

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche
Scientifique

Université Mentouri De Constantine
Faculté Des Sciences

Département Des Sciences Vétérinaires
El-Khroub

N° d'ordre :.....
Série :.....

Mémoire
Présenté Pour L'obtention Du Diplôme De Magister En Médecine
Vétérinaire

Option : Pathologie
Spécialité : Aviculture Et Pathologie Aviaire
Par : OUAREST ABDELOUAHAB

Thème :
LE SOJA DANS
L'ALIMENTATION DU POULET
DE CHAIR
Aspects qualitatif et
quantitatif

Soutenu le 11 / 03 / 2008

JURY DE SOUTENANCE :

PRESIDENT :	Dr.MEZIANE T	Professeur	Université de Batna
RAPPORTEUR :	Dr.TLIDJANE.M	Professeur	Université de Batna
EXAMINATEUR :	Dr.BENMAKHLOUF. A	Professeur	Université de Constantine
	Dr.ALOUI. N	Professeur	Université de Batna

REMERCIEMENTS

Nous remercions notre dieu, tout puissant, de nous avoir donné l'énergie nécessaire pour mener à bien ce projet.

*Ce travail a été revu, certifié et approuvé par le **Dr. TLIDJEN Majid**, Professeur à l'université de Batna. Nous le remercions tout d'abord pour nous avoir fait confiance, ensuite pour ces conseils précieux, ses orientations judicieuses et ses directives efficaces. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.*

Notre vive reconnaissance s'adresse également :

*A monsieur **BENMAKHLOUF A**, Professeur à l'université de Constantine, pour toute son aide, ces efforts et sacrifices pour la réussite de cette post graduation et surtout de nous avoir fait confiance.*

*Au docteur **MEZIANE Toufik** Professeur à l'université de Batna, pour nous avoir honoré en acceptant de présider notre jury de soutenance.*

*Au docteur **ALLOUI Nadir** professeur à l'université de Batna, pour avoir accepté de prendre part au jury chargé d'examiner notre travail.*

A la société VETAM, pour leur aide précieuse.

SOMMAIRE

INTRODUCTION :

CHAPITRE 1

LES TOURTEAUX : PRESENTATION ET DEFINITIONS

I. DEFINITION	1
II. TYPES DE TOURTEAUX	1
1. LES TOURTEAUX ISSUS DES DICOTYLEDONES	1
2. LES TOURTEAUX ISSUS DES MONOCOTYLEDONES	2
III. TOURTEAUX UTILISES EN ALIMENTATION ANIMALE	3
IV. LE TOURTEAU DE SOJA	4
1. DEFINITION	4
2. LE TOURTEAU DE SOJA UNE SOURCE DE PROTEINE ESSENTIELLE	4
3. LE TOURTEAU DE SOJA UNE SOURCE DE PROTEINES IDEALE POUR LES VOLAILLES	6
4. NORMES OFFICIELLES DE QUELQUES PRODUITS DE SOJA	10
5. PRODUITS DE SOJA ET PROCESSUS DE PRODUCTION	11
6. DESCRIPTION ET CLASSIFICATION DES PRODUITS DE SOJA	13
7. QUALITE DU TOURTEAU DE SOJA	13
7.1 QUALITE DE BASE	14
7.2 QUALITE SUPERIEURE	15
8. METHODES DE CONTROLE DE LA QUALITE DU TOURTEAU DE SOJA	17
8.1 LE TEST D'UREASE	18
8.2 LE TEST DE SOLUBILITE DES PROTEINES DANS LE KOH	18
8.3 L'INDICE DE DISPERSIBILITE DES PROTEINES (IDP)	18
9. STOCKAGE ET MANUTENTION DU TOURTEAU DE SOJA	19
9.1 TENEUR EN HUMIDITE	19
9.2 RECHAUFFEMENT	19
9.3 CHANGEMENT DE COULEUR ET D'APPARENCE	19
9.4 ODEUR DE MOISI	20
9.5 PRESENCE D'INSECTES	20

9.6 FORMATION D'AGREGATS	20
CHAPITRE 2	
ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR	
I. INTRODUCTION.....	21
II. RAPPELS SUR LES METABOLISMES DES OISEAUX.....	21
1. METABOLISME GLUCIDIQUE.....	23
1.1 BESOINS ENERGETIQUES CHEZ LES OISEAUX.....	23
2. METABOLISME AZOTEE	24
2.1 ACIDES AMINES INDISPENSABLES	24
2.2 DISPONIBILITE DES ACIDES AMINES	24
2.3 VALEUR NUTRITIONNELLE DES ACIDES AMINES.....	25
2.4 BESOINS PROTEIQUES.....	26
III. FORMULATION PRATIQUE DES ALIMENTS	27
1. CLASSIFICATION DES ALIMENTS POUR POULET.....	28
1.1 MATIERES PREMIERES ENERGETIQUES	28
1.2 MATIERES PREMIERES PROTEIQUES	29
2. PREPARATION ET PRESENTATION DE L'ALIMENT.....	29
2.1 LA CONSOMMATION D'ALIMENT.....	30
2.2 LA DIGESTIBILITE DE L'ALIMENT	30
IV. ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR.....	31
1. ALIMENTATION EN PHASE DE DEMARRAGE	31
2. ALIMENTATION EN PHASE DE CROISSANCE	33
3. ALIMENTATION EN PHASE DE FINITION.....	34
CHAPITRE 3	
PARTIE EXPERIMENTALE	
I. PROBLEMATIQUE.....	35
1. INTRODUCTION.....	35
2. OBJECTIF	36
3. EXPERIMENTATION.....	36
II. MATERIEL ET METHODE.....	41
1. ÉLEVAGE D'ETUDE	41
2. ALIMENTATION.....	41
3. LE POIDS MOYEN	42

4. INDICE DE CONSOMATION	42
5. CONVERSION ALIMENTAIRE	42
6. COUT GLOBAL DE PRODUCTION	42
7. MORTALITE	43
8. ANALYSES BIOCHIMIQUES	43
9. PROTOCOLE DE PRELEVEMENT	43
10. ANALYSES STATISTIQUE	44
III. RESULTATS ET DISCUSSION	50
1. PARAMETRES ZOOTECHNIQUE	50
1.1 PHASE DE DEMARRAGE (0-21JOURS)	50
A. EVALUATION DU POIDS MOYEN	50
B. INDICE DE CONSOMMATION	52
C. MORTALITE	54
D. CONVERSION ALIMENTAIRE	55
1.2 PHASE DE CROISSANCE (21-42JOURS)	56
1.3 PHASE DE FINITION (42-60JOURS)	57
1.4 COUT GLOBAL DE PRODUCTION	58
1.5 BILAN ALIMENTAIRE	59
A. BILAN ALIMENT DEMARRAGE	59
B. BILAN ALIMENT CROISSANCE	60
C. BILAN ALIMENT FINITION	61
2. PARAMETRES BIOCHIMIQUES	63
2.1 GLYCEMIE	66
2.2 PROTEINEMIE	67
2.3 CREATININEMIE	69
2.4 ACIDE URIQUE	70
CONCLUSION	73
RESUME	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

Liste des schémas et figures

Schéma n°1 : Répartition des besoins du poulet

Schéma n°2 : Evaluation de la valeur de l'aliment sur terrain.

Figure 1: Principaux pays exportateurs de tourteaux de soja.

Figure 2 : Teneur en protéines brutes du tourteau de soja en fonction du pays d'origine.

Figure 3 : Teneur en méthionine dans la protéine brute du tourteau de soja en fonction du pays d'origine.

Figure 4 : Répartition mondiale de la production de tourteaux oléagineux.

Figure 5: Répartition mondiale de la production de tourteau de soja.

Figure 6 : Graine de soja.

Figure 7 : Représentation schématique de la fabrication des produits de soja.

Figure 8 : Bâtiment agréé sous le numéro 05/09/12/1999 d'une capacité de 5000 sujets.

Figure 9 : Bâtiment agréé sous le numéro 05/06/24/2000 d'une capacité de 5000 sujets.

Figure n°10 : Bâtiment agréé sous le numéro 05/19/02/1981 d'une capacité de 5000 sujets

Figure n°11 : Balance électronique.

Figure n°12 : pesée des poussins.

Figure n°13 : Tube et aiguille.

Figure n°14 : Veine alaire droite chez un poussin âgé de 21 jours.

Figure n°15 : Ponction de la veine alaire droite pour la récolte de sang.

Figures n°16: Récolte de sang.

Figure n°17 : Appareil électrophorèse (SEBIA, DVSE).

Figure n°18 : Automatique analyser (HITACHI, Roch).

Figure 19 : Poids moyen.

Figure 20: Indice de consommation.

Figure 21: Mortalité (%).

Figure 22: Glycémie (g/l).

Figure 23: Protéïnémie (g/l).

Figure 24: Créatinine (mg/l).

Figure 25: Acide urique (mg/l).

Liste des tableaux

- Tableau n°1*** : Principaux nutriments dans le tourteau de soja traditionnel.
- Tableau n° 2***: Digestibilité des indices protéiques dans les régimes des volailles
- Tableau n°3*** : Comparaison du tourteau de soja comme source de lysine avec d'autres sources de protéines.
- Tableau n°4*** : Normes officielles de teneur en quelques composants du tourteau de soja.
- Tableau n°5***: Effets du sous traitement thermique sur la digestibilité des acides aminés de la graine de soja.
- Tableau n°6*** : Effet du sur traitement sur la digestibilité des acides aminés du tourteau de soja
- Tableau n°7*** : Description des méthodes de détermination de la qualité des protéines du tourteau de soja.
- Tableau n°8*** : Effet de la densité énergétique du régime en démarrage et en finition sur le gain de poids (g) et l'efficacité alimentaire, ou indice de consommation (IC)
- Tableau n°9*** : Effet de la finesse de broyage sur la croissance et la consommation du poulet entre 21 et 39 jours.
- Tableau n°10*** : Evolution des poids durant les quatre premiers jours.
- Tableau n°11*** : Apports recommandés pour poussin en démarrage (0-21 jours).
- Tableau n°12*** : Apports recommandés pour poussin en croissance (22-42 jours).
- Tableau n°13*** : Apports recommandés pour poussin en finition (43-56jours),
- Tableau n°14*** : Taux d'incorporation du tourteau de soja dans les régimes alimentaires des trois lots.
- Tableau n°15*** : Poids moyen (g).
- Tableau n°16*** : Indice de consommation.
- Tableau n°17***: Mortalité (%).
- Tableau n°18*** : Gains de poids, conversion alimentaire et couts de production à 21jours.
- Tableau n°19*** : Gains de poids, conversion alimentaire et coûts de production à 42jours.
- Tableau n°20*** : Gains de poids, conversion alimentaire et coûts de production à 60jours.
- Tableau n°21*** : Indice de consommation, poids moyen et coût de production a 60 jours.
- Tableau n°21*** : Coût global de production (DA/Kg).
- Tableau n°23*** : Bilan énergétique et protéique des trois formules d'aliments utilisés en phase de démarrage (0-21jours).

Tableau n°24 : Bilan énergétique et protéique des trois formules d'aliment utilisées en phase de croissance (22-42jours).

Tableau n°25 : Bilan énergétique et protéique des trois formules d'aliment utilisées en phase de finition (43-60jours).

Tableau n°26: Paramètres biochimiques du lot1 (35%).

Tableau n°27: Paramètres biochimiques du lot2 (30%).

Tableau n°28: Paramètres biochimiques du lot3 (25%).

Tableau n°29 : Glycémie (g/l) des poussins des trois lots.

Tableau n°30 : Comparaison statistique des valeurs de glycémie.

Tableau n°31 : Protéïnémie (g/l) des poussins des trois lots.

Tableau n°32 : Comparaison statistique des valeurs de la protéïnémie.

Tableau n°33 : Créatinémie (mg/l) des poussins des trois lots.

Tableau n°34 : Comparaison statistique des valeurs de la créatinémie.

Tableau n°35 : Acide urique (mg/l) des poussins des trois lots.

Tableau n°36 : Comparaison statistique des valeurs de l'acide urique.

INTRODUCTION :

Les progressions spectaculaires des productions et consommations de produits avicoles se retrouvent dans tous les continents.

Le succès récent de l'aviculture en Algérie s'explique de plusieurs façons :

D'abord il s'agit d'élevage à faible inertie du fait que les cycles de production sont beaucoup plus courts que ceux des ruminants, ensuite les produits sont facilement acceptés par les consommateurs, enfin les modestes coûts de production et l'efficacité élevée des différentes matières premières utilisés dans l'alimentation des volailles ont largement contribué à ce succès.

Les progrès dans la nutrition et l'alimentation, sont responsables en partie des progrès des filières avicoles. Aujourd'hui, la maîtrise des techniques de l'alimentation est le moyen le plus puissant pour baisser les coûts de production et améliorer la qualité des produits ; adaptée aux conditions d'élevage, elle permet de corriger au moins partiellement les effets dépressifs dus à l'environnement. Une alimentation équilibrée fait aussi disparaître un certain nombre de risques pathologiques dus à des carences en protéines, vitamines et minéraux.

En aviculture, plus que dans toute autre production animale, la nutrition correctement établie permet aux élevages d'extérioriser pleinement leurs potentiels.

Les aliments destinés aux volailles couvrent aujourd'hui à peu près tous les besoins nutritionnels. Les carences d'apport sont rares et dues le plus souvent à des problèmes d'absorption, ou plus encore à des erreurs humaines, qu'il faut savoir soupçonner comme les fautes de formulation des aliments qui sont dues à l'absence de connaissances adéquates dans ce domaine, ou à l'exigence des éleveurs sur le taux d'incorporation de certaines matières premières dans l'aliment, comme c'est le cas du tourteau de soja dans l'aliment de démarrage et de croissance du poulet de chair, probablement dans un but de diminuer les coûts de production ou l'accélération de la croissance des poulets, pour obtenir un maximum de poids en une durée d'élevage la plus courte que possible.

À l'échelle mondiale, les graines de soja constituent aujourd'hui la principale source de protéine végétale des aliments pour animaux. L'utilisation de tourteau de soja dans l'alimentation animale s'est accrue de façon régulière, malgré quelques fluctuations selon les régions et selon les saisons, l'accroissement de l'utilisation de protéine de soja dans l'alimentation des animaux s'est accéléré au cours des 3 dernières années, avec une moyenne

de 5 % par an. Ainsi, les graines de soja représentent la majeure partie de l'augmentation de la production mondiale de farines protéiques, (J.E.VAN.E, 2001).

Cette utilisation accrue de farines à base de protéines végétales dans l'alimentation des animaux est nettement plus marquée en Europe occidentale, où des restrictions légales ont été mises en œuvre afin d'éliminer presque totalement l'utilisation de protéines animales dans l'alimentation des animaux, (J. E. VAN.E, 2001).

Notre étude, loin de fournir de nouvelles approches explicatives à cet état de fait, a pour objectifs :

- D'évaluer les effets des variations du taux d'incorporation du tourteau de soja dans les rations du poulet de chair sur les niveaux réels des performances zootechniques et paramètres biochimiques ainsi que les coûts de productions enregistrées en conditions optimales d'élevage.
- D'évaluer l'effet de l'augmentation, expérimentale du taux de tourteaux de soja dans la ration du poulet sur ces même paramètres.
- De comparer les bilans (énergétique et protéique) des aliments utilisés dans nos élevages avec ceux des normes internationales.
- D'essayer de déterminer laquelle des formules utilisées par nos fabricants d'aliment se rapprochent le plus des recommandations standard mondiales.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. DEFINITION DES TOURTEAUX: 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. L'huile est utilisée à 85-86% pour la consommation humaine, et le reste sert à la fabrication des savons, détergents, peintures, résines glycérophthaliques, lubrifiants, cosmétiques, ancre, etc. Les tourteaux constituent la 2ème classe d'aliments la plus importante après les céréales. En effet ils représentent la principale source de protéines en alimentation aviaire, (Anonyme 2, 2006).

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, (Claude.T 2005) :

1. LES TOURTEAUX ISSUS DES DICOTYLEDONES :

Légumineuses :

- tourteaux de Soja (Les principaux producteurs sont USA, Brésil, Argentine)
- tourteaux d'Arachide (Afrique).

Crucifères :

- tourteaux de Colza (*Brassica napus*) (France, CEE, Canada)
- tourteaux de Navette (*Brassica campestris* = *Brassica rape*) (USA, Canada).

Tourteaux de moutarde : ces tourteaux toxiques sont aussi appelés "drêches" de moutarde.

- tourteaux de Tournesol (France, CEE)
- tourteaux de carthame, très rare en France, il est essentiellement exploité dans le Maghreb.

Linacées :

- tourteaux de Lin (France et CEE)

Malvacées :

- tourteaux de Coton (Les principaux producteurs sont USA, Inde, Chine). Ce tourteau est très utilisé aux États-Unis. En Europe, la Grèce développe cette culture et devient un exportateur important de tourteau de coton.

Papavéracées :

- tourteaux d'œillette ou pavot, tourteaux très rares aujourd'hui en Europe (la graine oléagineuse est la seule partie du pavot qui soit peu/pas toxique). L'huile de pavot est comestible et peut-être utilisée dans l'industrie.

Juglandacées :

- tourteaux de noix

Oléacées :

- Pour les olives, le terme "grignons" d'olives est utilisé pour décrire les résidus solides de l'extraction de l'huile.

Sapotacées :

- tourteaux de Karité (pays tropicaux), huile utilisé seulement en cosmétique.

Pédialacées :

- tourteaux de Sésame

Euphorbiacées :

- tourteaux de Ricin (attention tourteaux très toxique)

2. LES TOURTEAUX ISSUS DES MONOCOTYLEDONES :

- tourteaux de Coprah. Le coprah (noix de coco) est le noyau (creux) du fruit du cocotier (*Cocos nucifera*).
- tourteaux de Palmiste. Le palmiste est le fruit du palmier à huile. Il est constitué d'un péricarpe, dont on extrait l'huile de palme d'un noyau qui fournit la graisse de palmiste et le tourteau de palmiste. Le tourteau de palmiste est essentiellement exporté d'Indonésie.
- tourteaux de germe de céréales en particulier celui du maïs.

III. TOURTEAUX UTILISES EN ALIMENTATION ANIMALE :

Les principaux tourteaux utilisés en alimentation animale sont :

- le soja, plus de 60% de tous les tourteaux consommés en Europe et 70% consommés en France.
- le colza
- le tournesol

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, soit parce qu'ils sont toxiques en particulier le tourteau de ricin qui contient de la ricine.

La production française de graines oléagineuses de colza et de tournesol est très développée et permet un taux de couverture des besoins nationaux en tourteaux de colza et de tournesol supérieur à 100%.

En ce qui concerne le soja, la production française de graines oléagineuses est très faible. Malgré le développement de sa culture dans le sud-ouest de la France (soja de pays), le taux de couverture des besoins en cette matière est inférieur à 10% (4,7% en 1995). La majorité du tourteau de soja consommé en France est importé des États-Unis, du Brésil et d'Argentine, (figure n°1), (Claude.T, 2005).



Figure n°1: Principaux pays exportateurs de tourteaux de soja,

(Anonyme 2, 2006).

IV. LE TOURTEAU DE SOJA :

1. DEFINITION :

La définition officielle du tourteau de soja qui est généralement utilisée en Amérique est celle qu'a donnée l'AAFCO (l'Association of American Feed Control Officials) aux tourteaux de soja les plus fréquemment utilisés dans le monde, (Keith.C, 1999):

- ***Le tourteau de soja décortiqué extrait par solvant :*** il est obtenu en meulant les flocons restant après extraction par solvant de la plus grande partie de l'huile du soja décortiqué. Sa teneur en cellulose brute ne peut excéder 3,5%. Il peut contenir du carbonate de calcium ou un agent d'anti-agglutination sans dépasser la limite de 0,5% de façon à réduire l'agglutination et à améliorer la fluidité. Lorsqu'il entre dans la composition d'un aliment transformé, il peut être identifié sous le terme tourteau de soja décortiqué. La mention " extrait par solvant " ne doit pas être reprise lorsque l'on cite un ingrédient d'un aliment fabriqué, (AAFCO, 1999).
- ***Le tourteau de soja, extrait par solvant :*** il est obtenu en meulant les flocons restant après extraction par solvant de la plus grande partie de l'huile du soja. Sa teneur en cellulose brute ne peut excéder 7,05%. Il peut contenir du carbonate de calcium ou un agent anti agglutination sans dépasser la limite de 0,5% de façon à réduire l'agglutination et à améliorer la fluidité. La mention " extrait par solvant " ne doit pas être reprise, (AAFCO, 1999).

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 volailles ne contiennent pas au moins 10%, et certains peuvent en contenir jusqu'à 35%, (William.A et Dudley.C, 2003).

2. 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, (Benabdeljelil.K, 1999).

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, (Johann.F, 2005).

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°2 et 3), (Robert.A et Swick, 2001).

