Le **tourteau de soja** est un produit dérivé du soja utilisé en alimentation animale, et marginalement en alimentation humaine, principalement comme supplément protéique, mais aussi comme source d'énergie métabolisable. En moyenne, 1 kg de soja donne 0,8 kg de tourteau de soja.

Dans la plupart des pays du monde, le tourteau de soja est la principale source de protéines alimentaires pour les volailles. Il est rare que les aliments pour les volailles ne contiennent pas au moins 10%, et certains peuvent en contenir jusqu'à 35%.

#### B. LE TOURTEAU DE SOJA UNE SOURCE DE PROTEINE ESSENTIELLE :

Depuis quelques années, des efforts considérables ont été déployés en vue de promouvoir la production de matières premières pouvant fournir à l'alimentation animale les protéines dont elle a besoin. Les caractéristiques du soja et ses apports nutritionnels (excellente source de protéines de bonne qualité, d'énergie, d'acide linoléique, de lysine et de vitamine E) en font une matière première recherchée dans l'alimentation des volailles, attrayante lorsque son coût lui permet de substituer d'autres sources protéiques et de matières grasses.

Le tourteau de soja constitue la principale source d'acides aminés dans la plupart des aliments destinés au bétail, Il représente plus de 50% du total de la production mondiale de tourteaux de protéines.

En effet il constitue une source riche en protéines à forte teneur en lysine. Cependant, la méthionine et la cystine sont limitantes. Les analyses des acides aminés réalisées sur un grand nombre d'échantillons de tourteaux de soja provenant de divers endroits du monde sont illustrées dans la (figure n°8).

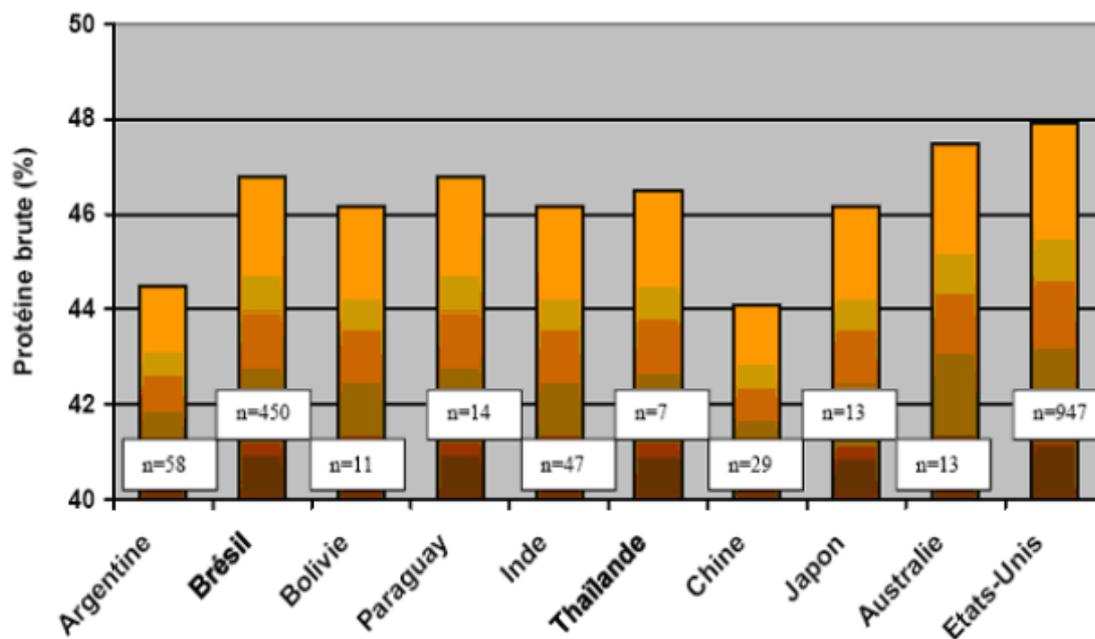


Figure 8: La teneur en protéine brute du tourteau de soja par pays (2020)

La figure n°8 illustre la teneur en protéine brute du tourteau de soja en fonction du pays d'origine (n est le nombre d'échantillons analysés). Pour la plupart des pays, les échantillons de tourteau de soja contenaient entre 46 et 47 % de protéine brute. Les échantillons de tourteau de soja d'origine américaine présentaient le niveau le plus élevé, avec un pourcentage de 47,8%, tandis que les échantillons en provenance d'Argentine et de Chine présentaient des taux nettement inférieurs à une teneur en protéine brute de 46%.

