

Effets de l'incorporation de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation des cailles (*Coturnix japonica*) sur les performances zootechniques et organoleptique de la viande.



Publication date 31/07/2020, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

1 RÉSUMÉ

Le présent travail a été réalisé dans l'objectif d'étudier l'influence d'un aliment contenant de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* (Alm) sur les performances de croissances, la qualité de la carcasse et les paramètres organoleptiques de la viande des cailles. L'expérience a été conduite sur un effectif de 420 cailleaux d'un jour d'âge et d'un poids moyen de $7,43 \pm 0,62$ g. Les cailleaux ont été répartis en deux groupes de façon égale. Le premier groupe a été nourri avec un aliment contenant la farine de feuilles de *Moringa oleifera*. Le second groupe a été nourri avec un aliment contenant la farine de poisson. Ce dernier a été utilisé comme aliment témoin (Alt). L'élevage a duré 42 jours. Les résultats d'analyse ont révélé que les cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *Moringa oleifera* ont enregistré un poids moyen plus élevé ($165,54 \pm 0,81$ g) que ceux nourris avec l'aliment témoin ($115,51 \pm 0,64$ g). Concernant les qualités de la carcasse, aucune différence significative ($p < 0,05$) n'a été observée, quel que soit le régime alimentaire. De même, le régime alimentaire n'a pas eu d'effet significatif sur la texture, la jutosité, la tendreté et la saveur de la viande. Cependant, les cailles qui ont consommé l'aliment contenant la farine de feuilles de *Moringa oleifera* ont eu une viande de couleur rouge. En conclusion, la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation des cailles améliore les performances de croissances. Toutefois, elle n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement carcasse et les paramètres organoleptiques de la viande tout comme la farine de poisson.

2 INTRODUCTION

Pour combler le déficit entre la demande en protéines animales et le niveau de productivité d'animaux en Côte d'Ivoire, l'incitation à la production des espèces à cycle court telle que la volaille demeure l'une des solutions (IPRAVI,

2016). Cette stimulation de la productivité de la volaille devrait passer entre autres par l'amélioration de son alimentation. Le défi actuel serait de trouver des alternatives aux sources protéiques habituelles en alimentation avicole

par la valorisation des ressources alimentaires locales. Parmi ces ressources alternatives se trouvent le *Moringa oleifera*. Dans les pays tropicaux notamment, en Côte d'Ivoire, *Moringa oleifera* est une plante largement disponible avec une grande importance économique pour la nourriture et l'industrie médicinale (Foidl *et al.*, 2001). Ses feuilles riches en protéines (19-30 %), en minéraux, en vitamines et en pigments caroténoïdes ont une composition en acide aminé proche de celle du tourteau de soja. Certains auteurs ont déjà utilisé les feuilles de *Moringa oleifera* comme source de protéines dans

l'alimentation des poulets de chair (Olugbemi *et al.*, 2010 ; Oludoyi, 2015 Mufwaya *et al.*, 2016) et celle des poules pondeuses (Oludoyi, 2015). Cependant, il existe très peu de données consacrées à la valorisation des feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation des cailles en Côte d'Ivoire. La présente étude a été conduite afin d'évaluer les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et les paramètres organoleptiques de la viande des cailles élevées en cages et nourries avec un aliment contenant de la farine de feuilles de *Moringa oleifera*.

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.1 Zone d'étude : L'étude a été réalisée sur trois (03) sites. Le premier site était la ferme ISMOREL. Située dans la commune d'Adiaké, elle a abrité la phase d'élevage. La ferme ISMOREL se trouve à la croisée des voies qui conduisent dans les villages d'Assomanan et d'Aboutou. Le second site était le Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire et Agro-Industrie situé dans la commune de Treichville. Les analyses bromatologiques des intrants ayant servi à la formulation des différents aliments au cours de l'essai se sont déroulées dans ce laboratoire. Enfin, le Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale de l'Université Nangui Abrogoua situé dans la commune d'Abobo, a été retenu pour le test des paramètres organoleptiques de la viande des cailles.

