

Effet de la spiruline « *Spirulina platensis* » sur la croissance des jeunes lapins de « race » locale

Hacynicolas Finoana Arizo RANDRIAMANDRATONDRAKOTONIRINA^{1*},
Claude Gaston RAZAFINDRAMBOA¹ et Jean de Neupomuscène RAKOTOZANDRINY²

¹ Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, BP 175 Ankatso, Antananarivo 101, Madagascar

² Ecole Doctorale Agriculture Elevage et Environnement, Equipe d'Accueil : Zootechnie et santé animale, Laboratoire : Département Sciences Animales, BP 175 Ankatso

(Reçu le 28 Septembre 2021 ; Accepté le 04 Novembre 2024)

* Correspondance, courriel : nrandriamandratonirina@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de l'étude est de déterminer l'effet des doses de *Spirulina platensis* sur les performances de croissance, les paramètres morphologiques, les organes et le rendement de carcasse de lapin. 48 jeunes lapins de race locale âgés de 45 à 55 jours sont élevés dans un clapier semi plain aire grillagée pendant 75 jours. Ces lapins sont partagés dans 4 lots contenant 12 individus des 2 sexes. Un lot reçoit un régime sans spiruline (0 %) et trois lots sont nourris avec des régimes contenant de spiruline suivant les doses (0,07 %, 0,14 % et 0,21 %). Les animaux sont pesés et mesurés (longueur, largeur, hauteur, et tour) au début et à la fin de l'essai. Les résultats obtenus montrent que l'incorporation des 3 doses testées ne permet pas d'améliorer les performances zootechniques de lapin (Poids vif, GMQ et IC). La spiruline permet aux lapins traités d'avoir une forme plus allongée et plus large par rapport au témoin et aucun effet sur les variables de hauteur et de tour de poitrine. Les 3 doses testées ont agrandi le poids du foie, réduit le rendement en carcasse et aucun effet sur les morceaux de découpe de la viande de lapin. Donc, les doses testées ne sont pas suffisantes pour améliorer les performances zootechniques de lapin, mais efficaces pour certaines variables morphologiques, le foie et diminue le poids de la carcasse. Ce résultat permet d'enrichir la connaissance des chercheurs et éleveurs sur l'utilisation de la spiruline qui est une source de protéine moins coûteuse et disponible continuellement à Madagascar au cours de la formulation de provende de lapin.

Mots-clés : spiruline, lapin, effet, croissance, morphologie, Ambositra.

Abstract

Effect of spirulina “*Spirulina platensis*” on the growth of young rabbits of local “breed”

The objective of the study is to determine the effect of *Spirulina platensis* doses on growth performance, morphological parameters, organs and carcass yield of rabbits. Forty eight (48) young local breed rabbits aged 45 to 55 days are raised in a semi-open wire hutch for 75 days. These rabbits are divided into 4 batches containing 12 individuals of both sexes. One batch receives a diet without spirulina (0 %) and three

batches are fed with diets containing spirulina according to respectively the doses as 0.07 %, 0.14 % and 0.21 %. The animals are weighed and measured in LWHC (length, width, height, and circumference) at the beginning and end of the trial. The results obtained show that the incorporation of the three doses tested does not improve the zootechnical performances of rabbits (live weight, ADG and FCR). *Spirulina* allows treated rabbits to have a more elongated and wider shape compared to the control and no effect on the variables of height and chest circumference. All 3 doses tested increased liver weight, and reduced carcass yield, but no effect on cuts of rabbit meat. Therefore, the doses tested are not sufficient to improve the zootechnical performance of rabbits, but effective for certain morphological variables as the liver, and reduces the weight of the carcass. This result allows to enrich the knowledge of researchers and breeders on the use of spirulina which is a less expensive source of protein and continuously available in Madagascar during the formulation of rabbit feed.

Keyword : *spirulina, rabbit, effect, growth, morphology, Ambositra.*

1. Introduction

A Madagascar, la plupart des lapins élevés sont de race locale dite « race commune » [1]. Dans ce pays, l'élevage de lapin est une activité secondaire féminine et une source de revenu non négligeable pour la population. Dans la Région d'Amoron'i Mania, presque chaque famille pratique cette activité de cuniculture [2]. Malgré cette affinité de la population à la cuniculture, cet élevage est encore réalisé de façon traditionnelle et extensive [2, 3]. Par conséquent, la croissance animale est lente entraînant le rallongement de la durée de cycle d'élevage. Face à cette situation actuelle de cet élevage, il est nécessaire d'améliorer la filière pour intensifier la production par l'accélération de la croissance animale. Pour ce défi de progression, la recherche d'une ressource efficace pour stimuler la croissance de lapin est primordiale car l'aliment constitue le principal facteur de production dans un élevage [4]. Un aliment contenant des quantités optimales de protéine améliorerait les performances de croissance de l'animal [5]. Cependant, parmi les protéines à bon marché et disponible continuellement pendant toute l'année, la spiruline présente en bonne place comme complément alimentaire de lapin. La spiruline renferme une quantité élevée de protéine de meilleure quantité. Elle contient la plupart d'acide aminés essentiels, des vitamines (A, B et E) et de Fer comestible [6-8]. Cette valeur nutritionnelle très intéressante incite les chercheurs pour pratiquer dans l'alimentation animale. L'absence d'effet négatif sur la croissance des animaux a été recensée chez plusieurs espèces d'animaux (Porc, lapin, volaille) et pour des niveaux de suppléments variant de 3 à 20% dans l'alimentation [9]. D'autres auteurs ont trouvé une efficacité de la spiruline sur l'élevage du poulet de chair [10]. L'efficacité chez le cobaye aussi est enregistrée [11]. Par rapport à ces résultats de recherche antérieurs que l'étude sur l'effet de la spiruline dans le développement de lapin est entreprise dans la Ferme école de l'IST d'Ambositra à Madagascar. En plus, la dose favorable à la croissance et la condition d'incorporation de la spiruline sur l'alimentation de lapin sont encore imprécises actuellement [12]. L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet des quatre doses de spiruline *Spirulina platensis* (0 %, 0,07 %, 0,14 %, 0,21 %) sur la performance de croissance, les paramètres morphologiques, les organes et le rendement de carcasse de lapin au moment de l'abattage.

2. Matériel et méthodes

L'expérimentation a été réalisée dans la ferme école de l'IST Ambositradans la Région d'Amoron'i Mania à Madagascar dans un clapier semi-plein air. Elle a été achevée pendant 75 jours d'élevage.

2-1. Animaux, dispositif expérimental et aliment

Cette étude a été effectuée sur 48 jeunes lapins (*Oryctolagus cuniculis*) de « race locale », pour les deux sexes et âgés de 45 à 55 jours. Ils ont été logés dans des cages grillagées qui mesurent 90 cm x 90 cm x 70 cm, possédant une mangeoire et un abreuvoir. Au départ de l'essai, les lapins sont pesés et repartis de manière aléatoire dans 4 lots homogènes de 12 jeunes lapins. Chaque lot comprend 2 cages contenant chacune 6 jeunes lapins dont l'une a été le logement des mâles et l'autre pour les femelles.

