

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO



INSTITUE D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ANTSIRABE VAKINANKARATRA



MENTION : GENIE INDUSTRIEL
PARCOURS : GENIE DES PROCEDES ET CHIMIE INDUSTRIEL

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme de licence en
Génie des procédés chimiques et industriel



L'OPTIMISATION DE LA FORMULATION DE PROVENDE SELON LA DISPONIBILITE DE MATIERE PREMIERE

Présenté par : RAHARINAIVO Désiré Tojsoa Bernardin

Soutenu le 26 Aout 2019

Promotion : 2019

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

INSTITUE D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ANTSIRABE VAKINANKARATRA

MENTION : GENIE INDUSTRIEL

PARCOURS : GENIE DES PROCEDES ET CHIMIE INDUSTRIEL



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme de licence en
Génie des procédés chimiques et industriel

L'OPTIMISATION DE LA FORMULATION
DE PROVENDE SELON LA DISPONIBILITE
DE MATIERE PREMIERE

Par : RAHARINAIVO Désiré Tojoso Bernardin
Président de jury : M. RANDRIANA Nambinina Richard, Professeur
Encadreur : M. RAKOTOSAONA Rijalalaina, Professeur
Examineur : M. RAKOTOARIVONIZAKA Ignace, Docteur
M. RAKOTOMAMONJY Pierre, Docteur
M. RAJOELINIRINA Vézulah, Assistant

« Ankiño amin'i Jehovah ny asanao,

Dia ho lavorary izay kasainao » Ohab 16:3

« Aza manao hoe mbola zaza aho fa handeha amin'izay

Rehetra hanirahako anao ianao, ary izay rehetra

Handidiako anao no hambaranao » Jer 1:7

A mes parents, mon frère et mes sœurs

A tous mes proches

A tous ceux qui peuvent utiliser cet ouvrage

Merci.

Remerciements

Gloire à Dieu tout puissant qui m'a offert ceux dont j'ai besoin pour la réalisation de ce mémoire.

Ensuite, je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux membres du jury :

Je remercie **Mr. RANDRIANA Nambinina Richard**, Professeur, Chef de département de Génie Procédés et Chimie Industriels à l'Ecole Supérieure Polytechnique Antananarivo, d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.

Mes remerciements vont également à mon examinateur :

- **M. RAKOTOARIVONIZAKA Ignace**, Docteur
- **M. RAKOTOMAMONJY Pierre**, Docteur
- **M. RAJOELINIRINA Vézulah**, Assistant

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements au **M. RAKOTOSAONA Rijalalaina**, Professeur, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique Antananarivo, malgré ses diverses obligations, pour sa disponibilité et ses conseils lors de l'encadrement de ce mémoire.

Je ne saurais oublier les personnels enseignants au sein du département Génie Industriel et Sciences et Techniques de l'Environnement de l'IES-AV ; chacun de vous m'a transmis son savoir tout au long de mes trois années d'études.

Enfin, mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, à ma famille, à mes amis.

Sommaire

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des acronymes

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION

Première partie : ETUDE BIBLIOGRAPHIE

Chapitre I : Généralité sur la provende

Chapitre II : Matières premières avec ses compositions

Chapitre III : Procédé de fabrication de provende

Deuxième partie : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Contexte et objectifs de l'étude

Chapitre II : Méthodes de calcul de l'alimentation animale

Chapitre III : Calcul de formule de base de l'alimentation animale

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Liste des abréviations

| | |
|------------------|---|
| AFD | : Agence Française de développement |
| BFV | : Bankin' ny Fampanandrosoana sy ny Varotra |
| BMOI | : Banque Malgache de l'Océan Indien |
| BNI | : Banque Nationale de l'Industrie |
| CECAM | : Caisses d'Epargne et de Crédit Agricole Mutuels |
| CFD | : Caisse Française de Développement |
| CIDST | : Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique |
| CIRAD | : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement |
| EASTA | : Ecole d'Application des Sciences et Techniques Agricoles |
| ESPA | : Ecole Supérieure Polytechnique Antananarivo |
| ESSA | : Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques |
| FAO | : Food and Agriculture Organization |
| FIFAMANOR | : Fiompiana Fambolena Malagasy Norvezianina |
| FOFIFA | : Foibe Fikarohana momba ny Fambolena |
| IEMVT | : Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux |
| IES-AV | : Institut d'Enseignement supérieur Antsirabe Vakinankaratra |
| INRA | : Institut national de la recherche agronomique |
| INSTAT | : Institut National de la Statistique |
| ONUUDI | : Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel |
| PAEC | : Projet d'Appui à l'Elevage des espèces à Cycle Court |
| PSA | : Projet Santé Animale |
| PSE | : Programme Sectoriel Elevage |
| SE.FA.FI | : Sekoly Fambolena sy Fiompiana Tombotsoa |
| SNIA | : Syndicat National de l'Industrie de la Nutrition Animale |

Liste des acronymes

CMV : Complément Minéral Vitaminique

EM : Energie métabolisable

EN : Elément Nutritif

G : Gramme

KJ : kilojoule

Kcal : Kilocalorie

Kg : Kilogramme

MP : Matière Première

MS : Matière Sèche

PB : Protéine Brute

UNT : Unité

UFL : Unité Fourragère Lait

Liste des figures

Figure 1:schema de fabrication27
Figure 2:balance industrielle modulable.....28
Figure 3:broyeur a marteau29
Figure 4:melangeur industriel29
Figure 5:machine de presse30
Figure 6:etape sous forme d'organigramme.....32
Figure 7:carre de Pearson34

Liste des tableaux

| | |
|---|------|
| Tableau 1: Les institutions de formation | 10 |
| Tableau 2: Apports recommandés pour l'énergie et protéine | 14 |
| Tableau 3: Classification des acides aminés | 15 |
| Tableau 4: Apports recommandés en minéraux essentiels chez le poulet..... | 16 |
| Tableau 5: Apports recommandés en vitamines dans l'aliment du poulet de chair en UI/kg ou en ppm(=g/tonne)amenés dans l'aliment par l'intermédiaire d'un prémix contenant un antioxydant pour protéger les vitamines contre toutes oxydations extérieures | 17 |
| Tableau 6: Types de provendes étudiés..... | 23 |
| Tableau 7: Présentation simplifiée des besoins en nutriments d'une poule pondeuse..... | 39 |
| Tableau 8: Valeur alimentaire des ingrédients à utiliser pour la composition du régime de la poule pondeuse | 39 |
| Tableau 9: Contenus possibles des rations pour poules pondeuses et poulets de chair en cas d'utilisation d'aliments conventionnels (kg/tonne)..... | 40 |
| Tableau 10: Premier essai pour déterminer le formule de provende de poule pondeuse en kg/t | 41 |
| Tableau 11: Deuxième essai de calcul de la formule de provende | 41 |
| Tableau 12: Compositions nutritionnelles de graines de maïs | 42 |
| Tableau 13: Compositions nutritionnelles de farine de poisson | 43 |
| Tableau 14: Compositions nutritionnelles de farine de soja | 43 |
| Tableau 15: Compositions nutritionnelles de calcaire broyé..... | 44 |
| Tableau 16: Compositions nutritionnelles de farine d'os | 44 |
| Tableau 17: Premier essai de réalisation d'une ration pour poules pondeuse résumé de tableau 15, 16, 17, 18,19 | 45 |
| Tableau 18: Calcul des compositions nutritionnelles dans 720kg de graine de maïs | 45 |
| Tableau 19: Calcul des compositions dans 70kg de farine de poisson..... | 46 |
| Tableau 20: Calcul des compositions nutritionnelles dans 50 kg de calcaire broyé..... | 46 |
| Tableau 21: Formule équilibrée de ration de poule pondeuse en kg/t..... | 46 |
| Tableau 22: Analyse nutritionnelle de 100g de maïs et de l'orge | 47 |
| Tableau 23: Composition nutritionnelle dans 700kg de l'orge | 49 |
| Tableau 24: Premier essai de réalisation d'une ration de poule pondeuse avec la substitution de grains de maïs par l'orge | 49 |
| Tableau 25: Calcul des compositions nutritionnelles dans 500 kg de l'orge | 50 |
| Tableau 26: Calcul des compositions nutritionnelles dans 60kg de calcaire broyé..... | 50 |
| Tableau 27: Calcul des compositions nutritionnelles dans 20kg de farine d'os | 50 |
| Tableau 28: Calcul de composition nutritionnelle dans 170kg de maïs..... | 51 |
| Tableau 29: Formule équilibrée de ration d'une poule pondeuse en kg/t basée sur le régime fondamentale | 51 |
| Tableau 30: Calcul de l'écart des compositions nutritionnelles entre l'apport nutritif de base par la provende et l'apport nutritif recommandé | 52 |
| Tableau 31: Cout/kg de chaque matière première utilisée pour la formulation de provende de base.. | 53 |
| Tableau 32:cout/kg de chaque matière première utilisée pour la formulation de provende de porc ... | 53 |
| Tableau 33:les chiffres d'affaires qui circule dans une tonne de provende | 54 |
| Tableau 34:formule alimentaire de bovin | VIII |
| Tableau 35:formule alimentaire de porc | IX |
| Tableau 36:formule d'alimentation de poule pondeuse | X |
| Tableau 37:Production de la provende dans les pays d'Europe en 1996 | XI |
| Tableau 38:les principales institutions d'informations de la filière "alimentation animale" | XII |

INTRODUCTION

Dans la partie des Hautes Terres centrale de Madagascar prédominent l'agriculture et l'élevage. Cette partie est une forte puissance économique grâce à son activité industrielle et sa richesse naturelle favorable. Par ailleurs, elle connaît une augmentation des peuples tant sur le plan économique que social. Sur le plan culturel, elle bénéficie de nombreux sites touristiques et des activités traditionnelles dont l'élevage.

Dès les années 2000, le secteur élevage a commencé à se développer dans tout le territoire national. Actuellement l'élevage de porcins, volailles et bovins prend une place importante dans le développement de Madagascar. Le développement est dû au résultat des différentes recherches au niveau de l'alimentation et la sélection de race. Cette situation nous incite à procéder à l'analyse pour l'optimisation de la provende qui est l'une des facteurs de développement dans la partie centrale de Madagascar.

Dans le domaine d'élevage, l'alimentation vise à combler les besoins d'entretien ou de production de chaque animal. Elle varie selon le mode d'élevage pratiqué par l'éleveur. L'animal élevé dépend de la production et la disponibilité des produits alimentaires (1) ont par exemple mentionné que chez les herbivores pour satisfaire les besoins des animaux, que ce soit en protéine, énergie ou produits minéraux, la consommation d'herbe pâturée ou récoltée doit être complétée selon les systèmes de production, par des aliments concentrés.

Pour l'éleveur, la distribution d'aliment concentré n'est pas une obligation. Cependant la différence entre les animaux rationnés avec des aliments concentrés par rapport aux animaux non rationnés sont observées. Pour RALIJAONA en 1978, chez les races bovines améliorées, la production laitière dépasse largement les 1500 litres par lactation en condition alimentaire favorable. Par ailleurs elle ne peut dépasser les 700 à 800 litres si la ration est insuffisante. Cette différence peut aussi être noté chez les monogastriques. Si un apport alimentaire énergétique est distribué aux poulets qui se nourrissent de restes domestiques, une augmentation considérable de productivité peut-être constatée (2).

A Madagascar surtout dans les parties centrales (Vakinankaratra, Analamanga), la majorité des éleveurs ont pratiqué des élevages de volailles, porcins et bovins et ne cessent pas de s'accroître. Par conséquent, ils rencontrent des différents problèmes sur le suivi de l'état de santé des animaux et les aliments pour les nourrir. C'est pourquoi nous pensons y créer un projet de provenderie qui s'intitule « l'optimisation de la formulation de provende selon la disponibilité de matière première »

Le projet se justifie en effet par l'existence des différents produits agricoles locaux comme substituts durant toute l'année pour les matières premières et qui permet d'optimiser le coût de la provende. Pourquoi a-t-on adapté cette technique de substitution de matière première ?

Pour la réalisation de cette étude, une méthode permettant l'approche facile a été retenue lors de travaux pratiques au laboratoire d'ESPA (Ecole Supérieure Polytechnique Antananarivo) le mois de mars 2019. Les notions théoriques acquises au sein de notre établissement à l'IES-AV (Institut d'Enseignement supérieur Antsirabe vakinankaratra) pendant l'année universitaire, les visites sur terrain au FIFAMANOR (Fiompiana Fambolena Malagasy Norvezianina) et à l'enceinte de SE.FA.FI Tombotsoa (Sekoly Fambolena sy Fiompiana Tombotsoa), ainsi que les documentations auprès de l'entité concernée des services publics et privés ont permis la réalisation de ce document.

Suite aux informations requises, notre étude se divise en deux grandes parties bien distinctes :

La première comporte quatre (04) sections dans lesquelles nous présentons l'historique de l'alimentation animale, ensuite la besoins nutritifs des animaux et les matières premières qui leur conviennent et enfin les types de provendes étudiés.

La deuxième concerne des différents calculs à partir des certaines formules :

- Formule de base de provende à l'aide de calcul d'élément nutritif à partir de la composition nutritionnel
- Formule de provende à l'aide de substitution des matières premières sans perdre les compositions nutritionnelles de base

- Détermination d'écart entre l'apport nutritif de base et l'apport nutritif recommandé
- Calcul de coût/kg de matière première pour chaque composition nutritionnelle
- L'optimisation du coût de matière première et provende connu

PREMIERE PARTIE
ETUDE BIBLIOGRAPHIE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES PROVENDES

I.1 HISTORIQUE

Vers des années 50, l'industrie de fabrication de provende s'est beaucoup développée. Alors c'est une industrie récente. Les animaux devaient se contenter de ce qui, à la ferme, pourrait leur être donné selon les périodes de l'année, les aléas de récoltes, voire ce qui était impropre à la consommation humaine, sans que l'on sache si cette alimentation était réellement adaptée à leurs besoins.

I.1.1 DANS LES PAYS DEVELOPPES

En Europe et aux Etats- Unis, des chercheurs se sont focalisés aux animaux en tant que tels. La priorité a été alors donnée aux besoins des exigences spécifiques de l'animal considéré comme production à part entière et non plus comme débouché de végétaux ou sous-produits éventuellement en excédent. L'objectif était d'éviter tout à la fois les carences et les gaspillages nutritionnels inévitables dans le cas d'une alimentation empirique.

Dans le même temps, l'émergence dans les pays industrialisés de nouveaux modes de vie, la montée en puissance de l'industrie agro-alimentaire et de la grande distribution conduisaient à mettre en place des cahiers de charges impliquant un véritable suivi des techniques d'alimentation des animaux, afin de régulariser et de diminuer les prix de revient des produits animaux. (ECONOMIE-GEOGRAPHIE, 1989).