### C. LE TOURTEAU DE SOJA UNE SOURCE DE PROTEINES IDEALE POUR LES VOLAILLES :

Le soja est utilisé comme source de protéines (d'acides aminés) dans les régimes alimentaires des humains depuis plus de 5000 ans. Le soja a été introduit aux Etats-Unis au début du 20e siècle, principalement pour sa teneur en huile. Plus tard, on découvrit que le sous-produit de meunerie constituait un aliment de choix pour le bétail et la volaille lorsqu'il était

correctement transformé. Dès 1917, il a été démontré en nourrissant des rats avec du soja, que le soja cru était inférieur du point de vue nutritionnel au soja correctement traité à la chaleur. Depuis cette époque, le tourteau de soja est devenu la principale source de protéines pour la volaille et le bétail à travers le monde, (figure n°9). Il est la norme à laquelle les autres sources de protéines sont comparées. Il est également devenu la source de protéines servant à déterminer le prix des protéines destinées à l'alimentation du bétail à travers le monde.

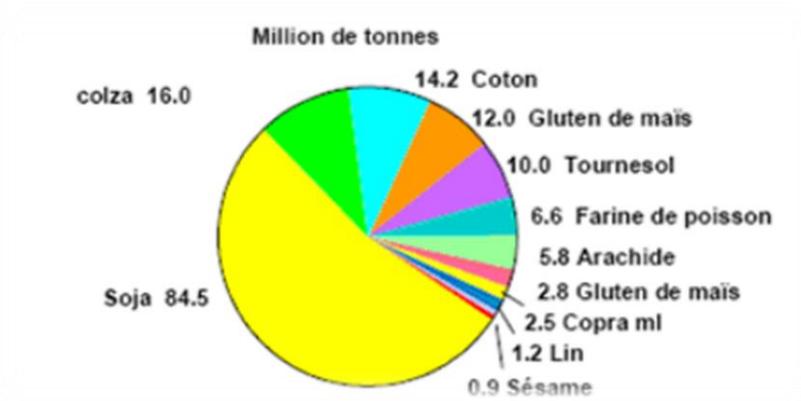


Figure9 : La production mondiale des différentes sources des protéines par Million de tonnes (2020).

La production mondiale de soja a explosé depuis 40 ans et a connu une croissance annuelle moyenne bien plus rapide que celle des **céréales** (+5 % par an environ pour le soja, 2% pour le blé, 3 % pour le maïs).

#### Production mondiale de soja

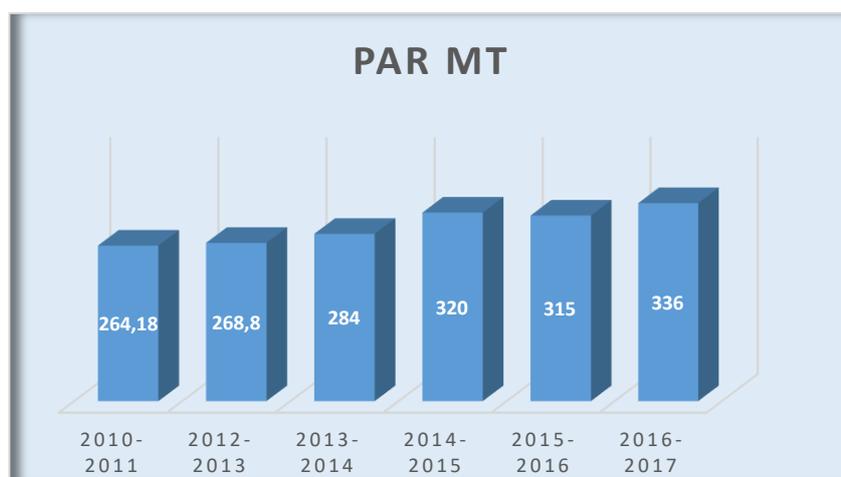


Figure10 : La production mondiale de soja depuis 2010 jusqu'à 2017 en Million de tonnes.