Tableau 1 : Compositions centésimales des aliments étudiés

Matière première de régime alimentaire par lot	0%	0,07%	0,14%	0,21%
Chou (%)	20,00	20,00	20,00	20,00
Maïs (%)	32,07	32,00	31,93	31,86
Tourteau d'arachide (%)	8,98	8,98	8,98	8,98
Son de riz fort (%)	35,55	35,55	35,55	35,55
Farine de poisson (%)	2,00	2,00	2,00	2,00
Farine d'os calciné (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Coquille (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Sel (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
Spiruline (%)	0,00	0,07	0,14	0,21
TOTAL (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Composition chimique calculée en % de la matière sèche				
Matières azotées totales (%)	13,97	14,00	14,04	14,07
Energie digestible (ED), kcal/kg d'aliment	3049,15	3049,58	3050,01	3050,44
Cellulose (%)	12,73	12,74	12,74	12,74
Ca (%)	0,61	0,61	0,61	0,61
Phosphore (%)	0,44	0,44	0,44	0,44

La répartition des animaux est réalisée en considérant que les poids moyens pour chaque cage soient les plus proches possibles. Pour faciliter le suivi individuel, tous les animaux ont été marqués dans l'oreille droite. A l'aide d'une machine à tatouer artisanale, les lapins sont numérotés de 1 à 48. Une randomisation des cages des différents lots a été achevée au cours de la répartition des animaux. Avant le démarrage de l'essai, une phase d'adaptation et de transition alimentaire pendant 14 jours a été précédée. Trois lots de lapins étaient nourris aux aliments composés contenant de la spiruline séchée incorporée suivant les taux de 0,07 %, 0,14 % et 0,21 % et un lot était nourri avec l'aliment témoin sans spiruline (0 %). Les lapins sont nourris deux fois par jour : distribution des aliments composés et de l'eau le matin et partagé des aliments composés avec de chou ordinaire à la fin de l'après-midi. Les compositions alimentaires ont été établies en se référant aux besoins recommandés par des spécialistes en alimentation de lapin [13]. Les formules alimentaires correspondant à chaque groupe d'animaux ainsi que leurs compositions chimiques sont présentées ci-dessus (**Tableau 1**). La spiruline utilisée dans cette étude a été produite par l'ECAR SPIRIMEN de Menabe à l'Est de Madagascar. Les responsables du magasin des Sœurs Jean de La Nove Ambohimadana Ambositra ont transporté et commercialisé la spiruline de Ménabedans la ville d'Ambositra. Au début, la quantité d'aliment concentré distribuée était de 50 g par lapin par jour. Cette quantité augmente à 70 g après 30 jours, à 100 g après 45 jours et à 130 g par lapin par jour à partir du 60^{ème} jour d'élevage. La quantité de spiruline était équivalente de 0,21 g par kg de poids vif par jour au début de l'expérimentation (1^{er} au 30^{ème} jour) pour la dose 0,21 %.

2-2. Hygiène de bâtiment et soin des animaux

Pour assurer la propreté et l'hygiène des bâtiments, une séance de désinfection à l'aide de l'eau de javel est effectuée deux jours successifs avant l'entrée des animaux. Dans quinze jours d'élevage, les animaux sont déparasités par une injection unique de 0,1ml d'Ivermectin par animal et 1 ml de complexe B pour renforcer la vitamine. Chaque jour, les animaux sont observés pour suivre leur santé. Pour respecter l'hygiène de lapin, le bâtiment d'élevage est nettoyé quotidiennement.

2-3. Calcul des paramètres zootechniques

Les poids vifs et les variables de mensuration (longueur, largeur, hauteur et tour) sont relevés au début et tous les quinze jours avant le service des aliments [14]. Les refus et les rejets sont pesés journalièrement. Ces données ont permis de calculer le Gain Moyen Quotidien (*GMQ*), la Consommation Moyenne Journalière (*CMJ*) et l'Indice de Consommation (*IC*) suivant les **Formules (1-3)** respectivement ci-dessous.

- **Gain moyen quotidien (*GMQ*) :**

$$GMQ = \frac{w_2 - w_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

*w*₁ étant le poids initial, *w*₂ le poids final, *t*₂-*t*₁ la durée d'engraissement.

- **Consommation moyenne journalière (*CMJ*)**

$$CMJ = \text{Aliment servi} - (\text{Refus} + \text{Rejet}) \quad (2)$$

- **Indice de consommation (*IC*)**

$$IC = \frac{CMJ}{GMQ} \quad (3)$$

CMJ : consommation moyenne journalière, *GMQ* : gain moyen quotidien.

2-4. Abattage des lapins et découpe des carcasses

Pour identifier l'effet de la spiruline sur les caractéristiques des carcasses et différentes parties et morceau de viande de lapin, tous les lapins dans les 4 lots sont abattus au 75^{ème} jour d'élevage. L'abattage est réalisé selon la technique décrite dans la recherche antérieure [15]. A ce moment, les animaux sont pesés et mesurés. Au cours du sacrifice, les lapins sont saignés par section des vaisseaux du cou et sont dépouillés et éviscérés tout de suite après. Le foie et les reins sont alors prélevés et pesés. Le foie est pesé avec la vésicule biliaire. Le poids de la carcasse est mesuré juste après l'éviscération. La découpe des différents morceaux (partie avant, partie arrière, râble, tête) est réalisée selon la méthode préconisée dans les recherches antérieures [16]. La tête est détachée entre la vertèbre occipitale et l'atlas. La partie avant est coupée entre la 7^{ème} et la 8^{ème} vertèbre thoracique. Un sectionnement sépare la partie avant en deux qui a été une découpe entre la dernière vertèbre thoracique et la première vertèbre lombaire. Le râble ou partie arrière est coupée entre les 6^{ème} et 7^{ème} vertèbres lombaires. La division de la partie avant au milieu des vertèbres thoraciques a séparé les membres antérieurs. Pour l'enlèvement des deux membres postérieurs, l'incision a commencé à l'extrémité crâniale de la crête iliaque, suit l'aile de l'os ilium, a continué parallèlement à la marge latérale de l'os sacrum. La séparation est complétée par une incision profonde en hauteur du ligament inguinal. A la fin, chaque cuisse a possédé la moitié du bassin [16]. Le rendement en carcasse est estimé par rapport au poids vif du lapin par la **Formule (4)**.

$$\text{Rendement carcasse} = \frac{\text{Poids carcasse}}{\text{Poids vif}} \times 100 \quad (4)$$

2-5. Analyse statistique

Pour le traitement statistique des données, le logiciel JMP/SAS version 5.0.1 est utilisé. L'analyse de variance est réalisée en utilisant « *all pairs Tukey Kramer HSD* » afin de comparer les moyennes des poids vifs, des Gains Moyens Quotidiens (GMQ), les Consommations Moyennes Journalière (CMJ), les Indices de Consommation (IC), ainsi que les rendements de carcasse et les poids des organes et les morceaux de découpe de viande. L'effet fixe considéré dans le modèle est le lot ou la dose de spiruline utilisée.

3. Résultats

Dans cette étude, 3 résultats sont obtenus : l'effet de la spiruline sur la performance zootechnique, sur la morphologie et sur les carcasses, morceaux de découpe de la viande de lapin.

3-1. Effet de la spiruline sur l'évolution de poids vif de lapin

Le **Tableau 2** suivant montre l'évolution de poids vif, le GMQ, la consommation alimentaire et l'indice de consommation de lapin au cours de l'essai.

Tableau 2 : Poids vif, Gain Moyen Quotidien, Consommation et Indice de Consommation des lapins

Lot	0%	0,07 %	0,14 %	0,21 %	Pr > F
Pi (g)	544,1 ^a ± 113,3	597,2 ^a ± 127,4	622,5 ^a ± 96,6	559,8 ^a ± 98,2	Ns
Pf (g)	1816,0 ^a ± 74,9	1895,0 ^a ± 213,8	1923,0 ^a ± 197,6	1901,4 ^a ± 156,6	Ns
GMQ (g/j)	17,6 ^a	18,6 ^a	18,6 ^a	18,7 ^a	Ns
CMJ (g/i)	83,2 ^a	82,6 ^a	84,2 ^a	82,1 ^a	Ns
IC	4,7 ^a	4,4 ^a	4,5 ^a	4,3 ^a	Ns

a, b, c : les moyennes de la même ligne suivies de lettres différentes, différent significativement au seuil de 5% ; ns : non significative.