La production de l'alimentation animale sur le plan européen est très étendue. Elle est dominée par des pays dont l'élevage constitue le pilier de la production.

L'industrie de l'alimentation animale est une industrie prépondérante dans l'Union Européenne notamment dans les pays où l'élevage connaît un essor et a une place importante dans l'économie nationale de ces pays. Tel que le cas du France, où la production atteint 21,8 millions de tonnes en 1995 et 29,6 millions de tonnes en 1996. (SNIA)

I.1.2 A MADAGASCAR

Parallèlement à celui des pays européens industrialisés, le développement de ce type d'industrie est marqué par son passage par trois périodes différentes liées à l'histoire socio-économique du pays.

D'abord, avant indépendance et pendant la première République, l'industrie est caractérisée par l'implantation des usines occupées par des étrangers et qui avaient leur foyers mères en Europe. En plus, des gros éleveurs ont déjà produit les provendes.

Durant la deuxième République, la politique économique de l'Etat est de nationaliser toutes les industries existantes. Ainsi, la fabrication de provendes est aux mains de l'Etat.

Vers la fin des années 80, plusieurs opérateurs nationaux se sont investis dans ce secteur, plusieurs provenderies familiales, artisanales ou des sociétés de statut juridique Société Anonyme ou Société à Responsabilité Limitée ont changé le paysage de ce secteur d'activité.

Depuis 1993, grâce au changement de la nouvelle politique économique, d'autres formes d'industries de l'alimentation animale se sont installées. En effet, plusieurs projets dans différentes régions de Madagascar coopèrent pour le développement de l'élevage. De plus, l'amélioration du mode de consommation des ménages malgaches a fait augmenter les demandes en production animale. C'est pourquoi que des associations d'éleveurs se sont attirées dans la fabrication de provende en plus des types d'industries qui existent déjà. (ONUUDI, 1995).

Actuellement, l'industrie de provende fait appel à des technologies employées en alimentation humaine pour que le produit se présente sous une forme adaptée à sa consommation pour l'animal : granulation, flaconnage.

La fabrication de provendes à Madagascar évolue dans un environnement qui régit l'élevage. Le domaine du secteur fabrication de provendes à Madagascar est constitué par le cadre institutionnel, les institutions d'appui, les institutions de formation, les institutions de financement, les institutions de commercialisation, les institutions de recherches ainsi que les institutions d'information.

- **Cadre institutionnel**

- Textes législatifs :

La fabrication et la vente des produits destinés à l'alimentation des animaux sont réglementées par le Décret N° 60.024 du février 1960 et la loi N° 91.008 relative à la vie des animaux contient trois articles sur l'alimentation animale. Ces textes contiennent ainsi les réglementations correspondant à l'utilisation des matières premières. Par contre, en ce qui concerne la qualité exigée sur les provendes à commercialiser, ces textes n'indiquent relativement aucune recommandation. Néanmoins, l'article N° 7 de la loi 91.008 précise que la composition des aliments doit figurer sur les étiquettes.

- Tarifs des douanes :

Le tarif des douanes » 1995 publié par le Ministère des Finances et du Budget, Direction des Douanes, montre que les produits importés pour l'alimentation animale sont taxés de droit de douanes et de droit d'accises. Les acides aminés de synthèse (lysine et méthionine) sont soumis à la taxe de 20%.

- **Les institutions d'appui**

L'institution principale d'appui technique est la Direction de l'Elevage qui est sous tutelle du Ministère de l'agriculture, de l'Elevage et de la Pêche. Au sein de ce Ministère, un Programme Sectoriel Elevage (PSE) est en pleine phase d'exécution. Il est financé par un ensemble de bailleurs de fonds dont la Banque Mondiale, le Fonds d'Aide et de Coopération française, la Caisse française de Développement (CFD) et l'Agence Norvégienne de Coopération.

Par ailleurs, le secteur de l'alimentation animale intéresse aussi les entités s'occupant de l'élevage telles que la ROMA, le FIFAMANOR, le FOFIFA, ainsi que le Projet de Développement des Animaux à Cycle Court (PAECC), (ONUUDI, 1995)

- Le Projet Sectoriel Elevage (PSE)

Le Gouvernement malgache s'est engagé dans une série de réformes par une relance économique. Cette nouvelle politique s'est ainsi traduite par une «déclaration Politique Sectorielle » en 1991, accompagnée d'un nouveau cadre législatif et réglementaire pour l'élevage.

Avantageux de l'aide de l'AFD, de la NORAD, et MCD, le Projet Sectoriel Elevage a été proposé par la Banque Mondiale. L'objectif principal est d'augmenter la production en ressources animales pour satisfaire la demande intérieure et pour améliorer l'exportation.

Le projet lui-même se décompose en deux axes principaux :

- Le renforcement des institutions.
- Le développement de la production (viande, œuf et lait) qui a pour but d'augmenter les revenus des éleveurs.

En plus de ce projet d'envergure nationale, le programme sectoriel comporte aussi quatre projets :

- le développement de la production laitière à la périphérie de dix centres urbains excentrés.
- Le développement de l'élevage dans le sud - ouest.
- La réhabilitation des abattoirs des villes secondaires.
- Le programme concernant la production des espèces à cycle court.

➤ Le Projet d'Appui à l'Elevage des espèces à Cycle Court (PAECC)

Le PAECC s'inscrit dans le cadre du PSE. Il a les objectifs suivants :

- l'augmentation de la production autoconsommée et commercialisée
- l'organisation des professionnels et le dialogue avec l'Etat et ses structures d'appui au développement

La méthode consiste à aider et à inciter les producteurs et opérateurs des filières concernées (porc et volaille) à se doter de structures placées sous leur responsabilité directe. Ils seront capables :

- de contribuer à améliorer l'environnement économique des filières d'élevage à cycle court, notamment en ce qui concerne les activités de l'amont et de l'aval.
- d'améliorer la productivité des exploitations par la formation, la diffusion des techniques d'élevage et de gestion, la recherche-développement.

- de constituer une représentation des intérêts des opérateurs des filières par des discussions avec les pouvoirs publics.

Les zones d'intervention du projet sont :

- la zone périurbaine de la capitale où l'élevage avicole semi - intensif ou intensif est concentré ;

- les deux importants bassins de production rizicole (Lac Alaotra et Marovoay) où l'élevage des porcins est spécialement développé.

Le PAECC a appuyé et appuie la création d'une structure interprofessionnelle, la Maison du Petit Elevage (MPE) qui est l'interface avec l'Etat et aussi une structure technique capable d'identifier les besoins, de fixer les priorités.

La MPE s'est constituée en 1995 en association interprofessionnelle. Ses adhérents sont organisés en quatre collèges :

- Le collège des groupements de producteurs (petits producteurs)

- Le collège des entreprises d'élevage (gros élevages)

- Le collège de l'amont (provenderies, accouveurs, distributeurs d'intrants et vétérinaires)

- Le collège de l'aval (abattage, transformation et commercialisation)

➤ Le Projet Santé Animale (PSA)

Dans le but d'améliorer la santé animale, un projet sur la santé animale a été financé par la Caisse Française de Développement. Ce projet a été mis en place dans les zones péri-urbaines d'Antsirabe par le CIRAD associé avec le FIFAMANOR. Ce projet consiste en résolution des problèmes de nutrition. La principale activité est de conseiller les éleveurs pour la fabrication des aliments composés mais le PSA a plusieurs compétences, à savoir :

- Nutrition animale : conseil en nutrition animale, connaissance des matières premières, politique d'achat des matières premières, formulation et optimisation de l'aliment composé « Provende », conception de gammes aliments, lois de réponses des aliments.

- Bâtiment : conception de bâtiment d'élevage adapté au milieu avec utilisation maximale de matériaux locaux.
- Génétique animale : introduction et diffusion de génétique moderne adaptée aux conditions d'élevage.
- Santé animale : basée en priorité sur la prévention des maladies.
- Suivi d'élevage : mise en place des paramètres technico-économiques pour les calculs de productivité et de rentabilité.

Il existe plusieurs partenaires qui travaillent avec le PSA dont :

- Le FIFAMANOR pour la génétique bovine laitière ;
- Le GUYOMARC'H N.A pour les analyses de matières premières, conseils en formulation, appuis techniques sur les espèces, aliments composés ou provende et formation technique des cadres ;
- Le SHAVER France pour la sélection avicole chair et ponte, appuis techniques filière volaille, formation technique des cadres.
- Le COBIPORC pour la sélection porcine, l'insémination artificielle, la formation technique des cadres, appuis techniques sur la filière porc.
- Le CIRAD SAR pour les appuis logistiques et organisationnels.
- Le FAO Fumé Industries S.A pour les opérations post-récoltes, le stockage de matières premières, les appuis techniques sur la fabrication d'aliments pour animaux.

Actuellement, le PSA encadre 600 éleveurs dont 57% éleveurs de porcs, 23% éleveurs de poules pondeuses, 17% éleveurs de vaches laitières, 2% d'éleveurs de poulet de chair et 1% éleveurs de palmipèdes gras, dindes, lapins. De plus, le PSA produit 8000 tonnes de provende par an dont 2600 T d'aliment de porc, 2400 T d'aliment pour la ponte, 2400 T d'aliment de vache, 400 T d'aliment de poulet de chair et 200 T d'aliment de canard, dinde, lapin.

- **Les institutions de formation**

On peut résumer dans le tableau suivant l'ensemble des institutions qui assure la formation des cadres et techniciens en matière d'élevage et d'alimentation animale à Madagascar.

Tableau 1: Les institutions de formation

| ETABLISSEMENT | NIVEAU DE RECRUTEMENT | DUREE DE LA FORMATION | DIPLOMES OU CERTIFICATS |
|---|----------------------------------|-----------------------|--|
| Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques Université D'Antananarivo. | Baccalauréat + Concours d'entrée | 5 ans | Ingénieur Option élevage |
| Centre d'Apprentissage Rural de Bevalala | Baccalauréat | 2 ans | BTS |
| Lycée Agricole d'Ambositra | Classe de 3 ^{ème} | 3 ans | Baccalauréat Agricole |
| Serfa /EASTA Mahajanga | Classe de 3 ^{ème} | 3 ans | Diplôme d'Adjoint Technique d'Elevage DATE |
| EASTA Iboaka Fianarantsoa | Classe de 3 ^{ème} | 3 ans | DATE |
| EASTA Bezaha Mahafaly | Classe de 3 ^{ème} | 3 ans | DATE |
| EASTA Ambanja | Classe de 3 ^{ème} | 3 ans | DATE |
| Centre d'Apprentissage Rural de bevalala | Classe de 5 ^{ème} | Cycles de 21 jours | Certificats d'Assiduité |
| Ferme-école de Tombontsoa Antsirabe | Classe de 3 ^{ème} | 9 mois | Certificats d'Assiduité |

Source : RAZAFITSALAMA R.H

D'après ce tableau, on voit qu'il n'y a pas de formation spéciale pour l'alimentation animale. Cette formation est déjà comprise dans la formation sur l'élevage. Le cycle de formation varie de 9 mois à 5 ans. Notons que le cycle de formation de 21 jours assuré par le Centre d'Apprentissage de Bevalala concerne à chaque fois une espèce animale. Ces institutions de formations sont publiques ou privées.

Par ailleurs, cette absence de formation sur le métier de producteur de provende est résolue par des connaissances, des informations et des sciences qui s'apprennent sur les tas pour la majorité des personnes opérant dans ce secteur d'activité.

▪ **Institutions de financement**

Les principales institutions de financement sont constituées par les banques primaires : BTM, BNI, BFV, BMOI, ou UCB. Ces banques présentent des taux d'intérêt bancaire plus ou moins raisonnables que les opérateurs peuvent supporter. De plus, les volumes de crédit accordé sont relativement motivants par rapport aux demandes.

Dans le domaine de l'élevage, des agences de coopération bilatérale appuient ce secteur. L'alimentation animale est touchée par ce programme. C'est le cas du Fonds d'Aide et de Coopération française pour l'élevage de volailles et des porcs. Il y a aussi les Mutuelles d'Epargne et de Crédit (ADMEC). Mais la mise en œuvre sur le terrain est menée par des organismes internationaux tels que :

- Développement International Desjardins (DID) opérant dans les régions de Toamasina et d'Ambatondrazaka.
- World Council of Credit Union/Association des Coopératives et d'Epargnes et de Crédit en Afrique (WOCCU/ACECA) qui intervient dans la région de Fianarantsoa depuis le mois de juillet 1995 et opère avec « Tahiry Ifamonjena Amin 'ny Vola » (TIAVO/WOCCU) - CIDR dans la région de Marovoay.

Ce dernier organisme nous intéresse beaucoup par rapport aux autres car il opère dans la région de Sakay. Cet organisme est le FERT, il travaille avec les Caisses d'Epargnes et de Crédit Agricole Mutuel (CECAM) et existe depuis 1990 (CECAM/FERT).

Par contre, les premières caisses de réseau « Ombona Tahiry Ifampisamborana Vola » (OTIV) ont été créés vers la fin de l'année 1993.

▪ **Institutions de commercialisation**

La commercialisation des aliments destinés à la nutrition des animaux domestiques à Madagascar est assurée par trois types de distributeurs :

- les grands distributeurs grossistes qui sont les provenderies
- les détaillants qui sont souvent des revendeurs approvisionnés par les provenderies ou les grossistes
- Il y a aussi des Cabinets vétérinaires qui vendent des provendes surtout dans les zones éloignées. Ils s'approvisionnent auprès d'un grossiste ou chez une provenderie.

▪ **Institution de recherche**

Trois institutions travaillent avec les provenderies :

- Le Département de Recherches Zootechnique et Vétérinaire (DRZV) qui fait partie du FOFIFA. Ce département a réalisé des activités de recherche sur l'alimentation animale et aussi des enquêtes d'évaluation de la filière. Les résultats sont mis au service des industriels
- l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département Elevage qui par les recherches effectuées par les enseignants participe au développement du secteur
- le FIFAMANOR un organisme étatique à statut EPIC – bilatéral Malgache / Norvégien financé par la banque mondiale, contribue à la recherche sur l'alimentation animale.

▪ **Institutions d'information**

Ce sont les institutions qui possèdent des ouvrages et des études économiques correspondant à la filière de l'alimentation animale. Plusieurs informations sur les matières premières et l'alimentation animale ont été publiées. La majorité de ces institutions se trouvent à Antananarivo sauf pour le CITE qui est déjà présent revues techniques dans plusieurs villes de Madagascar.