(United States Département of Agriculture (Sources : USDA, CIC, FAO))

Aux Etats-Unis, le tourteau de soja est la première source de protéines complémentaires dans les régimes des volailles, des porcs et du bétail, d'où États-Unis d'Amérique est le plus grand producteur de soja au monde avec 123 664 230 tonnes de production par an (figure n°11).

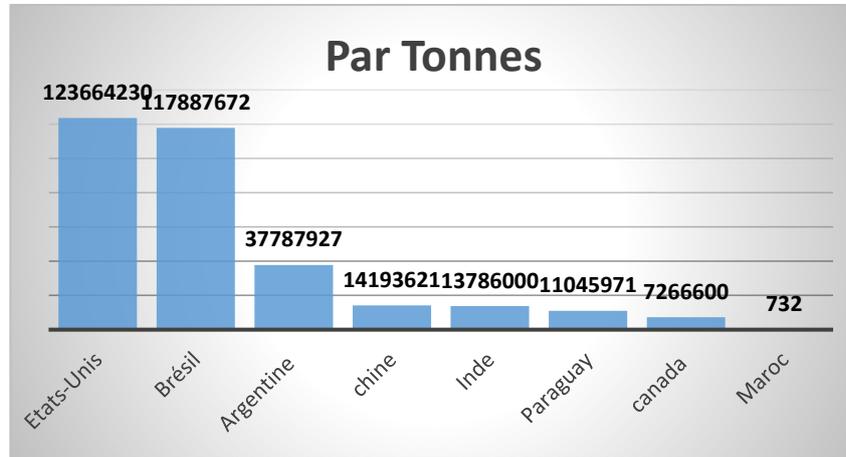


Figure 11: Production mondiale de soja par pays en 2018

Le tourteau de soja comme source de protéines complémentaires dans l'alimentation des volailles et un choix excellent pour plusieurs raisons :

- ✚ La teneur en protéines du tourteau de soja est très élevée par rapport à d'autres sources de protéines végétales.
- ✚ Le tourteau de soja possède un excellent profil en matière d'acides aminés et d'autres nutriments, y compris le potassium et des vitamines telles que la choline, l'acide folique, la riboflavine, l'acide nicotinique, l'acide pantothénique et la thiamine.
- ✚ Le tourteau de soja possède un excellent rapport lysine/protéines.
- ✚ Lorsqu'il est correctement traité, le tourteau de soja ne contient aucune toxine ni aucun facteur antinutritionnel pouvant affecter le rendement des volailles ou du bétail.

Par rapport à d'autres sources de protéines végétales, il contient peu de fibres et beaucoup d'énergie.

Tableau3 : Principaux nutriments dans un échantillon de tourteau de soja traditionnel.

Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de soja cru					
Apport énergétique	Principaux composants	Minéraux et oligo-éléments	Vitamines	Acides aminés	Acides gras
--Joules : 810kj -Calories:432kcal	-Glucide : 20,8g -Fibres alimentaires : 13g -Protéines : 34,5g -Lipides : 19,2g -Eau : 7,77g	-Potassium : 740mg -Phosphore : 586mg -Magnésium : 253mg -Calcium : 220mg	-Vitamine B5 : 1,36mg -Vitamine B3 : 1,62mg -Vitamine E : 0,85mg	-Lysine : 2290mg -Méthionine : 453mg -Leucine : 2480mg -Arginine : 2590mg	-Acide linoléique : 9040mg -Acides oléique : 4350mg -Acide palmitique : 1930mg