Au début de l'expérience, les poids vifs moyens des lots étaient compris entre 544,1 g et 622,5 g et ces valeurs étaient similaires ($p > 0,05$), montrant ainsi l'homogénéité des lots (**Tableau 2**). A la fin de l'essai, les lapins nourris avec la spiruline 0,14 % ont présenté de poids vif plus élevé (1923,0 ± 197,6 g) puis les individus provenant de la spiruline 0,21 % (1901,4 ± 156,6 g). Les lapins alimentés avec la spiruline 0,07 % et 0 % ont montré de poids vif apparemment légère (respectivement 1895,0 ± 213,8 g et 1816,0 ± 74,9 g). D'après l'ANOVA, aucune différence significative n'a été notée pour les quatre lots à partir du premier jour de l'essai jusqu'au moment de l'abattage ($p > 0,05$) (**Tableau 2**).

3-2. Effet de la spiruline sur le gain moyen quotidien (GMQ) de lapin

Pour le GMQ, les lapins nourris avec la dose de spiruline 0,21 % ont montré de meilleure performance par rapport aux autres lots avec de valeur 18,7 g/j. Les individus traités avec de spiruline 0,14 % et 0,07 % ont présenté de performance de croissance intermédiaire et identique entre eux avec de valeur 18,6 g/j. Les lapins dans le lot sans spiruline (0 %) ont exposé de performance de croissance plus faible (GMQ = 17,6 g/j). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les performances de croissance des lots testés ($p > 0,05$) (**Tableau 2**). Alors que les doses de spiruline testées n'ont pas d'effet positif sur le GMQ de lapin.

3-3. Effet de la spiruline sur la consommation moyenne journalière (CMJ) de lapin

Pour la consommation moyenne journalière (CMJ), les lapins dans le lot nourris avec la dose de spiruline 0,14 % ont montré de consommation d'aliment plus élevé (84,2 g/j). Les individus traités avec l'aliment témoin sans spiruline 0 % ont présenté de moyenne de consommation intermédiaire (83,2 g/j). Les lapins alimentés avec les deux doses de spiruline 0,21 % et 0,07 % ont affiché de moyenne de consommation plus faible (respectivement 82,6 g/j et 82,1 g/j). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de consommation de ces 4 lots ($p > 0,05$) (**Tableau 2**). Les quantités de spirulines utilisées n'ont pas d'efficacité sur la consommation journalière de lapin.

3-4. Effet de la spiruline sur l'indice de consommation (IC)

Pour l'indice de consommation, les lapins nourris avec de spiruline 0,21 % ont présente de plus faible valeur (IC = 4,3). Les individus dans les lots à faible dose de spiruline 0,07 % et 0,14 % ont montré de valeur intermédiaire (respectivement IC = 4,4 et 4,5). Les lapins témoins alimentés avec le régime sans spiruline ont figuré d'indice de consommation plus élevé (IC = 4,7). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre l'indice de consommation des quatre traitements testés ($p > 0,05$) (**Tableau 2**). Les doses de spiruline testées n'ont pas d'effet positif sur l'IC de lapin.

3-5 Effet de la spiruline sur les variables de mensuration de lapin

Le **Tableau 3** ci-dessous montre le résultat de mensuration de longueur, largeur, hauteur et variable de tour de lapin.

Tableau 3 : Caractéristiques morphologiques des lapins au moment de l'abattage (75 jours)

Lot	0%	0,07%	0,14%	0,21%	Pr>F	S
Variable de longueur (cm)						
LT	37,7 ^a ± 2,2	41,2 ^b ± 3,1	41,6 ^b ± 2,7	42,0 ^b ± 1,9	< 0,01	S
LTe	7,7 ^a ± 0,2	7,8 ^a ± 0,4	7,7 ^a ± 0,4	7,6 ^a ± 0,7	0,07	Ns
LP	27,1 ^a ± 1,1	27,2 ^a ± 2,1	27,2 ^a ± 0,7	27,4 ^a ± 0,9	0,98	Ns
LQ	8,7 ^a ± 0,4	9,1 ^{ab} ± 0,4	9,6 ^b ± 0,6	9,7 ^b ± 0,5	< 0,01	S
Variable de largeur (cm)						
LrTe	4,1 ^a ± 0,7	4,4 ^{ab} ± 0,2	4,7 ^b ± 0,4	4,5 ^{ab} ± 0,2	0,05	S
LrPt	6,6 ^a ± 0,7	6,9 ^a ± 0,3	6,6 ^a ± 0,6	6,6 ^a ± 0,6	0,73	Ns
LrV	6,7 ^a ± 0,4	7,7 ^b ± 0,5	7,1 ^{ab} ± 0,6	7,3 ^{ab} ± 0,5	< 0,01	S
Variable de hauteur (cm)						
HG	10,8 ^a ± 0,3	10,8 ^a ± 0,9	10,2 ^a ± 3,1	10,7 ^a ± 0,7	0,53	Ns
HD	12,9 ^a ± 0,4	13,1 ^a ± 0,3	13,1 ^a ± 0,8	13,0 ^a ± 0,4	0,75	Ns
Variable de tour (cm)						
TPt	26,1 ^a ± 1,7	27,5 ^a ± 2,0	27,1 ^a ± 1,7	27,7 ^a ± 1,6	0,45	Ns
TV	31,5 ^a ± 1,7	34,5 ^b ± 1,5	32,5 ^{ab} ± 2,3	33,4 ^{ab} ± 2,73	0,02	S
TSP	49,1 ^{ab} ± 2,0	46,20 ^a ± 7,2	52,7 ^b ± 3,0	52,1 ^b ± 1,3	< 0,01	S

LT : longueur totale, LTe : longueur de la tête, LP : longueur du pied, LQ : longueur de la queue, LrTe : largeur de la tête, LrPt : largeur de la poitrine, LrV : largeur du ventre, HG : hauteur au garrot, HD : hauteur du dos, TPt : tour de poitrine, TV : tour du ventre, TSP : tour spiral, S : Signification, s : significative, ns : non significative.

Les lapins nourris avec de spiruline 0,21 % ont présenté de longueur plus élevé (LT : 42,0 ± 2,7 cm) suivi par les individus alimentés avec la spiruline 0,14 % et 0,07 % (respectivement LT : 41,6 ± 2,7 cm et LT : 41,2 ± 3,1 cm). Les lapins dans le lot témoin ravitaillés avec d'aliment sans spiruline (0 %) ont exposé de longueur totale plus faible (LT : 37,7 ± 2,2 cm). D'après l'ANOVA, il y a une différence hautement