BESOINS NUTRITIFS DES ANIMAUX

Avant de discerner clairement les besoins nutritifs des animaux, il est très important de connaître le rôle des aliments. Principalement, ils apportent les éléments énergétiques, les éléments plastiques et des facteurs de croissance qui maintiennent de la vie et la synthèse des substances vivantes.

- les éléments énergétiques contiennent des glucides et les lipides. Les glucides sont représentés par l'amidon, les sucres et les celluloses. Ils servent à transmettre l'énergie à l'organisme animal afin d'assurer ses fonctions vitales, alimentation et déplacement. Ils apportent également l'énergie nécessaire pour la synthèse de la matière vivante, dont la production.

- Les éléments plastiques sont des protéines et des matières minérales. Les protéines et matières azotées constituent, en importance après l'eau les seconds matériaux des organismes vivants.

Les matières minérales sont parmi des éléments plastiques qui interviennent dans la constitution du squelette, présent dans certains éléments d'origine végétale.

- Les facteurs de fondement ou fonctionnement dont l'apport est un peu quantitativement mais il joue des rôles très importants qui maintient la vie et aux productions. Ces facteurs peuvent être des minéraux, des oligo-éléments, des substances organiques.

A cette étape suivante, il nous semble important de revenir sur les besoins nutritifs des animaux. Donc, on va analyser précisément les différents éléments nutritifs besoins par les animaux.

Les principaux éléments nutritifs des animaux sont : énergie, protéine, cellulose, vitamine, minéraux (phosphore et calcium).

- **Energie**

Les oiseaux, comme les mammifères sont des homéothermes ; ce qui signifie qu'ils sont capables de maintenir leur température interne quasi-constante et pour cela la quantité de chaleur produite doit être égale à la chaleur dégagée. La capacité des oiseaux à éliminer la chaleur par évaporation est limitée. Or l'ingestion et l'utilisation métabolique de l'aliment entraînent une forte production de calories. Aussi, à moins

que le métabolisme basal soit réduit par acclimatation ou adaptation génétique où que la tolérance à l'hyperthermie soit améliorée, la production de chaleur doit diminuer par réduction de l'ingéré alimentaire pour permettre le maintien de l'homéothermie. (3)

Les besoins énergétiques des animaux se distinguent en énergie d'entretien et de production (4). Ces auteurs définissent la première comme, ce qui est nécessaire au strict maintien de l'homéostasie de l'animal et de l'équilibre énergétique. Autrement dit, elle comprend le métabolisme de base, la thermogénèse adaptative (adaptation au froid, thermorégulation en hyperthermie, thermogénèse alimentaire) et l'activité physique. Cependant, ces besoins sont inversement proportionnels à la température du milieu extérieur. Ils sont réduits de 10 % pour des poules maintenues à 30 °C en comparaison aux besoins des poules vivant à 20 °C. Inversement, les besoins augmentent de 17 % lorsque la température est réduite de 10 °C (5)

D'après (6), les besoins énergétiques des poulets sont compris entre 3000 et 3200 kcal/kg avec un minimum de 3100 au démarrage et 3000 kcals en finition. Cependant, l'énergie consommée par les souches légères est plus importante que celle de souche mi-lourd

Tableau 2: Apports recommandés pour l'énergie et protéine

| Consommation journalière (g) | Souches légères | | | Souches mi-lourds | |
|---|-----------------|-----------|------|-------------------|-----------|
| | 90 | 110 | 100 | 120 | 130 |
| Energie métabolisable Kcal/kg d'aliment | 3100/3200 | 3000/3100 | 3000 | 2800/2900 | 2700/2800 |
| Protéines brutes (% d'aliment) | 18 | 16,5 | 15,5 | 14,5 | 14 |
| Méthionine (% d'aliment) | 0,39 | 0,36 | 0,33 | 0,32 | 0,30 |
| Méthionine + cystine (% d'aliment) | 0,71 | 0,65 | 0,60 | 0,57 | 0,54 |
| Lysine (% d'aliment) | 0,79 | 0,72 | 0,66 | 0,61 | 0,57 |

Source : EIMVT (1991)

- **Protéine**

Ils sont les principaux constituants de la viande des poulets de chair. Les protéines sont constituées par l'enchaînement d'acides aminés qui sont utilisés par les volailles pour la reconstruction de nouvelles protéines servant soit à fabriquer des muscles ou le chair, soit à fabriquer des œufs pour le pondeuse. Les acides aminés ne servant pas aux productions de muscle ou d'œufs mais utilisés aussi pour produire de l'énergie soient excrétés sous forme d'urates.

Pour produire la viande, la volaille a besoin de certains acides aminés apportés par l'aliment en quantité bien définie. Les acides aminés apportés ne correspondant pas forcément aux besoins de production, le poulet les transforme pour reconstituer ceux dont il a besoin. Mais certains acides aminés ne peuvent être fabriqués par le poulet qu'à partir des apports alimentaires, ce sont les «acides aminés limitant» ou «essentiels». Ils doivent être obligatoirement apportés tels quels dans l'alimentation pour une croissance normale des poulets. Il s'agit principalement de la lysine et de la méthionine. Selon PICARD et al. (1993), les baisses de performances peuvent être dues à une subcarence en acides aminés essentiels dans un régime hyperprotéique. Les besoins en méthionine notamment, sont élevés en climat chaud. Les acides aminés influencent significativement la consommation alimentaire. Ainsi, les présences d'un excès d'acides aminés dans la ration peuvent augmenter les besoins de la plupart des acides aminés essentiels (PICARD et al. 1993)

Tableau 3: Classification des acides aminés

| Acides aminés essentiels | Difficiles à classer | Acides aminés non essentiels |
|--------------------------|----------------------|------------------------------|
| Lysine* | Tyrosine* | Alanine |
| Méthionine** | Cystéine** | Acide aspartique |
| Thréonine | Glycine*** | Acide glutamique |
| Tryptophane | Sérine*** | Asparagine |
| Isoleucine | Proline*** | Glutamine |
| Leucine | | |
| Valine | | |
| Phénylalanine | | |
| Histidine | | |
| Arginine | | |

Source: SMITH (1997)

(7)

*La tyrosine peut être synthétisée à partir de la phénylalanine

**La cystéine peut être synthétisée à partir de la méthionine

***La glycine et la sérine sont interchangeable, mais leur synthèse est parfois inadéquate.

**** Le taux de synthèse de la proline est parfois inapproprié pour certaines fonctions de l'organisme.

- **Minéraux**

Leurs taux présents dans les aliments sont faibles, mais jouent un rôle indispensable car leur carence entraîne des troubles graves et entraîne le retardement de la croissance des poulets de chair.

Parmi les minéraux, le phosphore et le calcium sont plus importants et assurent un rôle essentiel dans l'équilibre humoral comme dans la formation du squelette et de la coquille (8). Les besoins de la volaille en phosphore et en calcium dépendent de la qualité de la vitamine D et vice versa. Dans une moindre mesure, l'apport en manganèse peut également affecter l'assimilation du calcium et du phosphore. (9).

Selon MABALO en 1993 travaillant sur les poulets de chair en milieu sahélien, trouve que le rapport calcium/phosphore le plus favorable à une bonne rétention osseuse des deux éléments semble se situer entre 2 et 3. Un déficit modéré en calcium n'affecte que les volailles en bas âge, tandis qu'un apport insuffisant en phosphore va se traduire par une anorexie, une baisse de la croissance, des troubles locomoteurs graves et même de la mortalité (10).

Tableau 4: Apports recommandés en minéraux essentiels chez le poulet

| Apports | Démarrage | | Croissance | | Finition | |
|-------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | | |
| Energie (kcal EM/kg) | 2900/3000 | 3100/3200 | 2900/3000 | 3100/3200 | 2900/3000 | 3100/3200 |
| Calcium (%) | 1 | 1,10 | 0,9 | 1 | 0,80 | 0,90 |
| Phosphore (%) | 0,42 | 0,45 | 0,38 | 0,41 | 0,35 | 0,3 |
| Sodium (%) | 0,17 | | 0,17 | | 0,17 | |
| Chlore (%) | 0,15 | | 0,15 | | 0,15 | |

Source : INRA (1979)

(11)

• Vitamines

Les vitamines occupent un rôle essentiel dans les systèmes enzymatiques et dans la résistance naturelle des volailles. Actuellement, les aliments commerciaux composés sont complétés par des vitamines (prémix) dont leurs compositions sont prévues pour pallier à toutes les carences. A moins d'un stockage défectueux ou d'une erreur au moment de l'incorporation, il est rare d'avoir des problèmes en élevage. Selon AUSTIC et YOUSSEF (1982), cités par NGA (2009), les hautes températures provoquent une augmentation du besoin en vitamine A. (12)

Tableau 5: Apports recommandés en vitamines dans l'aliment du poulet de chair en UI/kg ou en ppm(=g/tonne) amenés dans l'aliment par l'intermédiaire d'un prémix contenant un antioxydant pour protéger les vitamines contre toutes oxydations extérieures

| Vitamines | | 0 à 4 semaines | 5 à 8 semaines |
|--------------------|-------|----------------|----------------|
| A | UI/kg | 12000 ^ | 10000 |
| D3 | UI/kg | 2000 | 1500 |
| E | ppm | 30 | 20 |
| K3 | ppm | 2,5 | 2 |
| Thiamine (B1) | ppm | 2 | 2 |
| Riboflavine (B2) | ppm | 6 | 4 |
| Ac. Pantothénique. | ppm | 15 | 10 |
| Pyridoxine (B6) | ppm | 3 | 2,5 |
| B12 | ppm | 0,02 | 0,01 |
| PP | ppm | 30 | 20 |
| Acide folique | ppm | 1 | 20 |
| Biotine | ppm | 0,1 | 0,05 |
| Choline | ppm | 600 | 500 |

Source : INRA

ppm= part par million

UI : unité internationale

- **Cellulose**

La cellulose, constituant principal des tissus de soutien des végétaux a une importance faible chez les poulets de chair. D'après ANSELME (1987), il est souhaitable de ne pas dépasser 5 % de cellulose brute dans l'aliment, pour éviter des accidents de transit et une mauvaise utilisation de la ration.

Maintenant il est nécessaire de connaître les compositions des éléments nutritifs dans chaque matière premières.

En général, le maïs est le principal aliment source d'énergie et également sources de protéine ; Il peut apporter de :

- Energie : 3200 Kcal
- Protéine brute 8-9 % de MS /kg de maïs
- Cellulose : 2,20 % MS /kg
- Matière grasse : 4,5 % MS /kg.

Ensuite les tourteaux qui sont riches en protéines et matières grasse quand ils sont mélangés avec le maïs. Les valeurs nutritives des tourteaux varient avec la mode d'extraction, la condition culturale mais en général, ils peuvent apporter de :

- Protéines : 35-45 % de MS
- Energie : 2300-3290 Kcal /kg
- Matières grasses : 10-20 % MS.

De plus les farines de poisson, les farines de sang sont les sources protéines digestibles, et le farine d'os calciné (à partir d'os brûlé feu vif, poudre obtenu par broyage, contient de phosphore et d'autres matières minérales), de coquillage, de sel sont les sources d'apports minéraux.

Il y a encore les auditifs concentrés tel que le prémix ou CMV qui sont les apports du complément minéral vitaminique, Il doit être 0,25% (250 g/100 kg de provende) et la méthionine, lysine qui sont des acides aminés ont un rôle critique dans la reproduction, survie cellulaire et méthylation des protéines :

La méthionine contient: 59-61 % de protéines, et 99% méthionine et 0,20%calcium

La lysine apporte de protéines 94-96 %, et lysine 79%.

Enfin les autres nutriments comme le corps gras (saindoux, suif, huiles de poisson, huiles végétales, tourteaux d'arachides artisanales) et la fibre (Manioc : apporte de cellulose à 12,6 %, de l'énergie à 3100-3200 kcal).

A la lumière de ce précède, nous allons voir les principales formules de besoins alimentaires des volailles, bovins, porcins.

✓ **BESOINS NUTRITIFS DE VOLAILLES**

D'abord ; pour le poulet de chair, il existe trois formules d'alimentation : démarrage croissance et finition.

Voici la variation des besoins de cette volaille suivant le stade physiologique :

- Energie 3000-3100 kcal
- Protéines : 21-23 %
- Calcium : 0,95-1 %
- Phosphore : 0,4-0,5 %
- Cellulose : 5-8 %
- Lysine : 1,2-1,5 %
- Méthionine : 0,7 %

Ensuite, la poule pondeuse.

Normalement, il y a quatre stades différents: poussin, poulette, ponte 1, et ponte 2.

Par conséquent on a quatre formules de provende différentes mais un peu identique

Pendant le stade de la ponte, il faut renforcer la teneur des minéraux comme le calcium jusqu'à 4-5% tandis qu'au moment de poulette, elle n'a besoin que de

1-1,2%

Le démarrage est presque identique :

- Energie 2800-2900 kcal selon stade physiologique
- Protéines : 18-20 %MS
- Calcium : 0,95-1 % MS au démarrage
- Phosphore : 0,4-0,5 % MS
- Cellulose : 3-5 % MS
- Lysine : 1,2-1,5 % MS

- Méthionine : 0,7 % MS
- Matières grasses : 3-8% MS

✓ BESOINS NUTRITIFS DE PORCINS

Pour l'élevage de porcins, nous avons proposé des aliments pondéreux mais peu nutritifs tels que le son de céréales, aliments fibreux et riches en eau, tubercule et tourteau.

Les stades physiologiques et la nature de production nous emmènent à des formules pour porcelet 1^{er} âge et 2^{ème} âge, croissance et finition truie vide, truie en gestation et le verrou.

Les porcelets 1^{ers} âge et 2^{ème} âge ont besoin de beaucoup d'énergie et de protéines, et une faible quantité de cellulose.

D'abord nous présentons voir les besoins nutritifs des porcins selon les stades suivants :

➔ Porcelet

- Energie : 3200-3600 Kcal
- Calcium: 1, 25-1, 50 % MS
- Protéines : 21-23 % MS
- Phosphore: 0, 9 -1 % MS
- Cellulose: 3-4 % MS
- Lysine : 1,2-1,5 % MS
- Méthionine : 0,7 % MS

➔ Truie et verrat

La croissance est un stade physiologique où l'on choisit la destination des animaux que ce soit futur reproducteur où à l'engraissement.

Pendant la gestation et l'allaitement, il faut augmenter le besoin en protéine.