## D. METHODES DE CONTROLE DE LA QUALITE DU TOURTEAU DE SOJA :

Ces tourteaux de soja doivent être traité par la chaleur afin de diminuer ou d'éliminer la présence des facteurs anti-nutritionnelles. Ce processus de traitement par la chaleur est déterminant pour la qualité du produit. En effet un tourteau qui n'a pas été suffisamment chauffé comportera de grandes quantités de facteurs antinutritionnels. En revanche un tourteau soumis à une chaleur excessive peut voir sa teneur en acides aminés digestibles, plus spécifiquement en lysine, considérablement réduites. Il est donc essentiel d'utiliser des tourteaux chauffés de manières adéquates. C'est pourquoi il est nécessaire de disposer des tests permettant de juger la qualité de la cuisson : optimale, sur-cuisson ou sous-cuisson.

Les tests les plus couramment utilisés sont :

- La mesure de l'activité de l'uréase.
- L'indice de la solubilité des protéines dans le KOH 0.2%.
- La mesure de l'indice de dispersibilité des protéines.

### 1. L'analyse de l'activité uréasique :

#### Définition de l'uréase

« Découverte en 1876 par Musculus » L'uréase est une enzyme qui catalyse la réaction d'hydrolyse de l'urée en dioxyde de carbone et ammoniac, selon la réaction suivante :



Cette enzyme contenue dans la graine de soja crue permet de transformer l'urée en gaz carbonique et en ammoniac. La consommation de soja cru en quantité importante dans des rations enrichies en urée pour les ruminants peut conduire à des intoxications ammoniacales, la flore microbienne ne pouvant assimiler la totalité de l'ammoniac produit.

#### Principe

La détermination de l'activité de l'uréase dans les aliments pour animaux est importante dans l'alimentation des animaux. Le taux d'utilisation des protéines diminue chez les animaux

consomment une activité élevée d'uréase. Dans notre pays, l'analyse de l'activité de l'uréase est effectuée en particulier dans les aliments mélangés ajoutés au soja.

-La valeur trouvée de cette activité doit être dans la norme de "0 à 0,1"

### Réactifs

- ❖ Acide chlorhydrique (HCl) 0.1N
- ❖ Solution d'hydroxyde de sodium(NaOH) 0.1N
- ❖ Solution tampon de phosphate 0.05M contenant dans 2L : 8.90g de phosphate disodique (Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ,12 H<sub>2</sub>O) et 6.8 g de phosphate mono potassique (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>).
- ❖ Solution tamponnée d'urée. Fraichement préparée, contenant 30 g d'urée dans 1L d'une solution tampon.

### Mode opératoire

- ✚ Broyer l'échantillon
- ✚ Dans 2 tubes, à essai à bouchon rodé, ajouter 0,2 g de l'échantillon broyé (Tube n°1= essai à blanc, tube n°2= essai réel).
- ✚ Ajouter 10 ml de solution tamponnée d'urée dans les 2 tubes, boucher immédiatement et agiter rigoureusement. Porter les tubes dans le bain d'eau réglé à 30°C exactement et laisser 30 min, sortir le tube à essai N°2 du bain marie, le refroidir et ajouter 10 ml d'acide chlorhydrique 0.1 N. Transvaser quantitativement le contenu des 2 tubes dans un récipient à titration.
- ✚ Titrer immédiatement et rapidement les 2 tubes au moyen de la solution d'hydroxyde de sodium 0.1N par électrométrie à l'aide d'une électrode de verre jusqu'au pH 4,7 (Titration en retour).