3.2 Conduite de l'élevage et de l'alimentation des animaux : Quatre cent vingt (420) cailleaux âgés d'un jour et d'un poids moyen de $7,43 \pm 0,62$ g ont été sélectionnés pour cette étude. Les cailleaux ont été répartis en deux groupes égaux dont l'un expérimental et l'autre témoin. Les animaux de chaque groupe, ont été soumis à un régime alimentaire qui leur a été attribué en fonction de leur stade développement du 1^{er} jour d'âge jusqu'à l'abattage (45 jours). Ainsi, les cailles du groupe expérimental ont été nourries avec les aliments contenant la farine de feuilles de *Moringa oleifera* (Régime moringa). Le groupe

témoin a été nourri avec un aliment contenant de la farine de poisson (Régime témoin). Les aliments témoins ont été formulés selon la table du complément minéral et vitaminé (CMV) Mg 2mix. Les aliments expérimentaux ont été formulés avec le logiciel Wuffda selon les besoins énergétiques et protéiques de la caille. La composition centésimale et chimique des aliments est présentée dans le tableau 1. Les animaux ont été nourris et abreuvés en *ad libitum* durant la période d'élevage. Toutefois, les aliments ont été servis en quantité rationnée, mais suffisante avec une fréquence de quatre (04) services par jour en vue d'éviter le gaspillage. La ration était de 15 g par jour par sujet au stade cailleau et de 30 g par jour par tête au stade adulte. Le premier service de distribution de l'aliment a été fait entre 6 h et 8 h juste après l'entretien du bâtiment et le renouvellement des mangeoires et abreuvoirs. Le deuxième service à 10 h, le troisième à 12 h et le dernier à 17 h 30. Lors du passage du stade du démarrage au stade de croissance, une transition alimentaire de 3 jours a été appliquée. Elle s'est faite graduellement en introduisant le premier jour 25% du nouvel aliment et 75% de l'aliment préalablement distribué, 50% de chaque aliment le jour suivant puis 75% et en fin 100% le dernier jour. L'eau de boisson provenait d'un forage. Cette eau fraîche et potable a été servie à une fréquence de deux fois par jour.

Tableau 1 : Composition centésimale et chimique des aliments

Ingrédients (%)	Régime témoin		Régime moringa	
	démarrage	croissance	démarrage	croissance
Maïs	43,5	59	37	44
Son de blé	8	14,3	7	7,8
Tourteaux de soja	41	21	42,5	34
Farine de poisson	35	15	00	00
Coquillage marin	00	0,2	00	0,2
Farine de feuilles sèches de <i>Moringa</i>	00	00	95	100
CMV*	4	4	4	4
Composition bromatologique				
Énergie métabolisable (Kcal/kg)	2980,9	2961,52	2896,56	2846,18
Protéine brute (%)	20,5	18,2	27,45	22,15
Matière grasse (%)	2,75	2,82	2,25	2,34
Matière minérale (%)	12,83	10,71	8,65	7,06
Fibre brute	3,5	3,43	3,72	3,83
Calcium (%)	1,25	1,5	1,23	1,16
Phosphore (%)	0,34	0,82	0,65	0,78
Vitamine A	1000 UI	1000 UI	1000 UI	1000 UI

3.3 Mesure des performances de croissance des caillies : Les animaux ont été pesés tous les trois jours à l'aide d'une balance électronique de marque QC.PASS.8 de portée de 500 g et de précision 0,01 g, jusqu'à 42^{ème} jours d'élevage. Les pesées ont été effectuées les matins avant la distribution des rations alimentaires. Elles ont porté sur un échantillon

$$Pm = \Sigma \text{ Poids vifs} / nA$$

$$GMQ (g / j) = \Sigma P_f - P_i / \Delta t$$

$$GMT = P_f - P_i$$

$$IA (g / j) = (\text{quantité d'aliment distribué} - \text{quantité d'aliment refusé}) / nA$$

$$IC = \text{quantité d'aliments consommée par jour} / GMQ$$

P_i = Poids initial des animaux au début d'essais

P_f = Poids final des animaux à la fin de l'essai

nA = Nombre total d'animaux

Δt = nombre de jours séparant les pesées P_f et P_i

3.4 Détermination du poids carcasse des animaux : À la fin de la période de croissance, trente (30) caillies âgées de 45 jours ont été choisies de façon aléatoire dans chaque groupe. Les caillies sélectionnées ont été mises à jeun la veille de 16 h à 7h du jour suivant, puis pesées individuellement avant abattage. Elles ont été sacrifiées par saignée en sectionnant la veine jugulaire du cou. Après 5 mn de rigidité cadavérique, les animaux ont été plumés à l'eau chaude, puis éviscérés. Ils ont été ensuite débarrassés des pattes et de la tête. Les carcasses

