



Contrôle de la qualité granulométrique et nutritionnelle des aliments pour animaux à la Société Meunière et Avicole du Gabon (SMAG)

Abdourhamane Ibrahim Toure¹, Gilbert Comlan Zougou Tovignon¹, Cédric Sima Obiang, Xaviéra Whitney Abui-Mba¹, Arseine Valery Mboko¹, Férence Ndzani Matumuini¹, Louis Clément Obame Engonga², Bi Irié Arsène Zoro³, Benoît Boukila¹, Otchomou Atcho³.

¹ Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB), Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), B.P. 941 Franceville, Gabon.

² Laboratoire de Biochimie de la Faculté des Sciences de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), B.P. 941 Franceville, Gabon.

³ Unité de Formation et de Recherche (UFR) : Sciences de la Nature Université Nangui Abrogoua, B.P. 801 Abidjan, Côte d'Ivoire.

Correspondant : aitoure@yahoo.fr

Original submitted in on 17th July 2020. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 30th November 2020
<https://doi.org/10.35759/JABs.155.2>

RESUME

L'étude portant sur le contrôle de la qualité granulométrique et nutritionnelle des aliments pour animaux à la SMAG a été réalisée de novembre 2018 à juin 2019. Elle a été effectuée dans le but de contribuer à l'amélioration de la qualité des aliments mis à la disposition des éleveurs. Pour cette étude, une enquête a été faite auprès des éleveurs et à l'intérieur de l'usine de production d'aliments de la SMAG à partir de la méthode QQOCCP. Un processus d'autocontrôle a été élaboré à partir du PDCA ou Roue de Deming. Ce deuxième outil qualité a permis de mettre en place un ensemble d'actions de contrôle et de mesures correctives qui ont eu un impact sur les caractéristiques physiques de certains aliments. Les caractéristiques physiques et nutritionnelles des aliments ont été déterminées. Il ressort des résultats que l'analyse d'aliment « démarrage » a révélé une proportion plus abondante des particules dont le diamètre est compris entre 2-3,15 mm (56,5 % - 64,97 %) suivie de celles du diamètre de 1-2 mm (20,91 % - 38,57 %). La proportion la plus abondante des particules constitutives de l'aliment « poulette unique », aux mois de mars et d'avril, a été celles au diamètre compris entre 2-3,15 mm (49,39 % - 55,03 %) suivie de celles du diamètre > 3,15 mm (24,11 % - 29,01 %). Aux mois de mai et de juin, la proportion la plus abondante des particules a été celles au diamètre compris entre 2-3,15 mm (64,09 % - 64,16 %) suivie de celles au diamètre compris entre 1 – 2 mm (21,12 % - 24,39 %). S'agissant de l'aliment « entrée en ponte farine », les taux les plus élevés ont été obtenus avec 2-3,15 mm, suivis de ceux du diamètre inférieur à 0,5 mm. Concernant les particules de l'aliment « finition », en mars, la proportion la plus élevée (44,82 %) a été celle de 2 et 3,15 mm, suivie de celles au diamètre supérieur à 3,15 mm (36,75 %) ; en avril, mai et juin, les taux les plus élevés ont été ceux de 2-3,15 mm, suivi de celui de 1-2 mm. Les proportions les plus abondantes de l'aliment « charcutier » ont été obtenues au niveau du diamètre supérieur à 3,15 mm. Par ailleurs, les taux de protéines brutes enregistrés dans les aliments « poulette unique », « entrée en ponte » et « charcutier » ont été significativement ($p < 0,05$) inférieurs aux normes standards. Au vu de ces résultats, globalement, les

aliments SMAG ne répondent pas aux normes. Ainsi, une attention particulière doit être apportée à la qualité des aliments produits pour les animaux.

Mots clés : Aliments pour animaux, caractéristiques physiques et chimiques, contrôle qualité, SMAG Gabon.

ABSTRACT

The Grain Size and Nutritional Quality Control Study at SMAG was conducted from November 2018 to June 2019. It was carried out with the aim of contributing to the improvement of the quality of the food made available to farmers. For this study, a survey was conducted among livestock producers and within the SMAG food production plant using the QOCCP method. A self-monitoring process was developed from the PDCA or Deming Wheel. This second quality tool made it possible to implement a set of control actions and corrective measures that had an impact on the physical characteristics of certain foods. The physical and nutritional characteristics of the food have been determined. The results indicate that the "startup" analysis revealed a higher proportion of particles with diameters of 2-3.15 mm (56.5% - 64.97%) followed by particles with diameters of 1-2 mm (20.91% - 38.57%). The highest proportion of single pullet component particles in March and April were those with a diameter of 2-3.15 mm (49.39% - 55.03%) followed by those with a diameter of > 3.15 mm (24.11% - 29.01%). In the months of May and June, the most abundant proportion of particles were those with a diameter of between 2-3.15 mm (64.09% - 64.16%) followed by those with a diameter of between 1-2 mm (21.12% - 24.39%). The highest rates of entry-to-lay meal were 2-3.15 mm, followed by less than 0.5 mm in diameter. In March, the highest proportion (44.82%) of the "finishing" meal was 2 and 3.15 mm, followed by those with a diameter greater than 3.15 mm (36.75%); in April, May and June, the highest rates were 2-3.15 mm, followed by 1-2 mm. The most abundant proportions of the «charcutier» food were obtained at the diameter greater than 3.15 mm. Furthermore, the crude protein levels recorded in «pullet unique», «entrée en ponte» and «charcutier» foods were significantly ($p < 0.05$) below standard. In view of these results, overall, SMAG foods do not meet the standards. Particular attention must therefore be paid to the quality of feed produced for animals.

Key words: Animal feed, physical and chemical characteristics, quality control, SMAG Gabon.