### Expression des résultats

L'activité uréasique, exprimée en milligrammes d'azote libéré en 1 minute par gramme de produit est donnée par la formule :

$$\text{Activité uréasique} = \frac{14 \times T \times (V_0 - V_1)}{30 \times m}$$

Avec :

**V0**= est le volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium 0.1N utilisé pour l'essai à blanc.

**V1**= est le volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium 0.1N utilisé pour la détermination.

**M**= est la masse en grammes de la prise d'essai.

**T** = est le titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée(0,1N).

Tableau4 : Les valeurs obtenus de l'activité uréasique pour trois échantillons

	E1	E2	E3
T	0,1	0,1	0,1
m	0,2	0,2	0,2
V0	11,28	11,56	12,4
V1	11	11,3	12,2
Activité uréasique	0,065	0,060	0,047

## 2. Analyse du Protéines selon la méthode de Kjeldahl :

### Principe

La méthode Kjeldahl consiste à doser la teneur en protéine brute après une minéralisation effectuée à l'aide d'un excès d'acide sulfurique concentré, en présence de catalyseurs pour accélérer la réaction de décomposition. Après minéralisation, tout l'azote se trouve dans le minéralisât sous une même forme minérale, Après une l'alcalinisation des produits de la réaction puis distillation, l'azote est ensuite dosé par une solution titrée d'acide chloridrique. La détermination des protéines par la méthode Kjeldahl s'effectue en trois étapes :

#### Etape 1 : minéralisation de l'échantillon

Pendant l'étape de la minéralisation, l'azote protéique est transformé en azote ammoniacal par oxydation de la matière organique dans l'acide sulfurique concentré à haute température, en présence d'un catalyseur. L'acide sulfurique concentré a pour but d'oxyder la matière organique et de transformer l'azote protéique en ammoniacque NH<sub>3</sub>.



### Etape 2: distillation de l'ammoniac

Avant de distiller l'ammoniac à la vapeur d'eau, on doit libérer l'ammoniac qui est sous la forme du sel  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  par l'addition d'une solution concentrée de Na OH en excès.



L'ammoniac est ensuite distillé par la vapeur d'eau et piégée dans une solution d'acide borique. L'ammoniac réagit avec l'acide borique pour former des sels borates d'ammonium :



### Etape 3 : titrage de l'ammoniac

L'ammoniac sous la forme de borates d'ammonium est titré directement à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique (HCL) :



On fait un essai à blanc en mettant tous les réactifs sauf l'échantillon, pour soustraire l'ammoniac contenu dans les réactifs de l'ammoniac contenu dans l'échantillon.

### Réactif

- ✓ La soude caustique (NaOH) : 32 %
- ✓ Catalyseur
- ✓ L'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) : 98%
- ✓ L'acide borique ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) : 4%
- ✓ L'acide chlorhydrique (HCL) : 0.1 mol
- ✓ Méthanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) : 70 %
- ✓ Les indicateurs colorés :
- ✓ L'eau distillée

Ce catalyseur contient du sulfate de potassium ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), qui permet d'augmenter la température, et du sulfate de cuivre ( $\text{CuSO}_4$ ) qui agit comme catalyseur de la réaction.

### Mode opératoire

La minéralisation :

- Peser 1g d'échantillon frais homogénéisé avec un papier exempt d'azote comme support et le placé dans un réacteur de minéralisation.
- Un essai à blanc doit être effectué en ajoutant le papier exempt d'azote vide.
- Ajouter 2 tablettes de catalyseur.
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique 98%.



Figure12 : Les matras de KJELDAHL

- Allumer le minéralisateur, choisir le mode Feed.TKN dans le réacteur de minéralisation avec une température de 400°C et une durée de 2h50min.
- Eteindre le minéralisateur, laisser refroidir pendant 30 min puis distiller.