de 30 caillies pris au hasard pour chaque groupe. Cette opération à trois répétitions a permis de calculer le poids moyen des caillies (Pm). Les rations alimentaires distribuées et les refus ont été pesés quotidiennement, ce qui a permis de calculer l'ingestion alimentaire (IA) et l'indice de consommation (IC). Les formules des calculs effectuées sont les suivantes :

obtenues, ont été pesées en fonction du régime alimentaire. Le poids moyen des carcasses (Pmc) a été calculé selon la formule ci-dessous.

$$Pmc = \Sigma \text{ Poids de la carcasse} / N$$

N : Nombre d'échantillon

3.5 Evaluation de la qualité de la viande

3.5.1 Prélèvement des parties à analyser : Après détermination de leur poids, les carcasses ont été conservées au réfrigérateur à 4°C pendant 24 h pour un mûrissement. A la fin du mûrissement, 15 carcasses ont été choisies dans chaque régime alimentaire dont 10 carcasses

pour les analyses sensorielles. La chair du bréchet a été la partie prélevée pour ces différentes analyses.

3.5.2 Appréciation des propriétés sensorielles et organoleptiques de la viande des cailles : Un panel de 10 dégustateurs ayant déjà consommé la viande de caille au préalable ou non, a été sélectionné pour l'évaluation des propriétés sensorielles. Les panélistes ont été disposés de manière à éviter toute communication. Lors de la dégustation, aucun morceau de viande n'a été dégluti après mastication. Chaque dégustateur a rincé la bouche avec de l'eau minérale après chaque échantillon. Les propriétés sensorielles telles que la jutosité, la texture, la tendreté et la flaveur ont été appréciées selon une échelle de 1 à 4. Au cours du test organoleptique, tous les paramètres ont été testés à trois reprises pour chaque échantillon.

3.5.3 Appréciation de la couleur : Des tranches de chair fraîche prélevées sur le bréchet ont été disposées dans des assiettes étiquetées de T₁ à T₁₀ pour le régime témoin, et de M₁ à M₁₀ pour le régime moringa. Puis à l'aide d'un référentiel de couleur, chaque panéliste a pu apprécier la couleur de la viande des cailles en fonction du régime alimentaire.

3.5.4 Préparation des échantillons et mode de cuisson : Chaque carcasse a été mise dans un double sac plastique alimentaire étiqueté. Les échantillons ont été mis dans deux casseroles différentes en aluminium neuves identifiées en fonction du régime alimentaire. Ensuite, couverts d'eau de robinet, ils ont subi une cuisson de 30 mn sur des plaques chauffantes de marque *TAS* et de puissance 1000 W. La cuisson s'est faite sans assaisonnement de façon concomitante à 100° C au Laboratoire de Biologie et de Cytologie Animale.

3.5.5 Appréciation de la jutosité : La jutosité a été appréciée selon deux modes. Pour le

premier mode, après la cuisson les échantillons ont été retirés de l'eau, et refroidis à l'air ambiant pendant 15 mn. Chaque échantillon (sacs de cuisson + carcasse + jus de cuisson) a été ensuite pesé (P₁) à l'aide de la balance électronique de marque QC.PASS.8. Puis, après que le jus de cuisson a été recueilli, les sacs de cuisson et la carcasse ont été pesés à nouveau (P₂). Les différents poids obtenus ont servi à déterminer la jutosité de cuisson (Jc) à l'aide de la formule suivante :

$$Jc = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

P₁ : poids des sacs de cuisson + carcasse cuite + jus de cuisson

P₂ : carcasse cuite + poids des sacs de cuisson

Pour le second mode, la jutosité a été évaluée par l'estimation de la quantité de jus ressenti par le panéliste dans sa bouche lors de sa dégustation (Jutosité en bouche).

3.5.6 Appréciation de la texture, de la tendreté et de la flaveur : L'observation de la taille des fibres musculaires de tranche de viande cuite a permis d'apprécier la texture de la viande. Cette observation a été faite à l'œil nu par les panélistes. La mastication d'une tranche de la viande cuite a permis aux panélistes d'apprécier la tendreté. La flaveur a, quant à elle, été évaluée par estimation de l'intensité de l'arôme ressenti par le panéliste lors de la dégustation.