- Energie : 3000-3100 kcal
- Calcium : 0,8- 1,1% MS
- Protéines : 12-16 %MS

- Phosphore : 0,4 - 0,7% MS
- Cellulose : 4-7 % MS
- Lysine : 1,2-1,5 % MS
- Méthionine : 0,7 % MS

Précisément, on sait que l'eau est le plus indispensable dans la vie des animaux, appart de ces besoins nutritifs ci-dessus ; pour les volailles l'eau est le principale du corps des poulets (près de 75 % à l'éclosion et 55 % à l'âge adulte) (13)

✓ **BESOINS NUTRITIFS DE BOVINS**

Pour la vache laitière, il existe 2 besoins nutritifs bien distincts :

-Besoins en entretien :

- MS au moins 2,5 kg MS /100 kg PV/jour
- Unité fourragère = 1,4+ (0,6UFL /100 Kg PV) /jour
- Protéines = 0,6 g de PB / kg PV /jour
- Calcium : 5 g / 100 kg PV /jour
- Phosphore : 3 g / 100 kg PV /jour

-Besoins pour production :

- Energie : 0,43 UFL / litre de lait
- Protéines : 60g / litre de lait (14)

I.2 TYPES DE PROVENDES

Beaucoup de types de provendes sont fabriqués par les industries animales pour la nutrition des animaux domestiques mais on peut les regrouper en 2 grandes catégories :

Premièrement, les aliments complets susceptibles de répondre à tous les besoins alimentaires de certaines catégories d'animaux. C'est le type les provendes conçues et fabriquées dans les provenderies. Il n'est pas nécessaire d'ajouter quelques compositions alimentaires car ces aliments suffisent largement aux animaux.

Deuxièmement, les aliments complémentaires sont des aliments susceptibles de compléter une ration. En effet, selon les produits disponibles à l'éleveur pour nourrir les animaux, et ils doivent compléter la ration avec les autres éléments complémentaires vendu sur le marché pour satisfaire les besoins alimentaires des animaux.

De ce qu'on voit habituellement, les volailles et les porcins sont souvent nourris avec des aliments complets fabriqués par les industries animales tandis que les autres animaux tel que le bovins reçoivent des compléments à leur ration de base.

Alor, voici quelques types des provendes plus réponsus à Madagascar avec ses matières premières

Tableau 6: Types de provendes étudiés

| Provendes | Matières premières | Répartition à Madagascar |
|-----------|--|--|
| Volailles | <ul style="list-style-type: none"> -Les céréales comme le maïs, les brisures de riz, le sorgho, les issues de céréales tels que le son de blé, le son de riz, le manioc, -Les sources des protéines d'origines végétales : tourteau de soja, tourteau d'arachide, tourteau de cocon et tourteau de palmiste, le grain de soja, -Les matières premières d'origines animales : la farine de poisson, farine de viande et os - Les matières premières d'origine minérales dont le coquillage, et du divers autre auditif comme les drèches de brasseries, mélasse de canne, sous-produits de laitiers | <p>Presque la moitié des éleveur et on trouve partout dans le territoire national mais la majorité est dans la zone de centres ville et des régions industrialisées comme Tamatave, Antsirabe, Fort-dauphin et Diego. Elle atteint en moyenne de 45% à Madagascar.</p> |
| Porcin | <p>Maïs, drèche de maïs, Tx canola, Tx soya, légumes Matières sèches, foin de légumineuses, ensilage pré fané, ensilage de maïs, gras</p> | <p>Pour cet élevage, c'est le deuxième rang car elle atteint 30% de la population des éleveurs la pratique.</p> |
| Bovins | <ul style="list-style-type: none"> -Fourrages verts : pennisetum, ray grass, avoine, chloris, guatemala, -ensilages : ensilages de fourrages et ensilages de maïs -fourrages secs : séchage de fourrage verts -aliments complémentaires : tourteaux d'arachides et tourteaux de soja, coquillages et farine de poisson -compléments minérales : pierre à lécher | <p>Celle-ci est destinée partiellement dans la zone industrialisée de produits laitiers et des producteurs de viande tels qu'Antsirabe, Antananarivo, Miandrivazo, région Atsimo Andrefana sa répartition à Madagascar est en moyenne de 25%.</p> |

(15) (16) (14)

D'après ce tableau, on remarque que les matières premières pour les provendes des chaque espèce d'animale sont presque des matières locaux et faciles à exploités

CHAPITRE II : MATIERES PREMIERES AVEC SES COMPOSITIONS

La fabrication de provende pour animaux d'élevage doit nécessiter les matières premières suivantes, il faut le mélanger pour obtenir des apports nécessaires pour chaque type d'aliment. (17)

→ Les céréales : Les céréales qui sont riches en sources d'amidon (50%), de plus ce sont également des aliments riches en vitamines et sels minéraux sous forme de son.

- Le maïs : sous forme de grains et de farine
- Le riz : sous forme de son
- Le blé : sous forme de grains, de son et de brisures

Généralement, le grain de maïs est la principale matière première pour la fabrication des provendes des volailles grâce à son richesse d'énergie par rapport aux autres matières premières.

→ Les légumineuses, les oléagineux et tubercules : sous forme de tourteaux sauf le manioc, qui sont des sources de protéine supplémentaire, d'un excellent équilibre d'acides aminés et une teneur élevée en énergie pour tout type de régime alimentaire de chaque animal. Les tourteaux sont des résidus restant des huileries et savonneries fabriquées par les industries.

- Le soja : sous forme de tourteau
- Le manioc : sous forme de tubercules
- L'arachide : sous forme de tourteau
- Le tournesol : sous forme de tourteau
- Le coton : sous forme de tourteau

Les tourteaux ne doivent pas dépasser une certaine quantité parce qu'ils contiennent beaucoup de matière grasse. (18)

→ Les farines animales : ce sont des sources de protéine brute, de calcium et de phosphore dans l'alimentation.

- Farine du sang : c'est un type de sang broyé et séché parvenu des abattoirs. Mais il faut bien analyser afin de connaître sa pureté s'il ne s'agit pas de sang infecté par une maladie. Cette matière est très riche en protéine mais un peu faible en calcium et phosphore.
- Farine de poisson : Elle est très riche en calcium car on broie le poisson avec ses os.
- Farine d'os calciné : Elle contient du calcium et du phosphore

→ Les coquillages :

Ce sont des matières servant à l'apport de minéraux pour l'aliment composé comme le magnésium, calcium

→ Les ajouts liquides : l'eau, l'huile, la mélasse.

Ils jouent un rôle important pour lier les MP ajoutées

- L'eau : elle sert de liant et de solvant pour les composés solubles dans l'eau.
- L'huile : elle sert de source en acides gras essentiels et sert à augmenter la densité calorique de la ration et donne le goût agréable afin de faciliter la consommation de matière sèche, et contribue à l'efficacité de l'aliment chez l'animal.
- La mélasse : c'est une source de sucre dans le mélange mais aussi elle apporte des minéraux et de la vitamine B. Elle sert également à faciliter l'ingestion des aliments.

→ Les additifs

Regroupant : les surfactants, les tensioactifs, le sel, les acides organiques et les concentrés.

→ Les surfactants et tensioactifs : qui facilitent les mélanges de MP et assurent la stabilité du mélange.

Les acides organiques sont nécessaires à la complémentation de l'aliment afin d'assurer les exigences de la clientèle selon l'état physiologique de l'animal de destination.

Les autres additifs peuvent être des vitamines et d'autres minéraux nécessaires mais non apportés par les autres MP. (19)

Particulièrement l'élevage de bovins est un peu différent pour son ration car il a des aliments de base telle que le fourrages, il varie selon la saison et la région. On a trois types de fourrages : fourrages verts, les ensilages et les fourrages secs.

Il y a 6 types des fourrages verts :

- Pennisetum qui apporte de Valeur fourragère : 0,8 UFL/ kg MS

- Ray grass est très riche en protéines(PB): 14-17 % de MS

Valeur fourragère : 1,03 UFL /kg MS

- Avoine est riche en Calcium 0,8 g/kg et Phosphore 0,8 g/kg de MS

Valeur fourragère : 03 UFL /kg MS

- Chloris est très riche en PB : 20 %

Valeur fourragère : 0,7 UFL / kg de MS

- Guatemala porte de MS: 20%, PB 17g/kg de MS

-Brachiaria est très riche en Calcium : 0,80 -0,90 g/ kg de MS

Valeur fourragère : 0,7 UFL/kg de MS

D'un côté, l'ensilage est un mode de conservation des fourrages humides en absence de l'oxygène en choisissant des plantes riches en sucre (Maïs ensilage, Chloris, Ray Grass, Avoine).Il comprend :

-L'ensilage de fourrage : il peut apporter jusqu'à 40-50 g/kg de PB

Valeur fourragère : 0,4-0,5 UF /kg de MS

-L'ensilage de maïs contient au moins 32-35% MS, Ca : 0,98 % de MS

Valeur fourragère : 0,23 UF/kg de MS

D'autre côté, les fourrages secs ou foins est un séchage de fourrages verts : Chloris, avoine. Ils apportent MS : 88-95 %, Riche en calcium : 3 g/kg et phosphore : 0,88 g/kg, Valeur fourragère UF : 0,39g/kg

CHAPITRE III: PROCEDE DE FABRICATION DE PROVENDE

La quantité de provende usinée dépend de la formule utilisée. Les rations des animaux doivent apporter tous les éléments nutritifs nécessaires. Ils seront donc composés d'un ensemble des matières qui apportent de l'énergie, protéines, calcium, phosphores et divers autres minéraux. Le rapport des matières constituantes de la provende doit être bien équilibré.

Le diagramme le plus fréquent pour la production de provende est :

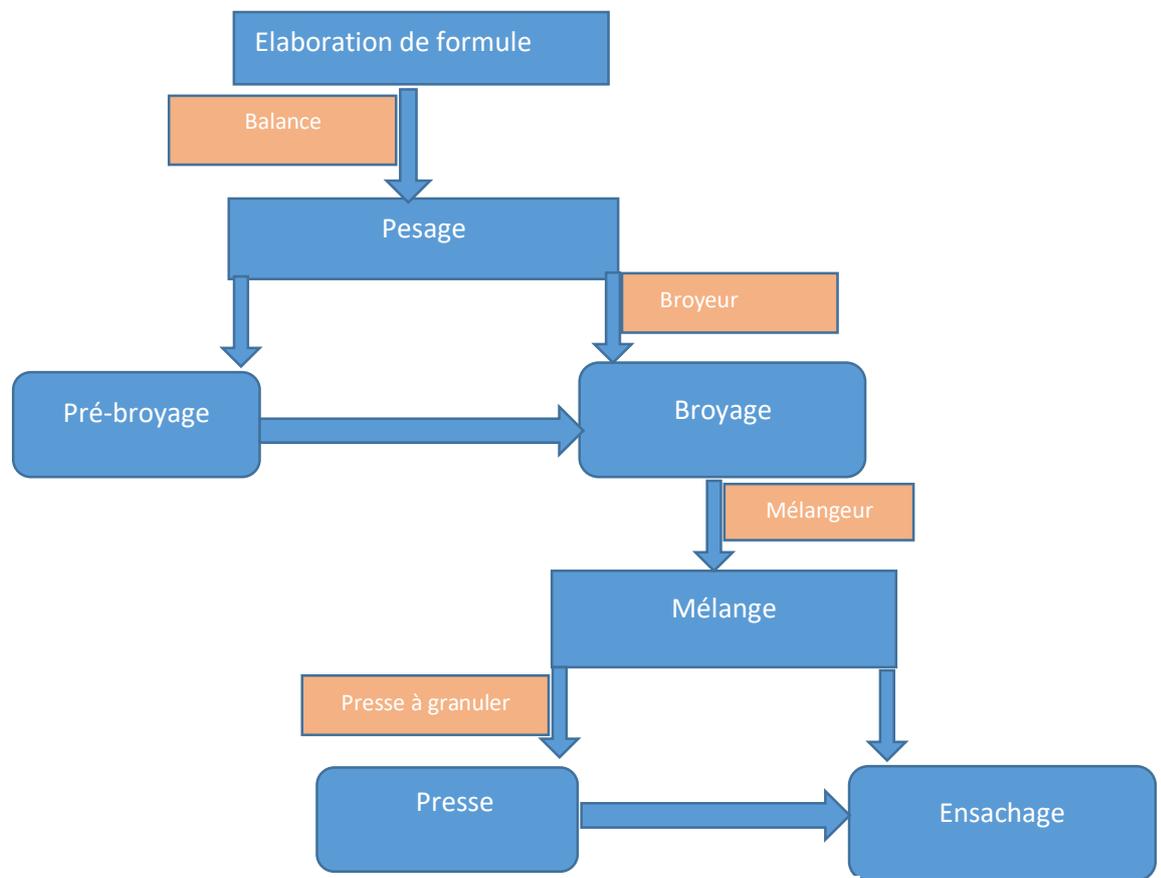


FIGURE 1:SCHEMA DE FABRICATION

1^{er} étape : Elaboration de formule

La formulation consiste à approcher le plus précisément possible la totalité des besoins déterminés scientifiquement, par combinaison des caractéristiques des matières premières, définies par de nombreuses analyses chimiques (LARBIER, 1992)

2^{em} étape : Pesage

La quantité à produire étant défini par le responsable, les ouvriers pèsent les quantités à utiliser dans la salle de stockage de matière première. Le mieux possible est l'utilisation de balance industrielle bien précise comme celle-ci



FIGURE 2: BALANCE INDUSTRIELLE MODULABLE

Source : <https://www.direct-pesage.net>

3^{em} étape : Pré-broyage et broyage

Certaines matières premières nécessitent une transformation avant d'être broyé afin d'éliminer ou diminuer les facteurs antinutritionnels et les éléments pouvant être dangereux pour les animaux, et aussi pour faciliter le broyage. La torréfaction est la méthode employée dans cette étape.

Le broyage a pour objectif de rendre les matières premières assimilables par les animaux tels que le manioc sec, maïs grain, niébé. L'aliment ne doit être ni trop dur ni trop friable. Le broyeur à marteau est bien faisable pour la provende car la vitesse de broyage est réglable selon le type de produit à fabriquer.



FIGURE 3: BROYEUR A MARTEAU

Source : <http://fr.fdsp-cn.com/>

4^{em} étape : Mélange

Cette étape permet de mélanger est d'associer des éléments disparates, de les lier intimement, soit pour former des produits nouveaux par réaction les uns sur les autres, soit pour homogénéiser les différentes matières premières.



FIGURE 4: MELANGEUR INDUSTRIEL

Source : <https://groupertoy.com>

5^{em} étape : Presse et ensachage

Pour les produits en granulé, le mélange passe par la machine de presse. Cette étape a pour but d'améliorer l'apparence du produit afin d'accroître l'appétibilité des animaux qui va l'ingérer (par exemple, les granulés sont plus appréciés par les poulets de chair que la farine).