La valeur attribuée à la protéine de soja est de 100% elle représente la plus haute valeur pouvant être attribuée à une protéine, cette valeur signifie qu'après la digestion de la protéine de soja, une unité de protéine fournit 100% de l'apport en acides aminés, (Quinsac.A et al 2005).

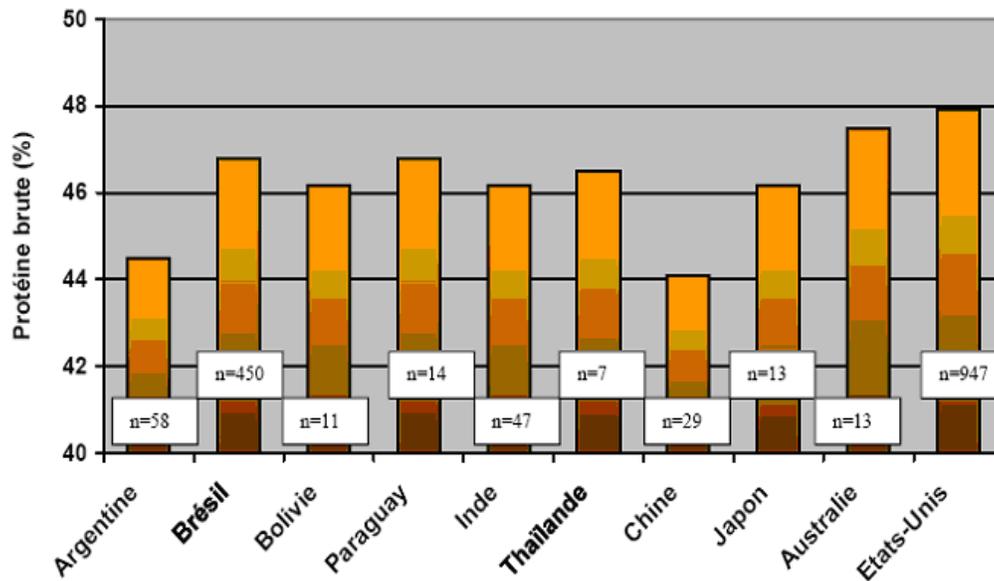


Figure n° 2: Teneur en protéines brute du tourteau de soja en fonction du pays d'origine, (Johann.F 2005).

La figure n°2 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%.

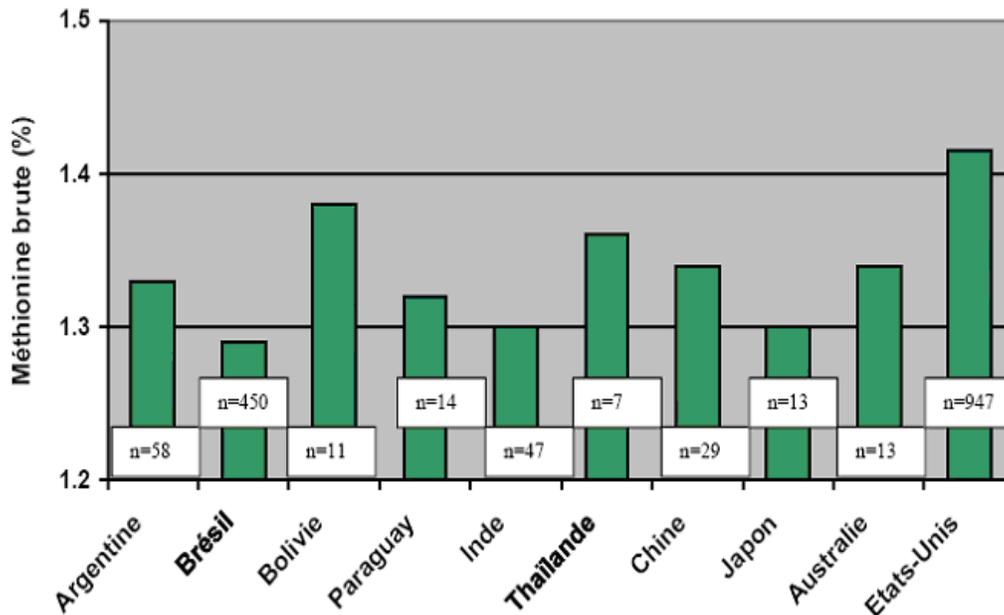


Figure n°3 : Teneur en méthionine dans la protéine brute du tourteau de soja en fonction du pays d'origine, (Johann.F 2005).

La Figure n°3 donne un aperçu sur la variation de la concentration en méthionine dans la protéine brute du tourteau de soja entre les pays d'origine (n est le nombre d'échantillons analysés). La comparaison du taux de méthionine du tourteau provenant d'Argentine, de Chine et du Brésil révèle que la faiblesse des niveaux de protéine brute n'est pas forcément synonyme de faiblesse des concentrations de méthionine ou d'autres acides aminés. Par conséquent, la formulation d'aliments pour animaux suivant le Concept de la protéine idéale exige que les matières premières soient achetées en fonction de leur teneur en acides aminés plutôt qu'en fonction de leur niveau de protéine brute.

3. 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°4). 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, (Britzman, 1994).

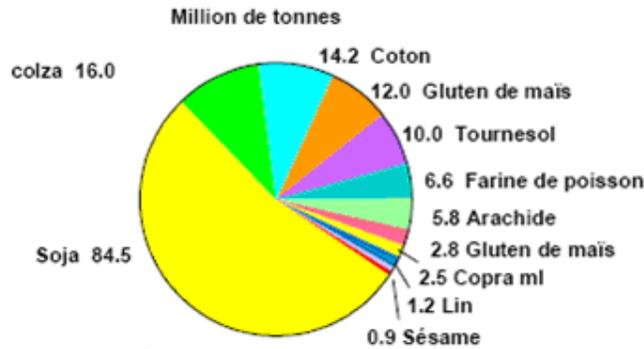


Figure n°4 : Répartition mondiale de la production de tourteaux oléagineux. (United soybean board), 1998.

De 1988 à 1998, la production mondiale de soja a augmenté de 56.43%. En 1988, 101 millions de tonnes de soja ont été produites dans le monde. En 1998, la production de tourteau de soja s'est élevée à 157 millions de tonnes.

Aux Etats-Unis, le tourteau de soja est la première source de protéines complémentaires dans les régimes des volailles, des porcs et du bétail, (figure n°5). En 1998, 13,28 millions de tonnes de tourteau de soja ont été utilisées dans les régimes des volailles. Dans de nombreuses compositions alimentaires, aujourd'hui Les volailles consomment 52,9% du tourteau de soja utilisé aux Etats-Unis, (Darwin.G et Britzman, 1994).

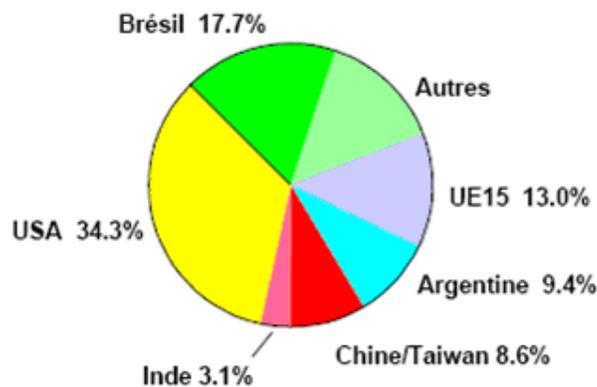


Figure n° 5 : Répartition mondiale de la production de tourteau de soja. (United soybean board), 1998.

Selon (Darwin.G et Britzman 1994), Le tourteau de soja comme source de protéines complémentaires dans l'alimentation des volailles est un choix excellent pour plusieurs raisons, entre autres les suivantes :

1. La teneur en protéines du tourteau de soja est très élevée par rapport à d'autres sources de protéines végétales.

2. 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, ainsi que l'illustre le (tableau n°1).

Les acides aminés contenus dans le tourteau de soja sont hautement digestibles, (Le tableau n°2) Présente une comparaison de la digestibilité par rapport à d'autres sources de protéines. Parmi toutes les sources de protéines communément disponibles, le tourteau de soja possède la digestibilité la plus élevée pour la lysine (91%). Ses résultats sont également élevés pour la digestibilité de la méthionine, la cystine et la thréonine. La méthionine est le premier indice protéique dans la plupart des régimes des volailles. De plus, les variations au niveau de la digestibilité sont inférieures pour le tourteau de soja, comparativement à d'autres farines d'oléagineux. La valeur relative du tourteau de soja en tant que source de lysine par rapport à celle d'autres compléments protéiques est présentée dans le (tableau n°3).

3. Le tourteau de soja possède un excellent rapport lysine/protéines.

4. il est une source agréable au goût de protéines complémentaires. Il n'affecte pas l'acceptabilité du goût des rations destinées aux volailles et au bétail.

5. 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.

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

7. Le tourteau de soja peut être utilisé comme source unique de protéines Complémentaires pour tous les types de volaille, à tous les stades de la croissance ou de la production. Dans la plupart des régimes des volailles, il fournit 80% des acides aminés alimentaires.

8. Un stock sans cesse plus abondant de tourteau de soja est mis à la disposition de la majeure partie du monde.

9. Dans l'ensemble, le tourteau de soja est une source de protéines au prix compétitif.

10. La qualité du tourteau de soja est relativement régulière par rapport à celle d'autres tourteaux.

Tableau n°01 : Principaux nutriments dans le tourteau de soja traditionnel.

(Britzman, 1994).

<i>Composants</i>	<i>Tourteau de soja décortiqué</i>
Matières sèche	88,4
protéines	47,5
Extrait d'éther	1,0
Fibre alimentaires	3,9
Méthionine	0,67
Cystine	0,72
Lysine	2,90
Tryptophane	0,74
Thréonine	1,87
Phénylalanine	2,34
Tyrosine	1,95
Valine	2,22
Arginine	3,84
Histidine	1,28
Leucine	3,74
Isoleucine	2,12
Energiemétabolisable,	2440
Kcal/Kg	2731
Choline, Mg/Kg	0,27
Calcium,%	0,27
Phosphores phytates,% et Potassium,%	1,98

Tableau 02 : Digestibilité des indices protéiques dans les régimes des volailles

(Britzman, 1994).

<i>Sources de protéines</i>	<i>Lysine%</i>	<i>Méthionine%</i>	<i>Cystine%</i>
Farine de sang	86	91	76
Farine de colza	80	90	75
Farine de copra	58	83	48
Farine de gluten de maïs	88	97	86
Farine de graine de coton	67	73	73
Farine de plumes	66	76	59
Farine de poisson	88	92	73
Farine de viande	79	85	58
Farine d'arachide	83	88	78
Farine de déchets de volaille	83	88	78
Tourteau de soja décortiqué	91	92	82
Farine de sésame	88	94	82
Farine de tournesol décortiqué	84	93	78

Tableau n°03 : Comparaison du tourteau de soja comme source de lysine avec d'autres sources de protéines.
(Darwin.G et Britzman, 2005).

<i>Source protéique</i>	<i>% protéines</i>	<i>% lysine</i>
<u>Protéines végétales :</u>		
Tourteau de soja	44	29
Tourteau de soja	46,5	30
Concentré de protéines de soja	66	42
Isolat de protéines de soja	92	52
Farine de luzerne	17	08
Farine de colza	38	22,7
Farine de gluten de maïs	42,1	7,8
Farine de tournesol	45,5	16,8
Farine de graine de coton	41	15,1
Son de blé	15	5,6
Gluten de blé	74	13
Farine basse de blé	16	6,8
Levure de bière, séchée	45	32,3
<u>Protéines animales :</u>		
Protéines de l'œuf	48	33
Farine de poisson	60	47,5
Farine de sang	86	80,2
Soluble de poisson, séchés	54	17,3
Farine de viande et d'os	50	28
Lait écrémé, séché	33	25,4
Petit-lait, séché	12	9,7

4. NORMES OFFICIELLES DE QUELQUES PRODUITS DE SOJA :

Alors qu'il existe un grand nombre de tableaux de composition et de publications relatives au soja, ces données ne peuvent être considérées comme des valeurs standards, particulièrement pour des objectifs commerciaux. Elles sont trop détaillées voir peu pratiques pour des objectifs d'échange ou contractuels. De plus, elles ne fournissent pas les valeurs limites minimales et maximales relatives à un nombre réduit de paramètres facilement identifiables, (NOPA, 1997).

Seuls trois produits de soja (2 tourteaux de soja et l'huile de soja) ont des valeurs standard Utilisés comme références officielles, ils ont été mis au point par la National Oil Processors Association et ont également été publiés par la ASA (l'American Soybean Association) en 1998. Ces normes sont actuellement largement acceptées et fournissent des minimums ou maximums relatifs à quelques paramètres-clés facilement identifiables.

Dans le cas des tourteaux de soja, le principal objectif en est leur classification en deux catégories : le tourteau de soja extrait par solvant et le tourteau décortiqué, (Tableau n°4).

Tableau n°04 : Normes officielles de teneur en quelques composants du tourteau de soja. (Hansen et Peisker, 2003).

Spécifications pour les tourteaux de soja extraits par solvant et décortiqués (%)			
	Min/Max	Tourteau de soja extrait par solvant	Tourteau de soja décortiqué
Humidité	max.	12	12
Protéines	min.	44	47.5 - 49
Matières grasses	min.	0.5	0.5
Fibres brutes	max.	7	3.3 - 3.5
Agent fluidifiant	max.	0.5	0.5

5. PRODUITS DE SOJA ET PROCESSUS DE PRODUCTION :

Plusieurs variétés de soja existent produisant des graines de forme et de couleur très variées. Les formes varient du totalement plat au sphérique et les couleurs vont du jaune au vert, mais peuvent aussi être marron et noir. Les variétés modernes, cultivées essentiellement pour leur teneur en huile, sont généralement de forme sphérique avec des enveloppes de graines jaunes ou vertes (Hansen et Peisker, 2001). (Figure n°6).



Figure n°06 : Graine de soja, (United soybean board, 1998).

Les graines de soja comprennent deux cotylédons qui représentent environ 90 % du poids et l'enveloppe de la graine ou cosse 8 % du poids et deux autres structures plus petites et plus légères : l'hypocotyle et la plumule, Les cotylédons contiennent les protéines et les lipides (huiles) et constituent la composante nutritionnelle principale des produits dérivés de la graine de soja, Ils sont aussi le lieu de stockage des glucides et de différentes autres composantes importantes telles les enzymes (lipoxygénase, uréase) et les facteurs antinutritionnels (FAN), (Berk.Z, 1992).

Les différents produits de soja sont obtenus par séparation ou extraction des différentes composantes de soja. Une gamme étendue de processus de production est appliquée en vue d'obtenir plusieurs produits de soja utilisés dans l'alimentation humaine et animale. La représentation schématisée de transformation du soja en ces différents produits est rapportée dans la Figure n°07.

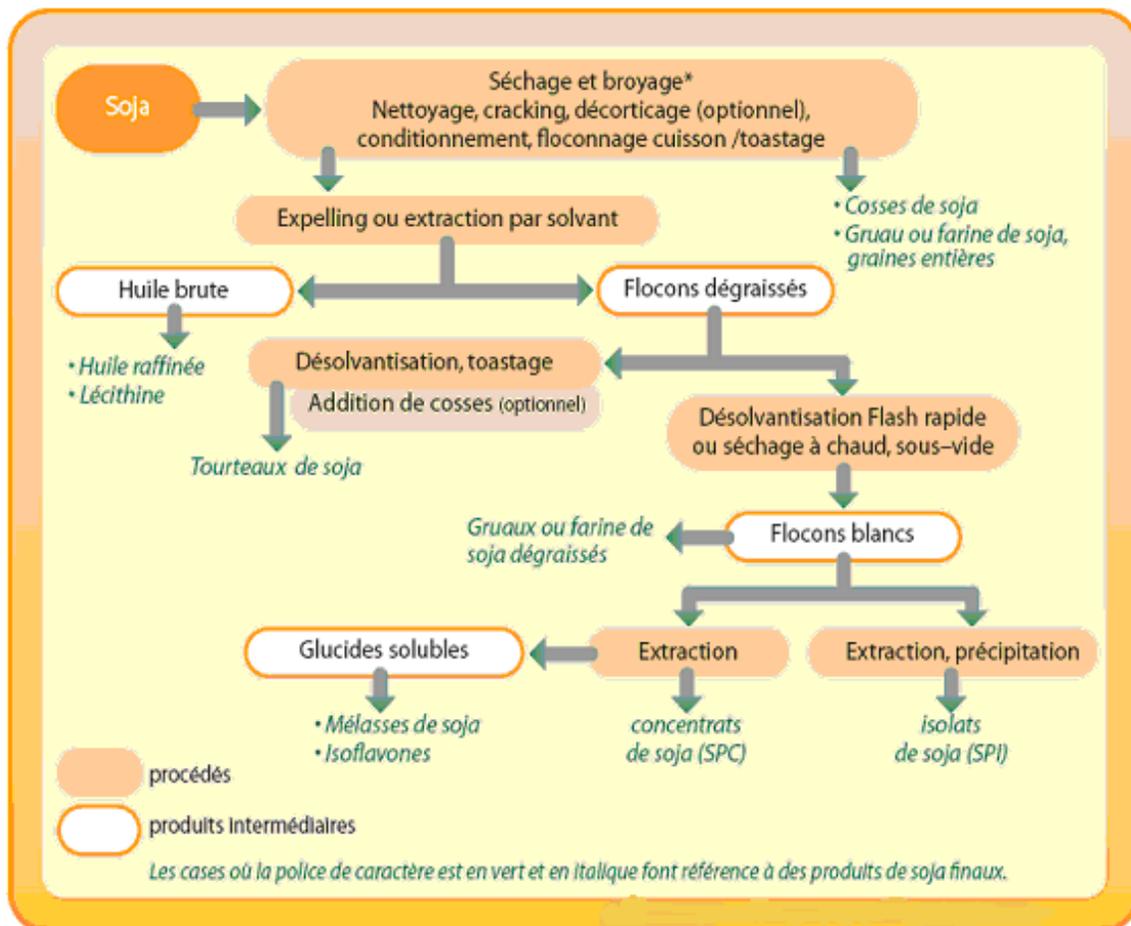


Figure n°07 : Représentation schématique de la fabrication des produits de soja, (NOPA, 1997).

6. DESCRIPTION ET CLASSIFICATION DES PRODUITS DE SOJA :

6.1 LE SOJA GRAINE ENTIERE (SGE) : constitue une excellente source d'énergie et de protéines, avec une valeur particulière dans les régimes destinés à la volaille qui exigent une forte concentration en nutriments, (Navarro.G, 1999). Le SGE ne peut s'utiliser brut en raison du grand nombre de facteurs antinutritionnels que contient la graine. Dès lors, un traitement par la chaleur adéquat doit être effectué préalablement à son utilisation, (Gonzalo.G et Silvia.S, 2005).

6.2 LES GRAINES DE SOJA BROYEES : sont obtenues par le broyage de graines entières de soja, sans cuisson ni extraction d'huile.

6.3 LE TOURTEAU DE SOJA KIBBLED : résulte de la cuisson du tourteau de soja broyé, extrait par solvant sous pression il ne doit pas contenir plus de 7% de fibres brutes.

6.4 LE TOURTEAU DE SOJA EXTRAIT MECANIQUEMENT : il est le produit obtenu par broyage des flocons, présent après élimination de la plus grande partie de l'huile, il ne doit pas contenir plus de 7% de fibres brutes.

6.5 TOURTEAU DE SOJA DECORTIQUE EXTRAIT PAR SOLVANT : il est obtenu après extraction de l'huile de soja par solvant.

6.6 L'HUILE DE SOJA : elle est extraite des graines de soja communément produites pour des besoins de consommation, elle est essentiellement constituée d'esters de glycérides d'acides gras.

7. QUALITE DU TOURTEAU DE SOJA :

Dans la plupart des pays du monde, le tourteau de soja est la principale source de protéines alimentaires pour les porcs et les volailles. Il est rare que les aliments pour volailles n'en contiennent pas au moins 10 %, et certains peuvent en contenir jusqu'à 35 %, (Charles.C et Stallings, 1999).

Le tourteau de soja est par ailleurs une des sources de protéines de bonne qualité et présentant le taux de variabilité le plus faible. Certaines variations peuvent parfois apparaître entre les échantillons et les sources de tourteau de soja, tant du point de vue de la quantité de

nutriments (analyse) que du point de vue de la qualité de ceux-ci (digestibilité), (Michael.M 1997).

Ces variations sont attribuées aux différences entre les variétés de graines de soja, les conditions de culture, celles de stockage et les méthodes de traitement. Le tourteau de soja produit aux Etats-Unis provient généralement de variétés de graines de soja très proches, traitées dans de grandes usines et dans des conditions faisant l'objet de contrôles précis et méticuleux, (William.A et Dudley.C, 2002).