INTRODUCTION

Dans les pays en voie de développement, la croissance économique et l'augmentation des revenus individuels entraînent une forte hausse de la demande en produits d'origine animale (Kearney, 2010). L'Afrique n'échappe pas à cette demande qui provoque l'émergence des filières de production. Ces filières sont souvent constituées par des élevages de taille modeste avec quelques milliers d'animaux et très peu d'intégration des productions. Les éleveurs sont tributaires des aliments qu'ils peuvent trouver sur le marché. La concurrence entre les fabricants d'aliments se fait essentiellement sur le prix des produits, souvent au détriment de la qualité (Bastianelli *et al.*, 2007). Cependant, l'alimentation animale joue un rôle déterminant dans la productivité, l'amélioration des performances zootechniques et la rentabilité des élevages. Ces aliments peuvent être fabriqués soit, par des entreprises industrielles soit, par simple

mélange sur le lieu de production. On parle souvent «d'aliments industriels», «d'aliments formulés», «d'aliments en mélange» ou encore «d'aliments composés» (FAO, 2013). Toutefois, l'évolution du secteur agroalimentaire ne garantit pas la salubrité, ni la conformité des aliments encore moins des matières premières utilisées pour les fabriquer, qu'elles soient produites localement, importées ou exportées. Aujourd'hui, ce sont les impératifs de qualité qui dominent les marchés. En effet, face aux évolutions sociales majeures de ces dernières décennies l'avènement de la qualité occupe davantage une place de choix dans les entreprises (Thornton, 2010). En outre, en plus des produits, des processus de production, des managements des systèmes de production, prennent de plus en plus en compte les normes et la qualité comme des valeurs marchandes. Aussi, de nombreuses entreprises agro-alimentaires cherchent à asseoir

leurs avantages compétitifs sur la qualité de leurs produits (Nickell, 1996). C'est le cas de la Société Meunière et Avicole du Gabon (SMAG), filiale de la Société d'Organisation de Management et de Développement des Industries Alimentaires et Agricoles (SOMDIAA) et leader de la production d'aliments pour animaux au Gabon. Elle s'est engagée dans le cadre de la mise en place du

Système de Management de la Sécurité des Denrées Alimentaires (SMSDA) en vue de la certification ISO 22000 version 2005. L'objectif de ce travail est de mettre en place un plan de contrôle qualité des aliments pour animaux visant à assurer la conformité, la garantie de la qualité et de la viabilité des produits mis à la disposition des éleveurs.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude : la présente étude s'est déroulée du 20 novembre 2018 au 28 juin 2019 à l'usine de production d'aliments bétail de la Société Meunière et Avicole du Gabon (SMAG), sise au quartier Lalala dans le 5^{ème} arrondissement de la commune de Libreville au Gabon. Cette zone est située à 0°27'33 de latitude nord et 9°25'13 de longitude Est. Le climat est de type équatorial, chaud et humide ; caractérisé par quatre saisons : une grande saison sèche de juin à septembre, une petite saison des pluies, d'octobre à mi-décembre ;

une petite saison sèche, de mi-décembre à février et une grande saison des pluies de mars à juin. Les précipitations moyennes oscillent entre 2500 et 4000 mm et la température moyenne entre 25 et 28°C. Le degré hygrométrique est en général supérieur à 80 %, atteignant 100 % en saison des pluies (Ondo, 2011).

Matériel

Aliments : ce travail a été réalisé avec les aliments les plus utilisés par la SMAG. Il s'agit des produits finis issus de l'usine d'aliments, présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : produits finis choisis

Gamme ponte	Gamme poulet	Gamme porc
- Poulette démarrage (0 - 5 semaines) - Poulette unique (6 - 21 semaines) - Entrée en ponte (22 - 54 semaines)	- Finition 2 (26 - 45 jours)	- Porcelet - Charcutier - allaitement-engraissement

Méthodes : Enquête sur le terrain : elle a duré deux mois et s'est déroulée en deux phases simultanées. La première phase consistait à répertorier chez différents éleveurs les difficultés auxquelles ils auraient été confrontés suite à l'utilisation des aliments (des anomalies constatées sur l'aliment) et la seconde, était basée sur la collecte d'informations du processus de fabrication des aliments ; là il s'agissait de relever chaque étape susceptible d'impacter la production, de l'acheminement des matières premières à l'obtention des produits finis. Cette enquête a été réalisée à partir de la démarche méthodique du questionnement, le QQOQCP.

Application du processus de contrôle à la SMAG : La méthode PDCA encore appelée "Roue de Deming" est l'outil choisi pour l'élaboration et la mise en place des actions de contrôle. À partir des éléments relevés, un planning d'actions et une procédure de mesures correctives sont mis en place afin de corriger en continu les problèmes observés depuis la réception des

matières premières jusqu'à l'expédition des produits finis. Pour cette dernière étape, il était question d'évaluer les résultats obtenus et d'apporter des améliorations en continu en vue d'atteindre la conformité totale de tous les produits.

Contrôle des matières premières : les matières premières utilisées au niveau de l'usine proviennent de fournisseurs divers dont l'Amérique, l'Europe et le marché local. Au total, neuf produits sont utilisés dans la fabrication des aliments.

À l'arrivée des matières premières, elles sont réceptionnées par le service approvisionnement et un premier contrôle est effectué à partir des fiches de suivi ; ceci afin de vérifier la conformité du produit (numéro de commande, quantité commandée, état général...). Les produits sont ensuite rangés dans les lieux de stockage adaptés à la nature des produits (silos pour le blé et les drèches ; magasins pour les autres matières premières). Les données collectées lors de cette opération sont enregistrées dans une base de données appelée

"arrivage matières premières". Durant le stockage, des visites inopinées sont effectuées pour vérifier les conditions environnementales et sanitaires des lieux de stockage.

Contrôle de la fabrication : les matières premières (tourteau de soja, graines de soja extrudées, carbonate de calcium, les premix) conditionnées en sac sont introduites dans le circuit de production au moyen des verse-sacs. Le blé, le son, le remoulage et les drèches stockés dans les silos sont préalablement pesés sur une bascule à grain de portée 50 kg et de précision ± 100 g avant le pré-mélange.

Processus de fabrication : les matières premières subissent un ensemble d'opérations visant à donner à l'aliment souhaité, des qualités précises (goût, aspect, valeurs nutritionnelles...) en fonction de l'espèce animale et / ou son état physiologique. Au moyen de fiches de contrôle, un suivi de la production a été réalisé. Il a permis de vérifier les différentes étapes de production, de contrôler le poids des sacs et le fonctionnement des balances sous les trémies d'ensachage. Il a également permis de mentionner les problèmes qui pourraient survenir lors de la production afin d'y apporter des correctives. Les fiches étaient remplies quotidiennement et déposées le lendemain.