Une fois le mélange et/ou la pelletisation terminé on procède à la mise en sac des produits finis.



FIGURE 5: MACHINE DE PRESSE

Source : <https://www.amazon.fr/>

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Il est important d'observer que plus de 75% de la population Malagasy sont des ruraux ayant pour activité principale agriculture et élevage. Le développement de l'élevage à Madagascar a fait l'objet des nombreuses études de projets tel que le PSDR ou Projet de Soutien au Développement Rural. La mise en place d'une provenderie et la sélection des matières premières utilisées permettra d'améliorer l'élevage des animaux à cycles courts dans ce pays car les contraintes des éleveurs sont le prix et la qualité des aliments utilisés pour nourrir les animaux. En effet, pour le porc elle maintient la santé et la réduction de la transmission de la cysticercose (maladie). Pour les volailles la fabrication de provende aidera l'augmentation de production des animaux (œuf, viande). De plus, le but de cette projet et de valoriser les matières premières disponibles dans le pays, surtout les céréales tel que les grains de maïs, manioc et minimiser le coût de provende. Alors pour se consacrer à cette étude nous allons voir ensuite les différentes étapes à procéder pour bien formuler l'alimentation de base des animaux.

CHAPITRE II : METHODES DE CALCUL DE L'ALIMENTATION ANIMALE

La recherche a permis de déterminer le plus précisément possible les besoins alimentaires des animaux de races améliorées. Actuellement, pour exploiter au maximum les données, on utilise des logiciels spéciaux qui permettent de prendre en compte plusieurs éléments. (Economie- géographie, 1989).

D'abord le but est d'avoir une ration équilibrée provenant de matières premières de bonne qualité et chaque provendière ou éleveur doit calculer sa propre formule à partir de la disponibilité de matières premières mais il faut faire attention au stockage et au contrôle qualité du produit.

Pour les étapes suivantes, prenons comme exemple les éleveurs qui consomment au moins 500 kg par semaine et qui ont une production de céréale (maïs) disponible sur place.

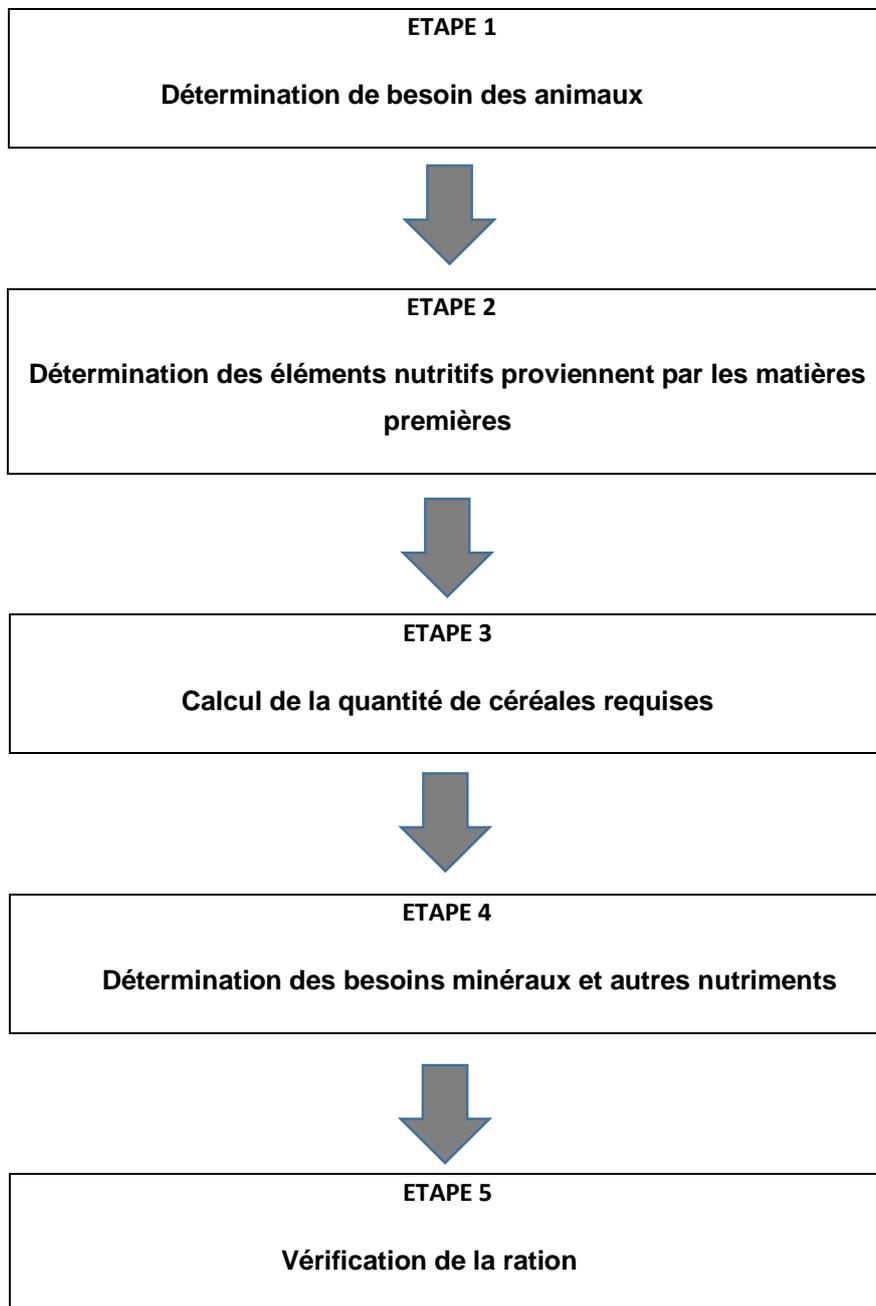


FIGURE 6:ETAPE SOUS FORME D'ORGANIGRAMME

Etape 1 : La détermination des besoins des animaux

Les besoins en éléments nutritifs dépendent du stade physiologique, de la race, notamment les incidents sur l'ingestion.

Etape 2 : La détermination des éléments nutritifs proviennent par les matières premières

La disponibilité des matières premières tient une place importante dans cette étape.

Les valeurs nutritives de chaque aliment dépendent de la variété, de ses itinéraires culturaux (fertilisation, récolte), de leurs origines, du traitement après récolte

S'il est possible on doit contrôler et analyser pour évaluer la quantité de la protéine brute, des minéraux et des vitamines, énergie, des acides aminés.

Etape 3 : Le calcul de la quantité de céréales requises

Il possède 2 mélanges différents des aliments :

- L'un c'est un mélange qui va produire des protéines brutes peu semblables (cas du maïs et son de riz)

Besoin en énergie = (Quantité de maïs x apport énergie de maïs) + (quantité de son de riz x apport énergie de son de riz)

- Répétons ce calcul pour la protéine (PB), le calcium (Ca) et le phosphore (P) et les autres éléments.

- Comparons par rapport aux besoins des animaux, et on recommence la rectification jusqu'à ce que le résultat soit peu près ou proche des besoins des animaux.

- L'autre c'est un mélange qui va fournir deux éléments à valeur nutritives très différentes (cas maïs et tourteaux de soja)

X: teneur en élément nutritif de l'aliment X

Y : teneur en élément nutritif de l'aliment Y

Z : teneur du mélange désiré

Il faut que $X < Z < Y$

- A l'aide de « carré de Pearson », on peut avoir une formule d'un mélange de céréales ayant une teneur en protéine spécifique, tel qu'illustré ci-dessous

Généralement, cette méthode sert à obtenir un pourcentage fixe d'une substance nutritive dans un mélange final ne contenant que deux ingrédients, on obtient le résultat souhaité comme suit : on reporte au centre du carré le niveau en protéines du besoin désirée, et dans les deux coins gauches(C et D), on inscrit le pourcentage du contenu protéinique de chacun des aliments; pour calculer la proportion nécessaire de chaque aliment, on soustrait, en suivant les diagonales du carré la plus petite valeur de la plus grande sans tenir compte de signe. (20)

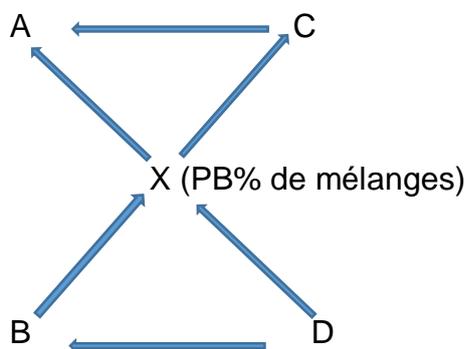


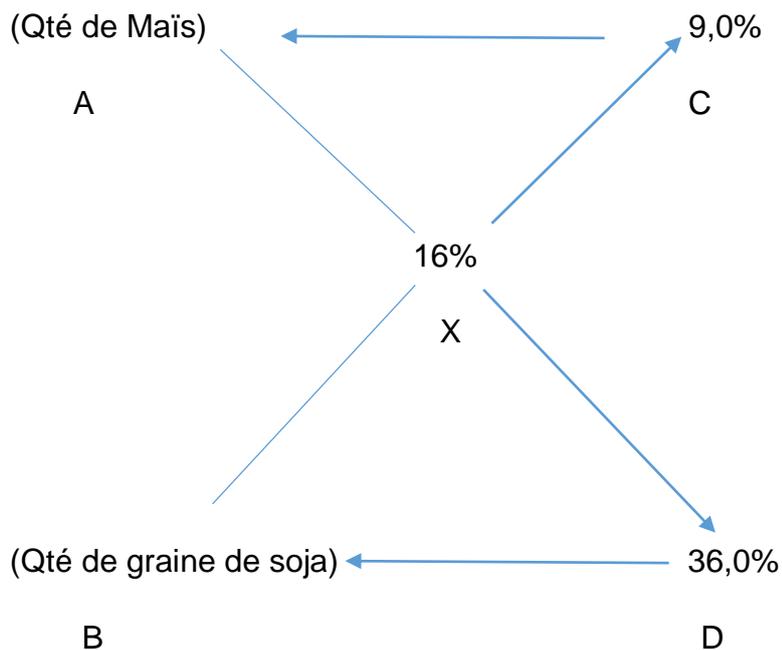
FIGURE 7: CARRE DE PEARSON

Source : Maisonneuve et Larose

$$C = X - B$$

$$D = A - X$$

Prenons par exemple A la quantité de maïs et B la quantité de graines de soja et C, D leur pourcentage respectives. On veut élaborer une régime pour poule pondeuse qui contient 16 % de protéines à partir de deux ingrédients, le maïs et la farine de graines de soja, en supposant que le maïs séché à l'air contient 9,0 % de protéines et que les graines de soja séchées à l'air en contiennent 36,0 %, on obtient le résultat souhaité comme suit: on reporte au centre du carré le niveau en protéines du régime complet et, dans les deux coins gauches, on inscrit le pourcentage du contenu protéinique de chacun des aliments; pour calculer la proportion nécessaire de chaque aliment, on soustrait, en suivant les diagonales du carré, la plus petite valeur de la plus grande, comme illustré ci-dessous. La proportion de chaque ingrédient nécessaire à l'élaboration d'un régime comprenant 16 % de protéines apparaît du côté droit du carré.



Qté de maïs= 36% -16%=20 doses

Qté de graine de soja=16%-9%=7 doses

Par conséquent, il faut mélanger 20 doses de maïs à 7 doses de farine de graines de soja pour obtenir une ration contenant 16 % de protéines

Quantité de l'aliment A (kg) = [C / (C + D)] x poids du lot (kg)

Quantité de l'aliment B (kg) = [D / (C + D)] x poids du lot (kg)

Poids spécifique du lot : 500 kg

- S'il y a encore un autre aliment ajouté au lot en une quantité prédéterminée, on doit recalculer la quantité et le niveau de protéines des aliments.

Etape 4 : La détermination des besoins minéraux et autres nutriments

- Calculons la teneur en éléments minéraux du mélange et faire une évaluation des besoins en éléments minéraux.

- Calcium de mélange = Calcium de l'aliment A+ Calcium de l'aliment B

Ajuster les besoins minéraux

La quantité de Calcium à ajouter = Besoin en Calcium totaux - Calcium provenant du mélange de céréales

Trouver cette quantité par ajout d'un aliment riche en calcium (os calciné par exemple).

Quantité d'aliment porteur de calcium = (quantité de calcium à ajouter x poids du mélange) % en calcium de l'aliment. Porteur de Calcium

Refaire ces calculs pour le phosphore, la lysine et la méthionine.

Etape 5 : La vérification de la ration

Les quantités réelles des éléments nutritifs de mélange sont calculées comme suit :

% d'UNT dans le mélange = quantité de l'aliment A x % UNT de A + quantité de l'aliment B x % UNT de B + pour tous les alimentés) / poids du lot x100

(14)

Alors pour avoir une formule alimentaire bien précise, on doit procéder à quelques étapes enfin de connaître les besoins nutritifs des animaux journaliers à partir des matières premières de base.

→ Premièrement, on pose :

MP₁ : Matière Première N°1 EN_{1n'} : Élément nutritif correspond à MP₁

MP₂ : Matière Première N°2 EN_{2n'} : Élément nutritif correspond à MP₂

MP₃ : Matière Première N°3 EN_{3n'} : Élément nutritif correspond à MP₃

MP_n : Matière Première N°n avec n≥1 EN_{nn'} : Élément nutritif correspond à MP_n

Dans tous cas n' ≥1: le nombre de EN dans chaque MP

Chacune des MP doivent avoir des EN correspondants, on a :

MP₁ contenant EN₁₁, EN₁₂, EN₁₃,..... EN_{1n'}

MP₂ contenant EN₂₁, EN₂₂, EN₂₃,.....,EN_{2n'}

MP₃ contenant EN₃₁, EN₃₂, EN₃₃,.....,EN_{3n'}

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ◦ | ◦ | ◦ | ◦ | ◦ |
| ◦ | ◦ | ◦ | ◦ | ◦ |
| ◦ | ◦ | ◦ | ◦ | ◦ |

MP_n contenant EN_{n1}, EN_{n2}, EN_{n3},.....,EN_{nn'}

→ A partir de la formule précédente, on peut tirer la somme de chaque EN identiques comme suit : $\sum EN_1 = EN_{11} + EN_{21} + EN_{31} + \dots + EN_{n1}$

$$\sum EN_2 = EN_{12} + EN_{22} + EN_{32} + \dots + EN_{n2}$$

$$\sum EN_3 = EN_{13} + EN_{23} + EN_{33} + \dots + EN_{n3}$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |

$$\sum EN_n = EN_{1n'} + EN_{2n'} + EN_{3n'} + \dots + EN_{nn'}$$

→ Par conséquent, on a la formule de besoins nutritifs de base des animaux en fonction des éléments nutritifs recommandés.

$$\rightarrow EN = \sum EN_1 + \sum EN_2 + \sum EN_3 + \dots + \sum EN_n$$

Avec $\sum EN_1 \neq \sum EN_2 \neq \sum EN_3 \neq \dots \neq \sum EN_n$

Dans le paragraphe précédent, nous avons fait le constat de la méthode de calcul de la provende. Par conséquent il nous reste qu'à pratiquer pour connaître la formule de base de provende de volailles et porcins.