A l'autre extrême, dans certains pays, les variétés de graines de soja cultivées sont très différentes et les usines de traitement sont parfois petites et mal gérées, (Ulysses.A, 1980).

Selon (William.A et Dudley.C, 1999) Le suivi de la qualité du tourteau de soja utilisé dans les aliments est essentiel, pour les raisons suivantes :

- **ECONOMIE** : L'achat d'un tourteau de soja de bonne qualité, vous fournit un maximum de nutriments.
- **PERFORMANCE** : Un tourteau de soja de bonne qualité entraîne une amélioration des performances de croissance et de l'efficacité alimentaire et permet de produire une quantité plus importante d'œufs.
- **LE COUTS** : L'amélioration des performances se traduit généralement par une diminution des coûts par unité de production et par une augmentation des bénéfices.

7.1 QUALITE DE BASE :

La qualité du soja est relativement régulière. Par conséquent, la qualité du tourteau de soja est essentiellement modifiée par les méthodes de traitement, de manutention et de stockage lors de la production et du transport du tourteau, Parmi les facteurs pouvant être modifiés, citons les suivants, (Van J.E, 2001):

Protéines : la teneur en protéines du tourteau de soja traditionnel (44%) sera affectée par la quantité de substances étrangères présentes dans les graines ou par la quantité de coques de soja rajoutées au tourteau lors du traitement. Des effets saisonniers influencent également la teneur en protéines du soja. Ces facteurs modifient la teneur en protéines du tourteau de soja décortiqué et provoquent des variations dans la teneur garantie en protéines, ces garanties varient de 46,5% à 50% de protéines.

Graisse : la teneur en huile du tourteau de soja peut être modifiée par le processus d'extraction par solvant. Si le processus d'extraction est incomplet, la quantité d'huile résiduelle sera élevée. L'huile accroît la valeur énergétique du tourteau de soja, mais, si le tourteau est destiné à être stocké pendant un certain temps, la teneur élevée en huile risque de

le faire rancir. C'est pourquoi un maximum de 1% d'huile dans le tourteau de soja est recommandé. La garantie minimale est de 0,1%. La plupart des tourteaux en contiennent environ 0,5%.

Fibres : la teneur en fibres du tourteau de soja provient principalement des coques qui sont rajoutées au tourteau lors du traitement. Des substances étrangères dans le soja peuvent également accroître la teneur en fibres du tourteau. Naturellement, les fibres atténuent la teneur du tourteau de soja en énergie métabolisable. Les garanties maximales en fibres pour le tourteau de soja extrait par solvant et décortiquées sont respectivement de 7 et de 3,3 à 3,5%.

Humidité : l'humidité maximale dans le tourteau doit être de 12%. Un taux d'humidité supérieur peut provoquer le développement de moisissures dans le tourteau si celui-ci est stocké dans un environnement où la température est élevée. Un taux d'humidité supérieur atténue également sa valeur nutritionnelle.

Taille des particules : le tourteau doit être homogène, couler librement, ne contenir aucune particule grossière ou excessivement fine. Les particules grossières permettent aux volailles de sélectionner le tourteau de soja au milieu des aliments ce qui entraîne des déséquilibres alimentaires ce qui est donc pas souhaitable.

Un tourteau de soja extrêmement fin produit une quantité démesurée de poussière lors des opérations de fabrication et lorsque le tourteau de soja est utilisé dans des aliments sous la forme de farine.

Fluidité : le tourteau de soja est un aliment qui ne coule pas bien dans les silos des usines d'aliments et a également tendance à s'agglutiner ou à former des amas. Par conséquent, des anti-agglomérants et des fluidifiants sont souvent ajoutés au tourteau. Du calcaire (carbonate de calcium) est fréquemment utilisé. Un maximum de 0,5% est recommandé.

7.2 QUALITE SUPERIEURE :

L'efficacité du traitement par la chaleur est critique pour la digestibilité du tourteau de soja. Un tourteau insuffisamment chauffé laissera des résidus d'anti-nutriments qui réduisent la digestibilité, tels que l'anti-trypsine (inhibiteurs de protéase), les protéines allergéniques, la lipoxygénase, l'uréase et les lécithines. Par ailleurs, un traitement par la chaleur excessif réduira la digestibilité de la lysine et d'autres nutriments importants. Pour l'acheteur, il est important d'acheter un tourteau de soja chauffé de façon adéquate, (Peter. M, 2005).

Le but du traitement de la graine de soja est d'appliquer une quantité de chaleur optimale de manière à obtenir le produit le plus nutritif possible. L'insuffisance de traitement thermique, ou sous traitement, aura des conséquences négatives sur la digestibilité des acides aminés car

les facteurs antinutritionnels n'auront pas été suffisamment détruits, (Tableau n°5). Par ailleurs, le traitement thermique excessif, ou sur cuisson, affectera la digestibilité des acides aminés car une partie de ces acides auront été détruits ou se seront liés pour former des composés indigestes, (William.A et Dudley.C, 2003).

Tableau n°5: Effets du sous traitement thermique sur la digestibilité des acides aminés de la graine de soja, (Andersan.H et al, 1992).

<i>Durée d'autoclave (min)</i>	<i>lysine</i>	<i>méthionine</i>	<i>cystine</i>	<i>thréonine</i>
0	73	65	67	64
9	78	70	70	68
18	87	86	83	82

Lorsque l'on applique une chaleur excessive aux graines de soja ou au tourteau de soja, la concentration de certains acides aminés diminue, Le tableau n°6, illustre l'effet d'un traitement thermique excessif (sur cuisson) sur un tourteau de soja commercial, soumis à un traitement par autoclave pendant 40 minutes. Ce traitement a entraîné une diminution significative de la concentration analytique de la lysine et de la cystine ainsi qu'une réduction de leur digestibilité, mais n'a eu aucun, (ou quasiment aucun), effet sur la méthionine et la thréonine. Aussi, la plupart des autres acides aminés n'ont pas été affectés par l'excès de traitement thermique, ou sur cuisson.

Tableau n°6 : Effet du sur traitement sur la digestibilité des acides aminés du tourteau de soja, (Parsons, 1992).

<i>Durée d'autoclave (min)</i>	<i>lysine</i>	<i>cystine</i>	<i>méthionine</i>	<i>thréonine</i>
0	91	82	86	84
20	78	69	86	86
40	69	62	83	83

8. METHODES DE CONTROLE DE LA QUALITE DU TOURTEAU DE SOJA

Le traitement par la chaleur accroît l'utilisation de l'énergie des protéines de la graine par rapport à celle qui est crue, et le degré d'amélioration dépend de la méthode, des conditions

de traitement et de l'espèce à laquelle elle est destinée. L'amélioration de la digestibilité de l'énergie est due en partie à son action sur la protéine et à la libération des graisses qui se trouvent à l'intérieur des cellules, (Gonzalo.G et al, 2000).

Comme la qualité du tourteau de soja est particulièrement sensible à la méthode de traitement, il est important de disposer de méthodes d'évaluation de la qualité, la méthode la plus fiable de l'évaluation de la qualité est incontestablement la réalisation d'études de digestibilité in vivo. Cependant, de telles études nécessitent beaucoup de temps et d'argent, et sont en outre soumises à des variations biologiques, (Darwin.G et Britzman, 2005). Heureusement, il existe des examens en laboratoire plus rapides et plus utiles dans l'évaluation de la pertinence du traitement. Le (tableau n°7) décrit brièvement les trois différents tests qui sont utilisés pour évaluer la qualité du tourteau de soja,

Tableau n°07 : Description des méthodes de détermination de la qualité des protéines du tourteau de soja, (William.A et Dudley.C, 1999).

Brève description des méthodes disponibles pour la détermination de la qualité des protéines du tourteau de soja.

Indice uréasique

1. Mélanger 0,2 g de 10 ml d'urée de solution (3 % d'urée)
2. Installer dans un bain-marie à 30°C pendant 30 minutes
3. Déterminer le pH
4. Calculer l'augmentation de pH (pH final-pH initial)

Solubilité des protéines dans une solution au KOH

1. Mélanger 1,5 g de tourteau à 75 ml d'une solution à 0,2 % de KOH et agiter pendant 20 minutes
2. Centrifuger à 2,500 x g pendant 20 minutes
3. Mesurer l'azote soluble dans la fraction liquide

Indice de Dispersion des Protéines (IDP)

1. Ajouter 20 g de tourteau de soja à 300 ml d'eau distillée déionisée
2. Mélanger à 8,500 tpm pendant 20 minutes à une température de 22 °C.
3. Centrifuger (1000 g pendant 10 minutes), filtrer et mesurer la teneur en azote de la fraction liquide.

8.1 LE TEST D'UREASE :

Les graines et tourteaux de soja contiennent de l'uréase, une enzyme qui hydrolyse l'urée pour produire du dioxyde de carbone et de l'ammoniaque. La production d'ammoniaque entraîne l'augmentation du pH des solutions. L'uréase n'est pas nuisible. Elle est cependant détruite par

la chaleur. La destruction de l'uréase est étroitement liée à la destruction des inhibiteurs de trypsine et d'autres facteurs anti-nutritionnels. Le test d'uréase est basé sur l'augmentation du PH résultant du dégagement d'ammoniaque provenant de l'urée produit par une enzyme : uréase résiduelle dans le tourteau de soja. Ce test vise principalement à déterminer si le tourteau de soja a été suffisamment chauffé pour détruire la plupart des facteurs antinutritionnels.

La valeur optimale d'augmentation du pH est généralement considérée comme se situant entre 0,05 et 0,20, (Carl.R, 2003).

8.2 LE TEST DE SOLUBILITE DES PROTEINES DANS LE KOH :

La solubilité des protéines des graines de soja diminue avec l'exposition à la chaleur. Le test de solubilité dans le KOH est basé sur la solubilité des protéines des graines de soja dans une solution diluée d'hydroxyde de potassium. La solubilité des protéines de la graine de soja diminue du fait de l'exposition à la chaleur. La fourchette acceptable ou satisfaisante de solubilité dans le KOH est de 70 à 85 %, (Araba et Dale, 1990).

8.3 L'INDICE DE DISPERSIBILITE DES PROTEINES (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 10 minutes. Il est ensuite centrifugé ou filtré et l'azote soluble est mesuré par une méthode standard et convertie en protéines brutes solubles. Les études indiquent généralement qu'un tourteau de soja présentant un IDP égal ou inférieur à 45 % a subi un traitement thermique adéquat. 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, (AOCS, 1999).

L'IDP constitue une mesure plus linéaire et plus constante que l'indice de solubilité de l'hydroxyde de potassium ou l'indice d'uréase lorsqu'il s'agit de mesurer l'effet du traitement par la chaleur du soja.

En outre, l'IDP permet des applications commerciales, puisqu'il peut être effectué facilement dans les laboratoires des usines d'aliments pour bétail, (William.A et Dudley.C, 1995).

9. STOCKAGE ET MANUTENTION DU TOURTEAU DE SOJA :

En raison de l'importance économique et nutritionnelle des graines et des tourteaux du soja, il est essentiel de signaler que ces produits peuvent être détériorés durant le stockage et qu'il existe des moyens de minimiser cette détérioration. Les différents facteurs qui affectent le stockage du soja et les moyens de réduire leur impact sont les suivant :

9.1 TENEUR EN HUMIDITE :

L'humidité est certainement le facteur le plus important qui affecte le stockage des graines et de leurs sous-produits. Les graines matures de soja contiennent un taux d'humidité variant de 13 à 15 % en fonction des régions et de la période de récolte, (Ulysses.A, 1980). Il est reconnu qu'il existe deux types d'humidité dans la graine, à savoir (a) l'eau libre et (b) l'eau liée. L'eau libre dans la graine est celle qui peut être retirée lors du séchage, alors que l'eau liée est moléculairement attachée à l'intérieur de la graine ne peut, par conséquent, être éliminée par le séchage, En général, le soja peut être stocké pendant une période donnée sans qu'il y ait détérioration selon son taux d'humidité qui ne doit pas dépasser les 12%, (Kimball.N, 2005).

9.2 RECHAUFFEMENT :

Le réchauffement est le problème le plus fréquemment rencontré dans le stockage du soja et des autres graines. Des températures élevées indiquent soit l'invasion d'insectes, soit une activité microbienne dans les graines, et peut résulter en une détérioration des graines et par conséquent à une carbonisation, à moins qu'un refroidissement soit pratiqué par des moyens artificiels.

9.3 CHANGEMENT DE COULEUR ET D'APPARENCE :

Les graines saines de soja sont généralement bien arrondies avec une couleur brillante et uniforme, dépourvue de points inhabituels ou d'apparence ridée. Le changement est généralement associé à une invasion fongique et microbienne et par conséquent à un réchauffement.

9.4 ODEUR DE MOISI :

L'odeur de moisi indique généralement un état avancé d'une infestation par les insectes. Si cette odeur est détectée, les graines doivent être aérées pour supprimer l'odeur, et fumiguée immédiatement s'il y a encore présence d'insectes. D'autres mauvaises odeurs indiquent une

invasion de champignon. Une odeur rance indique un changement de composition chimique des produits riches en huile comme les graines et le tourteau de soja.

9.5 PRESENCE D'INSECTES :

La présence de grandes populations de charançons ou de mites est une indication d'un stade avancé de l'infestation. Il a été constaté que les charançons de grenier (*Sitophilus granarium*) peuvent infester les graines mais pas le tourteau de soja alors que les scarabées rouges (*trogoderma granarium*) infestent les tourteaux à des humidités relatives supérieures à 75 % et à des températures de plus de 30°C.

9.6 FORMATION D'AGREGAT :

Elle indique un stade très avancé d'invasion fongique des produits. Dans les silos en métal, l'agrégation a lieu généralement près des parois du silo par effet de la condensation sur le métal froid. L'humidité est d'abord absorbée par les graines adjacentes aux parois résultant en une sporulation et un développement de moisissures. Ceci peut également s'observer dans les zones où l'humidité des graines est très élevée par une fuite d'eau du toit soit par une transmission d'humidité par convection, (Ulysses.A, 1980).

CHAPITRE 2

ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR

I. INTRODUCTION :

Pour qu'un poulet de chair atteigne le poids de 1500g, il fallait 120 jours en 1980 et 33 jours seulement en 1998, les relevés effectués à la station expérimentale d'aviculture de Ploufragan montrent qu'à âge égal (49 jours), le poids moyen du poulet de chair a doublé entre 1967 et 1996, alors que l'indice de consommation a diminué régulièrement, (Sanchez.A et al, 2000).

La sélection génétique et la maîtrise de l'alimentation et des conditions sanitaires ont contribué à accélérer la vitesse de croissance des poulets de chair. La première semaine de vie des poussins représente aujourd'hui presque 20% de la durée de vie d'un poulet, durant cette période le poids des poussins augmente considérablement, (Bigot.K et al, 2001).

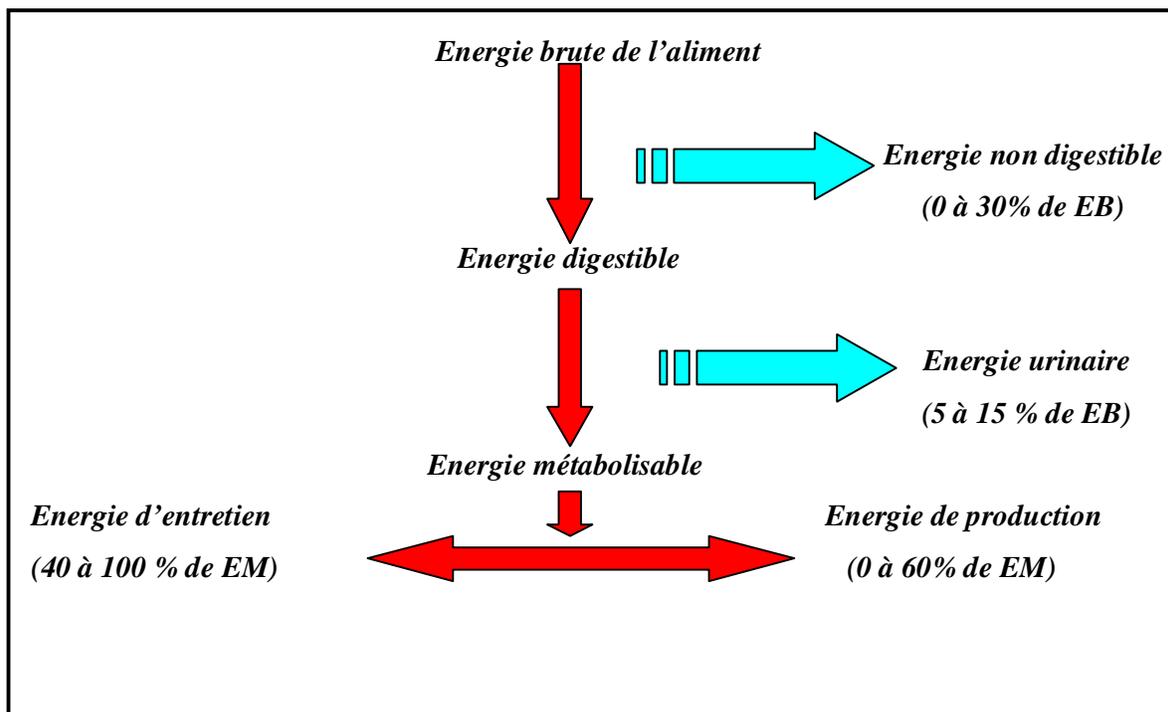
La croissance et le rendement musculaire accrus des poulet sont valorisés par une alimentation plus concentrée en énergie métabolisable et en acides aminés disponibles pour les synthèses protéiques, (Sanchez.A et al, 2000).

II. RAPPELS SUR LES METABOLISMES DES OISEAUX :

Traditionnellement, on distingue deux parts dans les dépenses énergétiques des animaux : celle qui concerne leur entretien et celle qu'exige leur production. La première est définie, en principe, comme ce qui est nécessaire au strict maintien de l'homéostasie de l'animal (glycémie, température, pression osmotique, pH, etc.) et l'équilibre énergétique, c'est-à-dire sans perte ni gain de réserves énergétique. La seconde est constituée à la fois du contenu

énergétique de ce qui est produit et des pertes caloriques liées aux synthèses du fait que le rendement n'est jamais de 100 p.100, (Larbier.M et Leclercq.B, 1992).

La partition du besoin peut donc être résumée selon ce qui est présenté dans le schéma n°1.



Extra chaleur d'entretien

(25% de l'EM)

Energie nette d'entretien

Métabolisme de base

Thermogenèse adaptative + activité physique

Extra chaleur de production

(10 à 60% de la production)

Energie nette de production

Energie des produits

Schéma n°1 : Répartition des besoins du poulet, (Larbier. M et Leclercq. B, 1992).

1. METABOLISME DES GLUCIDES :

Les oiseaux utilisent du glucose comme substrat d'oxydation cellulaire, en priorité pour les cellules nerveuses du cerveau. La glycémie, qui est donc l'une des homéostasies les plus indispensables à la survie des homéothermes, est maintenue aux environs de 1.3 à 2.6 g/l, soit 2 à 10 fois celle des mammifères, (Erich.K, 1975). Le coma hypoglycémique, chez les oiseaux, survient en dessous de 0,7 g/l, (Larbier.M et Leclercq.B, 1992).

1.1 BESOINS ENERGETIQUE DU POULET DE CHAIR :

Les besoins énergétiques pour la croissance comprennent les besoins en énergie pour l'entretien, l'activité et la constitution des tissus corporels nouveaux. Pour obtenir un niveau de croissance suffisamment appréciable, il faut tout d'abord satisfaire les besoins énergétiques pour l'entretien et l'activité de l'oiseau, (Picard.M, 2001).

Le développement corporel du poulet de chair est d'autant plus rapide que la consommation quotidienne d'énergie métabolisable est élevée. L'ingéré énergétique journalier dépend évidemment des besoins de l'animal, mais également de la présentation de l'aliment et de sa teneur en énergie, (Larbier.M et al, 1991).

La valeur énergétique d'une ration est l'un des principaux facteurs déterminant l'efficacité de son utilisation. Il faut moins d'aliment pour élever un poulet de chair lorsqu'on utilise des rations à haute énergie plutôt qu'à faible énergie. L'accroissement du niveau énergétique

conduit toujours à une amélioration de l'indice de consommation et de la vitesse de croissance (tableau n°8), (Azzouz. H, 1997).

Tableau n°8 : Effet de la densité énergétique du régime en démarrage et en finition sur le gain de poids (g) et l'efficacité alimentaire, ou indice de consommation (IC).