3.6 Analyse statistique : L'analyse des données des différents paramètres enregistrés a été effectuée à l'aide du logiciel R version 2.10.1. Deux types de test ont été utilisés. Le test G pour la comparaison des pourcentages calculés par rapport à l'évaluation sensorielle de la viande et le test t de Student pour la comparaison des moyennes des performances de croissance entre les régimes alimentaires. Les valeurs ont été analysées avec un seuil de significativité de 5% et le régime alimentaire était l'effet fixe.

4 RÉSULTATS

4.1 Effet des régimes alimentaires sur les paramètres de croissance des cailles : L'effet des régimes alimentaires sur l'évolution des poids vifs des cailles est présenté par la figure 1. Cette figure montre des évolutions pondérales similaires pour toutes les cailles soumises aux différents régimes. Cependant, les cailles nourries avec le régime moringa ont présenté des poids vifs variant de $16,04 \pm 0,76$ g à $165,54 \pm 0,81$

g respectivement entre le 6^{ème} et le 42^{ème} jour d'âge. Ces cailles ont eu des poids plus élevés que celles soumises au régime témoin dont les poids moyens étaient compris entre $12,69 \pm 0,63$ g et $155,51 \pm 0,64$ g. Le test statistique indique que les poids vifs moyens des cailles du régime moringa sont significativement supérieurs ($P < 0,05$) à ceux du régime témoin quel que soit l'âge des cailles.

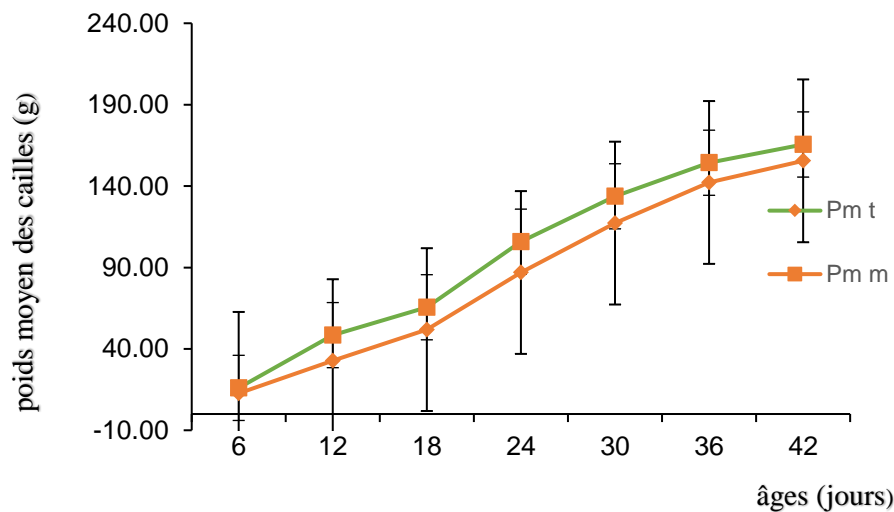


Figure 1 : Effet du régime alimentaire sur la variation des poids en fonction de l'âge des cailles

Pm t : courbe d'évolution du poids moyen des cailles nourries avec l'aliment contenant de la farine de poisson

Pm m : courbe d'évolution du poids moyen des cailles nourries avec l'aliment contenant de la farine de feuilles de *Moringa oleifera*

4.2 Effet du régime alimentaire sur l'ingéré alimentaire des cailles : La consommation alimentaire des cailles en fonction du stade physiologique est présentée dans le tableau 2. Les données consignées dans ce tableau montrent que l'ingestion de la caille augmente avec l'âge. Durant la phase de démarrage (1 à 14 jours) les cailles du groupe moringa ont eu une consommation journalière ($12,11 \pm 0,27$ g/j) significativement plus élevée ($p < 0,05$) par rapport à celle des cailles du groupe témoin ($10,62 \pm 0,32$ g/j). Pendant la phase de croissance (15 à 28 jours), la

consommation des cailles alimentées avec l'aliment témoin ($16,58 \pm 0,35$ g/j) a été significativement ($p < 0,05$) supérieure à celle du régime moringa ($14,53 \pm 0,36$ g/j). À la phase de finition (29 à 42 jours d'âge) la consommation alimentaire des cailles du groupe témoin ($22,44 \pm 0,37$ g/j) est significativement ($p < 0,05$) plus élevée que celle des cailles du groupe moringa ($21,46 \pm 0,34$ g/j). Sur toute la période de l'essai, les cailles nourries au régime témoin ont eu une ingérée de $17,21 \pm 0,41$ g/j significativement supérieure à celle des cailles du groupe moringa ($16,03 \pm 0,35$ g/j) ($P < 0,05$).