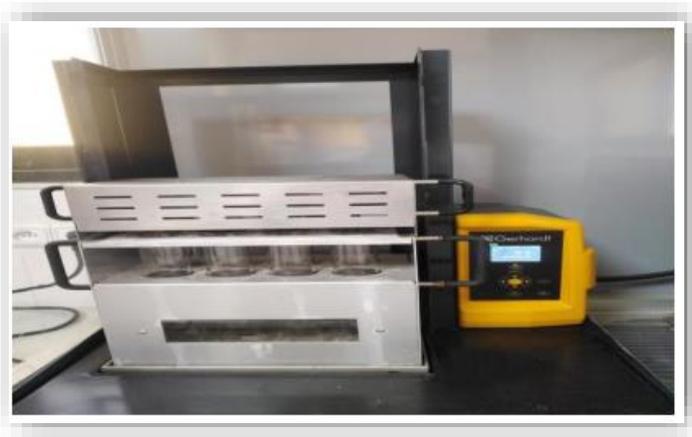


Figure13 : Appareil de minéralisation

### La distillation :

- Préparer 900 ml d'acide borique 4%
- Peser 100mg de Bromocresol green (V) et 100 mg de Méthyl red (R).
- Préparer 200 ml de méthanol (190 ml/Me + 10ml d'eau)
- Dans 2 éprouvettes en prépare dans le premier une solution (A) : 100 ml de méthanol + 100 mg de (V) et dans le deuxième, une solution (B) :100 ml de méthanol + 100 mg de (R).
- On ajoute à900 ml d'acide borique : 100 ml de la solution A + 70 ml de la solution B

- Allumer le Distillateur, choisir le mode Feed.TKN (100ml d'eau et 80 ml de la soude caustique), l'étape de distillation peut être raccourcie à moins de quatre minutes.
- Le distillat est recueilli dans une fiole d'Erlenmeyer remplie d'environ 70 ml d'acide borique coloré, à l'arrière de l'appareil, et ensuite titré avec de l'acide en tant que solution étalon.
- Interrompre la distillation et choisir le mode cleaning (100 ml d'eau distillé, 6min) pour nettoyer le distillateur.



*Figure 14 : Appareil de Le distillation*

### Titrage :

- ✓ Dans une fiole jaugée de 1L, on ajoute 150 ml d'acide chlorhydrique 0.1N et on ajuste à 1L avec l'eau distillé.
- ✓ On titre la solution obtenue lors de la distillation avec l'acide chlorhydrique 0.1 mol
- ✓ À partir de la consommation de solution étalon (H+) lors du titrage de l'excès d'acide borique, on obtient par simple conversion la teneur d'azote de l'échantillon initial, en pourcentage, On utilise pour cela l'équation suivante :

$$\% N = (C_{eq} * (V - VBL) * M * 100 \%) / E$$

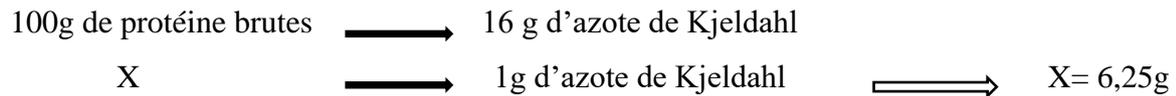
Avec :

- ✓  $C_{eq}$  : concentration équivalente de solution étalon [mol/l]
- ✓ V : consommation solution étalon échantillon [l]
- ✓ VBL : consommation solution étalon pour blanc [l]
- ✓ M : masses molaires azote [g/mol]
- ✓ E : poids net de l'échantillon [g].

Et on obtient :

$$\%P = \%N * 6.25$$

Le facteur 6.25 est utilisé pour convertir l'azote de Kjeldahl en protéines brutes (100 g de protéines brutes égale à 16 g d'azote de Kjeldahl).



$M(N) = 0,014 : 14$  (la masse molaire d'azote) multiplié par 0,001 (pour convertir l'unité du volume en litre)

Et  $C_{eq} = 0,1 \text{ N}$

### Expression des résultats

*Tbleau5 : les valeurs obtenus pour trois échantillon*

	Ech1	Ech2	Ech3
V <sub>de titrage</sub> (ml)	8,32	9,5	8,47
V <sub>blanc</sub> (ml)	1	1	1
E (g)	1,0064	1,0015	1,0054
N%	6,95	6,98	6,96
P%	43 ,43	43,62	43,5

### 3. La solubilité des protéines dans KOH

**Objet :** La méthode permet de déterminer la Solubilité des protéines de tourteaux de soja dans le KOH 0.2%. En générale est compris entre 70% et 85%.