<i>Kcal EM/kg aliment</i>	<i>3200</i>	<i>3400</i>
Gain de poids (g) :		
0 – 4 semaines	705 +/- 5,8	738 +/- 5,8
4 – 8 semaines	1397 +/- 10,8	1403 +/- 9,2
0 – 8 semaines	2098 +/- 12,2	2147 +/- 16,6
Indice de consommation :		
0 – 4 semaines	1.67 +/- 0.007	1.52 +/- 0.012
4 – 8 semaines	2.30 +/- 0.010	2.21 +/- 0.011
0 – 8 semaines	2.09 +/- 0.007	1.97 +/- 0.011

2. METABOLISME AZOTE:

Contrairement aux végétaux et à de nombreuses espèces bactériennes, les volailles, tout comme tous les animaux supérieurs, sont incapable de synthétiser certains acides aminés, dit indispensables, dont ils ont besoin pour leur synthèse protéique et leur renouvellement tissulaire. Ils doivent les consommer dans leur alimentation. Au regard de la synthèse protéique, tous les acides aminés sont également indispensable dans la mesure où l'absence de l'un d'entre eux empêchera le processus anabolique. Mais du point de vue biochimique et par voie de conséquence de la nutrition, les acides aminés sont classés en trois groupes :

- Acides aminés indispensable : ils doivent être apportés par l'alimentation, (lysine, méthionine et la thréonine).
- Acides aminés semi-indispensables : ils peuvent être synthétisés à partir d'acides aminés indispensable, (cystéine et la tyrosine).
- Les acides aminés non indispensable ou banals : ils sont facilement synthétisés à partir, soit d'intermédiaires soit d'autre acides aminés également non indispensables, (Larbier. M et Leclercq. B, 1992).

2.1 ACIDES AMINES INDISPENSABLES :

La synthèse des protéines par les animaux nécessite la présence simultanée d'une vingtaine d'acides aminés. Certains d'entre eux ne sont pas synthétisables par l'organisme ou ne le sont

qu'à une vitesse trop lente pour satisfaire les besoins : ils sont dénommés acides aminés essentiels ou indispensables.

Une deuxième catégorie regroupe les acides aminés strictement non indispensables ou banals. Certains enfin, appelés semi-indispensables, peuvent être synthétisés à partir d'acides aminés indispensables : tel est le cas de la cystine ou de la tyrosine, formées respectivement à partir de la méthionine et de la phénylalanine, cette classification repose donc sur des considérations d'ordre métabolique ; elle dépend de l'espèce animale ainsi que des conditions physiologiques, (Larbier.M et al, 1991).

DISPONIBILITE DES ACIDES AMINES :

En nutrition avicole, le passage des acides aminés totaux aux acides aminés digestibles a été la préoccupation de tous (chercheurs, professionnels). En l'absence de gros intestin et du fait de la faible activité microbienne dans les caeca chez les oiseaux, les mesures de digestibilité sont plus simples que chez le porc. L'INRA a surtout contribué à utiliser cette méthode pour préciser les effets (bénéfiques ou néfastes) des traitements technologiques (thermiques) sur la biodisponibilité des acides aminés des tourteaux (cuisson, désolvantation) et des protéagineux (pois et féverole). En partenariat avec des firmes privées (Guyomarch, Rhône-Poulenc) ces études ont conduit à l'établissement de tables de digestibilité moyenne des différents acides aminés,

Les facteurs susceptibles d'agir sur l'efficacité protidique peuvent être classés en deux groupes. Les facteurs extrinsèques tout d'abord sont liés aux conditions d'élevage : mode d'alimentation, niveau de consommation, apports alimentaires (énergie, vitamines et minéraux), température, etc. Leur étude conduit à définir et à exprimer les besoins azotés en tenant compte à la fois de la quantité ingérée quotidiennement et de la densité énergétique de la ration.

Les facteurs intrinsèques concernent les protéines elles-mêmes. On estime la valeur nutritionnelle d'une protéine par le pourcentage d'azote ingéré utilisé pour la synthèse protéique. Elle dépend a priori, de la composition de la matière première en acides aminés mais la relation n'est pas étroite si la protéine a fait l'objet d'un traitement technologique ou a subi une longue période de conservation. Dans ce cas, la concentration des acides aminés déterminée par simple dosage ne correspond plus à la teneur en acides aminés « disponible ». La disponibilité d'un acide aminé correspond par définition au pourcentage utilisé pour la synthèse protéique lorsque cet acide aminé constitue le seul facteur limitant du régime. De

cette définition découlent deux conséquences concernant l'une la méthodologie mise en œuvre, l'autre la nature des acides aminés pour les quels se pose le problème de disponibilité. Etant directement liée à un niveau de synthèse protéique, la disponibilité peut être déterminée aussi bien chez le jeune (anabolisme de croissance) que chez l'adulte en production ou à l'entretien (renouvellement des protéines tissulaires), (Leclercq.B et al, 1996)

La disponibilité ne concerne que les acides aminés qui peuvent être des facteurs limitant dans le régime alimentaire. A ce titre, la lysine occupe une place prépondérante à la fois par son caractère strictement indispensable, sa faible concentration dans la plupart des protéines alimentaires (céréales, tourteaux autre que celui du soja) et aussi parce qu'elle renferme un groupement NH₂ susceptible de réagir avec les glucides et les lipides.

2.3 VALEUR NUTRITIONNELLE DES ACIDES AMINES:

En état de jeûne ou lorsque l'apport alimentaire de nutriments énergétique est insuffisant et que les réserves corporelles de glycogène sont trop faible pour assurer le maintien de la glycémie à son niveau normal, certain acides aminés sont dégradés et leur copule carbonée convertie en glucose (gluconéogenèse). Les réactions métaboliques mise en œuvre peuvent aussi aboutir à la production de substances non énergétiques telles que des hormones ou des médiateurs chimiques : thyroxine, adrénaline et dopamine proviennent ainsi respectivement de la phénylalanine et de la tyrosine.

Lorsque l'apport alimentaire d'acides aminés dépasse le besoin lié à la synthèse protéique, l'excès est catabolisé. Chez la volaille l'acide urique constitue la principale forme d'excrétion de l'azote. Puisque le cycle de l'urée n'existe pas chez ces animaux, la synthèse de l'acide urique est contrôlée par la xanthine-oxydase hépatique dont l'activité augmente avec le taux protéique de la ration. Elle met par ailleurs en jeu une molécule de glycine, ce qui explique le besoin relativement élevé des oiseaux en cet acide aminé ; leur synthèse de glycine peut être insuffisante pour satisfaire à la fois le besoin de croissance et assurer la production d'acide urique. À ce titre, la sérine peut servir à la synthèse de la glycine et remplacer celle-ci dans l'aliment.

Dans les conditions physiologiques et nutritionnelles normales, l'uricémie d'un oiseau varie entre 30 et 100 mg/l et la quantité d'acide urique excrétée par jour est comprise entre 4 et 5g. Une augmentation anormale de l'uricémie entraîne des précipitations d'acide urique au niveau des reins, des articulations, du péricarde etc. de tel accidents sont favorisés par la consommation d'aliment trop riches en protéines ou déficient en vitamine A, (Larbier et al, 1991).

2.4 BESOINS PROTEIQUES DU POULET DE CHAIR :

La nutrition azotée est encore un thème de recherche après 50ans de travaux actifs. En 2002, dans la section « nutrition et métabolisme » de la revue poultry science, l'un des principaux journaux internationaux traitant de recherche avicoles, l'alimentation protéique représente encor plus de 20% des publications, la préoccupation des nutritionnistes est avant tout d'origine économique. L'équilibre protéique de l'aliment coûte cher et est l'un des principaux déterminants du résultat technique. Une formule alimentaire mal ajustée peut annuler la marge bénéficiaire de la production de poulet, (Quentin.M et al, 2004).

Un apport abondant et continu des protéines est nécessaire à la croissance du poulet de chair, pour entretenir et développer leurs tissus ainsi que pour fournir diverses productions qui en sont attendues. Les espèces aviaires sélectionnées sur le critère d'une vitesse de croissance élevée présentent un développement précoce du système digestif. Contrairement, au volailles sélectionnées pour la ponte qui présentent une croissance des organes lente, (Lilja. C, 1983). Pour cela les volailles doivent trouver dans leur ration une part de protéines suffisante, pour la transformation de ces protéines alimentaires en protéines corporelles qui est une étape fondamentale des processus de nutrition.

Chez le poulet de chair en croissance lorsque le besoin énergétique est couvert, les excès de protéines réduisent modérément l'appétit sans altérer la croissance. En moyenne, l'élévation de la teneur en protéines de 1% entraîne une réduction de la consommation d'aliment de 3%. Des auteurs ont montré que l'élévation du taux de protéines dans l'aliment améliore l'indice de consommation qui est la conséquence d'une meilleure rétention globale d'azote, quand la consommation d'azote augmente, (Azzouz.H, 1997).

III. FORMULATION PRATIQUE DES ALIMENTS :

La formulation des aliments consiste à combiner plusieurs matières premières et compléments afin de satisfaire les besoins des animaux tout en garantissant le prix le plus faible par kg d'aliment fabriqué, les besoins de base sont l'énergie (énergie métabolisable), les protéines, le calcium le phosphore disponible et les acides aminés essentiels, souvent pour ces derniers, on ne tient compte que de la lysine et de la méthionine qui sont les plus limitants, (Buldgen.A et al, 1996).

En pratique, la formulation de l'aliment doit évoluer en permanence en fonction des informations « on line » qui viennent du suivie des résultats de terrain, d'abattoir et des

analyses, des matières première et des aliments, car le suivi rapproché des performances du terrain est certainement un élément clé de la valeur des aliments, (schéma n°2), (Anonyme1, 2005).

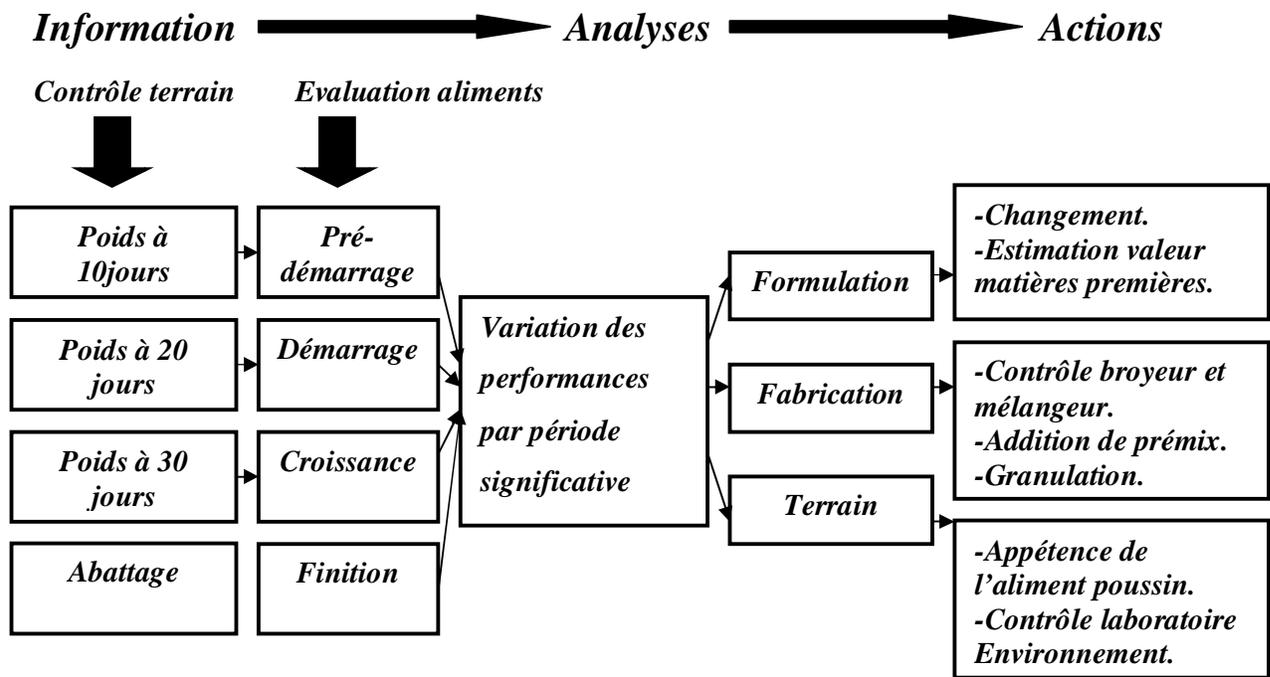


Schéma n°2 : Evaluation de la valeur de l'aliment sur terrain, (Anonyme1, 2005).

1. CLASSIFICATION DES ALIMENTS POUR POULET :

Les aliments pour poulet sont généralement classés selon leurs particularités, à savoir ceux qui fournissent l'énergie, les sources de protéines, de calcium et de phosphore et enfin, ceux qui apportent d'autres minéraux, les oligo-éléments et les vitamines, (Bulgen.A et al, 1996).

Nous classifions simplement les matières premières entrant dans la ration du poulet en deux grandes catégories:

- Les matières premières sources d'énergie.
- Les matières premières source de protéines.

1.1 MATIERES PREMIERES ENERGETIQUES :

Se sont généralement à la base de l'énergie des aliments, parmi ces matières on peut citer :

- Le maïs, c'est la céréale la plus énergétique riche en pigments jaunissants, pauvre en protéines et calcium.
- Le blé, il est très énergétique, le plus appétant avec une teneur de 12-13% en protéines.
- L'orge, énergétique, carencé en protéines, calcium et manganèse.
- Les huiles végétales et les graisses animales, qui constituent une source d'énergie pratiquement pure et sont utilisées dans les régimes hautement énergétiques.

1.2 MATIERES PREMIERES PROTEIQUES :

- Tourteau de soja, il présente un taux protéique très élevé (surtout en lysine et tryptophane), il est également riche en phosphore.
- Tourteau de colza, peu énergétique il est riche en cellulose, pauvre en protéine.
- Tourteau d'arachide, ses protéines ont une valeur biologique inférieure à celle des protéines du tourteau de soja du fait d'une basse teneur en lysine, méthionine et tryptophane.

2. PREPARATION ET PRESENTATION DE L'ALIMENT :

La préparation des aliments est réalisée en plusieurs étapes, (Bulgen. A et al, 1996).

- ***Pesée des matières premières*** : elle doit être précise.
- ***Mouture*** : les céréales et les tourteaux doivent être broyés en particules grossières de 0.5 à 1.5mm avant d'être mélangés, les autres matières fines comme le phosphate et CMV peuvent être incorporées directement dans la ration.

- **Pré-mélange** : il consiste à mélanger toutes les matières premières avec une partie des céréales moulues en faibles quantités, de manière à mieux les répartir dans le mélange final.
- **Mélange** : le pré-mélange est incorporé progressivement au reste des matières premières à l'aide d'un mélangeur.
- **Incorporation d'huile** : elle est réalisée en dernier lieu, progressivement et après un certain temps de mélange pour éviter la formation de petites boulettes.

Le rôle de la présentation de l'aliment dans la nutrition des poulets de chair se situe principalement à deux niveaux :

- La consommation d'aliment.
- La digestibilité de l'aliment.

Tableau n°9 : Effet de la finesse de broyage sur la croissance et la consommation du poulet entre 21 et 39 jours, (Vergara.P et al 1989).

<i>Diamètre moyen des particules</i>	<i>Farine</i>			<i>Granulé</i>		
	Fin	moyen	gros	fin	moyen	gros
<i>Gain de poids (g/j)</i>	48,5	56,0	58,6	61,3	61,4	60,5
<i>Consommation (g)</i>	2006	2273	2371	2470	2483	2412

2.1 LA CONSOMMATION D'ALIMENT :

Le niveau et la rapidité d'ingestion sont directement liés à la présentation de l'aliment. Le meilleur résultat est donné par un granulé de qualité. L'effet de granulation est d'autant plus important que le niveau énergétique est bas. Pour les aliments haute énergie, l'effet de granulation est moindre du en partie à la difficulté de granulation de ces aliments.

Dans les comparaisons farine/granulé, l'effet de granulation est maximisé en comparant une farine finement broyée difficile à consommer par les poulets, mais nécessaire à la production d'un bon granulé, l'amélioration des performances obtenue par granulation est essentiellement due à la réduction d'énergie nécessaire à la préhension de l'aliment, (Anonyme 1, 2005).

2.2 LA DIGESTIBILITE DE L'ALIMENT :

En aviculture, le comportement alimentaire devient aussi une préoccupation commune. L'INRA l'a d'abord illustrée par des expériences sur le choix alimentaire, en particulier chez la poule pondeuse. Les fondements métaboliques comme les intérêts pratiques de l'alimentation calcique séparée ont fait l'objet d'investigations très complètes. Il en est de même de la texture de l'aliment (taille des particules, granulation ...). Poursuivies sur des espèces "capricieuses" comme la dinde, ces approches sont prometteuses de retombées pratiques très intéressantes, (Leclercq.B et al, 1996).

Le processus de digestion de l'aliment dépend aussi de la granulométrie de la farine d'origine (quelle que soit la présentation finale, farine ou granulé) et de la nature des matières premières qui constituent la ration.

La digestibilité des aliments facilement assimilables (type mais-soja) est assez indépendante du type de broyage. Dans ce cas, le rôle de la préparation par le proventricule/gésier est assez réduit (atrophie du gésier) et les nutriments sont facilement absorbés dans la partie haute de l'intestin, (Nir.I et al, 1993) ;

Par contre, les aliments constitués de céréales plus riche en polysaccharides non amylacés et ou enrichis en matières grasses saturées, devront être broyés plus grossièrement pour subir une meilleur préparation dans le proventricule/gésier. C'est-à-dire, soumis à l'action de l'acide chlorhydrique, de la pepsine et du mucus sécrétés par les parois du proventricule (augmentation des sécrétions par les grosses particules) et ensuite, le broyage par l'action des muscles du gésier. Dans ce cas, le passage dans le duodénum est retardé (1 à 3 heure). Ce mécanisme fonctionne au maximum pour les grains entiers. Cette technique de broyage favorise aussi l'action des enzymes ajoutées dans la ration (cellulase, phytase), (Anonyme 1, 2005).

IV. ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR :

1. ALIMENTATION EN PHASE DE DEMARRAGE :

La sélection génétique et la maîtrise de l'alimentation et des conditions sanitaires ont contribué à accélérer la vitesse de croissance des poulets de chair. La première semaine de vie des poussins représente aujourd'hui presque 20% de la durée de vie d'un poulet de chair, c'est-à-dire d'un poulet à croissance rapide actuellement abattu vers 39-40 jours à un poids vif de 2kg environ. Durant cette période, le poids des poussins augmente considérablement, (tableau n°10), (Nitsan. Z et al 1991).

Le poulet présente une croissance plus rapide et un meilleur indice de consommation lorsqu'il reçoit pendant la phase de démarrage un aliment présenté en miettes et ensuite en granulés, (tableau n°9). Cette amélioration de performances sous l'effet de la granulation s'atténue cependant à mesure que la teneur énergétique des aliments s'élève ; elle n'est guère perceptible au-delà de 3200Kcal EM/kg, (Larbier.M et al, 1991).

Le poids vif du poussin double au cours des cinq premiers jours de la vie. La vitesse de croissance des poussins exprimée proportionnellement au poids vif (g/j/100g de poids vif) atteint son maximum entre 3 et 5 jours d'âge, (Murakami.A et al 1992). Leur consommation journalière augmente linéairement avec l'âge. A l'âge de deux jours, le poussin consomme quotidiennement environ 10g d'aliment contre 35g cinq jours plus tard, (Bigot.K, 2001).

Le développement du tractus gastro-intestinal est un phénomène prioritaire dans le développement général du poussin. Ainsi durant les 4 premiers jours de vie, un quart des protéines absorbées est retenu par l'intestin, (Vergara.P et al 1989).

Il faut un apport d'azote maximum pendant les premiers jours de vie des poussins car une carence en azote se traduit par un arrêt de croissance et une perte d'appétit. Les niveaux protéiques dans la ration sont adaptés en fonction de l'âge du poulet de chair, les besoins protéiques correspondent à l'apport nécessaire en acides aminés indispensables, d'où la notion de besoins protéique remplacée de plus en plus par la notion de besoins en acides aminés, (Azzouz. H, 1997).

Tableau n°10 : Evolution des poids durant les quatre premiers jours, (Anonyme 1, 2005).

<i>Age</i>	<i>A 0 jours</i>	<i>De 0 à 2 jours</i>		<i>De 2 à 4 jours</i>		<i>A 4 jours</i>	
		N	A	N	A	N	A
<i>N= Nourri</i>							
<i>A= A jeun</i>		N	A	N	A	N	A
<i>Ingéré (g)</i>		6.5	0	23.8	23.1	30.3	23.1
<i>Poids vif (g)</i>	45.2	+5.0	-3.5	+16.9	+16.0	67.7	57.7
<i>Vitellus (g)</i>	7.14	-4.25	-3.78	-2.1	-2.0	0.79	1.36
<i>Intestin (g)</i>	1.11	1.37	0.88	2.12	1.91	4.60	3.90

Les recommandations d'apports énergétiques et protéiques pour le poulet de chair en phase de démarrage sont très variables en fonction des auteurs, Le tableau n°11 représente les apports recommandés en énergie métabolisable et en protéines brutes pour le poulet de chair durant cette période.