Tableau 2 : Impact des régimes alimentaires sur l'ingestion d'une caille

Âges (jour)	Ingérée (g/jour/caille)	
	Régime témoin	Régime moringa
1 à 14	10,62 ± 0,32 ^a	12,11 ± 0,27 ^b
15 à 28	18,58 ± 0,35 ^a	14,53 ± 0,36 ^b
29 à 42	22,44 ± 0,37 ^a	21,46 ± 0,34 ^b
1 à 42	17,21 ± 0,41 ^a	16,03 ± 0,35 ^b

Les valeurs moyennes avec des lettres différentes sur une même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$)

4.3 Impact des régimes alimentaires sur le GMQ et le GMT des cailles : Les gains moyens quotidiens (GMQ) et les gains moyens totaux (GMT) des cailles soumises aux différents régimes alimentaires sont présentés dans le tableau 3. Les cailles nourries au régime contenant le moringa ont eu un GMQ ($4,569 \pm$

$1,584$ g/j) statistiquement plus élevé, que celles alimentées au régime témoin ($3,88 \pm 1,186$ ($P < 0,05$)). S'agissant de la variation du gain moyen total (GMT), le GMT des cailles du régime contenant le moringa ($155,173$ g) est significativement supérieur à celui des cailles du régime témoin ($148,159$ g) ($P < 0,05$).

Tableau 3 : Impact des traitements alimentaires sur les paramètres pondéraux des cailles

paramètres	Régime alimentaire	
	Régime témoin ¹	Régime moringa ²
Poids vif initial (g)	7,346 ± 0,55 ^a	7,371 ± 0,62 ^a
Poids vif final (g)	155,505 ± 11,31 ^a	165,544 ± 10,58 ^b
GMQ ³ (g/j)	3,88 ± 1,186 ^a	4,567 ± 1,594 ^b
GMT ⁴ (g)	148,159 ^a	155,173 ^b

Les valeurs moyennes avec des lettres différentes sur une même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$)

1 : les cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de poisson

2 : les cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *Moringa Oleifera*

3 : gain moyen quotidien

4 : gain moyen total

4.4 Impact des régimes alimentaires sur l'indice de consommation (IC) des cailles : Les données relatives aux indices de consommation des cailles en fonction du régime alimentaire et de leur stade de développement sont présentées dans le tableau 4. Le test statistique appliqué à ces données montre que durant la phase de démarrage (1 à 14 jours), les cailles nourries avec l'aliment contenant du moringa ont eu un indice de consommation ($2,2$

$\pm 0,2$) significativement ($p < 0,05$) plus faible que celui des cailles du groupe témoin ($2,5 \pm 0,47$). Au cours de la phase de croissance (15 à 28 jours), l'indice de consommation des cailles du groupe témoin ($4,2 \pm 0,22$) était significativement plus élevé que l'indice de consommation des cailles ayant reçu l'aliment contenant la farine de feuilles de moringa ($3,6 \pm 0,23$) ($p < 0,05$).

Tableau 4 : Effet du régime alimentaire sur l'indice de consommation des cailles

Age (jours)	Indice de consommation (IC)	
	Régime témoin ¹	Régime moringa ²
1 à 14	2,7 ± 0,08 ^a	2,2 ± 0,2 ^b
15 à 28	4,2 ± 0,22 ^a	3,6 ± 0,23 ^b
29 à 42	5,8 ± 0,08 ^a	4,7 ± 0,2 ^b
1 à 42	4,2 ± 0,03 ^a	3,5 ± 0,25 ^b

Les valeurs moyennes avec des lettres différentes sur une même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$)

1 : les cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de poisson

2 : les cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *M.oleifera*

4.5 Poids moyen des carcasses de caille :

Le poids moyen carcasse des cailles en fonction des régimes alimentaires est présenté par la figure 2. L'analyse indique que les cailles nourries au régime moringa ont présenté des poids carcasse (PC) plus élevés que ceux des cailles du régime témoin. Ces poids étaient

respectivement de $121,55 \pm 0,65$ g et $123, \pm 0,93$ g pour les carcasses des cailles des régimes témoin et moringa. Toutefois, aucune des carcasses du régime témoin n'a présenté de poids significativement différents de celui des cailles nourries au régime moringa ($p > 0,05$).