#### Appareillage :

- ✓ Broyeur
- ✓ Balance analytique
- ✓ Un agitateur magnétique

- ✓ Une centrifugeuse tournant à 2700tr/min, garnie de tubes de 50 ml ou équivalent
- ✓ Un équipement Kjeldahl standard

### Réactifs :

- ✓ Solution d'hydroxyde de potassium KOH 0.2 %
- ✓ Les réactifs standards de la méthode Kjeldahl pour l'analyse des protéines

### Mode opératoire :

- ✓ Placer environ 1,5 g d'échantillon dans un bécher de 250 ml, puis ajouter 75 ml de la solution d'hydroxyde de potassium KOH 0.2 %.
- ✓ Agiter le mélange pendant 20 minutes à 75% de la vitesse maximum de l'agitateur magnétique avec un barreau de 3,6 cm de longueur
- ✓ Au bout de 20 minutes, environ 50 ml de liquide est recueilli dans des tubes de centrifugation. Puis centrifuge à 2700 tr/min pendant 10 minutes.
- ✓ Avec la pipette, prélever 15 ml du surnageant et le verser dans un matras de Kjeldahl et suivre la procédure de Kjeldahl afin de déterminer la quantité d'azote.



Le surnageant



Figure14 : Centrifugeur

### Expression des résultats :

Le pourcentage de protéines soluble dans la potasse (PS%):

$$PS\% = \frac{V \times N \times 0.014 \times 100 \times 6.25}{0.3}$$

0.3

AVEC :

V : volume du titrage en ml de l'échantillon testé selon la méthode Kjeldahl.

N : la normalité de la solution du titrage dans la méthode Kjeldahl.

Le facteur **6.25** est utilisé pour convertir l'azote de Kjeldahl en protéines.

0,3 en gramme c'est la quantité du produit dans 15ml de KOH à 0,2 %

1,5g  $\xrightarrow{\quad}$  75ml  
X  $\xrightarrow{\quad}$  15 ml  $\xrightarrow{\quad}$  X=0,3

L'indice de solubilité (IS) dans une solution de potasse à 0.2 % :

$$\text{IS} = \frac{\% \text{ protéine solubles dans KOH} \times 100}{\% \text{ protéines totales}}$$

*Tableau 6 : les résultats de trois échantillons*

	E 1	E 2	E3
N	0,1	0,1	0,1
V(ml)	12	11,5	13,3
%P Totale	45,59	48,41	46,99
%P soluble dans KOH	35	32,66	38,8
Indice de solubilité(%)	76,77	71,64	85,1

#### 4. L'indice de dispersibilité des protéines (IDP)

Le test d'indice de dispersibilité des protéines est, lui aussi, basé sur la solubilité des protéines des graines de soja. Pour ce test, la solubilité est mesurée dans de l'eau. Un échantillon de tourteau de soja broyé est associé à de l'eau et mélangé dans un mixer pendant 20 minutes. Il est ensuite centrifugé ou filtré et l'azote soluble est mesuré par une méthode standard et convertie en protéines brutes solubles.

Tous ces tests sont relativement faciles à réaliser et peuvent être effectués dans la plupart des laboratoires de contrôle de qualité des aliments pour animaux. Ils s'appliquent aux graines de soja, au tourteau de soja et aux graines de soja entières et sont indiqués pour les volailles.

#### Mode opératoire :

- Ajouter 300ml de l'eau distillée à 20g de tourteau de soja.

- ✚ Agiter le mélange pendant 20 minutes à une température de 22°C.
- ✚ Avec la pipette, prélever une quantité du surnageant et le verser dans un matras de Kjeldahl et suivre la procédure de Kjeldahl afin de déterminer la quantité d'azote.

### **Expression des résultats :**

*Tableau7: les valeurs trouvés pour trois échantillon*

	E1	E2	E3
N	0,1	0,1	0,1
V(ml)	8,88	10,42	10,7
Indice de solubilité(%)	16,08	19,45	19,35

### **Interprétation**

Tableau 8: Les différentes spécifications concernant les tests pratiqués sur le soja.