Stockage des produits finis : en plus des visites journalières des magasins, une fois par semaine, une visite est réalisée et la fiche de contrôle du magasin de stockage des produits finis est transmise au responsable du magasin. Durant cette visite, il a été question de vérifier les conditions environnementales et sanitaires des locaux, de contrôler la disposition et l'identification des produits selon leur nature et leur destination finale (clients ou élevage SMAG). Ceci permet de maintenir le respect du FIFO (first in, first out) dans le magasin.

Analyses des produits

Analyses granulométriques : pour ces analyses, des échantillons de 100 g d'aliments ont été prélevés afin de déterminer les caractéristiques physiques. Ces

échantillons ont été prélevés, pendant quatre mois, en début et en fin de production et homogénéisés dans un seau en plastique de 4 litres. Après l'obtention d'une quantité d'environ 250 g, le contenu est placé dans une tamiseuse électrique, de marque AS 200 Basic RETSCH (Allemagne), de diamètres variables, de l'ordre de 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm et inférieur à 0,5 mm. Le produit est tamisé à une amplitude de 80 pendant cinq minutes. Les quantités obtenues dans chaque tamis ont été pesées sur une balance de capacité 5 kg et de précision $\pm 0,1$ g. Les données obtenues ont été enregistrées dans un carnet et transférées dans une base de contrôle granulométrique en fonction des mois.

Analyses zoobromatologiques : la SMAG ne disposant pas de laboratoire d'analyses d'aliments, elle fait appel à l'expertise d'un laboratoire français spécialisé dans le conseil et la formulation d'aliments pour animaux. A partir de leurs investigations, un programme d'analyses a été mis en place pour contrôler et vérifier les qualités biochimiques et microbiologiques des matières premières et des produits finis. Cependant, notre étude est axée sur le contrôle des qualités biochimiques des matières premières et des produits finis. Pour ces analyses, des prélèvements de 300 g des produits sont envoyés en France tous les débuts de mois, et après analyse, les résultats sont envoyés et enregistrés dans une base de données "analyses produits".

Analyses statistiques : les données sur les aliments « poulette unique », « entrée en ponte » et « porc charcutier » ont été traitées à l'aide du logiciel R. L'analyse statistique a été réalisée à partir du test T de conformité de Student avec $p \leq 0,05$. Pour évaluer la conformité des résultats sur les valeurs nutritionnelles des autres aliments, une moyenne standard a été calculée pour faire la comparaison avec les valeurs standards. Par ailleurs, l'analyse des autres données s'était faite à partir des graphes (histogrammes).

RESULTATS

Détermination des caractéristiques physiques des aliments

Aliment « poulette démarrage » : quel que soit le mois, la proportion la plus élevée des particules constitutives

de l'aliment « poulette démarrage » a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (figure 1).

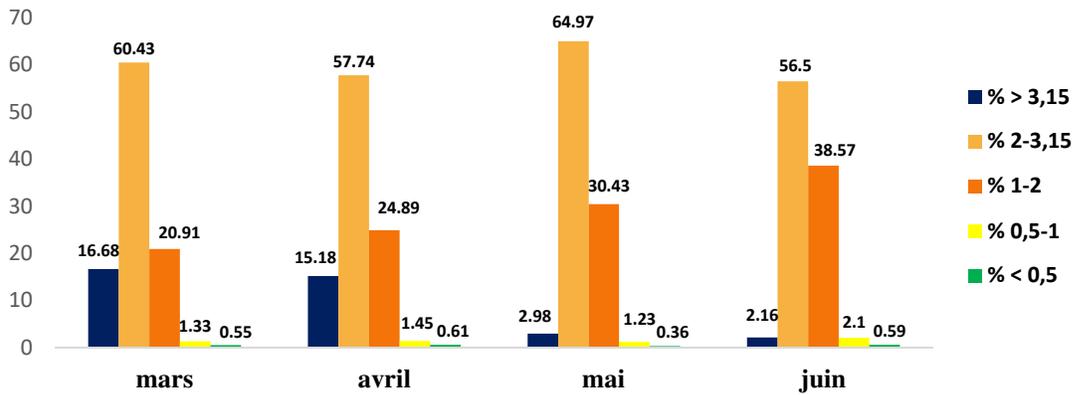


Figure 1. Proportion des particules constitutives de l'aliment « poulette démarrage »

La proportion des particules constitutives de l'aliment « poulette démarrage » en fonction des mois montre que la proportion la plus élevée des particules a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (56,5 % - 64,97 %) suivie de celle des particules ayant un diamètre compris entre 1-2 mm (20,91 % - 38,57 %).

Aliment « poulette unique (6-21 semaines) » : Quel que soit le mois, la proportion la plus élevée des particules de l'aliment « poulette unique » a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (figure 2).

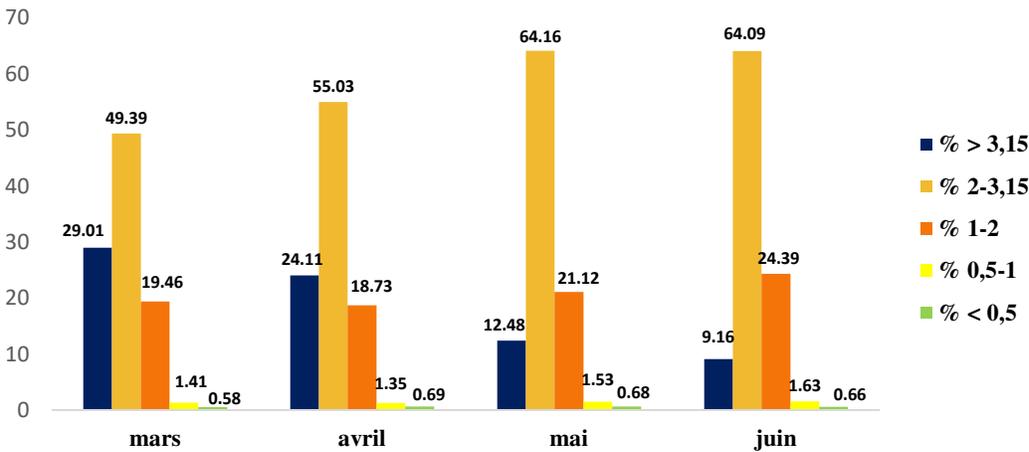


Figure 2 : Proportion des particules constitutives de l'aliment « poulette unique (6-21 semaines)»

La figure 2 montre que la proportion de la granulométrie la plus élevée des particules constitutives de l'aliment « poulette unique », au mois de mars et avril, a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (49,39 % - 55,03 %) suivie de celle des particules ayant un diamètre > 3,15 mm (24,11 % - 29,01 %). Au mois de mai et juin, la proportion la plus élevée a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-

3,15 mm (64,09 % - 64,16 %) suivie de celle des particules ayant un diamètre compris entre 1 – 2 mm (21,12 % - 24,39 %).