Tableau n°11 : Apports recommandés pour poussin en démarrage (0-21 jours).
(Anonyme 1, 2005).

	<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>
<i>Energie métabolisable (E.M)</i>	Kcal/kg	2850-2900
<i>Protéines brutes</i>	%	21.5-22.5
<i>Lysine</i>	%	1.20/1.03
<i>Méthionine</i>	%	0.54/0.48
<i>Méthionine+cystine</i>	%	0.95/0.84
<i>Thréonine</i>	%	0.82/0.70
<i>Tryptophane</i>	%	0.24/0.22
<i>Minéraux</i>	%	
<i>Calcium</i>	%	1.00-1.05
<i>Phosphore total</i>	%	0.67
<i>Phosphore disponible</i>	%	0.42-0.48
<i>Sodium</i>	%	0.16-0.18
<i>Chlore</i>	%	0.15-0.20

2. ALIMENTATION EN PHASE DE CROISSANCE :

Durant cette période d'élevage l'aliment démarrage sera remplacé par une ration moins riche en protéine, (Buldgen.A et al, 1996).

La hiérarchie des besoins en acides aminés durant la période de croissance s'établit ainsi, (Anonyme 1, 2005) :

- La croissance des plumes
- La croissance pondérale
- Le rendement en filet.
- L'engraissement.

L'accroissement du niveau énergétique conduit toujours à une amélioration de l'indice de consommation. Son effet sur la croissance, variable selon les croisements, est perceptible jusqu'à 3000kcalEM/kg pour les poulets âgés de 4 à 8 semaine, en dessous de ces valeurs, la réduction du poids vif à 56 jours est voisine de 30g pour chaque diminution de 100kcalEM/kg du niveau énergétique de l'aliment, (Larbier et al, 1991).

Le besoin protéique est décomposé en entretien, croissance corporelle et croissance des plumes, ces dernières pouvant représenter jusqu'à 20% des besoins en protéines totales nécessaires au poulet, (Bouvarel. I, 2004).

Le tableau n°12 représente les apports recommandés en énergie métabolisable et en protéines brutes pour le poulet de chair durant la période de croissance.

Tableau n°12 : Apports recommandés pour poussin en croissance (22-42 jours).
(Anonyme 1, 2005).

	<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>
<i>Energie métabolisable (E.M)</i>	Kcal/kg	2950-3000
<i>Protéines brutes</i>	%	18.5-19.5
<i>Lysine</i>	%	1.10/0.94
<i>Méthionine</i>	%	0.50/0.44
<i>Méthionine+cystine</i>	%	0.85/0.74
<i>Thréonine</i>	%	0.76/0.64
<i>Tryptophane</i>	%	0.22/0.20
<i>Minéraux</i>	%	
<i>Calcium</i>	%	0.90-1.00
<i>Phosphore total</i>	%	0.66
<i>Phosphore disponible</i>	%	0.41-0.42
<i>Sodium</i>	%	0.16-0.18
<i>Chlore</i>	%	0.15-0.20

3. ALIMENTATION EN PHASE DE FINITION :

L'aliment de croissance sera remplacé durant cette période, par un aliment finition moins concentré en protéine et plus riche en énergie tout en respectant l'équilibre énergétique/protéique ;

Il est à noter que toute déficience nutritionnelle en un ou plusieurs acides aminés durant les deux premières phases d'élevages se traduit par une diminution du rendement en filet à la fin de cette période, (Anonyme1, 2005), car des travaux récents semblent montrer que les rendements filet sont optimisés lorsque les besoins permettant d'obtenir un I.C. minimum sont optimisés durant les deux premières phases d'élevages, (Leclercq.B et Beaumont, 2000).

Tableau n°13 : Apports recommandés pour poussin en finition (43-56jours),
(Anonyme 1, 2005).

	<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>
<i>Energie métabolisable (E.M)</i>	Kcal/kg	3000-3050
<i>Protéines brutes</i>	%	17-18
<i>Lysine</i>	%	1.00/0.85
<i>Méthionine</i>	%	0.45/0.39
<i>Méthionine+cystine</i>	%	0.80/0.68
<i>Thréonine</i>	%	0.77/0.65
<i>Tryptophane</i>	%	0.20/0.17
<i>Minéraux</i>	%	
<i>Calcium</i>	%	0.80-1.00
<i>Phosphore total</i>	%	0.60
<i>Phosphore disponible</i>	%	0.38-0.35
<i>Sodium</i>	%	0.16-0.18
<i>Chlore</i>	%	0.15-0.20

CHAPITRE 3
PARTIE PRATIQUE

I. PROBLEMATIQUE :

1. INTRODUCTION :

L'aliment représente 70% du coût de production dans l'élevage de poulet de chair, il est donc important d'accorder une attention particulière à ce paramètre. Ce dernier est le premier poste intervenant dans le prix de revient du poulet de chair. (Azzouz.H, 1997).

Les animaux monogastriques comme le poulet de chair, règlent en grande partie leur consommation d'aliment de façon à couvrir leurs dépenses énergétiques. L'accroissement de la concentration énergétique de l'aliment entraîne donc toujours une réduction de l'ingestion.

La consommation est influencée aussi par la teneur en protéines du régime, en cas de subcarence, les poulets tendent à surconsommer de l'aliment pour tenter par ce moyen d'assurer tout de même une ingestion suffisante d'acides aminés, (Blum.J et al, 2002) ;

La recherche d'un apport protéique suffisant et équilibré en protéine est toujours un problème d'actualité dans l'élevage de poulet de chair, les nutritionnistes se posent encore cette question chaque jour. La nutrition azotée est d'ailleurs encore un thème de recherche après 50ans de travaux actifs. En 2002, dans la section (nutrition et métabolisme) de la revue poultry science, l'un des principaux journaux internationaux traitant de recherches avicoles, l'alimentation protéique représente encore plus de 20% des publications. La préoccupation des nutritionnistes est avant tout d'origine économique, l'équilibre protéique de l'aliment coûte cher et est l'un des principaux déterminants du résultat technique, (Quentin.M et al, 2004).

Les questions qui se posent pour nos élevages sont:

- Quel est le niveau protéique et énergétique de la ration alimentaire qu'on donne habituellement à nos élevages de poulets de chair ?
- Est-ce que le rapport, Energie métabolisable (EM kcal/kg) / protéine brute (PB%) respecte les normes recommandées pour ce type d'élevage?
- Quel est le taux d'incorporation du tourteau de soja (étant la principale source de protéines) dans les aliments du poulet ?
- Quelles sont les conséquences des variations du taux d'incorporation du tourteau de soja, sur les performances de croissances, gain de poids, indice de consommation et le coût de production ?
- Quelles sont les conséquences de ces variations sur les paramètres biochimiques sanguins des poulets ?

Dans le but d'essayer de répondre à ces questions, on a élaboré le travail expérimental suivant, qui constitue le thème de notre mémoire.

2. OBJECTIF :

L'objectif de ce travail est :

- De rechercher un éventuel déséquilibre d'apport protéique dans les rations alimentaires du poulet de chair, et de mettre en évidence leur impact sur le rendement de production (gain de poids, indice de consommation et coût de production).
- D'essayer dans des conditions expérimentales d'augmenter l'apport protéique en augmentant la concentration du tourteau de soja dans la ration du poulet en période de démarrage et croissance, et d'évaluer son impact sur le rendement (gain de poids et coût de production).
- De comparer les bilans énergétiques et protéiques des trois rations utilisées dans cette expérience avec ceux des normes d'alimentation internationale afin d'essayer d'orienter la filière (éleveurs, fabricants d'aliments et vétérinaires) dans leur choix de production pour un meilleur rendement.

3. EXPERIMENTATION :

Pour essayer de répondre aux questions précédemment citées, on a établi le protocole expérimental suivant :

L'expérience décrite ci-dessous concerne trois élevages d'un type commercial de poulet de chair du groupe génétique Hubbard-ISA, souche ISA 15 dans des conditions d'élevage standard, ces trois élevages de poulet de chair sont nourris selon trois gammes d'aliments différentes représentatives d'une moyenne des pratiques actuelles de la production en Algérie et spécialement dans la région de Batna.

Un total de 15000 poussins âgés d'un jour provenant d'un même couvoir, avec un poids moyen de 45 gr, a été utilisé pour ce test.

Les animaux sont répartis dans trois bâtiments de 600m² situés dans trois régions différentes :

- Lot1 (expérimental), dans la région de Aïoun al-assafir-Batna, (figure n°9).
- Lot2 (témoin), dans la région de Hamla-Batna, (figure n°10).
- Lot3 (témoin), dans la région de Timgad-Batna, (figure n°11).

Les poussins sont organisés en trois lots de 5000 sujets,

- Le premier lot (expérimental) a reçu un aliment dans le quel on a augmenté le taux d'incorporation du tourteau de soja de 5% durant la période de démarrage et croissance.
- Les deux autres lots (témoins) ont reçu une alimentation qui répond aux deux formules de rationnement les plus couramment utilisées dans notre région.

Les conditions d'élevage sont quasiment similaires dans les trois lots et conformes au cahier de charge de la souche utilisée durant ce test.

Le taux d'incorporation du tourteau de soja (%), dans l'aliment de chaque période et de chaque lot est représenté dans le tableau 15 :

Tableau n°14 : Taux d'incorporation du tourteau de soja dans les régimes alimentaires des trois lots (%).

<i>Période d'élevage</i>	<i>Lot (35%)</i>	<i>Lot (30%)</i>	<i>Lot (25%)</i>
<i>Démarrage (0-j21)</i>	35%	30%	25%
<i>Croissance (22-j42)</i>	30%	25%	25%
<i>Finition (43-j60)</i>	25%	25%	25%

Pour comparer les performances de production des trois lots, un suivi des paramètres zootechniques est réalisé durant toute la période d'élevage, le gain de poids, l'indice de consommation, la conversion alimentaire et le coût de production sont calculés à la fin de chaque période d'élevage à savoir démarrage (j21), croissance (j42) et finition (j60).

Un bilan alimentaire est effectué à la fin de chaque période d'élevage pour évaluer la valeur nutritionnelle des trois gammes d'aliments utilisées durant cette expérience, cela dans le but de déterminer leurs bilans énergétiques et protéiques et de pouvoir ainsi comparer les résultats avec ceux des recommandations internationales ;

Les analyses des trois gammes d'aliment utilisées ont été effectuées au niveau du laboratoire MG2 MIX France, service nutrition et formulation par l'intermédiaire de la société VETAM, les comptes rendus sont représentés dans les Annexes 4,5 et 6.

Un bilan des paramètres biochimiques (glycémie, protéinémie, acide urique et créatinine) est effectué à la fin de la période de démarrage (21 jours), l'objectif de ces analyses est de préciser

les valeurs usuelles des paramètres sanguins des trois lots a fin de pouvoir les comparer les une aux autres, et de détecter d'éventuels effets de la supplémentation de l'aliment démarrage en tourteaux de soja sur ces derniers, il est a noté, que ces analyses n'ont été effectués que pendant la phase de démarrage(période pendant la quelle le poussin est plus vulnérable) vue le coût de ces dernières (1000 DA/ prélèvement).



Figure n°08 : Bâtiment du lot1, agréé sous le numéro 05/09/12/1999
D'une capacité de 5000 sujets, situé dans la région de Aïoun Al-Assfir-Batna



Figure n°09 : Bâtiment du lot2, agréé sous le numéro 05/06/24/2000
D'une capacité de 5000 sujets, situé dans la région de Hamla-Batna



Figure n°10 : Bâtiment du lot3, agréé sous le numéro 05/19/02/1981 D'une capacité de 5000 sujets, situé dans la région de Timgad Batna

II. MATERIELS ET METHODES :

1. ÉLEVAGE D'ETUDE:

Notre expérience a porté sur trois élevages de poulet de chair, chacun d'un effectif de 5000 sujets, durant la période s'étalant de janvier, au mois de mars 2005 dans la wilaya de Batna.

Les bâtiments d'élevage sont choisis de façon à répondre le plus que possible aux normes de construction des bâtiments avicoles, (figure n° 9, 10,11).

Les poussins d'un jour (souche ISA 15) proviennent d'un même couvoir privé (établissement poulina), situé dans la wilaya de Bejaia.

A leur arrivée, les poussins sont pesés par groupe de 100 individus dans chaque bâtiment et répartis dans une poussinière à raison de 40 poussins par m²,

Le programme lumineux est de 24 heures d'éclairage durant toute la période d'élevage.

La température est réglée par des radiants a gaz butane, les consignes recommandées par Hubbard-ISA sont suivies dans les trois élevages, soit 32c° de 0-7jours, 30C° de 8-14jours, 28c° de 15-21 jours, puis réduction progressive jusqu'à atteindre 20c° à 28 jours.

Les animaux ayant fait l'objet de l'étude sont au nombre de 310 sujets pour chaque lot dont 300 pour les paramètres zootechniques et 10 pour les paramètres biochimiques.

2. ALIMENTATION :

L'alimentation des trois élevages est assurée par le même fabricant d'aliment, Les matières premières utilisées dans la fabrication des formules d'aliment des trois lots sont identiques, à savoir :

- Soja 48.
- Mais grains entiers.
- Son de blé dur.
- Calcaire.
- CMV (complément minéralo-vitaminique), Mg₂ Mix importé par la société VETAM.
- Phosphate bi calcique.

L'aliment de type farineux est distribué dès l'arrivée des poussin le premier jour, en suite l'aliment comme l'eau sont distribués *ad libitum*.

Les animaux sont alimentés à l'aide de mangeoires linéaires de 2m de longueur, on a préconisé une mangeoire de 2m pour 200 poussins, l'abreuvement est assuré par une

circulation d'eau accessible par un système d'abreuvoirs automatique, a raison de 200 poussins pour un abreuvoir. (Claude.T, 2005).

3. LE POIDS MOYEN :

Le poids moyen est calculé à l'âge de 21, 42 et 60 jours correspondant a la fin de chaque étape d'élevage à savoir démarrage, croissance et finition.

Pour le calcul du poids moyen, un échantillon de 100 sujets est pris au hasard dans chaque bâtiment, il est a noté, que la pesée est effectuée dans les trois bâtiments avant la distribution matinale de l'aliment et a une heure fixe durant toute la période d'élevage, (figure n°16).

Les pesées sont effectuées a l'aide d'une balance électronique de type (Téraillon), (figure n°12 et 13).

Le poids à l'abattage est calculé a partir des fiches de vente, (Annexes 3).

4. INDICE DE CONSOMMATION :

Plus que la consommation d'aliment durant le cycle d'élevage, c'est l'indice de consommation qui rend compte, effectivement, du degré de maîtrise de la conduite alimentaire au sein des ateliers de poulet de chair.

L'indice de consommation est calculé à la fin de chaque période d'élevage et dans chaque bâtiment sur la base de la formule suivante :

Indice de consommation = aliment total consommé (kg) / poids total des animaux (kg).

L'aliment total consommé est calculé à partir des fiches de livraison de l'aliment présentes dans chaque bâtiment, (Annexe 2).

5. CONVERSION ALIMENTAIRE :

L'indice de conversion alimentaire est calculé dans le but de pouvoir évaluer le coût de production à la fin de chaque période (démarrage, croissance et finition).

Le calcul est fait sur la base de la formule suivante :

Conversion alimentaire = nourriture consommée / gain de poids.

6. COÛTS DE PRODUCTION :

Le coût est calculé en fin d'élevage, pour ce dernier seul le prix de l'aliment est pris en considération, cela est du au fait que les autres éléments intervenant dans le coût de production, notamment les ouvriers, les médicaments, électricité...etc. peuvent varier d'un élevage a un autre, pour cela on a préconisé la formule suivante :

Coût de production = (coût 21jours) + (coût 42jours) + (cout60jours).

Pour le calcul du coût a la fin de chaque période d'élevage, on calcul le coût du kg de ration, on le multiplie par la quantité d'aliment consommé durant la phase d'élevage correspondante, ce dernier est divisé sur le poids total des poulet.

Prix du kg de ration x quantité aliment consommée / poids total des poulet.

7. MORTALITE :

Le taux de mortalité est calculé sur la base des fiches de mortalité présente dans les trois élevages, (Annexes 1), pour l'enregistrement de la mortalité quotidienne.

Taux de mortalité = nombre de sujet morts/ nombre initial X 100.

8. ANALYSES BICHIMIQUES :

Les paramètres biochimiques qui sont pris en considération durant cette expérience sont les suivant : La glycémie, la protéinémie, l'acide urique et la créatinine.

Le matériel utilisé pour ce paramètre est constitué de :

- Coton.
- Désinfectant.
- Aiguille stérile. (Figure n°14)
- Tube à sec fourni par le laboratoire. (Figure n°13)
- Un Automat analyser (HITACHI, Roch), (figure n°20).
- Un Appareil électrophorèse (SEBIA, DVSE), (figure n°21).

9. PROTOCOLE DE PRELEVEMENT :

- Le prélèvement du sang est effectué a jeun le matin avant la distribution matinale de l'aliment, ceci évite la lipémie post-prandiale, c'est-à-dire l'augmentation de la charge en lipides sur les triglycérides circulants après le repas, qui se traduit par une opalescence (voir une lactescence) du sang qui perturbe le dosage, (Treut, 2001).
- Le sang ayant fait l'objet des analyses est pris de la veine alaire au niveau de l'articulation de l'aile, (figure n°15) sur 10 sujets pris au hasard dans chaque lot.
- Apres avoir enlever les plumes de la face interne de l'aile, la veine est désinfectée et ponctionnée à l'aide d'une aiguille stérile, (figure n°16 et 17).
- Le sang est en suite récolté dans un tube à sec sans anticoagulant, (5ml dans chaque tube), (figure n°18).

- Les échantillons sont ensuite acheminés vers le laboratoire dans l'heure qui suit.
- Les comptes rendus sont fournis par le laboratoire après 4 à 5 jours, (Annexe 7).

Ces analyses sont effectuées dans un laboratoire d'analyse humaine privé (laboratoire d'analyse IBN ROCHDE), elles sont réalisées par un appareil automatique de type HITACHI (Roch), (figure n°19). Cet appareil permet le dosage du glucose dans le sang et un appareil à électrophorèse type SEBIA (DVSE), (figure n°20), qui permet le dosage de l'urée, de la créatinine et des protéines totaux.

Les résultats de ces analyses sont comparés par la suite avec ceux rapportés par la littérature.

10. ANALYSES STATISTIQUE :

Les résultats des différentes expériences et analyses ont été traités par le logiciel EXCEL cela pour l'établissement des graphes.

Les résultats des paramètres zootechniques ont été traités par le teste KHI-DEUX ; le principe de ce test consiste à calculer une valeur appelée X^2_{cal} qu'on compare à une valeur théorique appelée $X_{1-\alpha}$ qu'on tire à partir de la table statistique de Pearson (Annexe 8) pour un niveau de signification $\alpha = 0,05$ et pour un certain nombre de degrés de liberté (ddl).

Si la valeur de X^2_{cal} est supérieure ou égale à la valeur théorique $X_{1-\alpha}$, on conclut que la différence est significative et que le soja influence sur le paramètre étudié. Dans le cas contraire, si X^2_{cal} est inférieur à $X_{1-\alpha}$, on accepte alors l'hypothèse d'indépendance, c'est-à-dire que le paramètre étudié est indépendante de la variation du taux de tourteau de soja dans la ration.

En ce qui concerne les paramètres biochimiques les résultats ont fait l'objet d'une analyse de variance, suivie d'une comparaison de moyennes, selon le test de STUDENT au seuil de signification de 5%, 1% et 1‰ sur logiciel STATICF version 4 (Danieli-France).

Ce teste consiste à calculer une valeur appelée (P_{cal}), celle-ci sera comparé à la valeur théorique (P_t) qu'on retrouve dans la table statistique de Student à (n) degrés de liberté (Annexe 9).

Dans le cas où :

$P_{cal} < 0.05$: la différence n'est pas significative, (NS).

$P_{cal} > 0.05$: la différence est significative, (*)

$P_{cal} > 0.01$: la différence est très significative, (**).

$P_{cal} > 0.001$: la différence est très hautement significative, (***)



Figure n°11 : Balance électronique.



Figure n°12 : Pesé des poussins.



Figure n°13 : Tube de prélèvement et
aiguille



Figure n°14 : Veine alaire droite chez un poussin âgé de 21
jours.



Figure n°15 : Ponction de la veine alaire droite pour la récolte de sang.



Figures n°16: Récolte de sang.



Figure n°17 : Appareil électrophorèse (SEBIA, DVSE).



Figure n°18 : Automat analyser (HITACHI, Roch).