Dans ce nouveau paragraphe, avant de calculer l'élément nutritif apporté à partir de la composition nutritionnelle pour fabriquer une certaine de quantité de provende souhaité, il suffit de connaître la composition de base de matière première.

CHAPITRE III : CALCUL DE FORMULE DE BASE DE L'ALIMENTATION ANIMALE

Suite aux différents tableaux ci-dessus, nous avons observé que la base de l'aliment animal dépend des céréales (40 à 50% des matières premières mises en œuvre dans les aliments composés) surtout le maïs. Mais en cas d'insuffisance ou de hausse des prix de ce dernier, on doit remplacer ou additionner avec quelques autres matières premières de même élément nutritif recommandé pour minimiser le coût et d'optimiser la provende enfin d'éviter la dépendance de la production.

La formulation de l'alimentation animale dépend généralement de l'espèce, de l'âge, du sexe et de ce qu'ils produisent. En fonction de ces besoins, le "formulateur", qui est le diététicien des animaux, compose pour chacun une recette adaptée : un assemblage spécifique de matières premières qui doivent trouver des apports quotidiens en énergie, en protéines, en vitamines, en minéraux et en fibres végétales...etc.

Pour la suite, il ne reste qu'à appliquer la méthode de formule de calcul de l'alimentation qu'on a illustré au début de notre second travail. La formulation des rations alimentaires pour les animaux vendues dans le commerce est une opération complexe, habituellement réalisée par des machines spécialisées. Il est toutefois possible d'obtenir un régime d'alimentation simple par calcul manuel, comme le montre l'exemple suivant, qui calcule le régime d'une poule pondeuse en partant de l'hypothèse que seuls quatre nutriments doivent être pris en compte : énergie, protéines brutes, calcium et phosphore.

III.1 EXEMPLE DE CALCUL DE L'ALIMENTATION POUR POULE PONDEUSE

❖ Données de base sur les besoins de poules pondeuses

Tableau 7: Présentation simplifiée des besoins en nutriments d'une poule pondeuse

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Energie métabolisables (kJ/g) | 11,5-12,5 |
| Protéines brutes (%) | 16,5-17,5 |
| Calcium (%) | 2,5-3,5 |
| Phosphore (%) | 0,6-1,0 |

Source : Maisonneuve et Larose, 1992

Par ailleurs, on considère 5 aliments indispensables aux ingrédients qui seront utilisées : maïs, farine de poisson, farine de graines de soja, calcaire broyé, farine d'os. Par la suite, nous présentons ci-dessous les valeurs alimentaires de ces ingrédients.

Tableau 8: Valeur alimentaire des ingrédients à utiliser pour la composition du régime de la poule pondeuse

| | Energie Métabolisables (KJ/g) | Protéines (%) | Calcium (%) | Phosphore (%) |
|----------------------|-------------------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Maïs | 14,5 | 8 | 0,0 | 0,4 |
| Farine de Poisson | 13,0 | 65 | 5,0 | 2,5 |
| Farine de Soja | 11,0 | 44 | 0,25 | 0,6 |
| Calcaire broyé | 0,6 | 0 | 35,0 | 0,0 |
| Farine D'os | 0,0 | 0 | 22,0 | 9,0 |

Source : Maisonneuve et Larose, 1992

Lorsque les régimes pour la volaille sont formulés à partir d'aliments classiques, ils peuvent suivre un modèle relativement systématique; les quantités approximatives

des différents ingrédients qui entrent dans la composition des régimes pour poules pondeuses et poulets de chair sont présentées au tableau suivant.

Tableau 9: Contenus possibles des rations pour poules pondeuses et poulets de chair en cas d'utilisation d'aliments conventionnels (kg/tonne)

| | Poule pondeuse | Poulet de chair |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|
| Céréales | 600-700 | 600-700 |
| Autres aliments énergétiques | 50-200 | 0-50 |
| Protéines animales | 0-100 | 50-200 |
| Protéines végétales | 50-150 | 50-150 |
| Calcaire broyé | 40-60 | 0-10 |
| Source de phosphore | 2 | 2 |
| Mélange de vitamines et des minéraux | 3 | 3 |
| Pigment (caroténoïde) | + | - |

Source : Maisonneuve et Larose, 1992

III.1.1 DETERMINATION DE FORMULE DE PROVENDE A PARTIR DE BESOINS NUTRITIFS ET LE DONNE SUR LE MATIERE PREMIERE

Pour déterminer la formule de provende, il faut connaître bien précisément les besoins des animaux et l'élément apporté par la matière première. Ensuite on va tâtonner par calcul la quantité de matières premières nécessaires jusqu'à obtenir le résultat correspondant aux besoins des animaux. Voici alors un exemple basé sur les données dans le paragraphe précédent. Dans cette application, on considère seulement 4 matières premières indispensables aux besoins des animaux.

Tableau 10: Premier essai pour déterminer le formule de provende de poule pondeuse en kg/t

| | Contenu (kg/t) | Energie métabolisables (kJ/g) | Protéines(%) | calcium(%) | Phosphore(%) |
|-------------------|----------------|-------------------------------|--------------|------------|--------------|
| Maïs | 650 | 9,45 | 5,2 | 0 | 0,26 |
| Farine de poisson | 150 | 1,95 | 9,75 | 0,75 | 0,375 |
| graine de soja | 100 | 1,1 | 4,4 | 0,025 | 0,06 |
| Calcaire broyé | 100 | 0,06 | 0 | 3,5 | 0 |
| Total | 1000 | 12,56 | 19,35 | 4,27 | 0,69 |

D'après ce résultat, on observe que le taux de calcium et protéines sont plus élevés par rapport aux besoins des animaux. Donc il faut le rectifier la quantité des matières premières transformées. Alors on va augmenter de 10 doses la quantité de maïs, par contre on va diminuer de 30 doses la quantité de graines de soja et de 20 doses la quantité de calcaire broyé.

Tableau 11: Deuxième essai de calcul de la formule de provende

| | Contenu (kg/t) | Energie métabolisables (kJ/g) | Protéines(%) | calcium(%) | Phosphore(%) |
|-------------------|----------------|-------------------------------|--------------|------------|--------------|
| Maïs | 700 | 10,15 | 5,6 | 0 | 0,28 |
| Farine de poisson | 150 | 1,95 | 9,75 | 0,75 | 0,375 |
| graine de soja | 70 | 0,77 | 3,03 | 0,01 | 0,04 |
| Calcaire broyé | 80 | 0 | 0 | 2,80 | 0 |
| Total | 1000 | 12,87 | 18,38 | 3,56 | 0,695 |

Après la rectification, on observe que la valeur de protéine et calcium est diminuée et on obtient des valeurs peu semblables aux besoins alimentaires des animaux.

Cette méthode est fiable pour calculer divers formules de ration alimentaire pour les animaux.

❖ Détermination des besoins nutritifs des animaux à partir de formule de provende et donne sur les matières premières

D'après les informations obtenues par le tableau 12,13, 14, on peut réaliser d'une ration pour poules pondeuses basée sur ces hypothèses. D'abord on va élaborer un calcul des éléments nutritifs contenus dans une tonne de provende. En premier réalisation on fait une formule typique de provende

- 700 kg de maïs
- 100 kg de farine de poisson
- 150 kg de farine de soja,
- 40 kg de calcaire broyé
- 10 kg de farine d'os.

➔ Calcul des compositions nutritionnelles dans 700kg de grain de maïs

Tableau 12: Compositions nutritionnelles de graines de maïs

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 700kg |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ /g) | une tonne correspond à 14,5 kJ/g | 10,15kJ/g |
| Protéines (%) | une tonne correspond à 8% | 5,6% |
| Calcium | une tonne correspond à 0,0% | 0,0% |
| Phosphore | Une tonne correspond à 0,4% | 0,28% |

Exemple pour la méthode de calcul :

1t → 14,5 kJ/g

700kg → à chercher z

$$z = (700/1000) \times 14,5 = 10,15 \text{ kJ/g}$$

D'où 700kg → 10,15kJ/g

Calcul des compositions nutritionnelles dans 100kg de farine de poisson

Tableau 13: Compositions nutritionnelles de farine de poisson

| | Hypothèse | composition nutritionnelle dans 100kg |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ /g) | Une tonne correspond à 13,0 kJ/g | 1,30 kJ/g |
| Protéines (%) | Une tonne correspond à 65% | 6,5% |
| Calcium (%) | Une tonne correspond à 5,0% | 0,50% |
| Phosphore (%) | Une tonne correspond à 2,5% | 0,25% |

➔ Calculs des compositions nutritionnelles dans 150kg de farine de soja

Tableau 14: Compositions nutritionnelles de farine de soja

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 150kg |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ /g) | Une tonne correspond à 11,0 kJ/g | 1,65kJ/g |
| Protéines (%) | Une tonne correspond à 44% | 6,6% |
| Calcium (%) | Une tonne correspond à 0,25% | 0,04% |
| Phosphore (%) | Une tonne correspond à 0,6% | 0,09% |

→ Calculs des compositions nutritionnelles dans 40kg de calcaire broyé

Tableau 15: Compositions nutritionnelles de calcaire broyé

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 40kg |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ /g) | Une tonne correspond à 0,6 kJ/g | 0,00% |
| Protéines (%) | Une tonne correspond à 0 % | 0,0% |
| Calcium (%) | Une tonne correspond à 35,0% | 1,40% |
| Phosphore (%) | Une tonne correspond à 0,0% | 0,0% |

→ Calculs des compositions nutritionnelles dans 10 kg de farine d'os

Tableau 16: Compositions nutritionnelles de farine d'os

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 10kg |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ /g) | Une tonne correspond à 0,0 kJ/g | 0,00KJ/g |
| Protéines (%) | Une tonne correspond à 0 % | 0,0 % |
| Calcium (%) | Une tonne correspond à 22,0 % | 0,22% |
| Phosphore (%) | Une tonne correspond à 9,0% | 0,09% |

Tiré de ces différents résultats obtenus dans les divers tableaux ci-dessus, on peut l'unifier dans un seul tableau bien vérifié.

Tableau 17: Premier essai de réalisation d'une ration pour poules pondeuse résumé de tableau 15, 16, 17, 18,19

| | Contenu (kg/t) | Energie métabolisables | Protéines(%) | Calcium(%) | Phosphore(%) |
|-------------------|----------------|------------------------|--------------|------------|--------------|
| Maïs | 700 | 10,15 | 5,6 | 0,0 | 0,28 |
| Farine de poisson | 100 | 1,30 | 6,5 | 0,50 | 0,25 |
| Graines de soja | 150 | 1,65 | 6,6 | 0,04 | 0,09 |
| Calcaire | 40 | 0,00 | 0,0 | 1,40 | 0,00 |
| Broyé | | | | | |
| Farine d'os | 10 | 0,0 | 0,0 | 0,22 | 0,09 |
| Total | 1000 | 13,10 | 18,7 | 2,16 | 0,71 |
| Besoins nutritifs | | 11,5-12,5 | 16,5-17,5 | 2,5-3,5 | 0,6-0,71 |

D'après ce résultat, on observe que la valeur d'énergie et protéines est très riche mais pauvre en calcium si l'on compare la teneur en substances nutritives de la ration avec les besoins présentés dans le tableau 12. Pour rétablir l'équilibre, il convient d'effectuer les substitutions appropriées.

En général pour équilibrer la ration, on augmente de 20 doses la quantité de maïs et de 10 doses de calcaire broyé, par contre on diminue de 30 doses de farine de poisson.

Tableau 18: Calcul des compositions nutritionnelles dans 720kg de graine de maïs

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 720kg |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ /g) | Une tonne correspond à 14,5 kJ/g | 10,45 kJ/g |
| Protéines (%) | Une tonne correspond à 8 % | 5,76% |
| Calcium (%) | Une tonne correspond à 0,0 % | 0,0% |
| Phosphore (%) | Une tonne correspond à 0,4 % | 0,30% |

Tableau 19: Calcul des compositions dans 70kg de farine de poisson

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 70kg |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ /g) | Une tonne correspond à 13,0 kJ/g | 0,91kJ/g |
| Protéines (%) | Une tonne correspond à 6,5 % | 4,55% |
| Calcium (%) | Une tonne correspond à 5,0 % | 0,35% |
| Phosphore (%) | Une tonne correspond 2,5% | 0,18% |

Tableau 20: Calcul des compositions nutritionnelles dans 50 kg de calcaire broyé

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 50kg |
|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ /g) | Une tonne correspond à 0,6% | 0,00% |
| Protéines (%) | Une tonne correspond à 0% | 0,0% |
| Calcium (%) | Une tonne correspond à 35,0% | 1,75% |
| Phosphore (%) | Une tonne correspond à 0,0% | 0,0% |

Par conséquent, on obtient une formule bien équilibrée tirés de ces 3 derniers tableaux

Tableau 21: Formule équilibrée de ration de poule pondeuse en kg/t

| | Contenu (kg/t) | Energie métabolisables (kJ/g) | Protéines(%) | Calcium(%) | Phosphore(%) |
|-------------------|----------------|-------------------------------|--------------|------------|--------------|
| Graine de maïs | 720 | 10,45 | 5,76 | 0,0 | 0,30 |
| Farine de poisson | 70 | 0,91 | 4,55 | 0,35 | 0,18 |
| Graine de soja | 150 | 1,65 | 6 ,6 | 0,04 | 0,09 |
| Calcaire broyé | 50 | 0,00 | 0,0 | 1,75 | 0,00 |
| Farine d'os | 10 | 0,00 | 0,0 | 0,22 | 0,09 |
| Total | 1000 | 13,01 | 16,91 | 2,36 | 0,66 |

Finalement, on a une ration bien équilibrée basée sur les besoins alimentaires de base des volailles au tableau 12. Alors notre second travail concerne le calcul de cette même ration mais avec le remplacement d'une autre matière première.