significative ($p \leq 0,01$) entre les lots de lapins traités avec la spiruline (0,21 %, 0,14 % et 0,07 %) et le lot témoin sans spiruline (**Tableau 3**). L'efficacité des doses de spiruline testées est palpable sur la longueur totale de lapin. Pour la longueur de la tête, les lapins nourris avec de spiruline 0,07 % ont montré de valeur plus élevée ($7,8 \pm 0,4$ cm). Les lapins alimentés avec de spiruline 0,14 % et 0 % ont présenté de longueur moyenne de la tête intermédiaire respectivement $7,7 \pm 0,4$ cm et $7,7 \pm 0,2$ cm. Les individus traités avec de spiruline 0,21 % ont exposé de longueur de la tête plus faible ($7,6 \pm 0,7$ cm). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les traitements ($p > 0,05$) (**Tableau 3**). Les doses de spiruline utilisées n'ont pas d'effet positif sur la longueur de la tête. Pour la longueur du pied, les lapins nourris avec de spiruline 0,21 % ont présenté de valeur plus élevée ($27,4 \pm 0,9$ cm). Les individus alimentés avec de spiruline 0,14 % et 0,07 % ont montré de longueur de pieds moyenne (respectivement $27,2 \pm 2,1$ cm et $27,2 \pm 0,7$ cm). Les lapins ravitaillés avec le régime sans spiruline ont affiché de longueur de pieds plus faible ($27,1 \pm 1,1$ cm). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les traitements ($p > 0,05$) (**Tableau 3**). Les doses de spiruline testées n'ont pas d'effet positif sur la longueur du pied. Pour la longueur de la queue, les lapins nourris avec de spiruline 0,21 % et 0,14 % ont montré de longueur de la queue plus élevée (respectivement $9,7 \pm 0,5$ cm et $9,6 \pm 0,6$ cm). Les lapins alimentés avec de spiruline 0,07% ont figuré des longueurs de la queue intermédiaire ($9,1 \pm 0,4$ cm). Les lapins dans le lot témoin sans spiruline ont figuré de longueur de la queue plus faible ($8,7 \pm 0,0$ cm). D'après l'ANOVA, il y a une différence significative entre les traitements ($p < 0,01$) (**Tableau 3**). L'efficacité des doses de spiruline testées est prouvée sur la longueur de la queue de lapin. Pour la largeur de la tête, les lapins nourris avec de spiruline 0,14 % et 0,21 % ont montré de valeur plus élevée (respectivement : $4,7 \pm 0,4$ cm et $4,5 \pm 0,2$ cm). Les lapins traités avec de faible dose ont présenté de valeur intermédiaire ($4,4 \pm 0,2$ cm). Les lapins dans le lot témoins ont exposé de largeur de la tête plus faible ($4,1 \pm 0,7$ cm). D'après l'ANOVA, il existe une différence significative entre les traitements ($p \leq 0,05$) (**Tableau 3**). L'efficacité des doses de spiruline testées est démontrée sur la largeur de la tête de lapin.

Pour la largeur de la poitrine, les lapins nourris avec de 0,07 % de spiruline ont montré de valeur légèrement élevé ($6,9 \pm 0,3$ cm). Les individus alimentés avec de régime sans spiruline (0 %) ainsi que de régime avec des doses élevés 0,14 % et 0,21 % ont présenté de largeur de poitrine plus faible et identique entre eux (respectivement $6,6 \pm 0,7$ cm, $6,6 \pm 0,6$ cm, $6,6 \pm 0,6$ cm). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les traitements ($p > 0,05$) (**Tableau 3**). Les quantités de spirulines testées n'ont pas montré d'efficacité sur la largeur de poitrine. Concernant la largeur du ventre, les lapins traités avec de 0,07 % de spiruline ont présenté de valeur plus élevé ($7,7 \pm 0,5$ cm). Les individus nourris avec 0,21 % et 0,14 % de spiruline ont montré de valeur intermédiaire et significativement identique entre eux (respectivement $7,3 \pm 0,5$ cm et $7,1 \pm 0,6$ cm). Les lapins issus du lot témoin sans spiruline ont exposé de largeur du ventre plus faible ($6,7 \pm 0,4$ cm). D'après l'ANOVA, il existe une différence hautement significative entre les traitements ($p \leq 0,01$) (**Tableau 3**). Ce résultat a témoigné l'efficacité des doses de spiruline testé sur les variables largeur du ventre de lapin. Pour la hauteur au garrot, les lapins nourris avec de spiruline 0,07% et du lot témoin (0 % spiruline) ont présenté de valeur apparemment élevé (respectivement $10,8 \pm 0,9$ cm et $10,8 \pm 0,3$ cm). Les individus traités avec les deux doses de spiruline 0,21 % et 0,14 % ont montré de hauteur légèrement faible (respectivement $10,7 \pm 0,7$ cm et $10,2 \pm 3,1$ cm). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les 4 traitements ($p > 0,05$) (**Tableau 3**). Les quantités de spirulines testées ne montrent pas d'efficacité sur la hauteur au garrot de lapin. Concernant la hauteur du dos, les lapins nourris avec de spiruline (0,07 %, 0,14 % et 0,21 %) ont présenté de valeur apparemment élevé et identique entre eux (respectivement $13,1 \pm 0,3$ cm, $13,1 \pm 0,8$ cm et $13,0 \pm 0,4$ cm). Les individus issus du lot témoin ont montré de hauteur du dos légèrement faible ($12,9 \pm 0,4$ cm). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les 4 traitements ($p > 0,05$) (**Tableau 3**). Les quantités de spirulines testées n'ont pas d'effet positif sur le paramètre hauteur du dos de lapin. Pour le

tour de poitrine, les lapins nourris avec de spiruline 0,21 %, 0,14 % et 0,07 % ont présenté de valeur apparemment élevé par rapport au témoin (respectivement $27,7 \pm 1,6$ cm, $27,1 \pm 1,7$ cm et $27,5 \pm 2,0$ cm). Les lapins alimentés avec le régime témoin 0 % de spiruline ont montré de tour de poitrine légèrement faible). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les traitements ($p > 0,05$) (**Tableau 3**). Les quantités de spirulines testées n'ont pas montré d'efficacité sur le tour de poitrine. En ce qui concerne le tour du ventre, les lapins nourris avec de spiruline 0,07 % ont montré de valeur plus élevé ($34,5 \pm 1,5$ cm). Les individus alimentés avec de spiruline 0,21 % et 0,14 % ont présenté de tour du ventre à valeur moyenne (respectivement $33,4 \pm 2,73$ cm et $32,5 \pm 2,3$ cm). Les lapins qui ont reçu d'aliment témoin sans spiruline ont affiché de tour du ventre plus faible ($31,5 \pm 1,7$ cm). D'après l'ANOVA, il existe de différence significative entre les 4 traitements ($p < 0,05$) (**Tableau 3**). Ce résultat a témoigné l'efficacité des doses de spiruline testées sur les variables tour du ventre de lapin. Pour le tour spiral, les lapins nourris avec 2 doses de spirulines 0,14 % et 0,21 % ont présenté de valeur plus élevé (respectivement $52,7 \pm 3,0$ cm et $52,1 \pm 1,3$ cm). Les animaux traités avec l'aliment témoin (0% de spiruline) ont montré de tour spiral intermédiaire ($49,1 \pm 2,0$ cm). Les lapins issus de la dose de spiruline 0,07 % ont montré de tour spiral plus faible ($46,20 \pm 7,2$ cm). D'après l'ANOVA, il existe une différence hautement significative entre les traitements ($p < 0,01$) (**Tableau 3**). L'efficacité des quantités de spiruline testées est prouvée sur le tour spiral de lapin.

3-6. Effet de la spiruline sur la carcasse, les organes et les morceaux de découpe de lapin

Le **Tableau 4** ci-dessous montre les moyennes de poids de carcasse, organes et morceaux de découpe de viande de lapin par lot.