Aliment « entrée en ponte (22-54 semaines) » : quel que soit le mois, la proportion la plus élevée des particules des aliments « entrée en ponte avec ou sans farine » a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (figures 3 et 4).

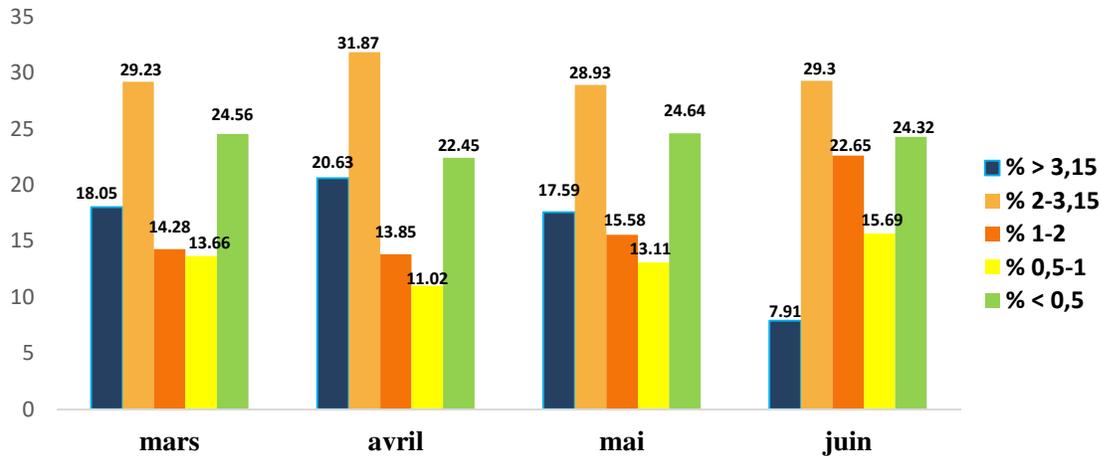


Figure 3 : Proportion des particules constitutives de l'aliment « entrée en ponte avec farine »

La figure 3 a montré que, quel que soit le mois, la proportion de la granulométrie la plus élevée des particules constitutives de l'aliment « entrée en ponte avec farine » a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (28,93 % - 31,87 %) suivie de celle des particules ayant un diamètre < 0,5 mm (22,45 % - 24,64 %). Par ailleurs, la figure 4 a montré qu'au mois de mars la proportion de la granulométrie la plus élevée des particules constitutives de l'aliment « entrée

en ponte sans farine » a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (27,26 %) et un diamètre > 3,15 mm (27,03 %). Cependant, au mois d'avril et mai, la proportion de la granulométrie la plus élevée des particules a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (28,52 % - 31,29 %) suivie de celle des particules ayant un diamètre < 0,5 mm (23,22 % - 24,39 %).

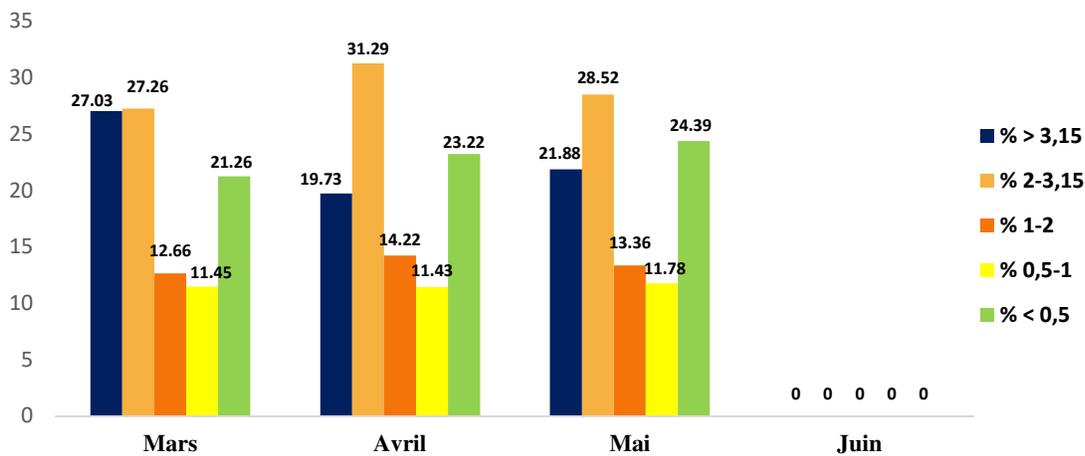


Figure 4 : Proportion des particules constitutives de l'aliment « entrée en ponte sans farine »

Aliment « finition (26-45 semaines) » : Quel que soit le mois, la proportion la plus élevée des particules de l'aliment « finition (26-45 semaines) » a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (figures 5). Au mois de mars, la proportion de la granulométrie la plus élevée des particules constitutives de l'aliment « finition » a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (44,82 %) suivie

de celle des particules ayant un diamètre > 3,15 mm (36,75 %). Cependant, au mois d'avril, mai et juin, la proportion de la granulométrie la plus élevée a été celle des particules ayant un diamètre compris entre 2-3,15 mm (60,79 % - 62,84 %) suivie de celle des particules ayant un diamètre compris entre 1 – 2 mm (20,48 % - 28,80 %).