III.1.2 CALCUL DE FORMULE DE PROVENDE A L'AIDE DE SUBSTITUTION D'UNE AUTRE MATIERE PREMIERE DE BASE

Avant d'élaborer cette formule, il faut bien connaître précisément les compositions nutritionnelles de cette matière. En faisant le calcul d'énergie métabolisable, protéine, calcium, phosphore, et divers autres éléments. Mais dans notre cas il suffit de chercher la valeur d'énergie en kJ/g et la valeur en pourcentage de protéine, calcium, et phosphore.

On supposant dans cette étude le remplacement de grains de maïs par l'orge.

- Valeur nutritifs d'orge et maïs.
- Valeur énergétique de maïs 80,2Kcal
- Valeur énergétique de l'orge 123kcal

(Aprifel, 2018)

Donc on calcul la moyenne

En kcal = $(4\text{kcal}+4\text{kcal}+9\text{kcal})/3=5,6$ kcal

En kJ = $(17\text{kJ}+17\text{kJ}+37\text{kJ})/3= 23,6$ kJ

-Conversion de 80,2 kcal en kJ

$(80,2\text{kcal}\times 23,6\text{kJ})/5,6\text{kcal}=337\text{kJ}$

-conversion de 123 kcal en kJ

$(123\text{kcal}\times 23,6\text{kJ})/5,6\text{kcal}=518\text{kJ}$

Tableau 22: Analyse nutritionnelle de 100g de maïs et de l'orge

| | Energie (kJ) | Protéines(g) (%) | Calcium(g) (%) | Phosphore(g) (%) |
|------|--------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Maïs | 337 | 3,36 | 0,00 | 0,077 |
| Orge | 518 | 2,26 | 0,01 | 0,054 |

Source : Aprifel ,2018

D'après les valeurs indiquées sur le tableau ci-dessus et les valeurs des compositions nutritionnelles des grains de maïs en tableau 13.

On peut approprier ce résultat pour avoir des valeurs approximatives. D'abord, on cherche la valeur alimentaire de l'orge à utiliser pour la composition du régime de la poule pondeuse.

Par hypothèse, la valeur alimentaire de maïs par tonne de chaque nutriment est citée ci-dessous :

- Energie (kJ/g)=14,5kJ
- Protéine= 8%
- Calcium=0,0%
- Phosphore=0,4%

Donc on va précéder le calcul de valeur alimentaire de l'orge

On va approprier les valeurs dans 100g de maïs et la valeur dans une gramme par tonne de maïs.

- 14,5kJ d'énergie correspond 337 kJ
- 8% de protéine correspond à 3,36 %
- 0,0% de calcium correspond à 0,00 %
- 0,077% de phosphore correspond à 0,4%

Par la suite, on évoque la valeur des nutriments de l'orge à partir des valeurs ci-dessus :

$$337\text{kJ} \longrightarrow 14,5\text{kJ/g}$$

$$518\text{kJ} \longrightarrow x = (518\text{kJ} \times 14,5\text{kJ}) / 337\text{kJ}$$
$$x = 22,2\text{kJ/}$$

$$3,36\% \longrightarrow 8\%$$

$$2,26\% \longrightarrow x = (2,26 \times 8) / 3,36$$
$$x = 5\%$$

$$0,00\% \longrightarrow 0,0\%$$

$$0,1\% \longrightarrow x = (0,0 \times 0,1) / 0,00$$
$$x = 0,0\%$$

0,077% → 0,4%

0,054% → $x = (0,054 \times 0,4) / 0,077$

$x = 0,2\%$

En bref, on obtient les valeurs des nutriments de l'orge dans une gramme par tonne

- Energie métabolisables=22,2kJ
- Protéines=5%
- Calcium=0,0%
- Phosphore=0,2%

Suite de notre étude, on calcule les compositions nutritionnelles dans 700kg de l'orge en tant que céréales.

Tableau 23: Composition nutritionnelle dans 700kg de l'orge

| | Hypothèse | Méthode de calcul |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Energie métabolisables (kJ/g) | Une tonne correspond à 22,2kJ/g | 15,54kJ/g |
| Protéines(%) | Une tonne correspond à 5% | 3,5% |
| Calcium(%) | Une tonne correspond à 0,0% | 0,0% |
| Phosphore(%) | Une tonne correspond à 0,2% | 0,14% |

Tableau 24: Premier essai de réalisation d'une ration de poule pondeuse avec la substitution de grains de maïs par l'orge

| | Contenu (kg) | Energie (kJ) | Protéines(%) | Calcium(%) | Phosphore(%) |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| Orge | 700 | 15,54 | 3,5 | 0,0 | 0,14 |
| Farine de Poisson | 100 | 1,30 | 6,5 | 0,50 | 0,25 |
| graines de Soja | 150 | 1,65 | 6,6 | 0,04 | 0,09 |
| Calcaire broyé | 40 | 0,00 | 0,0 | 1,40 | 0,00 |
| Farine d'os | 10 | 0,0 | 0,0 | 0,22 | 0,09 |
| Total | 1000 | 18,49 | 16,6 | 2,16 | 0,57 |

D'après ce résultat, on observe que la valeur d'énergie est très riche mais pauvre en calcium si l'on compare la teneur en substances nutritives de la ration avec les besoins présentés dans le tableau 12. Pour rétablir l'équilibre, il convient d'effectuer les substitutions appropriées.

En général pour équilibrer la ration, on augmente de 20 doses la quantité de calcaire broyé et de 10 doses de farine d'os, par contre on diminue de 200 doses de l'orge et on ajoute 170 doses de maïs ou autres céréales.

Tableau 25: Calcul des compositions nutritionnelles dans 500 kg de l'orge

| | Hypothèse | Méthode de calcul |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Energie métabolisables (kJ/g) | Une tonne correspond à 22,2kJ/g | 11,1kJ |
| Protéines (%) | Une tonne correspond à 5% | 2,5% |
| Calcium(%) | Une tonne correspond à 0,0% | 0,0% |
| Phosphore(%) | Une tonne correspond à 0,2% | 0,1% |

Tableau 26: Calcul des compositions nutritionnelles dans 60kg de calcaire broyé

| | Hypothèse | Méthode de calcul |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Energie métabolisables (kJ/g) | 40kg correspond à 0,0kJ/g | 0,00% |
| Protéines(%) | 40kg correspond à 0,0% | 0,0% |
| Calcium(%) | 40kg correspond à 1,40% | 2,1% |
| Phosphore(%) | 40kg correspond à 0,0% | 0,0% |

Tableau 27: Calcul des compositions nutritionnelles dans 20kg de farine d'os

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 20kg |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Energie métabolisable (kJ/g) | 10kg correspond à 0,0 kJ/g | 0,0% |
| Protéines(%) | 10kg correspond à 0,0% | 0,0% |
| Calcium (%) | 10kg correspond à 0,22% | 0,44 % |
| Phosphore(%) | 10kg correspond à 0,09% | 0,18% |

Tableau 28: Calcul de composition nutritionnelle dans 170kg de maïs

| | Hypothèse | Composition nutritionnelle dans 170kg |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Energie métabolisables (kJ/g) | 1t correspond à 14,5 kJ | 2,46% |
| Protéines (%) | 1t correspond à 8% | 1,36% |
| calcium (%) | 1t correspond à 0,0% | 0,0% |
| Phosphore (%) | 1t correspond à 0,4% | 0,06% |

Tableau 29: Formule équilibrée de ration d'une poule pondeuse en kg/t basée sur le régime fondamentale

| | Contenu (kg/t) | Energie (kJ) | Protéines(%) | Calcium(%) | Phosphore(%) |
|-------------------|----------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| Orge | 500 | 11,1 | 2,5 | 0,0 | 0,1 |
| Graines de maïs | 170 | 2,46 | 1,36 | 0,0 | 0,06 |
| Farine de poisson | 100 | 1,30 | 6,5 | 0,50 | 0,25 |
| Graine de soja | 150 | 1,65 | 6,6 | 0,04 | 0,09 |
| Calcaire broyé | 60 | 0,00 | 0,0 | 2,1 | 0,0 |
| Farine d'os | 20 | 0,00 | 0,0 | 0,44 | 0,18 |
| Total | 1000 | 16,51 | 16,96 | 3,08 | 0,68 |

Enfinement on a une ration bien équilibrée basée sur les besoins alimentaires de base des volailles au tableau 12. Suite de notre travail, on va déterminer l'écart entre l'apport nutritif par la provende et l'apport nutritif recommandé.

III.1.3 DETERMINATION DE L'ECART ENTRE L'APPORT NUTRITIF DE BASE ET L'APPORT NUTRITIF RECOMMANDE

Dans ce paragraphe, on évoque l'écart entre les apports nutritifs de base et les apports nutritifs recommandés à l'aide de résultat obtenu du tableau 24 et 32 pour vérifier les calculs de formulation de cette provende basée sur les besoins en nutriments d'une poule pondeuse (tableau 12)

Tableau 30: Calcul de l'écart des compositions nutritionnelles entre l'apport nutritif de base par la provende et l'apport nutritif recommandé

| | Besoins en Nutriments d'une poule pondeuse (tableau 12) | Apport nutritif de base par la provende (tableau 24) | Apport nutritifs recommandé (tableau 32) | Ecart entre l'apport nutritif de base et l'apport nutritif recommandé |
|--------------|---|--|--|---|
| Energie (kJ) | 11,5-12,5 | 13,01 | 16,51 | 3,5 |
| Protéines(%) | 16,5-17,5 | 16,91 | 16,96 | 0,05 |
| Calcium(%) | 2,5-3,5 | 2,36 | 3,08 | 0,72 |
| Phosphore(%) | 0,6-1,0 | 0,36 | 0,68 | 0,38 |

D'après ce résultat obtenu, on observe que les valeurs des apports nutritifs sont tous compris dans les valeurs de besoin en nutriment d'une poule pondeuse et les écarts des compositions nutritionnelles sont presque inférieures à 1(1>écart) sauf que l'énergie qui sont bénéficié par rapport aux autres. Donc on peut réaliser cette nouvelle formule à partir d'autre matière premières de mêmes catégories et on peut recalculer cette formule jusqu'on obtient d'une valeur satisfaisant.

III.1.4 CALCUL DE COUT/KG DE MATIERE PREMIERE POUR CHAQUE COMPOSITION NUTRITIONNELLE

Pour formuler la ration alimentaire des animaux, il est très nécessaire de choisir des matières premières de bonne qualité et riches en apports nutritifs souhaités. De plus il faut savoir le prix de chaque matière première pour chaque composition afin d'élaborer une bonne formule et pour éviter la perte et la mauvaise production. Alors dans cette partie on va calculer le cout/kg de chaque matière première pour savoir de quels types de matières premières on doit transformer. D'après une enquête sur terrain réalisée auprès de quelques marchands à Antsirabe, on a quelques prix de base retenus.

Tableau 31: Cout/kg de chaque matière première utilisée pour la formulation de provende de base

| Matières premières | Contenu en kg | Coût/kg (ariary) | Coût total (ariary) |
|--------------------|---------------|------------------|---------------------|
| Graines de maïs | 720 | 900 | 648 000 |
| Farine de poisson | 70 | 1200 | 84 000 |
| Graines de soja | 150 | 1000 | 150 000 |
| Calcaire broyé | 50 | 1200 | 50 000 |
| Farine d'os | 10 | 1100 | 11 000 |

Tableau 32:cout/kg de chaque matière première utilisée pour la formulation de provende de porc

| Matières premières | Contenu en kg | Coût/kg (ariary) | Coût total (ariary) |
|--------------------|---------------|------------------|---------------------|
| Orge | 500 | 1200 | 600 000 |
| Graines de maïs | 170 | 900 | 153 000 |
| Farine de poisson | 100 | 1200 | 120 000 |
| Graines de soja | 150 | 1000 | 150 000 |
| Calcaire broyé | 60 | 1200 | 72 000 |
| Farine d'os | 20 | 1100 | 22 000 |

Source : enquête personnelle

Tiré de ces deux derniers tableaux, on observe deux chiffres d'affaires différents bien distincts utilisés pour avoir deux formulations de provende de même catégorie selon la disponibilité de matières premières sur place mais les éléments apportés sont respectés. Dans notre cas, le coût de matière première utilisée pour la formulation de provende recommandée est supérieur par rapport au coût de matière première pour la formulation de base mais cette différence peut changer suivant la saison de chaque matière première.

III.1.5 OPTIMISATION DE COÛT DE CHAQUE MATIÈRE PREMIÈRE ET PROVENDE CONNUE

Dans le paragraphe précédent, nous avons déterminé le coût/kg de chaque matière première utilisée. La section qui suit concerne généralement sur l'optimisation du coût de chaque matière première et provende connu qui est la base de notre étude. Lors des enquêtes et des différentes questions qu'on a faites sur terrain qui nous aide à connaître les prix et les informations concernant la provende. Précisément il est très important d'optimiser le coût des matières premières et provendes pour satisfaire les besoins des éleveurs et d'éviter la dépendance en production. Et chaque provendière et éleveur doit faire formuler son propre ration alimentaire de leur animaux selon leur disponibilité de ne pas risquer la perte. Suite de notre étude sur la provende de poule pondeuse, on va déterminer les chiffres d'affaire qui jouent dans ce projet.

Tableau 33:les chiffres d'affaires qui circule dans une tonne de provende

| | Prix matière première | | Prix de provende connu | | Bénéfice |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|----------|
| | Prix/kg (ariary) | Prix/t (ariary) | Prix/kg (ariary) | Prix/t (ariary) | |
| Provende de Base | 943 | 943 000 | 2 000 | 2 000 000 | 1057000 |
| Provende de Formule recommandé | 1 117 | 1 117 000 | 2 000 | 2 000 000 | 883000 |

Source : auteur

Par conséquent, on peut tirer dans cette étude financière que cette projet est rentable pour les provendières car le bénéfice peut atteindre jusqu'au 100% s'il peut faire régulariser leur formule selon la présence des matières premières sur place.

CONCLUSION

Cette étude a fait ressortir qu'en matière d'alimentation animale la quantité offerte sur le marché ne peut pas suffire aux besoins réels des éleveurs. Cet état de chose est d'autant plus vrai que partout à Madagascar, l'élevage de volailles, bovines et porcines occupe une place très importante dans le développement rapide et durable du pays. Cette évolution ne cesse de s'accroître d'année en année et se modernise d'une façon spectaculaire notamment, sur les hautes terres. Malgré la croissance du nombre d'éleveurs, leurs produits restent en dehors de la norme requis par le marché international qui provoque l'insuffisance de l'alimentation des animaux.