III. RESULTATS ET DISCUSSION :

1. PARAMETRES ZOOTECHNIQUE :

1.1 PHASE DE DEMARRAGE (0-21JOURS) :

A. EVALUATION DU POIDS MOYEN :

Tableau n°15 : Poids moyen (g).

Age	Lot (35%) n=100	Lot (30%) n=100	Lot (25%) n=100	Référence
21j	546	215	190	830 Anonyme 1, 2005.
42j	1900	1361	1203	2356 Anonyme 1, 2005.
60j	2710	2500	2100	3322 Anonyme 1, 2005.

$ddl = 4.$

$\alpha = 0.05.$

$X_{1-\alpha} = 9.488.$

$X^2_{cal} = 157.48.$

$X^2_{cal} > X_{1-\alpha} : DS.$

L'évolution pondérale des poulets des trois lots est donnée par le tableau n°15, et illustré par la figure donnée ci- dessous (fig 19).

Par rapport au poids moyen, une différence significative ($X^2_{cal} > X_{1-\alpha}$) entre les trois lots est apparue à la fin de la période de démarrage (j21), la valeur la plus élevée (546g) est constatée dans le lot1 (lot expérimental), recevant un aliment plus riche en tourteau de soja (35%), et les plus basses sont observées dans les lot2 (215g) et lot3 (190g) dont l'aliment est moins concentré en tourteau de soja (30%) et (25%), (tableau n°15).

D'après le tableau n°15 on peut aussi constater que le poids moyen des trois lots augmente à mesure que la concentration de l'aliment en tourteau de soja s'accroît, cependant, il reste toujours très inférieur par rapport à la valeur de référence, (Anonyme1, 2005).

De point de vue évolution pondéral, nous pouvons dire que l'addition de 5% de tourteau de soja dans l'aliment démarrage a été intéressante. Cela se traduit, à partir de 21jours par des poids du lot1 significativement ($X^2_{cal} > X_{1-\alpha}$) supérieur par rapport au deux autres lots 2 et 3. Ce ci s'explique par le fait que l'aliment plus riche énergétiquement permet un développement plus rapide du tube digestif. L'appareil digestif fonctionnant plus tôt et plus

efficacement, l'animal peut alors valoriser au mieux les aliments ingérés et donc extérioriser ses potentiels plus rapidement.

On retrouve cet effet Dans une expérience réalisée a la station de recherche avicole de l'INRA à Nouzilly, ou (Leclercq.B et Beaumont, 2000) ont pu constatés, qu'à mesure que la teneur en protéines de l'aliment s'accroît, l'indice de consommation diminue alors que le gain de poids augmentait, cela pourrait expliquer les résultats enregistrés durant cette phase d'élevage dans notre expérimentation.

Ces même résultats sont par contre en désaccord avec les propos ramenés par (Larbier.M et al, 1991) qui supposent que la supplémentation de l'aliment en protéines brute assure les même niveaux de croissance mais pas la même efficacité alimentaire (indice de consommation).

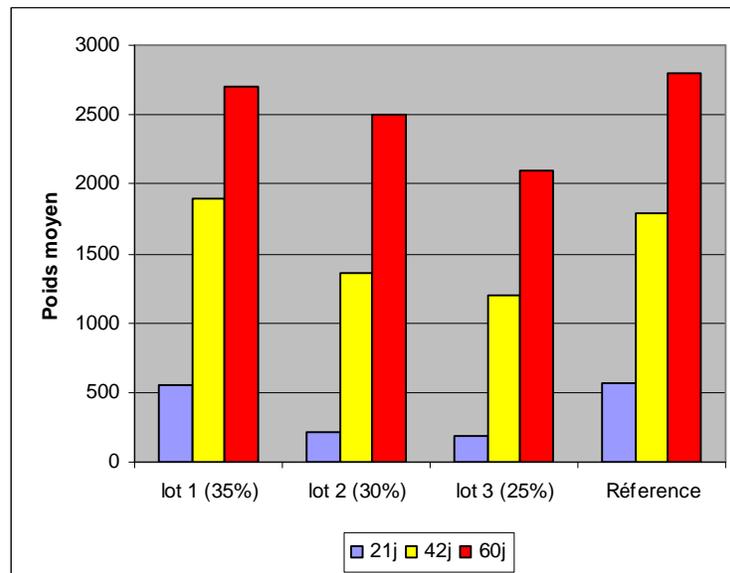


Figure n°19 : Evaluation du Poids moyen

B. INDICE DE CONSOMMATION :*Tableau n°16 : Indice de consommation.*

Age	Lot (35%)	Lot (30%)	Lot (25%)	Lot Référence
21j	1,48	2,2	2,3	1,36 <i>Anonyme 1, 2005.</i>
42j	1,90	2,8	2,9	1,71 <i>Anonyme 1, 2005.</i>
60j	2,79	2,9	3,1	2 <i>Anonyme 1, 2005.</i>

$ddl = 4.$

$\alpha = 0.05.$

$X_{1-\alpha} = 9.488.$

$X^2_{cal} = 0.125$

$X^2_{cal} < X_{1-\alpha}: N S.$

Les indices de consommation des trois lots enregistrés durant toute l'expérience sont consignés dans le tableau n° 16.

En suivant l'évolution de l'indice de consommation (IC) durant chaque période d'élevage on constate que la supplémentation en 5% de l'aliment démarrage a eu une influence positive sur le rendement alimentaire du lot1 par rapport au deux autres lots.

d'après le tableau n°16 et toujours en terme d'indice de consommation, on peut constatés que le lot1 (lot expérimental), qui consomme un aliment démarrage plus riche en tourteau de soja (35%), présente un indice de consommation (1.48) beaucoup plus bas que celui des lots témoins (2.2 et 2.3) qui consomment un aliment moins riche (30 et 25%), (tableau n°17), ce pendant l'analyse statistique démontre qu'il n y a pas de différence significative ($X^2_{cal} < X_{1-\alpha}$) entre les indices de consommation des trois lots.

Il est a noté que L'indice alimentaire enregistré dans le lots1 est en parfait accord avec les recommandations de (Larbier et al, 1991) qui suggèrent un indice de consommation de 1.47 pour un poulet âgé de 21jours.

Selon (Larbier.M et Leclercq.B 1992), le besoin énergétique et la consommation d'aliment diminuent a mesure que la teneur de l'aliment en protéines augmente, en moyenne, l'élévation

de la teneur alimentaire en protéines de 1point (10g/kg) entraîne en moyenne une diminution de la consommation de l'aliment de 3p.100; Ces résultats sont aussi en accords avec les propos de (Tesseraud. S et Temim.S, 1999) qui supposent que la distribution d'un régime riche en protéines augmente significativement le gain de poids et l'efficacité alimentaire des poulets.

aussi selon (Leclercq.B et al, 1996) La réduction de l'adiposité et l'abaissement de l'indice de consommation peuvent être obtenus par des aliments enrichis en protéines,.

Notant aussi que les indices alimentaires des trois lots (1.48, 2.2 et 2.3) restent toujours supérieurs à la valeur de référence qui suppose que l'indice de consommation ne doit pas dépasser 1.36 a la fin de la période de démarrage, (Anonyme1, 2005).

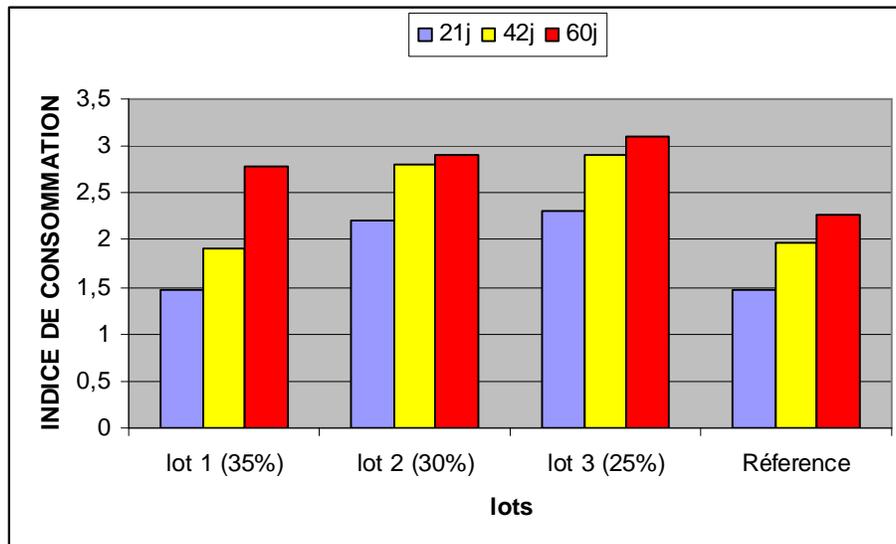


Figure n°20: Indice de consommation.

C. MORTALITE :

Les mortalités sont relevées tous les jours au niveau de chaque bâtiment durant toute l'expérience puis rassemblées par périodes d'élevage (tableau n° 17).

Tableau n°17: Mortalité (%).

Age	Lot (35%)	Lot (30%)	Lot (25%)
21j	5,8	4,2	4.9
42j	7,1	5,9	6,3
60j	7.9	6.8	10.1

$$ddl = 4.$$

$$\alpha = 0.05.$$

$$X_{1-\alpha} = 9.488.$$

$$X^2_{cal} = 0.448.$$

$$X^2_{cal} < X_{1-\alpha} : N S.$$

C'est pendant la phase de démarrage que les taux de mortalités sont les plus élevés pour les trois bâtiments, ils s'expliquent par le stress durant le transport, la manipulation au cours de l'installation et au problème de l'omphalite rencontrée chez les poussin d'un jour.

Toujours de point de vue mortalité aucune différence significative ($X^2_{cal} < X_{1-\alpha}$) n a été observé entre les trois lots durant toute la période d'élevage.

Nous pouvons aussi constater que durant la phase de démarrage le taux de mortalité était presque identique dans les 3 lots (tableau n°17), cela pourrait démontrer que l'expérience s'est déroulée dans les mêmes conditions d'élevage et aussi, que la supplémentation en 5% de l'aliment démarrage n'a eu aucune influence sur les taux de mortalités durant cette phase d'élevage. Ces mêmes résultats sont en désaccord avec les propos ramenées par (Sanchez. A et al, 2000) qui supposent qu'avec des régimes a teneur élevées a la fois en énergie métabolisable et en protéines, on relève plus de cas de syndrome de mort subite qu'avec des régimes plus dilués.

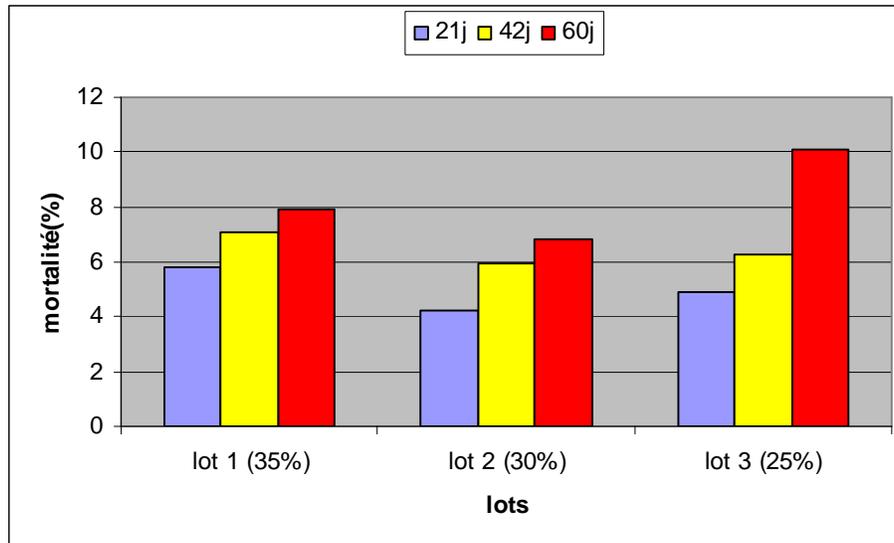


Figure n°21: Mortalité (%).

D. CONVERSION ALIMENTAIRE :

D'après le tableau n°18 on peut constater que le lot1 recevant un aliment plus riche en tourteau de soja (35%) montre le meilleur gain de poids (0.501kg) tandis que les lots 2 et 3 recevant un aliment moins concentré donnent des gains de poids beaucoup plus inférieur (0.170 et 0.145kg) a celui du lots1.

Après calcul de l'indice de conversion alimentaire on peut déduire que Le meilleur ratio de conversion alimentaire (1,61) est constaté dans le lot1 qui reçoit un aliment plus concentré (35%) en tourteau de soja (en protéines), le ratio le plus élevé (3,01) est rencontrer dans le lot3 qui reçoit l'aliment démarrage le moins concentré en tourteau de soja (25%), (tableau n°18) ;

Toutes ces données ont permis une meilleure valorisation des résultats obtenus dans le lot1 durant la phase de démarrage qui se traduit par un coût d'élevage (44.27DA/kg) très inférieur par rapport au deux autres lots 2 et 3 qui présentent des coûts beaucoup plus élevés (73.67 et 76.85 DA/kg).

En générale, les résultats obtenues pour les trois lots démontrent une tendance à présenter des valeurs élevées pour le gain de poids, ainsi que des valeurs plus basse pour l'indice de consommation, la conversion alimentaire et le coût de production lorsque la concentration en tourteau de soja de l'aliment est plus élevée.

Tableau n°18 : Gains de poids, conversion alimentaire et couts de production à 21jours.

<i>Lots</i>	<i>Consommation de nourriture (kg/poulet)</i>	<i>Gain de poids (Kg)</i>	<i>Conversion alimentaire Nourriture/ Gains de poids</i>	<i>Cout production DA/kg de gain de poids</i>
<i>Lot 1 (35%)</i>	0,808	0,501	1,61	44,27
<i>Lot 2 (30%)</i>	0,473	0,170	2,78	73,67
<i>Lot 3 (25%)</i>	0,437	0,145	3,01	76,85

1.2 PHASE DE CROISSANCE (21-42JOURS) :

Durant cette phase d'élevage, on observe une tendance numérique à un accroissement du gain de poids et du poids moyen pour la ration comprenant une concentration plus élevée en tourteau de soja (30%), (tableau n°19), de même, on constate une baisse du poids corporel lorsque la densité du tourteau de soja est diminuée à 25% dans les régimes alimentaire, ces résultats sont en accords avec les propos ramenés par (Tesseraud.S et Temim.S,1999) qui supposent que la distribution de régime riche en protéines augmente significativement le gain de poids et améliore l'efficacité alimentaire (indice de consommation) des poulets.

Les meilleurs ratios de conversion alimentaire et couts de productions sont observés dans le lots1, principalement lorsque la concentration du tourteau de soja dans l'aliment est plus élevée, en effet et d'après le tableau n°19 on peut constaté que lots1 a consommé 2.79Kg d'aliment pour un gain de poids de 1.39Kg parallèlement les deux autres lots (2 et 3) en consommés respectivement 3.33 et 3.04Kg d'aliment pour un gain de poids de 1.19 et 1.01Kg, cela c'est traduit a la fin de la phase de croissance par un coût de production du lot1 (53.19DA) beaucoup plus inférieure a celui des lots témoins 2 et 3(71.52 et 76.75DA).

D'après les tableaux n°15 et 16 on peut aussi constater que malgré les résultats positifs enregistrés dans le lot1 durant cette phase d'élevage, le gain de poids et indice de consommation reste toujours inférieure aux valeurs recommandées, (tableau n°15 et 16).

Tableau n°19 : Gains de poids, conversion alimentaire et couts de production à 42jours.

<i>Lots</i>	<i>Consommation de nourriture (kg/poulet)</i>	<i>Gain de poids (Kg)</i>	<i>Conversion alimentaire Nourriture/ Gains de poids</i>	<i>Coût production DA/kg de gain de poids</i>
<i>Lot 1 (35%)</i>	2,79	1,39	2,00	53,19
<i>Lot 2 (30%)</i>	3,33	1,19	2,80	71,52
<i>Lot 3 (25%)</i>	3,04	1,01	3,00	76,75

1.3 PHASE DE FINITION (42-60JOURS) :

D'après le tableau n°20 on peut déduire qu'à la fin de la période de finition les trois lots recevant le même type d'aliment ont presque le même gain de poids, par contre la quantité d'aliment consommée est plus élevée dans le lot1 (3.9Kg) par rapport au lots témoins (3.4 et 2.87Kg), ceci a aboutit a un coût de production du lot1 (123.16DA) supérieur au deux autres lots (92.23 et 81.31DA) durant cette phase d'élevage, (tableau n°20).

Tableau n°20 : Gains de poids, conversion alimentaire et coûts de production à 60jours.

<i>Lots</i>	<i>Consommation de nourriture (kg/poulet)</i>	<i>Gain de poids (Kg)</i>	<i>Conversion alimentaire Nourriture/ Gains de poids</i>	<i>Coût production DA/kg de gain de poids</i>
<i>Lot 1 (35%)</i>	3,9	0,810	4,83	123,16
<i>Lot 2 (30%)</i>	3,40	0.94	3,61	92,23
<i>Lot 3 (25%)</i>	2,87	0,90	3,18	81,31

Les performances enregistrées durant cette période d'élevage restent toujours inférieure au valeurs recommandées par les auteurs, (Anonyme 1, 2005), tableau n°15 et 16.

En ce qui concerne les taux de mortalité on a pu constater qu'ils étaient presque identiques, sauf pour le cas du lot3, qui accuse un taux de mortalité plus élevé que les autres lots durant la phase de finition (tableau n°17), cela a été induit par une coccidiose qui s'est déclarée dans ce même lot qu'on a traité par la suite.

D'après le tableau n°17 on peut conclure aussi que la supplémentation de l'aliment du lot1 en 5% de tourteau de soja durant la phase de démarrage et croissance na pas eu un effet négatif sur le taux de mortalité qui na pas dépassé les 10% en fin d'élevage, Selon (Nouri et al, 1996), les taux de mortalités dans les ateliers avicoles en Algérie varient entre 16 et 20% cela est due a plusieurs raisons, entre autre :

- L'hétérogénéité de la qualité des poussins utilisés.
- Une maîtrise insuffisante des conditions d'ambiance.
- Le sous équipement des ateliers avicoles en Algérie.

Les résultats enregistrés durant cette expérience sont nettement inférieure a ces valeurs, il se pourrai que cela est due a la bonne maîtrise des condition d'élevage dans les trois bâtiments durant toute l'expérience.

Ces même résultats sont en désaccord avec les propos de (Bludgen.A et al, 1996), qui suggèrent que les taux de mortalité ne doivent pas dépasser les 5% en fin d'élevage.

1.4 COUT GLOBALE DE PRODUCTION :

Tableau n°21 : Indice de consommation, poids moyen et coût de production a 60 jours.

<i>Lots</i>	<i>Indice de consommation</i>	<i>Poids moyen (kg)</i>	<i>Coût de production (DA/poulet)</i>
<i>Lot1 (35%)</i>	2,79	2,71	220,62
<i>Lot2 (30%)</i>	2,90	2,50	221,24
<i>Lot3 (25%)</i>	3,10	2,10	234,91

Tableau n°22 : Coût global de production (DA/Kg).

	<i>Lot1 (35%)</i>	<i>Lot2 (30%)</i>	<i>Lot3 (25%)</i>
<i>Coût a j21</i>	44.27	73.67	76.85
<i>Coût a j42</i>	53.19	71.52	76.75
<i>Coût a j60</i>	123.16	92.23	81.31

$ddl = 4.$

$\alpha = 0.05.$

$X_{1-\alpha} = 9.488.$

$X^2_{cal} = 23.85.$

$X^2_{cal} > X_{1-\alpha} : DS.$

En ce qui concerne le coût de production, il existe une différence statistique significative ($X^2_{cal} > X_{1-\alpha}$) entre les trois lots, le lot1 a enregistré le coût de production (81.40 DA/Kg) le plus bas tandis que les lots2 et 3 ont obtenu des coûts plus élevés (88.49 DA/Kg) et (111.86 DA/Kg) ; toujours de point de vue numérique, on a constaté que le coût de production diminué a mesure que la densité alimentaire en protéines (concentration en tourteau de soja) augmenter, (tableau n°22).

1.5 BILAN ALIMENTAIRE :**A. BILAN ALIMENT DEMARRAGE :**

Tableau n°23 : Bilan énergétique et protéique des trois gammes d'aliments utilisées en phase de démarrage (0-21jours).