Tableau 4 : Poids de carcasse, organes et morceaux de découpe de viande de lapin par lot

Lot	0%	0,07%	0,14%	0,21%	Pr>F	S
Carcasse	1037,3 ^a ±44,9	1072,3 ^a ±124,3	1055,4 ^a ±132,6	1059,3 ^a ±102,2	0,9	Ns
Avant	271,6 ^a ±20,7	293,9 ^a ±38,5	282,1 ^a ±38,1	286,5 ^a ±35,6	0,63	Ns
Râble	212,8 ^a ±20,6	235,5 ^a ±32,9	231,3 ^a ±39,4	228,5 ^a ±35,4	0,5	Ns
Partie arrière	307,4 ^a ±14,2	319,6 ^a ±41,2	314,8 ^a ±37,2	326,7 ^a ±32,5	0,67	Ns
Cuisse	115,8 ^a ±4,8	120,9 ^a ±14,7	118,8 ^a ±14,2	125,0 ^a ±10,4	0,46	Ns
Bras	63,9 ^a ±4,7	70,5 ^a ±11,3	68,6 ^a ±11,2	69,7 ^a ±6,5	0,47	Ns
Tête	180,1 ^a ±9,3	174,3 ^a ±21,9	169,7 ^a ±26,6	162,7 ^a ±10,3	0,31	Ns
Poumon	7,9 ^a ±1,0	7,9 ^a ±0,8	9,2 ^a ±3,1	8,7 ^a ±1,7	0,48	Ns
Foie	61,3 ^a ±1,0	63,7 ^{ab} ±0,8	74,6 ^b ±8,9	71,2 ^{ab} ±6,4	0,01	S
Cœur	7,7 ^a ±1,2	8,9 ^a ±3,0	7,9 ^a ±1,8	8,7 ^a ±1,2	0,56	Ns
Rein	10,3 ^a ±1,1	10,8 ^a ±2,2	11,6 ^a ±1,7	11,4 ^a ±2,1	0,50	Ns
GPR	24,2 ^a ±8,3	20,2 ^a ±13,1	25,6 ^a ±1,7	20,2 ^a ±11,6	0,66	Ns
GISC	15,8 ^a ±4,9	15,6 ^a ±9,8	18,9 ^a ±6,2	16,2 ^a ±3,1	0,77	Ns
RC (%)	57,1 ^b	56,5 ^{ab}	54,3 ^a	55,6 ^{ab}	0,01	S

GPR: Gras Péri Rénal, GISC: Gras Inter Scapulaire, RC: Rendement Carcasse, Pr: Probabilité, S: Signification, s: significative, ns: non significative

D'après le **Tableau 4**, les lapins nourris avec les 3 doses de spiruline (0,07 %, 0,21 %, 0,14 %) ont montré des poids de carcasse apparemment plus élevé (respectivement : $1072,3 \pm 124,3$ g, $1059,3 \pm 102,2$ g et $1055,4 \pm 132,6$ g). Les lapins alimentés avec le régime sans spiruline (0 %) ont présenté des valeurs légèrement faibles ($1037,3 \pm 44,9$ g). D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les traitements pour le poids de carcasse des lapins dans les 4 lots ($p > 0,05$). Les quantités de spirulines testées n'ont pas montré d'efficacité sur le poids de carcasse de lapin (**Tableau 4**). Suivant l'accroissement

de la quantité de spiruline distribuée, le poids de la tête de lapin diminue progressivement. Les lapins dans le lot témoin sans spiruline ont montré une masse de la tête apparemment plus lourde ($180,1 \pm 9,3$ g). Les individus alimentés avec 0,07 % de spiruline ont présenté de poids de la tête de valeur intermédiaire ($174,3 \pm 21,9$ g) suivi par la dose de spiruline 0,14 % ($169,7 \pm 26,6$ g). Les lapins traités avec 0,21 % de spiruline ont exposé de masse de la tête légèrement plus faible. D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre les traitements pour le poids de la tête de lapin ($p > 0,05$) (**Tableau 4**). Les quantités de spiruline testées n'ont pas présenté d'efficacité sur le poids de la tête de lapin. Concernant les morceaux de découpe, les lapins nourris avec de spiruline (0,07 %, 0,14 % et 0,21 %) ont présenté de poids de viande (avant, râble, partie arrière, cuisse, bras) extérieurement élevé. Les individus alimentés avec de régime témoin sans spiruline ont exposé de masse de morceau de viande légèrement faible (**Tableau 4**). D'après l'ANOVAS, il n'y a pas de différence significative entre les traitements sur les découpes de viande de lapin ($p > 0,05$). Les doses de spiruline testées ne permettent pas de trouver l'effet de ce produit sur les morceaux de découpe de viande de lapin. Pour le poids du foie, les lapins nourris avec de spiruline 0,14% ont présenté de valeur plus lourd ($74,6 \pm 8,9$ g). Les individus traités avec 0,21 % et 0,07 % ont montré de masse de foie intermédiaire (respectivement $71,2 \pm 6,4$ g et $63,7 \pm 0,8$ g). Les lapins alimentés avec le régime témoin (0 % spiruline) ont exposé la masse de foie plus légère ($61,3 \pm 1,0$ g). D'après l'ANOVA, il existe de différence hautement significative entre les foies des 4 traitements ($p \leq 0,01$) (**Tableau 4**). L'efficacité des doses de spiruline testées est visible sur le poids du foie des lapins. Concernant la masse des autres organes, les lapins nourris avec les 3 doses de spiruline (0,07 %, 0,14 % et 0,21 %) ont présenté des organes viscéraux (poumon, cœur, rein, gras péri rénal et gras inter scapulaire) apparemment élevé. Les individus issus du témoin sans spiruline (0 %) ont montré de poids des organes légèrement faible. D'après l'ANOVA, il n'y a pas de différence significative entre le poids des organes des 4 traitements ($p > 0,5$). L'efficacité des doses de spiruline testée n'est pas palpable sur le poids des organes viscéraux sauf le foie (**Tableau 4**).

3-7. Effet de la spiruline sur le rendement de carcasse de lapin

Les lapins témoin alimentés avec le régime sans spiruline ont présenté de rendement en carcasse de lapin plus élevé (57,1 %). Les individus issus du régime contenant de spiruline 0,07 % et 0,21 % ont montré de rendement intermédiaire (respectivement 56,5 % et 55,6 %). Les lapins nourris avec de spiruline 0,14 % ont exposé de rendement en carcasse plus faible (54,3 %). D'après l'ANOVA, il existe une différence hautement significative entre les rendements en carcasse des lapins dans les 4 traitements ($p \leq 0,01$) (**Tableau 4**). La conséquence de l'utilisation des doses de spiruline testées sur le rendement en carcasse est palpable chez les lapins.

4. Discussion

4-1. Conséquence des doses de spiruline testées sur le GMQ de lapin

Concernant les résultats de performance zootechnique, la spiruline n'a pas d'effet positif depuis le 1^{er} jour jusqu'au 60^{ème} jour de l'essai sur le poids vif, et GMQ. Ces résultats obtenus à Ambositra sont conformes à ceux trouvés dans la recherche antérieure utilisant 5 % de spiruline dans l'alimentation de lapin. La conséquence de cette étude antérieure a évoqué l'absence de différence significative entre les lots traités avec de spiruline et le témoin, même si le taux utilisé est déjà élevé que celui dans cette recherche [12, 17, 18]. Ce résultat à Ambositra est conforme également à des découvertes antérieures sur l'incorporation de 1 %, 2,5 % et 5 % de spiruline dans l'alimentation de poulet de chair [19]. Cette découverte n'a pas montré de différence significative entre ces doses utilisées. Un résultat similaire a été obtenu également par autres chercheurs qui ont réalisé des études sur les veaux avec la dose croissante 2 g, 6 g et 25 g par jour de