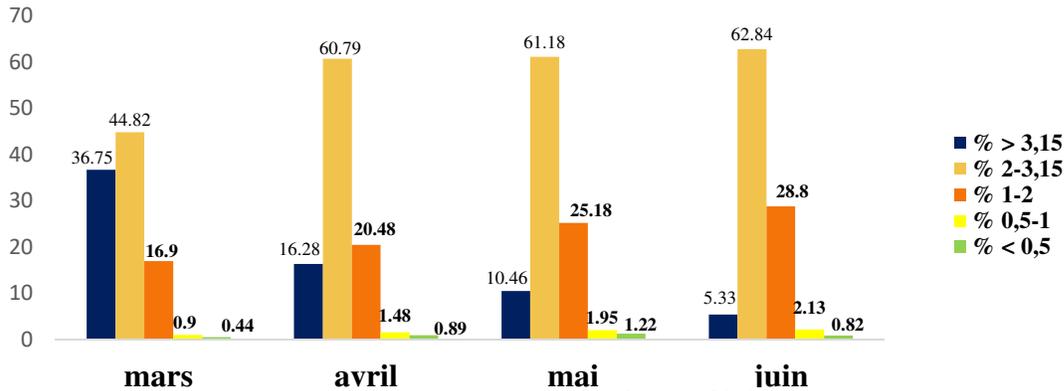


Figure 5. Proportion des particules constitutives de l'aliment «finition (26-45 jours)»

Aliment « Porc charcutier » : Quel que soit le mois, la proportion la plus élevée des particules de l'aliment « porc charcutier » a été celle des particules ayant un

diamètre > 3,15 mm (figures 6). Pour cet aliment, la proportion varie entre 92,20 % à 99,12 %.

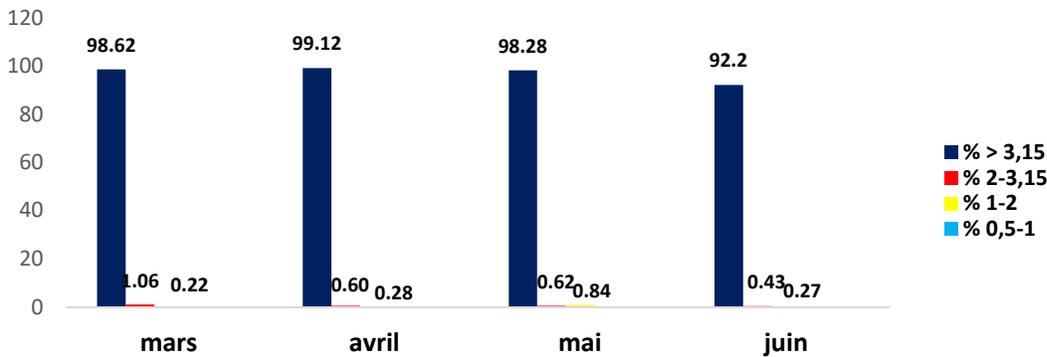


Figure 6 : Proportion des particules constitutives de l'aliment «porc charcutier»

Caractéristiques nutritionnelles des aliments : les caractéristiques nutritionnelles des aliments sont consignées dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : comparaison des valeurs nutritionnelles des aliments aux moyennes standards

Aliments	Composition chimique							
	Humidité (%)	Protéines (%)	Fibres (%)	Matières grasses (%)	Cendres (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)	Sodium (%)
Poulette unique (6-21 semaine)	9,90± 0,75 ^a	17,78± 0,67 ^b	nd	nd	5,02± 1,27 ^a	nd	0,51± 0,05 ^b	0,09± 0,06 ^a
Ponte entrée (22-54 semaine)	9,03± 0,55 ^b	17,80± 0,18 ^b	nd	nd	13,78± 1,42 ^b	nd	0,50± 0,05 ^b	0,15± 0,07 ^a
Porc charcutier	9,96± 0,59 ^a	15,83± 0,55 ^b	nd	nd	nd	0,57± 0,12 ^b	0,53± 0,02 ^b	nd

a : éléments dont la teneur est conforme à la norme $p \geq 0,05$; b : éléments ayant une différence significative à la norme $p \leq 0,05$; nd : non déterminées

Les teneurs en protéines et en phosphore des divers aliments ont été significativement différentes ($p \leq 0,05$) à la norme (tableau 2). A l'exception des teneurs en humidité et en cendres de l'aliment «entrée en ponte», en protéines et en calcium de l'aliment

«charcutier», les teneurs en humidité des aliments «poulette unique», «entrée en ponte» ; en cendres de l'aliment «poulette unique» ; en sodium des aliments «poulette unique» et «entrée en ponte» sont conformes à la norme.

Tableau 3 : composition chimiques des aliments «poulette démarrage», «finition», «allaitement / engraissement» et «porcelet»

Aliments	Humidité (%)	Protéines (%)	Fibres (%)	Cendres (%)	Matières grasses (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)	Sodium (%)
Poulette démarrage	9,3± 0,004 ^b	19,7± 0,004 ^a	ND	6,35± 0,014 ^b	ND	ND	0,71± 0,001 ^b	0,17± 0,001 ^b
Finition (26-45 jours)	8,75± 0,010 ^b	18,5± 0,001 ^b	ND	8,7± 0,001 ^b	8,06± 0,001 ^a	0,99± 0,001 ^a	0,62± 0,001 ^b	0,15± 0,001 ^b
Allaitement-Engraissement	9,7± 0,005 ^b	15,3± 0,004 ^b	2,3± 0,001 ^b	ND	ND	0,59± 0,001 ^a	0,73± 0,004 ^b	ND
Porcelet	7,55± 0,007 ^b	17± 0,001 ^b	ND	6,45± 0,001 ^b	13,51± 0,001 ^b	0,97± 0,001 ^b	0,68± 0,001 ^b	ND

Nd : non déterminé

La composition chimique des différents aliments varie d'un type à l'autre (tableau 3). La teneur en protéines la plus élevée a été enregistrée dans l'aliment « démarrage » ($19,7 \pm 0,004$ %) et la plus faible dans l'aliment «allaitement-engraissement » ($15,3 \pm 0,004$ %). En outre, la teneur en graisse la plus faible a été obtenue avec l'aliment « finition » et la plus élevée a été enregistrée dans l'aliment «porcelet».