	Unités	Valeurs de références (Anonyme1)	Lot1 (35%)	Lot2 (30%)	Lot3 (25%)
Energie métabolisable (E.M) :	Kcal/kg	2850-2900	2812,788	2855,640	2915,288
Protéines brutes :	%	21.5-22.5	21,420	19,553	17,731
Lysine	%	1.20-1.03	1,16	1,03	0,90
Méthionine	%	0,48-0.54	0,51	0,49	0,47
Méthionine+cystine	%	0,84-0.95	0,87	0,82	0,77
Thréonine	%	0,70-0.82	0,83	0,75	0,68
Tryptophane	%	0,22-0.24	0,25	0,23	0,20
Minéraux :	%				
Calcium	%	1.00-1.05	0,81	0,80	0,66
Phosphore total	%	0,67	0,78	0,76	0,65
Phosphore disponible	%	0,42-0.48	0,44	0,44	0,35
Sodium	%	0,16-0.18	0,14	0,14	0,14
Chlore	%	0,15-0.20	0,31	0,30	0,30

Interprétation :

Après analyse alimentaire des trois gammes d'aliment (lot1, lot2, lot3) utilisées durant la période de démarrage, nous pouvons faire les constatations suivantes :

Energie métabolisable :

D'après le tableau n°20 nous pouvons constaté que L'énergie métabolisable de l'aliment du lot1 (2812,78 Kcal/Kg) qui reçoit un aliment plus riche en tourteau de soja, est légèrement inférieur à la norme (2850-2900 Kcal/Kg), tandis que celle du lot3 (2915,28Kcal/Kg) est légèrement supérieure à la valeur recommandée, nous avons noté tout de même Que le bilan énergétique du lot2 (2855,6 Kcal/Kg) correspond parfaitement a l'intervalle recommandé, ces même résultats sont en désaccord avec les propos de (Bigot.K et al,2001) qui recommandent pour un aliment démarrage destiné au poulet de chair de 0 a 3 semaine d'age, une concentration énergétique avoisinant 3200Kcal/Kg.

Protéines brutes :

Concernant le bilan protéique, et d'après le tableau n°20 nous pouvons noter que le pourcentage de protéines brutes dans l'aliment des lots2 et 3 est trop bas (19,55% et 17,73%), par contre celui du lot1 (21,42%) est plus proche aux intervalles recommandés (21,5-22,5%), cela pourrait expliquer le meilleur gain poids et indice de consommation qu'a obtenu le lot1

qui reçoit un aliment supplémenté en tourteau de soja (35%) par rapport aux deux autres lots recevant un aliment moins concentré en protéines (30%) et (25%) ; ces résultats sont aussi en accord avec les recommandations de (Bigot.K et al, 2001) qui préconisent une concentration protéique de l'aliment démarrage égale à 22 - 23 % de protéines brutes.

B. BILAN ALIMENT CROISSANCE :

Tableau n°24 : Bilan énergétique et protéique des trois gammes d'aliment utilisées en phase de croissance (22-42jours).

	Unités	Valeurs de références	Lot1 (30%)	Lot2 (25%)	Lot3 (25%)
Energie métabolisable (E.M) :	Kcal/kg	2950-3000	2855,640	2915,288	2915,288
Protéines brutes :	%	18.5-19.5	19,553	17,731	17,731
Lysine	%	1.10/0.94	1,16	0,90	0,90
Méthionine	%	0.50/0.44	0,49	0,47	0,47
Méthionine+cystine	%	0.85/0.74	0,82	0,77	0,77
Thréonine	%	0.76/0.64	0,75	0,68	0,68
Tryptophane	%	0.22/0.20	0,23	0,20	0,20
Minéraux :	%				
Calcium	%	0.90-1.00	0,80	0,66	0,66
Phosphore total	%	0.66	0,76	0,65	0,65
Phosphore disponible	%	0.41-0.42	0,44	0,35	0,35
Sodium	%	0.16-0.18	0,14	0,14	0,14
Chlore	%	0.15-0.20	0,30	0,30	0,30

Interprétations :

Concernant la période de croissance et après comparaison des bilans énergétique et protéique des trois gammes d'aliment utilisées durant cette période d'élevage on peut noter ;

Energie métabolisable :

L'énergie métabolisable du lot1 (2855,64 kcal/kg), est nettement inférieure à la valeur de référence par contre celles des lots2 et 3 (2915,28kcal/kg), sont beaucoup plus proche de l'intervalle recommandé (2950-3000 kcal/kg).

Protéines brutes :

Le pourcentage de protéines brutes dans l'aliment des lots2 et 3 est relativement inférieur aux valeurs recommandées (18,5-19,5%), ce pendant celui du lot1 (19,55%) est conforme à l'intervalle de protéines brutes recommandé durant la phase de croissance, cela pourrait également expliquer les meilleures performances (poids moyens, indice de consommation et conversion alimentaire) obtenues chez les poulets du lot1.

C. BILAN ALIMENT FINITION :

Tableau n°25 : Bilan énergétique et protéique des trois gammes d'aliment utilisé en phase de finition (43-60jours).

	Unités	Valeurs de références	Lot1 (25%)	Lot2 (25%)	Lot3 (25%)
Energie métabolisable (E.M) :	Kcal/kg	3000-3050	2915,288	2915,288	2915,288
Protéines brutes :	%	17-18	17,731	17,731	17,731
Lysine	%	1.00/0.85	0,90	0,90	0,90
Méthionine	%	0.45/0.39	0,47	0,47	0,47
Méthionine+cystine	%	0.80/0.68	0,77	0,77	0,77
Thréonine	%	0.77/0.65	0,68	0,68	0,68
Tryptophane	%	0.20/0.17	0,20	0,20	0,20
Minéraux :	%				
Calcium	%	0.80-1.00	0,66	0,66	0,66
Phosphore total	%	0.60	0,65	0,65	0,65
Phosphore disponible	%	0.38-0.35	0,35	0,35	0,35
Sodium	%	0.16-0.18	0,14	0,14	0,14
Chlore	%	0.15-0.20	0,30	0,30	0,30

Interprétations :

A la fin de la période de finition, après analyse de l'aliment des trois lots (le même aliment a été utilisé dans les lots1, 2 et 3) et comparaison des résultats avec ceux de la littérature nous pouvons noter que;

Energie métabolisable :

L'énergie métabolisable (2915,288 Kcal/Kg) de l'aliment utilisé (identique dans les trois lots), était inférieure aux recommandations nécessaires à cet âge (3000-3050 Kcal/Kg).

Protéines brutes :

Concernant la protéine brute de l'aliment finition utilisé dans les trois lots on peut remarquer d'après le tableau n°24 que celle-ci est comprise dans l'intervalle recommandé pour cet âge (17-18%),

La supplémentation de l'aliment démarrage de 5% en tourteau de soja a visiblement eu un effet bénéfique sur le rendement des poulets du lot1 (lot expérimental). Ceci s'est traduit, à partir de la troisième semaine (21jours) par des ratios de conversions et un cout de production inférieur à ceux des autres lots2 et3 (lot témoins), d'un autre coté le meilleur gain de poids et indice de consommation sont rencontrés dans ce même lot.

Les résultats obtenus durant les autres phases d'élevages à savoir la croissance et finition sont quasiment similaires. En effet, en fin d'élevage le lot1 a présenté le meilleur indice de consommation ainsi que le meilleur poids à l'abattage, avec un cout global de production et

un indice de consommation nettement inférieur à ceux des autres lots (2 et 3), ceci est en accord avec les propos ramenés par (Tesseraud.S et Temim.S, 1999) qui suggèrent que la distribution de régime riche en protéines augmente significativement le gain de poids et l'efficacité alimentaire des poulet, cette amélioration des performances en augmentant la concentration alimentaire en protéines, est confirmée dans une expérience récente où le taux protéique du régime varie de 10 à 33%, (Tesseraud.S et al, 2000).

En ce qui concerne les bilans alimentaires et Après comparaison des bilans énergétiques et protéiques des trois gammes d'aliment utilisées durant cette expérience, il apparaît clairement qu'aucune de ces trois gammes n'est conforme aux recommandations exigées en termes d'énergie métabolisable et de protéines brutes, néanmoins il est intéressant de remarquer que la supplémentation de l'aliment en 5% de tourteau de soja durant la phase de démarrage et de croissance permet un meilleur apport protéique qui répond parfaitement aux exigences en terme de protéine brute durant ces deux phases d'élevages ; ceci a permis une valorisation supérieure de l'aliment le plus concentré, en gain de poids avec réduction significative de la consommation et du coût de production.

Concernant la phase de finition nous pouvons constater que les poulets des trois lots (recevant le même aliment) ont reçu un apport protéique dans la limite supérieure de leur besoins, tandis que l'apport en énergie métabolisable était inférieur à leur besoins, ceci laisse à supposer qu'une réduction du pourcentage du tourteau de soja dans l'aliment finition permettra un bien meilleur équilibre entre l'apport énergétique et protéique.

2. PARAMETRES BIOCHIMIQUES :

Les résultats des paramètres biochimiques des lots1, 2 et 3 obtenus après analyses du laboratoire ont été résumés dans les tableaux 26,27 et 28 successivement.

Tableau n°26: Paramètres biochimiques du lot1 (35%).

Numéro du prélèvement	Glycémie (g/l)	Créatinine (mg/l)	Acide urique (mg/l)	Protéines totales (g/l)
1	2,5	3,16	107,53	27,83
2	2,59	3,81	199,98	25,69
3	2,59	3,18	70,56	25,85
4	2,81	3,57	103,55	30,43
5	2,45	3,26	68,02	22,51
6	2,8	3,61	77,21	27,42
7	2,35	2,99	78,83	28,95
8	2,41	3,21	129,18	25,18
9	2,69	2,82	123,45	25,4
10	2,66	2,85	162,88	29,25
Moyenne	2,59	3,25	112,12	26,85

Tableau n°27: Paramètres biochimiques du lot2 (30%).

Numéro du prélèvement	Glycémie (g/l)	Créatinine (mg/l)	Acide urique (mg/l)	Protéines totales (g/l)
1	2,43	2,73	145,4	23,21
2	2,26	1,1	81,78	19,16
3	2,01	3,7	80,25	20,17
4	2,07	1,9	61,66	22,18
5	2,93	2,36	103,91	24,65
6	1,75	2,12	81,72	22,72
7	2,42	1,4	82,69	20,38
8	2,31	1,82	84,72	21,44
9	3,58	2,54	129,52	23,13
10	2,25	2,05	47,08	23,48
Moyenne	2,401	2,17	89,87	22,05

Tableau n°28: Paramètres biochimiques du lot3 (25%).

Numéro du prélèvement	Glycémie (g/l)	Créatinine (mg/l)	Acide urique (mg/l)	Protéines totales (g/l)
1	2,77	3,09	84,61	21,51
2	2,55	1,44	15,55	14,23
3	2,95	2,63	94,66	21,69
4	4,56	3,52	28,5	17,18
5	2,45	3,22	96,16	23,73
6	2,69	3,02	99,94	23,38
7	2,81	2,46	86,55	21,19
8	2,8	2,86	67,53	23,02
9	2,79	4,25	81,48	20,35
10	2,67	3,71	90,3	23,1
Moyenne	2,904	3,02	74,53	20,94

2.1 GLYCEMIE :

Tableau n°29 : Glycémie (g/l) des poussins des trois lots.

<i>lots</i>	<i>Glycémie g/l (moyenne et écart type)</i>	<i>Valeur de référence (Erich.K, 1975)</i>
<i>Lot (35 %) (n=10)</i>	<i>2.59 +/- 0.15</i>	<i>1.3-2.6 g/l</i>
<i>Lot (30%) (n=10)</i>	<i>2.40 +/- 0.51</i>	<i>1.3-2.6 g/l</i>
<i>Lot (25%) (n=10)</i>	<i>2.90 +/- 0.59</i>	<i>1.3-2.6 g/l</i>

D'après le tableau n°29 nous pouvons constater que les valeurs de glycémie des lots 1 et 2 sont égales à la valeur de référence 1,3-2,6 g/L, tandis que la glycémie du lot3 est supérieure à la normale, selon (Erich.K,1975) après ingestion de quantités importantes de glucides facilement digestibles, il se produit une augmentation de la glycémie (hyperglycémie) cela pourrait expliquer l'hyperglycémie rencontrée dans le lot3 (figure n°22), qui reçoit un aliment démarrage dont l'énergie métabolisable est de (2915,28kcal/kg), valeur supérieure à la valeur recommandée par les auteurs (2850-2900kcal/kg), (Anonyme 1, 2005).

Tableau n°30 : Comparaison statistique des valeurs de glycémie.

<i>Lots comparais</i>	<i>Valeur de (P) calculé</i>	<i>Significativité statistique</i>
<i>Lots (35%-30%)</i>	<i>$P_{cal} = 1.07$</i>	<i>$P_{cal} < 0.05.NS$</i>
<i>Lots (35%-25%)</i>	<i>$P_{cal} = 1.63$</i>	<i>$P_{cal} < 0.05 .NS$</i>
<i>Lots (30%-25%)</i>	<i>$P_{cal} = 2.01$</i>	<i>$P_{cal} < 0.05.NS$</i>

DDL= 18.

NS : différence non significative.

Statistiquement et par comparaison des résultats entre les trois lots on peut constater que les différences entre les trois lots ne sont pas significatives ($P_{cal} < 0.05$), ce qui laisse à suggérer que la supplémentation en soja de l'aliment démarrage du lots (35%) n'a eu aucun effet sur la glycémie des poussins.

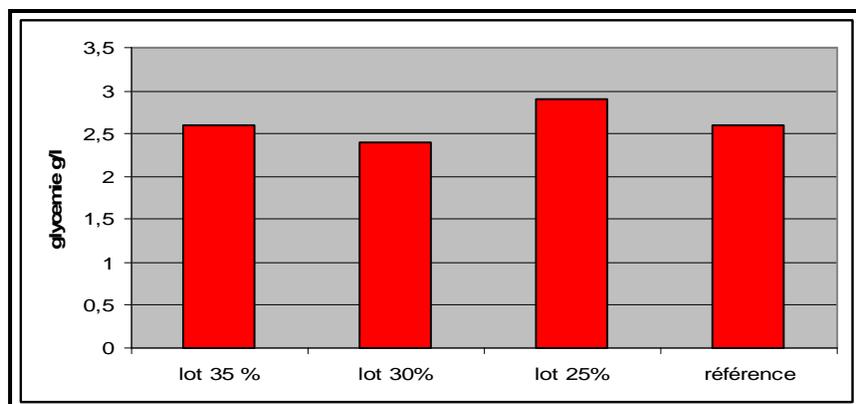


Figure n°22: Glycémie (g/l).

2.2 PROTEINEMIE :

Tableau n°31 : Protéïnémie (g/l) des poussins des trois lots.

<i>lots</i>	<i>Protéïnémie (moyenne et écart type)</i>	<i>Valeur de référence (Mollereau.H et al, 1995).</i>
<i>Lot (35 %) (n=10)</i>	<i>26.85 +/- 2.36</i>	<i>52-69 g/l</i>
<i>Lot (30%) (n=10)</i>	<i>22.04 +/- 1.72</i>	<i>52-69 g/l</i>
<i>Lot (25%) (n=10)</i>	<i>20.93 +/- 3.04</i>	<i>52-69 g/l</i>

D'après la figure n°30, on peut constaté que les valeurs des protéines totales plasmatiques des poussins des trois lots (1,2 et 3), sont inférieurs à la valeur de référence 52-69 g/l, (Mollereau.H et al, 1995), il se pourrait que le taux des protéines brutes (tableau n°22) inférieur a la normale dans les trois gammes d'aliment durant la phase de démarrage est influé sur ce paramètre.

Selon (Erich K, 1975), la teneur du sérum en protéines totales diminue en cas d'alimentation carencée en protides, cela pourrait également expliquer les valeurs rencontrées.

Cette hypothèse est aussi en accord avec les propos de (Treut, 2001) qui suggère que l'hypo protéïnémie est due à l'une des causes suivantes :

- Carence d'apport alimentaire en protéines.
- Malabsorption intestinale.
- Diminution de la synthèse en cas d'insuffisance hépatique.
- Augmentation des pertes d'origine rénale (syndrome néphrotique) ou digestive (entéropathie).

Tableau n°32 : Comparaison statistique des valeurs de la protéinémie.

<i>Lots comparais</i>	<i>Valeur de (P) calculé</i>	<i>Significativité statistique</i>
<i>Lots (35%-30%)</i>	<i>$P_{cal} = 5.19$</i>	<i>$P_{cal} > 0.001$. ***</i>
<i>Lots (35%-25%)</i>	<i>$P_{cal} = 4.85$</i>	<i>$P_{cal} > 0.001$. ***</i>
<i>Lots (30%-25%)</i>	<i>$P_{cal} = 1.00$</i>	<i>$P_{cal} < 0.05$.NS</i>

DDL= 18.

NS : différence non significative.

******* : différence très hautement significative.

Statistiquement et par comparaison de la protéinémie du lot (35%) avec les deux autres lots (30 et 25%), (tableau n°31) on peut constatés qu'il existe une différence très hautement significative ($P_{cal} > 0.001$), cela laisse a déduire que la supplémentation en soja de l'aliment démarrage du lot 35% a provoquée une augmentation des taux des protéines plasmatiques de ce même lot, cette augmentation reste toujours inférieur a la valeur de référence suggérer par les auteurs.

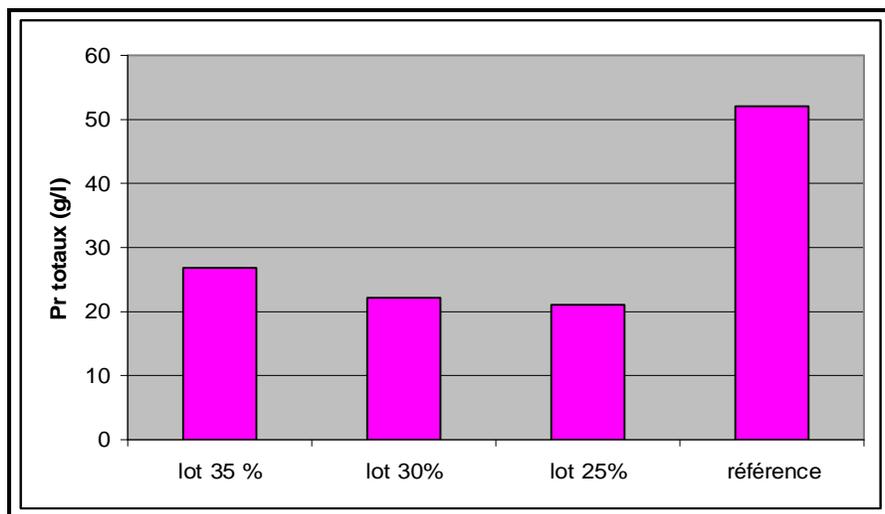


Figure n°23 : Protéinémie (g/l).

2.3 CREATININEMIE :

Tableau n°33 : Créatinémie (mg/l) des poussins des trois lots.

<i>lots</i>	<i>Créatinémie (moyenne et écart type)</i>	<i>Valeur de référence (Mollereau.H et al, 1995).</i>
<i>Lot (35 %) (n=10)</i>	<i>3.24 +/- 0.32</i>	<i>9-18 Mg/l</i>
<i>Lot (30%) (n=10)</i>	<i>2.17 +/- 0.72</i>	<i>9-18 Mg/l</i>
<i>Lot (25%) (n=10)</i>	<i>3.02 +/- 0.76</i>	<i>9-18 Mg/l</i>

Comme pour la protéinémie les mêmes constatations ont été faite pour ce paramètre qui accuse un taux très inférieur à la normale, cela pourrait être du également au faible taux de protéines brutes dans les trois gammes d'aliment utilisées.

Tableau n°34 : Comparaison statistique des valeurs de la créatinémie.

<i>Lots comparais</i>	<i>Valeur de (P) calculé</i>	<i>Significativité statistique</i>
<i>Lots (35%-30%)</i>	<i>$P_{cal} = 4.25$</i>	<i>$P_{cal} > 0.001$ ***</i>
<i>Lots (35%-25%)</i>	<i>$P_{cal} = 0.86$</i>	<i>$P_{cal} < 0.05$.NS</i>
<i>Lots (30%-25%)</i>	<i>$P_{cal} = 2.54$</i>	<i>$P_{cal} > 0.01$.*</i>

DDL= 18.

NS : différence non significative.

*** : différence significative.

***** : différence très hautement significative.

Statistiquement et d'après le tableau n°33 on peut constater qu'il y a une différence très hautement significative ($P_{cal} > 0.001$) entre le lot 35% et 30% et aussi, une différence significative ($P_{cal} > 0.01$) entre les lots 30% et 25%, cela laisse à déduire que l'addition de 5% de tourteau de soja dans l'aliment démarrage a eu un effet sur la créatinémie des poussin sans que celle-ci ne dépasse les limites physiologique usuelles, ceci est en contradiction avec les propos de (Vassault L, 2006), qui suggère qu'un apport très riche en protéines peut provoquer une insuffisance rénale chronique (IRC) ou insuffisance rénale aiguë qui se traduit par une augmentation de la créatinémie.

il est à noter qu'entre le lot 35% et 25% y a pas de différence significative ($P_{cal} < 0.05$), ce qui n'est pas logique, il se pourrait que cela est due à une erreur lors de l'interprétation des résultats du lot 25% au niveau du laboratoire.