En effet, nous avons tenté de démontrer que la formulation de provende dépend de la besoin nutritionnelle de chaque espèce animale et de chaque stade et sur les principes et limites d'incorporation des matières premières. L'étude a révélé que chaque provendière et éleveur peut faire calculer son propre formule selon les besoins de chaque animale et à partir de la disponibilité des matières premières. Le processus de fabrication est réalisé par de machinerie complète : balance, broyeur et mélangeur pour avoir des aliments concentrés en bonne qualité. L'étude financière a permis de conclure que la provenderie est rentable si on peut optimiser sa formule selon la possibilité de chaque éleveur.

Bibliographie

1. **JOUSSEINS C, TCHAKERIAN E , DE BOISSIEU C , MORIN E, TURINI Th.** *Alimentation des ovins : rations moyennes et niveaux d'autonomie alimentaire.* s.l. : Collection résultats, Compte-rendu 00 14 301 027 ; Institut de l'élevage, 54 p., 2014.
2. **ZOLTY A.** *S'appuyer sur les couches paysannes pour développer durablement l'aviculture africaine.* *Afr. Agric* 167, p 14-25. 1989.
3. **GERAERT P.A.** *Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud.* *Prod. Anim*, 4(3): 257-267. 1991.
4. **LARBIER M. et LECLERCQ B.** *Nutrition et alimentation volailles: INRA.* -355p . Paris : s.n., 1992.
5. **PICARD M., SAUVEUR B., FERRANDJI F., ANGULO I. et MONGIN P.,.** *Ajustement technico-économique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds.* s.l. : . INRA, *Prod. Anim.*, 6(2) : 87-103., 1993.
6. **ANSELME B.** *L'aliment composé pour volaille du Sénégal: situation actuelle, contribution à son amélioration pour une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales.* Thèse: Méd. Vét : Toulouse ; 103 . 1987.
7. **SMITH A.J.** *L'élevage de la volaille. Les techniques d'agriculture,, Vol. 1 et 2.* -368p. 1997.
8. **FERRANDO R.** *Alimentation du poulet et de la poule pondeuse.* Paris : s.n., 1969.
9. **SMITH A.J.** *L'élevage de la volaille. Vol 1 Paris : A .C.C.T ; Ed Maison neuve et la rose ; Wageningen : C.T.A .123p.- (Technicien d'agriculture tropicale).* 1992.
10. **I.S.A.** *Guide d'élevage du poulet de chair - Lyon : ISA.*-20p. 1985.
11. **I.N.R.A. (Institut National de recherches agronomiques).** *Alimentation des volailles: le poulet de chair. 2nd Edit. Service de publication: Versaille- France,19p.* 1979.
12. **NGA.O.** *Effet de la nature des céréales et de la taille particulière sur les performances zootechniques des poulets de chair.*Thèse : Méd .vet : Dakar ; 18 . 2009.
13. **DAYON J. et ARBELOT B.** *Guide D'élevage des volailles au Senegal ISRA-LNERV.*-122p . Dakar : s.n., 1997.
14. **CIRAD-GRET, FIFAMANOR,MPE,M.chenost et Kayouli.** *fiches techniques de base destinees aux techniciens agricoles.*
15. **Beth Wheller.** Guide d'alimentation des vaches laitières.
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/pub101.htm>. [En ligne] Imprimeur de la reine pour l'ontario, JANUARY 4, 2016.
16. **ALAIN H et Collaborateurs.** *Les ingrédients qui composent les aliments de volailles.* congo : GUYOMARC'H NUTRITION ANIMALE.
17. **HOLIARIMANANA H.** *memoire de maitrise:projet d'installation d'une unité de provenderie à trioanomandidy.* antananarivo : s.n., 2011.
18. **ANDRIANAVALONA P.H.** *memoire fin d'etudes:optimisation de la qualité des produits finis au sein d'une provenderie cas de société AGRIVAL.* Antananarivo : s.n., 2015.

19. **RAZAFITSALAMA L.H.** *MEMOIRE DE FIN D'ETUDES: creation d'une unité de provenderie dans la région ankadinondry sakay.* Antananarivo : s.n., 2003.
20. **Maisonneuve et Larose.** *L'élevage de volaille,tome 1.* 1992.
21. *La technologie farmet -moyen de preparer votre propre alimentatin animale.* **Farmet a.s., Jiřinková 276.** République tchèque : s.n.
22. **A, ZOLTY.** *S'appuyer sur les couches paysannes pour développer durablement l'aviculture africaine.* *Afr. Agric 167, p 14-25.* 1989.
23. **CUVELIER C., HORNICK J.-K, BECKERS Y , FROIDMONT E.,KNAPP E , ISTASSE L,DUFRASNE.** *Alimentation des vaches laitières n°1: physiologie et besoins.* s.l. : Livret de l'Agriculture Université de Liège, 67 p, 2015.
24. **RALIJAONA J.D.** *Les cultures fourragères en vue de l'alimentation de la vache laitière. Mémoire de fin d'Etudes ENSA, 54 p.* 1978.
25. **equideos, vital concept,.** matières premières pour chevaux-equideos. [En ligne] [Citation : 15 Mars 2019.]
26. **Principaux marchés et fournisseurs à Antananarivo.** *Malagasy professionnel de l'élevage.* 2015.
27. **MABALO K.** *Influence de l'apport du phosphore sur la consommation alimentaire, le métabolisme phosphocalcique et les performances de croissance du poulet de chair en milieu sahélien. Thèse. Méd. Vét : Dakar ; 20. .* 1993.
28. **I.N.R.A.** *Alimentation des volailles : le poulet de chair r.-5è ed.-Versailles :Edition INRA.-25p.* 1992.
29. **RANDRIANARISON H.** *Memoire fin d'etude:creation d'une unité de provenderie dans la region de Vakinankaratra.* Antananarivo : s.n., 2005.

ANNEXES

Annexes 1 : formule de provende

Tableau 34: formule alimentaire de bovin

| Matières premières | Quantité en % |
|---------------------|---------------|
| Maïs | 30,75 |
| Manioc | 7,44 |
| Son de blé | 25,45 |
| Remoulage | 5,61 |
| Tourteau d'arachide | 17,97 |
| Tourteau de soja | 3,01 |
| Farine de viande | 0,11 |
| poudre d'os | 0,03 |
| Sel | 1,89 |
| Coquillage broyé | 2,09 |
| Son de riz | 5,45 |
| CMV | 0,2 |

Source : RANDRIANARISON H., 98p

Tableau 35: formule alimentaire de porc

| Différentes stades Nutriments | Porcelet 1 ^{er} âge | Porcelet 2 ^{em} âge | croissance | Finition | Truie gestant et verrat | Truie Allaitante |
|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------|----------|-------------------------|------------------|
| | Son de riz | 13,9% | - | 12,05% | 11% | 17% |
| Remoulage (brisure de riz) | 5% | 18,9% | - | - | - | - |
| Maïs | 45% | 36% | 38% | 24% | 38,7% | 57,4 |
| Manioc | 10% | 10% | 15% | 30% | 20% | - |
| Tourteau d'arachide | 10% | 19% | 17% | 8,5% | 8% | 10% |
| Tourteau De coprah | 5% | 5% | 8% | 8% | 6% | 9% |
| Farine de Poisson | 8,8% | 8% | 8% | 8% | 6% | 9% |
| Os calciné | - | 1,2% | - | - | - | 0,7% |
| Coquillage | 1,6% | - | 1% | 0,6% | 1,5% | - |
| Sel | 0,5% | 0,5% | 0,5% | 0,5% | 0,5% | ,5% |
| Sucre | - | 1% | - | - | - | - |
| Poudre de lait écrémé | - | - | - | - | 0,2% | - |
| CMV | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% |
| Lysine | - | 0,2% | 0,25% | 0,2% | 0,1% | 0,2% |

Source : RANDRIANARISON H, 97p

Tableau 36: formule d'alimentation de poule pondeuse

| Différentes Stades Matières Premières | Démarrage pondeuse 0 à 4 Semaines | Poulettes pondeuses 4 à 18 semaines | Début ponte 18 à 28 semaines | Pic ponte 28 à 54 semaines | Fin de ponte 54 à 66 semaines |
|--|--------------------------------------|--|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Son, fin de riz | 10,2 | 19,35 | 8 | 8 | 9 |
| Mais | 58 | 50 | 57,65 | 59,18 | 60,18 |
| Tourteau d'arachide | 20 | 18 | 15 | 15 | 13 |
| Farine de poisson | 10 | 11 | 7 | 7 | 2 |
| Os calciné | 0,9 | 0,25 | 3 | 1,2 | 1,2 |
| Coquillage | - | 0,5 | 7,5 | 7 | 7 |
| Sel | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| CMV | 0,2 | 0,3 | 0,250 | 0,250 | 0,250 |
| Lysine | 0,3 | 0,2 | - | - | - |
| Méthionine | 0,1 | 0,1 | | 0,07 | 0,07 |
| Total(%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Source : RANDRIANARISON H, 96p

Annexe 2 : Conversation de kcal en kJ

- Glucide : 1g = 4kcal = 17kJ
- Protéines : 1g = 4kcal = 17kJ
- Lipides : 1g = 9kcal = 37kJ

Annexes 3 : Les pays producteur des provendes

Tableau 37: Production de la provende dans les pays d'Europe en 1996

| PAYS EUROPEENS | PRODUCTION TOTALE EN MILLIONS DE TONNES | PART DE CHAQUE PAYS EN % |
|-----------------------|--|-------------------------------------|
| France | 29,6 | 18,7 |
| Allemagne | 19,3 | 16 |
| PAYS BAS | 16,1 | 13,3 |
| Espagne | 15,2 | 12,6 |
| ROYAUME UNI | 12,4 | 10,2 |
| Italie | 11,7 | 9,7 |
| Belgique | 5,9 | 4,9 |
| DANEMARK | 5,8 | 4,8 |
| Portugal | 4 | 3,3 |
| Irlande | 3,2 | 2,6 |
| SUEDE | 2,6 | 2,1 |
| FINLANDE | 1,2 | 1 |
| Autriche | 1 | 0,8 |

Source : SNIA

Annexes 4 : Les différentes institutions

Tableau 38:les principales institutions d'informations de la filière "alimentation animale"

| NOM DE L'INSTITUTION | BOITE POSTALE | TELEPHONE | FAX |
|---|---------------|-----------|-----------|
| FOFIFA – DRZV Ampandrianomby | 4 | 22 400 83 | - |
| CIDST Tsimbazaza | 6224 | 22 332 88 | - |
| DIRECTION DE L'ELEVAGE Ampandrianomby | 291 | 22 400 11 | 22 406 09 |
| ESSA Ankatso | 175 | 22 228 67 | - |
| CIRAD Madagascar Anjohy | 843 | 22 271 82 | 22 209 99 |
| Délégation de la CEE à Madagascar 67 Ha | 746 | 22 242 16 | 22 321 69 |
| MPE Nanisana | 579 | 22 416 06 | 22 412 54 |
| AUPELF/UREF Faravohitra | 8349 | 22 318 04 | 22 318 15 |
| CINU Antsahavola | 1348 | 22 241 15 | 22 33 15 |
| CITE Ambatonakanga | 74 | 22 253 86 | 22 336 69 |

Source : RAZAFITSALAMA R.H

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| REMERCIEMENTS | II |
| SOMMAIRE | III |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | IV |
| LISTE DES ACRONYMES..... | V |
| LISTE DES FIGURES | VI |
| LISTE DES TABLEAUX..... | VII |
| INTRODUCTION..... | 1 |
| ETUDE BIBLIOGRAPHIE | A |
| CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES PROVENDES | 4 |
| I.1 Historique | 4 |
| I.1.1 dans les pays développés | 4 |
| I.1.2 A MADAGASCAR | 5 |
| I.2 Types de provendes | 22 |
| CHAPITRE II : MATIERES PREMIERES AVEC SES COMPOSITIONS..... | 24 |
| CHAPITRE III : PROCEDE DE FABRICATION DE PROVENDE | 27 |
| ETUDE EXPERIMENTALE | B |
| CHAPITRE I : CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE..... | 31 |
| CHAPITRE II : METHODES DE CALCUL DE L'ALIMENTATION ANIMALE..... | 31 |
| CHAPITRE III : CALCUL DE FORMULE DE BASE DE L'ALIMENTATION ANIMALE | 38 |
| III.1 Exemple de calcul de l'alimentation pour poule pondeuse | 39 |
| III.1.1 Détermination de formule de provende à partir de besoins nutritifs et le donné sur le matière première | 40 |
| III.1.2 Calcul de formule de provende à l'aide de substitution d'une autre matière première de base | 47 |
| III.1.3 Détermination de l'écart entre l'apport nutritif de base et l'apport nutritif recommandé | 52 |
| III.1.4 calcul de coût/kg de matière première pour chaque composition nutritionnelle | 52 |
| III.1.5 Optimisation de cout de chaque matière première et provende connue..... | 54 |
| CONCLUSION | 55 |
| BIBLIOGRAPHIE | 56 |
| ANNEXES..... | VIII |

Auteur : RAHARINAIVO Désiré Tojoso B.

Titre : **Optimisation de formule de provende**
Selon la disponibilité de matière première

Nombre de pages : 57

Nombres de tableaux : 38

Nombres de figures : 7



RESUME : Optimiser la formule de provende dans une provenderie, fait par le formulateur de provende et l'éleveur est l'une de moyen pour développer le domaine d'élevage à Madagascar. Partant de la qualité des matières premières locales, une surveillance renforcée et bien respectée les besoins nutritionnelles des animaux peut garantir la quantité et la qualité de provende. Ensuite, sur le plan de la production en elle-même, elle nécessite des machineries modernisés et un atelier bien complet. L'assurance de la qualité des MP, du processus de production ne suffit pas, le suivi de la qualité de post-production est aussi très important. L'étude effectuée conclue que cette optimisation de formule à partir de la disponibilité de MP sur place peut être rentable et viable mais elle est cependant sensible à un haussement des prix et l'insuffisance des MP.

Mots clés : provende, provenderie, élevage

ABSTRACT : To optimize the formula of feed in a feed mill, made by the formulator of feed and the breeder is one of means to develop the field of breeding in Madagascar. Based on the quality of local raw materials, enhanced surveillance and well-respected nutritional requirements of animals can guarantee the quantity and quality of feed. Then, in terms of production itself, it requires modernized machinery and a complete workshop. The quality assurance of the MP, the production process is not enough, the monitoring of the quality of post-production is also very important. The study concludes that this optimization of the formula based on the availability of PM on the spot can be profitable and viable but it is however sensitive to a rise of the prices and the insufficiency of the MP.

Keywords : feed, feed mill, breeding

Encadreur : M.RAKOTOSAONA Rijalalaina,Professeur

Coordonnées de l'auteur :

Tel : 0349713063 / **mail :** rhrnvtjs@gmail.com