DISCUSSION

Caractéristiques granulométriques des aliments

Aliment « poulette démarrage » : Les 2,16 % des particules ayant la taille > 3,15 mm, dans l'aliment, obtenus en juin, se rapprochent des 2 % recommandés par Trividy (2005) et Hubbard (2011), tandis que les proportions issues des fractions fines (< 1 mm) ont été inférieures à celles obtenues par ces auteurs. Pour Trividy (2005), elle doit représenter près de 40 % de l'aliment et pour Hubbard (2011) 15 %. La proportion la plus abondante (56,5-64,97 %) a été celle des particules ayant la taille comprise entre 2 et 3,15 mm. Ces résultats sont différents de ceux rapportés par Trividy (2005) qui a montré que pour un aliment démarrage en miettes, la proportion la plus abondante est celle dont la taille varie de 1 à 2 mm, avec une proportion variant de 30 à 45% dans l'aliment. Cette différence pourrait se justifier par la technique de fabrication d'aliments. En effet, pour une matière première donnée, plus la vitesse du marteau du broyeur est élevée, plus la gamme de distribution de particules d'aliment est large (Thomas et Cade, 2007).

Aliment « Poulette unique (6-21 semaines) » : La taille des particules a connu une réelle variation à partir du mois de mai. Cependant, quels que soient les ajustements opérés au niveau de la fabrication, la fraction fine (< 1 mm) n'a pas changé au fil du temps (< 3 %). Ainsi, les réglages de l'émetteur pour diminuer la

taille des particules grossières n'a pas induit l'augmentation de la proportion des fines dans l'aliment.

Aliments « entrée en ponte (22-54 semaines) » : Les actions correctives notamment le changement des marteaux du broyeur apporté sur l'aliment « entrée en ponte (22-54 semaines)» ont eu pour effet de réduire la proportion de particules supérieures à 3,15 mm, favorisant ainsi l'augmentation des fractions intermédiaires notamment celle comprise entre 1 et 2 mm. On en déduit que l'aspect de l'aliment a été influencé par la technologie utilisée. En effet, la taille des particules est proportionnelle à la vitesse de rotation des marteaux du broyeur et des caractéristiques de la grille (Thomas et Cade, 2007). Ces résultats corroborent ceux de Trividy (2005), Maquinaria (2017) et Tecaliman (2019), qui ont souligné que les broyeurs à vitesse variable améliorent l'uniformité de la granulométrie et diminuent la qualité des particules ne correspondant pas à la gamme désirée. Les 7,91 % obtenus au mois de juin pour la fraction supérieure à 3,15 mm, sont inférieures à 10 % recommandés par Novogen (2017) et supérieures à 5 % obtenus par Amerah et al., (2007). Cet écart pourrait être lié aux souches des animaux étudiés. Par ailleurs, la fraction fine inférieure à 0,5 mm représente 24,32 % dans l'aliment. Cette valeur est proche de celle rapportée par Lohmann (2016) (19 %) et

supérieure à celles enregistrées par Hubbard (2011) et Novogen (2017), respectivement 10 et 5 %. Cette grande différence serait due non seulement à la souche étudiée mais aussi à la nature des matières premières utilisées. Morinière (2015) a suggéré que la proportion des particules ayant la taille inférieure à 0,5 mm ne doit pas dépasser 40 %.

Aliment « finition (26-45 semaines) » : La diminution de la fraction grossière dans la présente étude a entraîné une augmentation des particules des fractions intermédiaires notamment celle de 1 à 2 mm. En effet, en resserrant les rouleaux de l'émietteur lors de la fabrication de l'aliment, les éléments dont les diamètres sont supérieurs à l'écartement entre les rouleaux sont retenus puis broyés pour l'obtention des fines particules (Thomas et Cade, 2007). La proportion de fines particules reste peu considérable quel que soit le mois grâce à leur système de recyclage qui par élévation, ramène les fines dans la presse pour être humidifiées puis granulées. La proportion de la fraction grossière du mois d'avril (16,28 %) est comparable à celle obtenue par Trividy (2005) (15 %) et celle de juin (5,33 %) est comparable à celle enregistrée par Morinière (2015) (4 %). En outre, la fraction des particules fines (< 0,5 mm) ne dépasse pas la proportion de 3 % dans l'aliment ; cette valeur est inférieure à celle obtenue par Trividy (2005) (10 %) de l'aliment. Cette variation pourrait se justifier par la forme de présentation de l'aliment en miettes ou en farines grossières. En effet, selon Trividy (2005) et Morinière (2015), une présentation en farine grossière et en miette permet aux animaux de profiter des éléments nutritifs contenus dans chaque fraction.

Aliment « porc charcutier » : La proportion des différentes particules a été globalement constant dans l'aliment quel que soit le mois. Ce résultat se justifierait par le fait que la vitesse du marteau du broyeur soit chaque fois maintenue constante durant la fabrication de l'aliment.

Caractéristiques nutritionnelles des aliments

Aliment « poulette démarrage » : Le taux moyen de protéines ($19,7 \pm 0,004$ %) de l'aliment « poulette démarrage » dans la présente étude a été comparable ($p > 0,05$) à celui recommandé par Leborgne *et al.* (2013) (18 à 20 %) et inférieur à celui recommandé par Dusart (2015) (21 %). Cette différence pourrait s'expliquer par la souche animale, que le poussin soit de chair ou de ponte. En effet, selon Ndoye (1996), les poussins chair en phase de démarrage ont des besoins en protéines plus élevés que ceux destinés à la ponte. Les teneurs en cendres ($6,35 \pm 0,014$ %), en sodium (0,17 %) et en phosphore ($0,71 \pm 0,001$ %) ont été plus élevées que les

standards. Ces résultats ont été supérieurs à ceux rapportés par l'INRA (1989) pour les cendres (3 %) et par Novogen (2017) pour le phosphore (0,45 %). Cependant, ces auteurs ont enregistré des taux de sodium (0,17 à 0,20 %) comparables à celui obtenu dans la présente étude ($0,15 \pm 0,001$). Chez les volailles, les excès de matières minérales, notamment en oligoéléments, entraînent des troubles nerveux, de la croissance et du système immunitaire (Delteil, 2012).

Aliment « poulette unique (6-21 semaines) » : Le taux de protéines ($17,78 \pm 0,63$ %) de l'aliment « poulette unique (6-21 semaines) » dans la présente étude a été significativement ($p < 0,05$) plus élevé que la moyenne standard choisie (16,25 %). Cette valeur est proche de la norme recommandée par Chaloub (1984) et Bedrane (2016) qui est de 18 % pour une énergie métabolisable comprise entre 2300 – 2800 kcal / kg d'aliment. Ces différences pourraient s'expliquer par la souche animale. La teneur en phosphore ($0,51 \pm 0,05$ %) a été comparable au standard choisi (0,6 %). Cette valeur a été également comparable à celle enregistrée par Leborgne *et al.* (2013) (0,40 %).