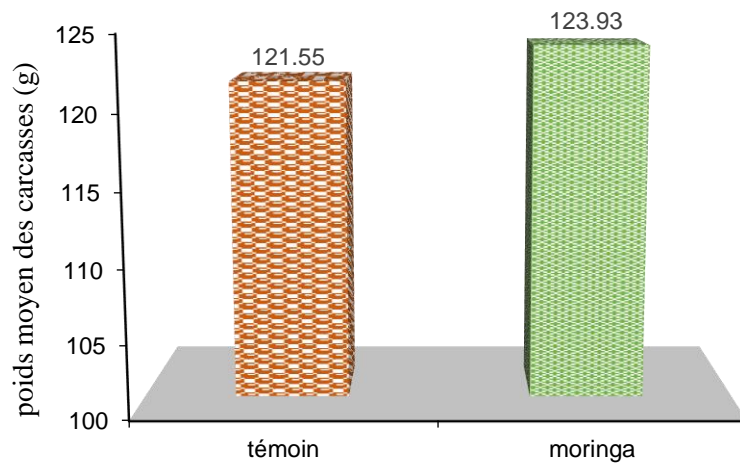


Figure 2 : Poids moyen carcasse des cailles en fonction des régimes alimentaires

Témoin : poids moyen des carcasses des cailles nourries avec le régime poisson

Moringa : poids moyen des carcasses des cailles nourries avec le régime moringa

4.6 Impact des régimes alimentaires sur les paramètres organoleptiques de la viande des cailles en fonction du régime alimentaire

4.6.1 Appréciation de la couleur de la viande : L'appréciation de la couleur de la viande des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire est représentée par la figure 5. Pour la couleur de la viande, $66,7 \pm 3,23\%$ des panélistes ont attesté que la viande des cailles nourries avec l'aliment moringa (Al m) est rouge, contre $10 \pm 0,00\%$ pour la viande des cailles témoins (figure 3). Le test statistique

appliqué au choix des panélistes montre que les cailles du régime moringa ont une viande significativement plus rouge que la viande des cailles soumises au régime témoin ($p < 0,05$). Cependant la viande des cailles du régime témoin (Alt) a été déclarée rosé-rouge par les panélistes avec un taux de $63,33 \pm 1,64\%$ et $33,33 \pm 3,2\%$ pour les cailles du régime moringa. Pour cette couleur, la viande des cailles du régime moringa a eu le taux de panélistes significativement faible ($p < 0,05$) (figure 5).

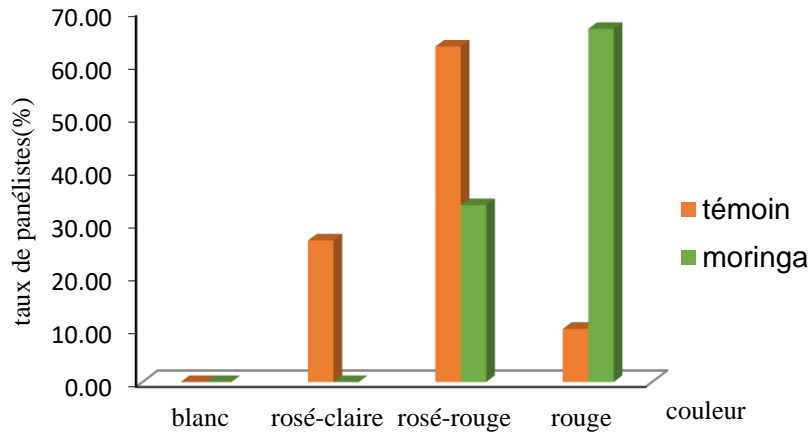


Figure 3 : Appréciation de la couleur de la viande des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire.