spiruline [20]. Le GMQ plus élevé dans cette étude à Ambositra est de 18,7 g/j chez les lapins nourris avec 0,21 % de spiruline. Ce résultat est très faible par rapport à la conséquence obtenue par des chercheurs qui ont valorisé des sources de fibre disponible en Algérie pour les lapins (GMQ : 35,4g/j) [21]. Ce résultat de GMQ à Ambositra même est faible par rapport à une information apporté par une étude concernant l'apport d'un fourrage vert tropical, *Centrosema pubescens* en complément au granulé sur la croissance de lapin qui a trouvé un GMQ de 26,5 g/j [22]. Cette valeur trouvée à Ambositra est supérieure par rapport à celle découverte dans une étude concernant l'effet d'incorporation de *Pueraria phaseoloides* sur la performance de croissance de lapin qui a enregistré un GMQ de 16,3 g/j [23]. En revanche, les résultats de cette étude à Ambositra sont différents par rapport à d'autres recherches concernant le remplacement de l'aliment de carpe commune par la spiruline [24]. La différence significative sur le poids vif est obtenue dans un taux de 10 % de spiruline. Ainsi, le résultat dans cette étude à Ambositra même est différent également d'une autre découverte qui a estimé l'effet de remplacement de l'aliment de poisson par la spiruline chez le poisson-chat avec dose élevée (15 %, 30 % et 100 %) [25]. Ces auteurs ont trouvé des différences significatives de poids vif des poissons expérimentaux avec le témoin à partir de la dose 15 %. Par comparaison avec des études antérieures, la différence de résultat pourrait être due non seulement à l'espèce testée, mais aussi à l'insuffisance des doses de spiruline utilisées au cours de cette étude (0,21 % de la ration journalière) [24, 25]. La dose de spiruline inférieure à 10 % de l'alimentation n'a pas d'effet positif sur la performance zootechnique des animaux. Il est donc intéressant de poursuivre cette étude en augmentant la dose de spiruline utilisée.

4-2. Conséquence des doses de spiruline testées sur l'IC de lapin

Dans cette étude à Ambositra, les doses de spiruline n'ont pas amélioré l'IC. D'après la recherche antérieure, la spiruline diminue la digestibilité d'un aliment [20]. La réduction de la digestibilité de l'aliment testé dans cette étude provoque un léger abaissement de la Consommation Moyenne Journalière (CMJ), qui témoigne une légère amélioration de l'IC. L'insuffisance des doses testées pourrait être la cause de la faible amélioration de l'IC enregistrée. Mais ce moindre progrès de l'IC n'est pas significatif au cours du traitement statistique de donnée. Le résultat obtenu dans cette étude est différent à une information trouvée par des auteurs dont l'IC est diminuée pour le régime 2,5 % de spiruline dans l'alimentation de poulet [19]. Les doses de spirulines utilisées dans cette étude à Ambositra pourraient être insuffisantes pour l'amélioration des performances zootechniques des lapins.

4-3. Efficacité des doses de spiruline sur les variables de mensuration

La croissance en longueur correspond généralement à un développement squelettique de l'animal. Ce qui signifie que la spiruline stimule la croissance osseuse de lapin. Ce résultat est conforme à des informations antérieures qui ont évoqué que la protéine et les vitamines apportées par les aliments sont impliquées dans la croissance et développement du squelette [26, 27]. En plus, l'accroissement de la quantité d'énergie et de protéine dans l'aliment augmente la croissance squelettique [28]. Ces idées sont encore soutenues par d'autre résultat d'étude indiquant que la suralimentation peut augmenter la marque de certains paramètres de croissance et/ ou de développement et entraîne également un agrandissement de la fréquence d'apparition d'anomalie de conformation et développement du système musculo-squelettique [29]. Dans cette étude à Ambositra, les doses de spiruline testées ont entraîné un accroissement de la qualité de protéine et d'énergie digestible calculée dans les rations testées (0,43 kcal pour la dose 0,07 %, 0,86 kcal pour la dose 0,14 % et 1,29 kcal pour la dose 0,21 %). Par conséquent, l'allongement détecté pour les lapins traités avec les trois doses (0,07, 0,14, 0,21) s'explique par la reconstitution du squelette osseux grâce à la richesse en protéine, la forte composition en vitamine du groupe B et en oligoélément apporté par la spiruline incorporé dans l'aliment [27]. Donc, la spiruline permet aux lapins traités une forme plus allongée

que les témoins. Concernant le tour de poitrine, une légère dissemblance entre les lots existe, mais statistiquement la différence n'est pas significative. Cette faible différence non significative pourrait être due à l'insuffisance de dose appliquée. Dans cette étude à Ambositra, le meilleur tour de poitrine enregistré est de $27,7 \pm 1,6$ cm pour la dose de spiruline 0,21 %. Cette valeur est inférieure par rapport au résultat antérieur qui a trouvé un tour de poitrine égale à 32,4 cm chez la race *Baladi* âgée de 8 mois en Egypte [30]. La différence pourrait être due à la race étudiée car dans cette étude à Ambositra, il s'agit de la race locale à petite taille. Le tour spiral présente l'intérêt de considérer à la fois la croissance en longueur et en épaisseur [27]. L'évolution de longueur suivie par la largeur peut justifier l'amélioration de tour spiral dans cette étude. La spiruline montre un effet positif sur la variable de longueur et tour spiral de lapin en stimulant sa croissance osseuse.

4-4. Efficacité des doses de spiruline sur les morceaux de découpe de viande et du foie

Les doses de spiruline testées (0,07 %, 0,14 %, 0,21 %) sont sans effet positif sur les différentes parties de la carcasse, morceaux de découpe de viande et la carcasse de lapin. Ces résultats sont en accord avec des informations antérieures qui ont évoqué l'inefficacité de la spiruline (*Spirulina platensis*) sur la carcasse de lapin pour une dose 5 % [31, 32]. Pour les organes, l'incorporation de la spiruline sur le régime alimentaire de lapin n'a pas d'effet positif sur le cœur, le poumon et le rein. En revanche, cette étude marque une différence significative ($p < 0,05$) pour la proportion du foie qui tend à être supérieure chez les lapins traités avec la spiruline. Cette algue verte pourrait entraîner un accroissement de poids du foie de lapin traité à la faveur de la dose 0,14 %. Ce résultat est en accord avec des études antérieures qui ont trouvé que le traitement avec la spiruline pour des doses 2,5 %, 5 % et 10 % a diminué les enzymes du foie (*Alanine Aminotransferase* ou *SGPT*) et elle a augmenté la protéine du foie et l'albumine [33]. Alors que cette évolution du poids du foie enregistré dans cette étude pourrait être due à l'accroissement de protéine dans cet organe. Normalement, la spiruline distribuée aux animaux permet d'avoir un foie normal et non gras. Dans cette étude, la spiruline provoque un foie plus développé et non gras. Ce qui signifie que la spiruline pourrait favoriser l'accroissement du foie des animaux testés et ramener jusqu'à l'état normal. Ces résultats diffèrent avec d'autres recherches qui ont découvert la similarité de poids de foie des lapins traités avec de spiruline 5 % par rapport aux témoins [31, 34]. La différence pourrait être due au régime alimentaire de base distribué avec la spiruline. L'adjonction de la spiruline dans l'aliment de lapin est sans effet palpable sur le gras inter scapulaire et péri-rénal au cours de cette étude. Ces résultats diffèrent avec des études antérieures qui ont découvert de graisse scapulaire plus élevée pour la dose de spiruline 5 % [31, 32]. La différence pourrait être due à la qualité de régime alimentaire mélangé avec la spiruline distribué aux lapins.