Aliment « entrée en ponte (22-54 semaines) » : Dans la présente étude, l'aliment « entrée en ponte (22-54 semaines) » présente une humidité moyenne ($9,02 \pm 0,55$ %) statistiquement ($p < 0,05$) inférieure au standard (10 %). Ceci pourrait être lié non seulement à la qualité des matières premières utilisées mais aussi au traitement technologique des aliments. En effet, la variabilité des qualités nutritionnelles des matières premières locales et les traitements thermiques peuvent avoir une influence sur la valeur nutritionnelle des aliments (Bastianelli *et al.*, 2007 et Thomas et Cade, 2007). Dans cet aliment, le taux moyen de phosphore ($0,50 \pm 0,05$ %) a été inférieur au standard. Ce résultat a été inférieur à celui rapporté par Leborgne *et al.* (2013) (0,38 %). Par ailleurs, la teneur en protéines ($17,80 \pm 0,18$ %) de l'aliment de la présente étude a été comparable à la teneur standard (17,25 %). Cette valeur a été plus élevée que celle enregistrée par Bedrane (2016) (15 %) mais, inférieure à celle obtenue par Dusart (2015) (20 %). Cette différence s'expliquerait par les traitements technologiques subis par les aliments (Bastianelli *et al.*, 2007 et Hoque *et al.*, 2007). La teneur en matières minérales ($13,78 \pm 1,42$ %) a été plus élevée que le standard (3,5 %). Bien que l'alimentation minérale soit d'une importance capitale en raison de l'amélioration des performances des animaux, une quantité excessive pourrait entraîner des interactions entre éléments minéraux, des risques de toxicité et des

troubles physiologiques chez les poules (Drogoul et al., 2004).

Aliment « finition (26-45 semaines) » : Le taux de protéines brutes (18,50 %) de l'aliment « finition (26-45 semaines) » obtenu dans la présente étude a été significativement ($p < 0,05$) inférieur au standard choisi. Cette valeur est comparable à celle enregistrée par Nga Ombede (2009) et Dusart (2015) (19 %) avec une énergie de 2900 Kcal / kg d'aliment. Cependant, elle est inférieure à celles obtenues par Anselme (1987) (21,5 à 25 %) et par Ndoye (1996) (23,5 %), avec des énergies métabolisables allant de 2900 à 3100 Kcal / kg d'aliment. Cette différence pourrait être liée à la qualité des ingrédients alimentaires utilisés et des traitements thermiques subis par les aliments au cours de la fabrication (Bastianelli et al., 2007 et Thomas et Cade, 2007). En effet, la qualité des ingrédients alimentaires doit être contrôlée avant la formulation des aliments (Ciewe Ciake, 2006). La teneur en cendres de l'aliment ($8,7 \pm 0,001\%$) a été supérieure à la norme standard. Une composition minérale supérieure à 3 % entraîne des cas de troubles nerveux, de toxicité et de déséquilibre physiologiques au niveau de la croissance (Ciewe Ciake, 2006 ; Nga Ombede, 2009 ; Delteil, 2012). Le taux de matières grasses (8,06 %) a été comparable au standard choisi (7 %). Il est supérieur au taux enregistré par Dusart (2015) (2 - 7 %). Un excès de lipides au-delà de 7 % limite l'utilisation optimale des protéines par l'animal et entraîne une baisse de la production suite à une carence en acides aminés (Drogoul et al., 2004 et Lefebvre, 2017). Il ressort également que la teneur

CONCLUSION

Au terme de cette étude, globalement, il ressort que l'analyse des aliments « démarrage », « poulette unique », « entrée en ponte » et de l'aliment « finition » a révélé que la proportion la plus abondante des particules a été celle dont le diamètre est compris entre 2-3,15 mm qui n'est pas conforme aux normes recommandées. Par ailleurs, s'agissant de l'aliment « porc charcutier », les proportions les plus abondantes ont été celles des

moyenne en calcium a été comparable ($0,99 \pm 0,001$) à celle du standard comprise entre 0,9 et 1 %. La teneur en phosphore (0,62 %) a été supérieure au standard. Par ailleurs, elle est plus élevée que celle obtenue par Anselme (1987) (0,45 %). Le taux de sodium (0,15 %) a été inférieur à la norme standard choisie. La carence de sodium dans un aliment pourrait entraîner la réduction de l'assimilation des protéines au niveau des cellules intestinales, le picage et la diminution de l'appétit et de la croissance (Nga Ombede, 2009). Snowdon (1995) a recommandé une incorporation de 0,5 % de sel dans la ration.

Aliment « porc charcutier » : L'aliment « porc charcutier » renferme des taux moyens en protéines ($15,83 \pm 0,55$ %) et de calcium ($0,57 \pm 0,12$ %) significativement ($p < 0,05$) inférieurs aux standards. Le faible taux de calcium dans l'aliment pourrait être lié à la nature des matières premières. En effet, la plupart des matières premières utilisées en alimentation animale sont d'origine végétale et très pauvres en calcium ; elles n'apportent que 1 g / kg d'aliment (Alibert, 2014). La teneur en phosphore ($0,53 \pm 0,02$ %) de l'aliment a été statistiquement ($p < 0,05$) supérieure au standard (0,30 %), ceci pourrait provenir des premix utilisés et du son de blé qui contient près de 1,5 % de phosphore disponible (Huart et al., 2004). Une carence du couple calcium-phosphore entraîne un ralentissement de la croissance chez les jeunes animaux et une diminution des productions chez les animaux adultes (Delteil et al., 2012).

particules ayant le diamètre supérieur à 3,15 mm, pas conformes aux normes standards. Les taux de protéines brutes enregistrés dans les aliments « poulette unique », « entrée en ponte » et « charcutier » ont été plus faibles que les standards. Au vu de ces résultats, globalement, les aliments SMAG ne répondent pas aux normes. Ainsi, une attention particulière doit être apportée à la qualité des aliments produits pour les animaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alibert L. (2014). Besoins alimentaires des animaux en fonction du stade physiologique, Alimentation des porcins en Agriculture biologiques, Chap3, IFIP, 3p.