Témoin : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de poisson

Moringa : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *M. oleifera*

4.6.2 Appréciation de la jutosité de la viande des cailles en fonction du régime alimentaire

Jutosité à la cuisson de la viande des cailles :
 Les données relatives à la jutosité de cuisson de la viande de caille en fonction du régime alimentaire sont consignées dans le tableau V.

L'analyse statistique de ces données ne montre pas de différence significative entre les deux types de viande, quel que soit le régime alimentaire ($p > 0,05$). Cette jutosité est de $33,24 \pm 2,31\%$ pour la viande des cailles du régime témoin, et $33,36 \pm 1,56\%$ pour la viande des cailles du régime moringa.

Tableau 5 : Jutosité de cuisson de la viande de caille en fonction du régime alimentaire

Catégorie de viande	Jutosité de cuisson (%)
Viande de cailles nourries avec le régime témoin	$33,24 \pm 2,31^a$
Viande de cailles nourries avec le régime moringa	$33,6 \pm 1,56^a$

Les valeurs moyennes avec des lettres différentes sur une même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$)

4.6.3 Jutosité en bouche de la viande des cailles : L'appréciation de la jutosité par les panélistes est représentée par la figure 4. L'analyse de cette figure indique que la viande de caille reste juteuse, quel que soit le régime alimentaire. Les échantillons de viandes ont toutes été jugés juteux par les panélistes à un de

taux de $75,3 \pm 2,13\%$ et $77,7 \pm 1,67\%$ respectivement pour la viande des cailles du groupe témoin et celles des cailles au régime moringa. Aucune différence significative n'a été montrée entre ces deux types de viandes ($p > 0,05$) pour ce paramètre.

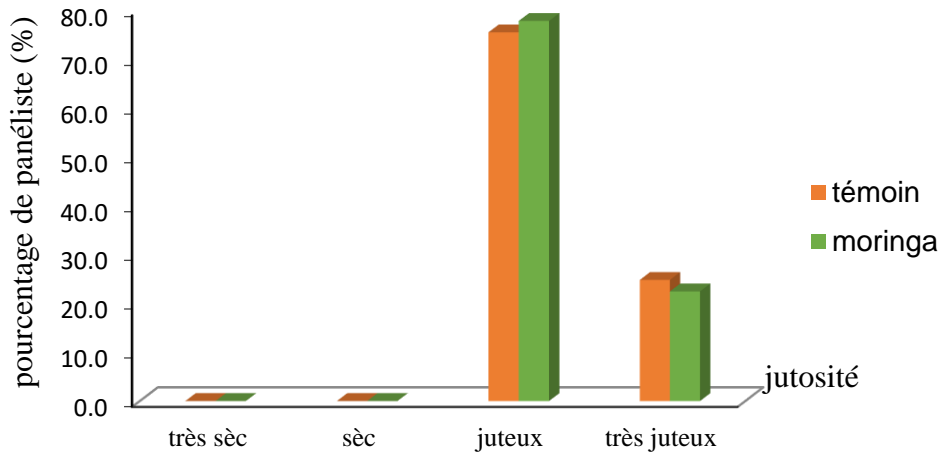


Figure 4 : Appréciation de la jutosité en bouche de la viande cuite des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire.

Témoin : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de poisson

Moringa : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *Moringa oleifera*

4.6.4 Texture de la viande des cailles en fonction des régimes alimentaires :

L'appréciation de la texture de la viande des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire est représentée par la figure 5. L'analyse de cette montre que les panélistes ont trouvé toutes les viandes fines. Pour ce paramètre, aucune différence significative n'a été

observée entre les différents choix des panélistes ($p > 0,05$). Ce taux était de $86,35 \pm 4,4\%$ pour les cailles du groupe témoin, et de $86,76 \pm 3,2\%$ pour celles du régime moringa. Concernant le caractère " très fine", $13,64 \pm 4,5\%$ des panélistes l'ont adopté pour la viande des cailles témoins, contre $13,23 \pm 6,1\%$ pour celles nourries avec l'aliment du régime moringa.