	Critères	
	% IDP	% sol. KOH
Soja cru	85	90 à 99
Soja insuffisamment cuit	30 à 70	Sup. à 85
Soja correctement cuit	15 à 30	70 à 85
Soja sur-cuit	inf. à 15	inf. à 70

- D'après les résultats obtenus on constat que les tourteaux de soja utilisés ou sein de la société SAVOB sont correctement cuit.

# *CHAPITRE IV*

## *ALIMENTATION*

### *---- Du poulet de chair ----*

## Introduction :

Dans les élevages de volailles, le poulet occupe une place privilégiée. Très apprécié pour ses qualités gustatives et nutritionnelles, le poulet de chair (c'est-à-dire le poulet élevé pour sa viande) est élevé selon des conditions propres aux différents types d'élevage. L'alimentation joue un rôle majeur dans la croissance, le poids et la vitalité du poulet de chair, de même que pour les qualités organoleptiques de sa viande.

Conformément à l'alimentation des poulets de chair est composée de céréales complètes (blé, maïs pour l'essentiel). Les poulets de chair ont aussi des besoins importants en protéines, vitamines et oligo-éléments. C'est pourquoi des matières premières telles que le colza, le tournesol (oléagineux), le pois et le soja seront incorporées à leur alimentation, complétée essentiellement par des apports en vitamines et en minéraux (sous forme de compléments alimentaires).

Des recettes alimentaires adaptées à chaque stade physiologique du poulet sont conçues par des nutritionnistes. La présentation (taille des granulés, aspect...) et la composition sont adaptées graduellement en fonction de l'âge et de la croissance du poulet de chair. La conduite alimentaire repose ainsi en pratique sur une gamme d'au moins 3 aliments qui couvrent les besoins des poulets lors des 3 principales phases de l'élevage : **démarrage**, **croissance** et  **finition**.

### 1. Alimentation en phase de démarrage

La phase de démarrage consiste à élever des poussins entre l'âge d'1 jour et de 28 jour. Il n'y a alors pas de différences entre l'élevage de poules pondeuses et de poulets de chair.

Les poussins sont maintenus dans des éleveuses et disposent d'une source de chaleur de 35 °C, d'abreuvoirs et de mangeoires adaptés.

Le poussin est nourri avec des aliments de démarrage. Certains industriels proposent cependant des démarrages « spécial poulet de chair » riches en protéines (**démarrage 1 et 2**



*PC01 : Démarrage 1 (1à 22 jour)*



*PC02 : Démarrage 2 (22 à 28jour)*

## **2. Alimentation en phase de croissance**

La phase croissance correspond à la période 28 – 63 jours d'âge du poulet en filière courte pendant laquelle il consommera environ 75 à 85 g d'aliment par jour soit en moyenne 2,9 kg sur cette période.



*PC 03*

## **3. Alimentation en phase de finition**

La phase de finition est la dernière période d'élevage, dont la durée dépend essentiellement de l'âge à l'abattage qui peut aller de 81 à 140 jours d'âges en fonction des élevages et des circuits de commercialisation.



*PC04*

## CONCLUSION

La qualité des protéines de tourteaux de soja est liée à la réduction des facteurs antinutritionnels, donc il faut détruire ces dernières, en traitent thermiquement les grains de soja pour éviter une baisse de la performance de l'animal, et d'après les résultats obtenus pour chaque des analyses effectuées on constat que les tourteaux de soja utilisés au sein de la société SAVOB sont correctement cuit.

## *Références bibliographiques*

<https://www.fellah-trade.com/fr/filiere-vegetale/chiffres-cles-oleagineuses>

<https://www.velp.com/fr-ww/la-methode-kjeldahl-1.aspx>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode\\_de\\_Kjeldahl](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_de_Kjeldahl)

<https://www.laboratuvar.com/fr/gida-analizleri/kimyasal-analizler/ureaz-aktivitesi-tayini>

<https://microbiologie-clinique.com/test-urease>

<https://www.planetoscope.com/cereales/200-production-mondiale-de-soja>