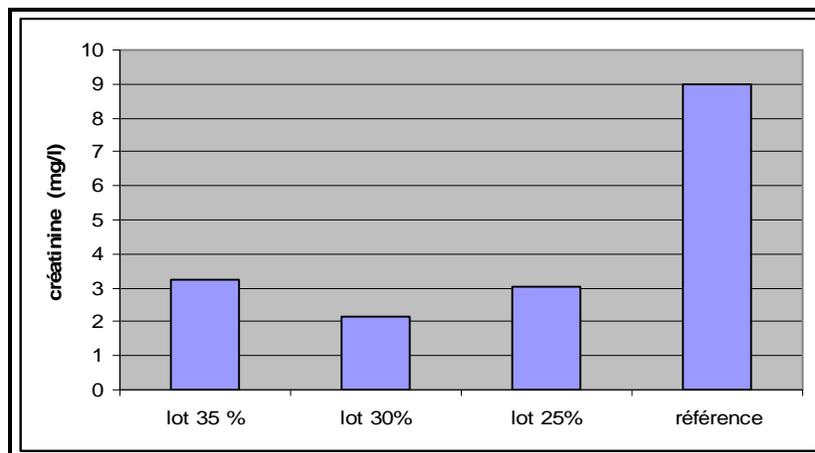


Figure n°24: Créatinine (mg/l).

2.4 ACIDE URIQUE :

Tableau n°35 : Acide urique (mg/l) des poussins des trois lots.

<i>lots</i>	<i>Acide urique (moyenne et écart type)</i>	<i>Valeur de référence (Larbier, et al, 1991)</i>
<i>Lot (35 %) (n=10)</i>	<i>112.11 +/- 43.21</i>	<i>30-100 Mg/l</i>
<i>Lot (30%) (n=10)</i>	<i>89.87 +/- 29.40</i>	<i>30-100 Mg/l</i>
<i>Lot (25%) (n=10)</i>	<i>74.52 +/- 29.26</i>	<i>30-100 Mg/l</i>

D'après le tableau n°34 on constate que les taux d'acide urique des trois lots sont compris dans l'intervalle physiologique évoqué par Larbier, et al, 1989 sauf pour le lot1 qui accuse un taux d'acide urique l'égerment supérieur à la normale ;

Nous pouvons constater aussi d'après la figure n°27 que le taux d'acide urique dans le sang des trois lots diminué à mesure que la concentration du tourteau de soja dans l'aliment baisse. Dans les conditions physiologiques et nutritionnelles normales, l'uricémie d'un oiseau varie entre 30 et 100 mg/l, une augmentation anormale de l'uricémie entraine des précipitations d'acide urique au niveau des reins, des articulations, du péricarde. De tels accidents sont favorisés par la consommation d'aliment trop riche en protéines ou déficient en vitamine (Larbier, M et al, 1991).

Tableau n°36 : Comparaison statistique des valeurs de l'acide urique.

<i>Lots comparais</i>	<i>Valeur de (P) calculé</i>	<i>Significativité statistique</i>
<i>Lots (35%-30%)</i>	<i>$P_{cal} = 1.34$</i>	<i>$P_{cal} < 0.05$.NS</i>
<i>Lots (35%-25%)</i>	<i>$P_{cal} = 2.27$</i>	<i>$P_{cal} > 0.01$.*</i>
<i>Lots (30%-25%)</i>	<i>$P_{cal} = 1.17$</i>	<i>$P_{cal} < 0.05$.NS</i>

DDL= 18.

NS : différence non significative.

***** : différence significative.

Statistiquement et d'après le tableau n°35 on peut constatés qu'entre les lot35% et le lot30% il n y a pas de différence significative ($P_{cal} < 0.05$), par contre il existe une différence significative ($P_{cal} > 0.05$) entre le lot35% et 25%, cela est logique vu qu'il y a une différence de 10% dans le dosage du soja, entre les aliments de ces deux lots.

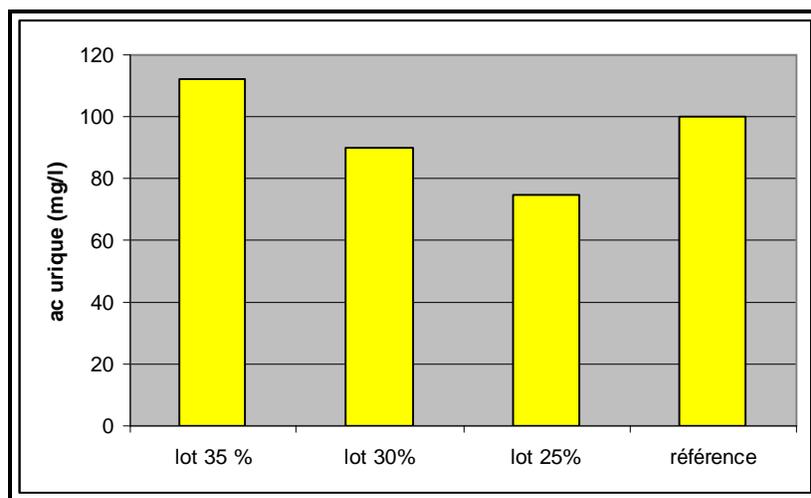


Figure n°25: Acide urique (mg/l).

L'évaluation de l'effet des variations du taux d'incorporation du tourteau de soja dans l'aliment sur les paramètres biochimique du poulet de chair, est l'élément déterminant dans la recherche d'un éventuel déséquilibre sur la constitution chimique du sang.

La supplémentation de l'aliment démarrage et croissance en tourteau de soja n'a visiblement pas affecté l'ensemble des paramètres biochimiques, notons ce pendant que dans lot1 on a enregistré un tau d'acide urique (112,12mg/l) légèrement supérieur a la normal (30-100mg/l).

Nous avons pu noter aussi que le lot3 présentait un taux de glycémie supérieur a la normal ceci peut être du a l'excès d'énergie dans l'aliment de ce même lot.

Le taux de protéines et de créatinine enregistré chez les trois lots durant les trois phases d'élevage peut être qualifié d'inférieur a la normale quelque soit la concentration du tourteau de soja dans l'aliment, ceci pourrait éventuellement être du au fait que l'aliment des trois lots présentait toujours un déficit dans l'apport protéique malgré la supplémentation en tourteau de soja.

IV. CONCLUSION :

1 - le faible gain de poids, l'indice de consommation et le cout de production plus élevé enregistrés dans les lots2 et 3 ne laissent aucun doute sur l'effet négatif des formules d'aliments utilisées actuellement dans nos élevages de poulet de chair.

2 – Etant donné que les poulets du lot1 (dont l'aliment était supplémenté en tourteau de soja), ont enregistré les meilleurs performances, on peut déduire que l'augmentation de la concentration du tourteau de soja de 5% dans l'aliment du poulet de chair pendant la phase de démarrage et croissance influence de manière positive les performances, probablement en raison d'un meilleur apport protéique et d'une meilleure couverture des besoins pendant ces deux phases d'élevage.

3 – la supplémentation de l'aliment du poulet en 5% de tourteau de soja durant le démarrage et croissance permet aussi de réduire le cout d'élevage et d'améliorer le poids a l'abattage.

4 - les bilans énergétiques et protéiques obtenus après analyse des trois gammes d'aliments utilisées durant cette expérience démontrent clairement qu'aucune des trois formules d'aliments n'est conforme aux recommandations standards d'alimentation du poulet de chair, néanmoins l'augmentation de la concentration du tourteau de soja de 5% dans l'aliment démarrage et croissance permet de corriger au moins l'apport protéique qui est d'une importance primordiale pendant ces deux phases d'élevage.

5 – les modifications des concentrations du tourteau de soja dans l'aliment du poulet de chair ne pourraient en aucun cas permettre de corriger tous les déficits rencontrés dans nos rations, pour cela il est peut être temps d'ajouter d'autres matières premières dans l'aliment destiné au poulet de chair.

Références bibliographiques

- Association of American Feed Control Officials Incorporated. Atlanta, GA, Official Publication 2001.
- 2. Anderson-Haferman J. C., Y. Zhang, C. M. Parsons, and T. Hymoitz, 1992.**
 - Qualité du Tourteau de Soja, American Soybean Association, conventional soybeans for chickens. Poultry Science, 71:1700-1709.
- 3. Anonyme 1, 2005.**
 - Elevage du poulet de chair souche ISA F15, guide d'élevage Hubbard, (www.hubbardbreeders.com).
- 4. Anonyme 2, 2006.**
 - Cours sur les tourteaux oléagineux, école vétérinaire de Lyon, p (1), (www.vet-lyon.fr).
- 5. AOCS, 1999.**
 - Indices de dispersibilité protéique, méthode officielle ré-approuvée 1997; révisée 1999 American oil control soybean Ba 10-65, (www.asa-europ.org).
- 6. Araba et Dale, 1990.**
 - Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing of soybean meal. Poultry Science, 69: 76-83.
- 7. Azzouz.H, 1997.**
 - Alimentation du poulet de chair, institut technique des petits élevages (ITPE), édition 1997, p (2), (7-9).
- 8. Benabdeljelil.K, 1999.**
 - L'incorporation du soja, graines entières extrudées dans l'alimentation du poulet de chair, Effets sur les performances de croissance Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc.
- 9. Berk.Z, 1992.**
 - Technology of production of edible flours and protein products from Soybeans, FAO Agricultural services Bulletin No. 97.
- 10. Bludgen. André et Collaborateurs, 1996.**
 - Aviculture semi industrielle en climat subtropical, guide pratique, les presses agronomiques de gembloux : 45-46, 47-48.
- 11. Bigot.K, Tesseraud.S, Taouis.M, Picard.M, 2001.**
 - Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair, INRA production animal, 14, 219-230, 2001.
- 12. Blum.J, 2002.**
 - Développement et nutrition du poulet de chair, travaux réalisés dans le cadre de l'aide au développement technologique de l'OFIVAL, ITAVI 2002.
- 13. Bouvarel. Isabelle, 2004.**
 - Sequentiel Feeding Programms for Broiler Chickens : 2' and 48 hour cycles. Poultry

17. Claude.Thieulin, 2003.

- Guide d'élevage poulet de chair, p (6), (8-11), (www.hubbardbreeders.com).

18. Claude.Thieulin, 2005.

- 21 ème journées, marché des matières premières, paris, (www.cargillfrance.com).

19. Darwin.G et Britzman, 2005.

- Le Tourteau de soja by-pass, Virginia Technologie, (www.asa-europe.org).

20. Darwin.G et Britzman, 1994.

- Nutrient Requirements of poultry, neuvième édition révisée, 1994.

21. Darwin.G et Britzman, 2005.

- Le tourteau de soja comme source de protéines, Université de l'Etat du Kansas, Département de zootechnie.

22. Erich.Kolb, 1975.

- Physiologie des animaux domestiques, édition 1975, Vigot frères : p330, 331-351.

23. Gonzalo G.Mateos et María Ángeles Latorre et Rosa Lázaro, 2000.

- Traitement de la graine de soja, Département de Production Animal, U.P. Madrid.

24. Gonzalo G.Mateos et Silvia. Salado, 2005.

- Derniers développements dans l'utilisation du soja graines entières dans les régimes destines à la volaille, Département Production Animal, U.P. Madrid.

25. Hansen et Peisker, 2003.

volailles, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

26. Hansen et Peisker, 2001.

de quelques produits de soja, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

27. Johann.Fickler. 2005.

- Soja, produits de soja et processus de production, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

- Surveillez la teneur en acides amines des tourteaux de soja, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

28. Keith C.Behnke, 1999.

- Extraction, transformation et spécification des tourteaux de soja aux Etats-Unis, université du Kansas.

29. Kimball. Nill , 2005.

- La production américaine de soja est plus viable que jamais, Technical Issues Director, American Soybean Association, St. Louis, Missouri, (www.asa-europe.org).

30. Larbier.M et al, 1991

- Alimentation des monogastrique, porc, lapin et volailles, 2e édition revue et corrigée, INRA 1991 : p (85), (86)

31. Larbier.M et Leclercq.B, 1992.

- Nutrition et alimentation des volailles, institut national de la recherche agronomique : p (18), (63), (65-66), (95-96).

32. Leclercq.B et Beaumont, 2000.

- Etude par simulation de la réponse des troupeaux de volailles aux apports d'acides aminés et de protéines, Station de recherche avicole de l'INRA, Nouzilly (France), INRA production animal, 13, 47-59, 2000.

33. Leclercq.B, Henry.Y, Lebas.F, 1996.

- Evolution de la nutrition des espèces monogastriques, INRA Prod. Anim., hors série, 85-94.

34. Lilja.C, 1983.

- A comparative study of postnatal growth and organ development in some species of birds. Growth, 47, 317-339.

35. Michael. Martin, 1997.

- Qualité du tourteau de soja, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

36. Mollereau.H et al, 1995.

- Vade-mecum du vétérinaire 16^e édition, 1995. p (876).

37. Murakami Akiba.Y, Horiguchi.M, 1992.

- Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chick with or without removal of residual yolk. Growth Devel. Aging, 56, 75-84.

38. Navarro.G, 1999.

- Evaluation sur le terrain de l'utilisation du tourteau de soja entier expansé dans les rations destinées à la consommation des poulets, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

39. Nir.I, Nitsan.Z., Mahagna.M, 1993.

- Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler type chicks after hatching. Br. Poultry. Science., 34, 523-532.

40. Nitsan.Z, Ben-Avraham.G, Zoref.Z, Nir.I, 1991.

- Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. Br. Poult. Science., 32, 515-523.

41. NOPA, 1997.

- Normes officielles des produits de soja, la National Oil Processors Association, (www.oilseed.org.nopa).

42. Nouri, Ferrah.A et Kaci. A, 1996.

- Essai d'approche des performances zootechniques des ateliers de poulet de chair en Algérie, institut technique des petits élevages, DFRV réédition 1996 : p (5-8).

43. Parsons, 1992.

- Qualité du Tourteau de Soja, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

44. Peter.M, 2005.

- Comment produire un tourteau de soja de qualité, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

45. Picard.M, 2001.

- Caractéristiques granulométriques de l'aliment des volailles, INRA production animal, 13, 117-130, 2001.

46. Quentin.Maxime, Bouvarel Isabelle, Denis Bstianelli, Michel Picard, 2004.

- Quel besoins du poulet de chair en acides aminés essentiels ?, une analyse critique de leur détermination et de quelques outils pratique de modélisation, INRA production animal, 17, 19-34, 2004.

47. Quinsac.Alain, Bouvarel.Isabelle, Buffo.Pierre et Burghart.Pierre, 2005.

- Intérêt de différents tourteaux de soja partiellement déshuiles par extrusion pression, pour l'élevage de poulets, Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30 et

48. Robert.A et Swick, 2001. 31 mars 2005.

- Mise à jour des questions liées à la qualité du tourteau de soja, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

49. Sanchez A, Plouzeau.M, Rault.P, Picard.M, 2000.

-Croissance musculaire et fonction cardio-réspiratoire chez le poulet de chair, INRA production animal, 13, 37-45, 2000.

50. Treut, 2001.

- Les protéines plasmatiques, sémiologie biochimique, CHU de rennes, France.

51. Tesseraud.S et Temim.S, 1999.

- modification métaboliques chez le poulet de chair en climat chaud : conséquences nutritionnelles, INRA production animal, 12, 353-363, 1999.

52. Tesseraud.S Temim.S, Chagneau A.M, Guillaumin.S, Michel.J, Peresson.R, 2000.

- Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens, Poultry. Science, in press.

53. Ulysses A. Acasio, 1980.

- Stockage et Manutention des Graines et du Tourteau de Soja, Kansas State University – Manhattan, Kansas.

54. USB (United soybean board), 1998.

- Manuel des importateurs de soja pour l’Afrique du nord.

55. Van J.E, 2001.

- Utilisation du soja et du tourteau de soja dans l'industrie de l'alimentation animale, formulation et qualité, (<http://www.oilseed/org/nopa>).

56. Vassault. Labbe, 2006.

- Commission validation de technique, de la société française de biologie clinique, groupe de travail (Créatinine).

57. Vergara.P, Jimenez.M., Ferrando.C, Fernandez.E, Gonalons.E, 1989.

- Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler

58. William.A et Dudley.C, 1995.

- L’indice de dispersibilité des protéines (IDP) est plus approprié que les autres indices pour déterminer la qualité des tourteaux de soja, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).

59. William.A et Dudley.C, 1999.

chickens. Poult. Sci, 68, 185-189.

- Methods for determining quality of soybean meal protein important. Feedstuffs. Vol 71. N°1 January, 1999.
- 60. William.A et Dudley.C, 2002.** - Importance des méthodes de détermination de la qualité des protéines dans le tourteau de soja, American Soybean Association, (www.asa-europe.org).
- 61. William.A et Dudley.C, 2003.** - Qualité du tourteau de soja, africa protéine, n°18 septembre 2003

Annexe 1

	Date	Age	Mortalité		ADJ (kg)		Date	Age	Mortalité		ADJ (kg)		Date	Age	Mortalité		ADJ (kg)	
			m1	m2					m1	m2					m1	m2		
S1		1				S4		22				S7		43				
		2						23							44			
		3						24							45			
		4						24							46			
		5						26							47			
		6						27							48			
		7						28							49			
totaux						totaux						totaux						
S2		8				S5		29				S8		50				
		9						30							51			
		10						31							52			
		11						32							53			
		12						33							54			
		13						34							55			
		14						35							56			
totaux						totaux						totaux						
S3		15				S6		36				S9		57				
		16						37							58			
		17						38							59			
		18						39							60			
		19						40							61			
		20						41							62			
		21						42							63			
totaux						totaux						totaux						
												Totaux						

S: Semaine.

m1 : Mortalité de 08 :00 à 20 :00.

m2 : Mortalité de 20 :00 à 08 :00.

ADJ : Aliment distribué journalier.

RESUME :

Le tourteau de soja qui peut représenter à lui seul jusqu'à 35% de la ration alimentaire destinée au poulet de chair joue un rôle très important dans l'alimentation de ce dernier, vu qu'il représente la première source de protéines alimentaire ; Son taux d'incorporation dans la ration est l'élément clé dans l'équilibre entre l'apport protéique et énergétique.

Dans des conditions expérimentales, ont été évalués les effets des variations du taux d'incorporation du tourteau de soja dans l'aliment démarrage et croissance du poulet de chair sur les performances zootechniques et les paramètres biochimiques.

Les résultats ont montré que la supplémentation de l'aliment démarrage et croissance de 5% de tourteau de soja permet d'obtenir un meilleur poids à l'abattage avec un bien meilleur rendement économique, représenté par un indice de consommation et un coût de production nettement inférieur.

Toutefois les bilans alimentaires des trois gammes d'aliments réalisés durant cette étude ont montré qu'une supplémentation de 5% en tourteau de soja ne permet pas de corriger l'équilibre entre l'apport protéique et énergétique des formules d'aliment utilisées dans nos élevages, il se pourrait que cela ne soit possible qu'après incorporation d'autres matières premières (blé dur ou l'orge), dans les aliments destinés au poulet de chair.

SUMMARY

The soybean oil cake which can represent up to 35% of the feed ration of broiler chicken has an important role as the first source of proteins for this last one. Its incorporation rate in the feed ration is the most important element in the balance between the energy and the protein inputs.

In this experimentation, effects of its incorporation rate variations in the start and growth feed have been tested on the zootechnical performances and biochemical parameters of broiler chickens.

Results have shown that the start and growth feed supplementation by 5% of soybean cake allows a better slaughter weight and a much better economic output represented by a lower consumption index and production cost.

But this supplementation can not correct the imbalance between the energy and the protein inputs which can be realized by incorporation of other sources of energy (as hard wheat or barley) to the broiler chicken feed ration.

يعتبر الصوجا المصدر الأساسي للبروتينات في علائق تغذية الدواجن حيث يمكن أن يمثل حوالي 35% من الراتب الغذائي لدجاج اللحم وتشكل نسبة تواجهه أهم عناصر التوازن بين البروتينات و الطاقة بالعلائق. من خلال هذه الدراسة تم اختبار زيادة هذا العنصر إلى العلائق بنسب مختلفة و تأثيراتها على نمو و مردود الطيور و معاييرها البيوكيميائية.

و قد أظهرت النتائج أن زيادة الصوجا إلى عليقه دجاج اللحم بنسبة تسمح بالحصول على أحسن وزن عند الذبح , أعلى مردود اقتصادي مع هبوط ملحوظ في نسبة الاستهلاك و كلفة الإنتاج. إلا أن هذه الزيادة لا تسمح بتصحيح اختلال التوازن بين نسبة البروتينات و الطاقة هذا الأخير يمكن تفاديه بإضافة مصادر أخرى للطاقة كالقمح أو الشعير إلى علائق دجاج اللحم.