4-5. Conséquence des doses de spiruline sur le rendement en carcasse de lapin

Le rendement en carcasse de lapin traité avec de spiruline dans cette étude est de 56,5 % pour la dose 0,07 %. Ce résultat est identique à la conséquence de l'étude antérieure pour les lapins de chair âgé de 76 jours en France [35]. Cette conséquence même est similaire à une autre étude concernant l'effet d'un extrait de grain de Caroube partiellement décortiquées sur la performance de croissance de lapin qui a enregistré 56,6 % de rendement en carcasse à l'abattage [36]. Mais, ce rendement trouvé à Ambositra est inférieur à d'autre recherche au cours d'un essai avec la race *Hyplus* âgé de 72 jours en France qui a trouvé de rendement en carcasse de 59,8 % [37]. Ce résultat de rendement même est inférieur par rapport à une conséquence d'incorporation de foliole de *Moringa oleifera* sur la croissance de lapin. Cette recherche antérieure a enregistré un rendement de 57,5 % à 58,25 % [38]. Un autre résultat de recherche sur l'effet de *Moringa oleifera* aussi a découvert un meilleur rendement de carcasse de 58,9 % [39]. L'incorporation de la spiruline suivant les trois doses (0,07, 0,14, 0,21) à Ambositra provoque une légère diminution de

rendement en carcasse de lapin par rapport aux témoins. Cette diminution pourrait être due à la stabilité du niveau d'énergie digestible depuis le 1^{er} jusqu'au 75^{ème} jour. Car normalement, au cours de la première phase (1^{er} à 48^{ème} jours), l'éleveur distribue un aliment à faible énergie et au cours de la deuxième phase (49 à 75^{ème} jours) à énergie élevée. La dotation d'un aliment riche en énergie en période de finition permet d'obtenir un bon rendement en carcasse [37]. Dans cette étude à Ambositra, la réduction de rendement en carcasse pourrait être due à des aliments distribués qui sont encore riche en protéine et faible en énergie au cours de la période de finition (49 à 75^{ème} jour). L'augmentation de poids de foie par l'accroissement de taux de spiruline utilisé et la diminution du rendement de carcasse pourraient expliquer que la spiruline intervient dans la régulation du métabolisme des nutriments, mais n'agit pas sur l'efficacité alimentaire. La spiruline est une ressource en protéine facile à trouver pendant toute l'année à Madagascar. Les résultats de recherche apportés par cette étude à Ambositra permettant d'accroître la connaissance afin de maîtriser l'utilisation de la spiruline au cours de la formulation d'un aliment de lapin.

5. Conclusion

Cette étude a permis de déterminer l'effet des 4 doses de spirulines (0 %, 0,07 %, 0,14 % et 0,21 %) sur la performance de croissance, les paramètres morphologiques, les organes viscéraux et les rendements de carcasse de lapin au moment de l'abattage. Les résultats ont évoqué que les 4 doses de spiruline testé ne sont pas suffisantes pour améliorer la performance zootechnique de lapin. Les doses 0,07 %, 0,14 % et 21 % de spiruline ont amélioré la morphologie de lapin par les paramètres de longueur, largeur et de tour et sans effet sur les paramètres de hauteur. Ce produit testé a augmenté et a ramené à l'état normal le poids du foie, mais sans effet positif pour les autres organes viscéraux. Ces doses de spirulines testées ont réduits le rendement de carcasse de lapin. Ces résultats de recherche permettent aux chercheurs et éleveurs d'enrichir la connaissance sur l'utilisation de la *Spirulina platensis* qui est une source de protéine facilement accessible à tout moment et moins couteux à Madagascar au cours de la formulation de provende de lapin.

Références

- [1] - D. D. RASOLOARIMANANA, «Ny Fiompiana bitro». Edition Ambozontany Analamahitsy Antananarivo, Madagascar, (2003) 72 p.
- [2] - N. J. RANDRIAMANDRATONIRINA, H. D. RAZAIVAOVOLOLONIAINA, M. V. FALINIRINA, V. RAZAFINTSALAMA et J. N. RAKOTOZANDRINY, «The Increasing of Peasants' Income Farmers in Amoron'i Mania Region by Ameliorating the Production System of Rabbit. *Universal Journal of Agricultural Research*», 3 (5) (2015) 155 - 164
- [3] - A. L. M. GBAGUIDI, D. BYAKYA, KIKUKAMA, M. DJEMAL, F. J. MOUGANG et C. NYILIMANA, « L'élevage catalyseur de l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement ». Note technique. *Tropiculture*, (2011) 46 p.
- [4] - A. M. L. FAIHUN, A. G. ZOFFOUN, M. S. HOUNZANGBE-ADOTE, G. SAMATI, C. G. AKOUEDEGNI, G. A. AKAKPO, F. WABI, A. KULO et F. HOUNDONOUGBO, « Effet des feuilles de *Moringa oleifera* et de *Commelina benhalensis* sur les performances de croissance et les caractéristiques de carcasse des cochons d'Inde (*Cavia porcellus*) au Sud-Bénin ». *Journal of Applied Biosciences*, 134 (2019) 13657 - 13672
- [5] - J. BINDEL et P. PICRON, « Le cobaye, un petit herbivore facile à nourrir dans des petites parcelles ». *Troupeaux et Cultures des Tropiques : Spécial Elevage de Rongeurs*, Kinshasa, RDC. CAVTK, (2013) 1 - 10
- [6] - J. L. VIDALO, « Spiruline, l'algue bleue de santé et de prévention 2^{ème} édition. Editions du Dauphin », Paris, (2008) 305 p.