Amerah A.M, V.Ravindran, R.G. Lentle and D.G Thomas (2007). Feed particle size : Implication on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal* 63 (3), 439-455.

Anselme B. (1987). L'alimentation composée pour volaille au Sénégal : situation actuelle, contribution à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales, Thèse pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire, Toulouse, 87p.

Bastianelli D., Fermet-Quinet E., Hervouet C., Domenech S., Bonnal L., Friot D. (2007).

- Qualité des aliments pour volailles en Afrique de l'Est. Intérêt de la spectroscopie dans le proche infrarouge (SPIR) pour l'estimation de leur composition. Sixièmes journées de la recherche avicole, St Malo, 30 et 31 mars, CIRAD / EMVT, TA30/A campus de Baillarguet, Montpellier cedex 05, France, AU/IBAR/RALEA, P O Box 30786-00100, Nairobi, Kenya, p.5.
- Bedrane M.A. (2016). Alimentation et besoins alimentaires des poules pondeuses, *Agronomie Info*, 9 p. www.google.com/amp/s/agronomie.info/fr/alimentation-besoins-alimentaires-de-poule-pondeuse/amp/.
- Chaloub Y. (1984). Guide pratique d'alimentation des monogastriques porcs-lapins-poules. Centre de Recherche Agronomique de Foulaya (Guinea), Centre technique de Coopération Agricole et rural, Wageningen, Pays-Bas, 18p.
- Ciewe Ciake S. A. (2006). Evaluation de l'effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur la productivité du poulet de chair, Université Cheikh AntaDiop de Dakar, Thèse pour obtention du grade de Docteur en Médecine Vétérinaire, 100p.
- Delteil L., Brechet C., Fournier E., Leborgne M.C., Montmeas L. (2012). Nutrition et alimentation des animaux d'élevage : les bases théoriques de l'alimentation ; les principes de raisonnement de l'alimentation, Tome 1, Educagri, 287p.
- Drogoul C., Raymond G., Marie-Madeleine J., Roland J., Marie-Jacqueline L., Brigitte M., Louis M., Andre T. (2004). Nutrition et alimentation des animaux d'élevage *Educagri Edition*, Tome 2, Dijon, p 34-35.
- Dusart L. (2015). Besoins des animaux et recommandations, *ITAVI*, 6p.
- FAO. (2013). Bonnes pratiques pour l'industrie de l'alimentation animale, Mise en œuvre du Code d'usages pour une bonne alimentation animale du *Codex Alimentarius* : Production et santé animale, n° 9. Rome, Italie, 120p.
- Hoque M., Shahab S., Ladan N., Xiaotao B., Jim L., Alvin. R W. (2007). Review and analysis of performance and productivity of size reduction equipment for fibrous materials. *American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE)*. Paper number 076164.
- Huart A. et collaborateurs. (2004). Les ingrédients qui composent l'aliment volaille, CAVTK, *EcoCongo*, Agriculture, p.2.
- Hubbard Efficiency Plus. (2011). Reproducteurs : Guide de nutrition, Hubbard, France, p36 <http://www.hubbardbreeders.com>.
- INRA. (1989). L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volaille, 2^{ème} édition, Paris Cedex 07, 239p.
- Kearney J. (2010). Philosophical transactions of the royal society B : Biological Sciences 365 (1554), 2793-2807.
- Leborgne M-C., Bréchet C., Delteil L., Fournier E. (2013). Nutrition et alimentation des animaux d'élevage : l'alimentation des monogastriques ; l'alimentation des polygastriques. Tome2, *Educagri*, 356p.
- Lefebvre S. (2017). Les lipides en alimentation animale, *VetAgro Sup*, 20p.
- LohmannTierzucht. (2016). Guide d'élevage, production en cage, p14. <https://www.lohmannfrance.com/espace-telechargement/guide-d-elevage/>.
- Maquinaria Grupo Nueve. (2017). Fabrication et montage d'usines de production d'aliments pour animaux, Catalogue Général version 1.0. <http://www.mqnsal.com>.
- Morinière F. (2015). Généralités sur la conduite de l'alimentation, Alimentation des volailles en agriculture biologique, *ITAB (CA 85)*, 8p.
- Ndoye N. (1996). Etude de la qualité nutritionnelle des aliments de volaille vendus au Sénégal et l'effet de leur suppléments en lysine, en méthionine et en lipides sur les performances zootechniques du poulet de chair, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Thèse pour le grade de Docteur en médecine vétérinaire, 106p.
- Nga Ombede S. N. (2009). Effet de la nature des céréales et de la taille particulière sur les performances zootechniques des poulets de chair, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Thèse pour le grade de Docteur Vétérinaire, 117p.
- Nickell S. J. (1996). Competition and corporate Performance. *The Journal of Political Economy*, Vol. 104, Num. 4, 724-746.
- Novogen. (2017). Guide de nutrition des poules commerciales et parentales NOVOGEN, p29. <https://www.novogen-layers.com>.

- Ondo J. A. (2011). Vulnérabilité des sols maraîchers du Gabon (région de Libreville) : acidification et mobilité des éléments métalliques, Université de Provence. Laboratoire Chimie Provence - UMR/CNRS, *Equipe Chimie de l'Environnement Continental*, p. 60-62.
- Snowdon M. (1995). Alimentation du bétail avec le soja entier, Bulletin sur la nutrition, Brunswick, Canada, p95.1.
<https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/10/agriculture/content/betail/bovins/soja.html>
- Tecaliman. (2019). Procédé de fabrication.
<https://www.tecaliman.com/lassociation/procedes-de-fabrication/>.
- Thomas A., Cade J.L. (2007). Guide de bonnes pratiques de la fabrication d'aliments composés pour animaux, Nutrition Animale et du Syndicat National de l'Industrie de la Nutrition Animale (SNIA), cabinet TETRAEDRE, *Coop de France*, France, p30 ; p29 ; p 31.
- Thornton P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. Review. Philosophical transactions of the Royal Society B : 365, 2853-2867
- Trividy J.J. (2005). Bulletin technique, Technicien Senior & Nutritionniste.
https://www.hubbardbreeders.com/media/alimentation-des-poulets-de-chair-farine-ou-granulefr_045445500_1521_26062017.pdf, p10.