- [7] - H. FURBEYRE, « Effets d'une supplémentation en Spiruline et en Chlorelle sur la croissance et la santé digestive du porcelet au sevrage ». Thèse de Doctorat d'Agrocampus Ouest. Biologie végétale. Français, (2017) 172 p.
- [8] - A. ZAFILAZA, « Etude de la composition de *Spirulina* cultivée dans le Nord de Madagascar et fabrication d'un aliment Bio pour crevettes à base de *Tacca leontopetaloides* et de *Spirulina* ». Thèse de Doctorat en Science de la vie et de l'Environnement de l'Université d'Antananarivo. Madagascar, (2016) 87 p.
- [9] - A. BONIA, A. DALLE ZOTE, L. KAMETLER, V. VANTUS, W. MORSY, Z. MATRS, A. DAL BOSCO, S. ZS et M. KOVACS, « Dietary supplementation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*). Part 2 : Effet on gastrointestinal growth, carcass microbiota and fermentation in rabbits ». The 10th world Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt, (2012) 707 - 711
- [10] - J. M. RAZAFINDRAJONA, J. N. RAKOTOZANDRINY, R. RAKOTOZANDRINDRAINY, J. N. RANDRIA et D. K RAMAMPIHERIKA, « Etude de la valeur nutritionnelle de la spiruline de Madagascar », (2006) 161 - 188
- [11] - G. NGUEDIA, E. MIEGOUE, F. TENDRONKENG, C. SAWA, P. NTSAFACK, F. G. TOBOU DJOUMESSI, S. A. TATSINKOU et E. TEDONKENG PAMO, « Performances de production du cobaye (*Caviaporcellus*) en fonction du niveau de spiruline de la ration dans la région de l'Ouest-Cameroun ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (3) (2019) 1245 - 1260
- [12] - N. SEYIDOGLU et N. GALIP, « Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Spirulina platensis* on growth performances and Biochemical parameters in Rabbits ». *Kafkas Univ vet Fak Derg*, 20 (3) (2014) 331 - 336
- [13] - F. LEBAS et S. COMBES, « Quel mode d'élevage pour un lapin de qualité? » Journée technique du 27 novembre 2001. Chambray-les-Tours, Toulouse, (2001) 10 p.
- [14] - V. GIGAUD et S. COMBES, « Effet d'un rapport décroissant oméga 6/ oméga 3 du régime sur la teneur en acide gras de la viande de lapin et contribution de la viande ainsi produite aux rapports nutritionnels conseillés ». 12^{ème} journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007. Cuniculture Magazine volume 33. Le Mans, France, (2007) 191 - 194
- [15] - J. B. SCHIERE et C. J. CORSTIAENSEN, « L'élevage familial de lapins dans les zones tropicales ». Série Agrodok N° 20. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, Pays-bas, (2008) 63 - 67
- [16] - A. BLASCO, J. OUHAYON, « Harmonisation of criteria and terminology in rabbit meat research ». Revised proposal. *World Rabbit Sci.*, 4 (2) (1993) 93 - 99
- [17] - Z. GERENCES, Z. SZENDRO, Z. MATICS, I. RADNI, M. KOVACS, I. NAGY, A. DAL BOSCO et A. DALLE ZOTTE, « Dietary supplementation of spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Part 1 : Effect on productivity performance of growing rabbits ». World Rabbits Science Association. Proceedings 10th World Rabbit Congress-September 3-6. Egypt, (2012) 657 - 661
- [18] - F. LEBAS et J. DUPERRAY, « Utilisation des matières premières et techniques d'alimentation : Les apports lors du 10^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture ». ASFC Journée « Ombres et Lumières » du Congrès de Sharm El-Sheikh, (2012) 30 - 38
- [19] - A. RAACH MONJAHED, S. HASSANI, S. ZAIRI, M. BONALLEGUE, C. DAREJ, C. HADDAD and DAMERGI, « Effect of dehydrated *Spirulina platensis* on performances and meat quality of broilers ». *Research opinions in animal & Veterinary Sciences*. Roavs, 1 (8) (2011) 505 - 509
- [20] - A. HEIDARPOUR, A-D. FOUROUZANDEH-SHAHRAKI et S. EGHBALSAIED, « Effects of *Spirulina platensis* on performance, digestibility and serum biochemical parameters of Holstein calves ». *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6, (22) (2011) 5061 - 5065
- [21] - S. A. KADI, « Alimentation du lapin de chair : valorisation de source de fibre disponible en Algérie ». Thèse de doctorat en sciences agronomiques, (2015) 140 p.
- [22] - M. KIMSE, D. SORO, M. M. BLEYERE, J. N. YAPI et A. FANTODJI, « Apport d'un fourrage vert tropical, *Centrosema puherens* en complément au granulé : effet sur les performances de croissance et sanitaire du lapin (*Oryctolagus cuniculus*) ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (3) (2013) 1234 - 1242

- [23] - G. C. ZOUGOU TOVIGNON, A. I. TOURE, M. KIMSE, M. THIAM, L. C. OBAME ENGONGA et B. BOUKILA, «Effet d'incorporation de *Pueraria phaseoloides* sur les performances de croissance du lapin (*Oryctolagus cuniculus*) ». *Afrique SCIENCES*, 19 (2) (2021) 114 - 125
- [24] - M. NASREEN, ABDUKAHMAN, J. HAWKAR et A. HAMAD, « Replacement of Fishmeal with Microalgae *spirulina* on Common Carp Weight Gain, Meat and Sensitive Composition and Survival ». *Pakistan Journal of Nutrition*, 13 (2) (2014) 93 - 98
- [25] - T. SUDAPORNE, M. KRINGSAK, AMPHAM et P. YUWANDEE, «Effect of replacing Fishmeal with *Spirulina* on Growth Carcass composition and Pigment of the Mekong Giant Catfish». *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 2 (3) (2010) 106 - 110
- [26] - CNERNA-AFSSA, A. MARTIN, « Apports nutritionnels conseillés pour la population française ». Paris : Lavoisier, (2001)
- [27] - S. SGUERA, « *Spirulina platensis* et ses constituants, intérêts nutritionnels et activités thérapeutiques ». Thèse doctorat en Pharmacie. Université Henri Poincaré — Nancy, France, (2008) 162 p.
- [28] - K. N. THOMPSON, S. G. JACKSON et J. P. BAKER, «The influence of high planes of nutrition on skeletal growth and development of weanling horses». *J Anim Sci*, 66 (10) (1988) 2459 - 2467
- [29] - N. F. CYMBALUK, G. I. CHRISTISON et D. H. LEACH, « Longitudinal growth analysis of horses following limited and ad libitum feeding ». *Equine Vet J*, 22 (3) (1990) 198 - 204
- [30] - E. HAJJ, C. BOUTROS et J. ABI SAMRA, « The Baladi Rabbits (Lebanon) ». Rabbit Genetic Resources in Mediterranean countries. Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches, N°38 (2002) 157 - 161
- [31] - A. DALLE ZOTTE, A. JARTORI, M. CULLERE, Z. GERENCSEK, Z. MATICS, A. DAL BOSCO, M. KOVACS et Z. SZENDRO, « Dietary supplementation of spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*). Partie 4 : effect on rabbit carcass and meat quality World Rabbit Science Association ». Proceedings 10th world Rabbit Congress. Septembre 3-6, 2012- Sharm El-Sheikh- Egypt, (2012) 949 - 953
- [32] - A. DALLE ZOTTE, M. CULLERE, A. SARTORI, A. DAL BOSCO, Z. GERENCSEK, Z. MATICS, M. KOVACS et Z. SZENDRO, «Effect of dietary supplementation of spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) on carcass composition meat physical trait, and vitamin B12 content on growing rabbits». *World Rabbit Science*, 22 (2014) 11 - 19
- [33] - M. E-S. MOSTAFA, M. H. SAIED et G. MAHMOUD, « Protective Effects of *Spirulina* on the Liver Function and Hyperlipidemia of Rats and Human ». *Braz. Arch. Biol. Technol.*, Vol. 57, N°1 (2014) 77 - 86
- [34] - G. MEINER, F. INGRAVALLE, E. RADICE, M. ARAGNO et P. G. PEIRETTI, « Effects of High Fat Diets and *Spirulina platensis* Supplementation in *New Zealand White Rabbits* ». *Journal of animal and Veterinary advances*, 8 (12) (2009) 2735 - 2744
- [35] - M. PERTUSA, P. ROY, J. FONTENIAUD et F. LEBAS, « Quelques facteurs d'élevage influençant le rendement à l'abattage du lapin de chair ». *Cuniculture Magazine*, Vol. 41, (2014) 27 - 32
- [36] - B. TEILLET, M. COLIN, J. ARMENGOL et A. Y. PRIGENT, « Effet d'un extrait de grain de caroube partiellement décortiquées sur les performances de viabilité et de croissance chez le lapin ». 14^{ème} journée de la recherche cunicole. Le Mans France, (2011) 5 - 8
- [37] - B. RENOUF et A. OFFNER, « Effet du niveau énergétique des aliments et de leur période de distribution sur la croissance, la mortalité et le rendement à l'abattage chez le lapin ». 12^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, (2007) 101 - 103
- [38] - M. DAHOUDA, S. ADJOLOHOUN, M. SENOU, S. S. TOLEBA, M. ABOU, D. S. VIDJANNAGNI, M. KPODEKON et A. YOUSAO, « Effet des aliments contenant les folioles de *Moringa oleifera Lam* et des aliments commerciaux sur les performances de croissance des lapins (*Oryctolagus cuniculus*) et la qualité de la viande ». *Int. J. Biol. Chem.*, 7 (5) (2013) 1838 - 1852
- [39] - A. J. OGNIKA, S. DIMI NGATSE, D. C. EKO, M. BAHOUNA et P. AKOUANGO, « Effet de *Moringa oleifera* sur les performances de croissance du lapin *Oryctolagus cuniculus* ». *J. Appl. Biosci.*, Vol. 168, (2021) 17468 - 17476