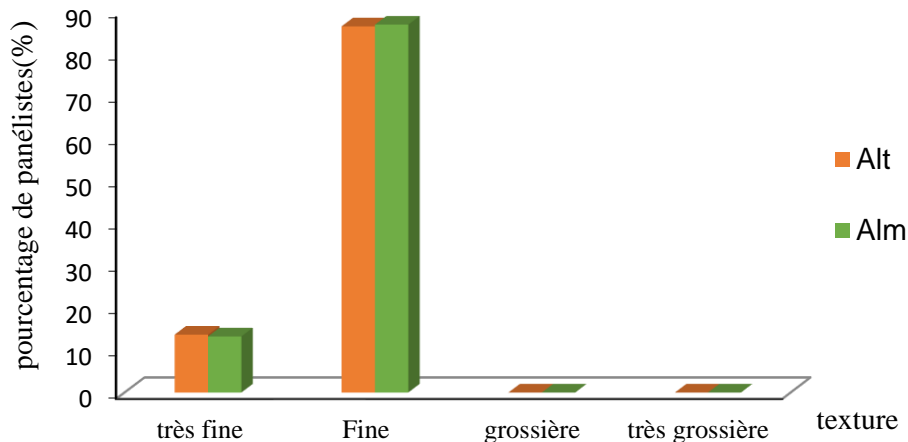


Figure 5 : Appréciation de la texture de la viande des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire

Al t : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de poisson

Al m : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *Moringa oleifera*

4.6.5 Tendreté de la viande des cailles en fonction des régimes alimentaires :

L'appréciation de la tendreté de la viande des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire est représentée par la figure 6. En ce qui concerne la tendreté, $55,6 \pm 1,2\%$ des panélistes ont noté que la viande des animaux témoins est tendre. Pour les cailles du régime moringa, la proportion des panélistes qui ont jugé la viande tendre est de $56,3 \pm 1,45\%$. Le test statistique appliqué aux données ne montre

aucune différence significative entre les différents échantillons de viandes pour ce qui concerne la tendreté de la viande ($p > 0,05$). Concernant le caractère "très tendre", aucune différence significative n'a été observée entre les catégories de viande ($p > 0,05$). En effet, les pourcentages de panélistes sont de $44,7 \pm 1,33\%$; et $43,1 \pm 1,5\%$ respectivement pour la viande des cailles du régime témoin, et celle des cailles du régime moringa.

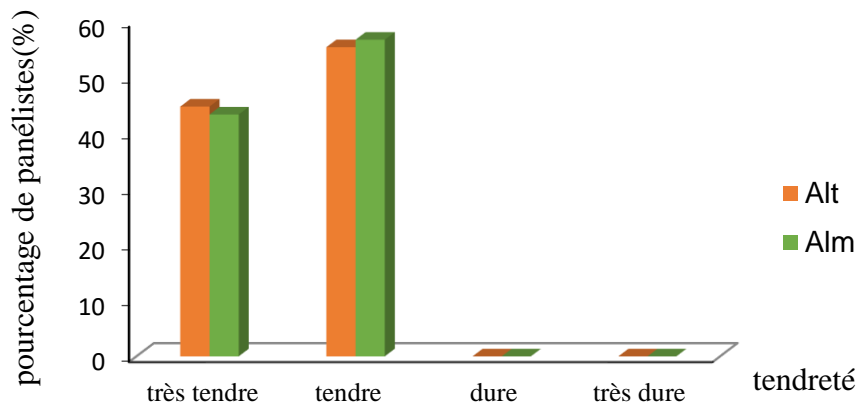


Figure 6 : Appréciation de la tendreté de la viande des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire.

Alt : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de poisson

Alm : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *Moringa oleifera*

4.6.6 Flaveur de la viande des cailles en fonction des régimes alimentaires :

L'appréciation de la flaveur de la viande des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire est représentée par la figure 7. L'analyse de cette figure montre que $80,31 \pm 0,05\%$ et $80,33 \pm 0,07\%$ des panélistes, respectivement pour les cailles du groupe témoin et les cailles nourries avec l'aliment moringa (Al

m) ont trouvé la flaveur de la viande de caille prononcée. Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre les régimes alimentaires. Le régime alimentaire n'influence donc pas la flaveur de la viande des cailles. La sensation "très prononcé" a été mentionnée par $15,9 \pm 0,2\%$ des panélistes pour la viande des cailles du régime témoin et $16,67 \pm 0,76\%$ pour la viande des cailles du régime moringa.

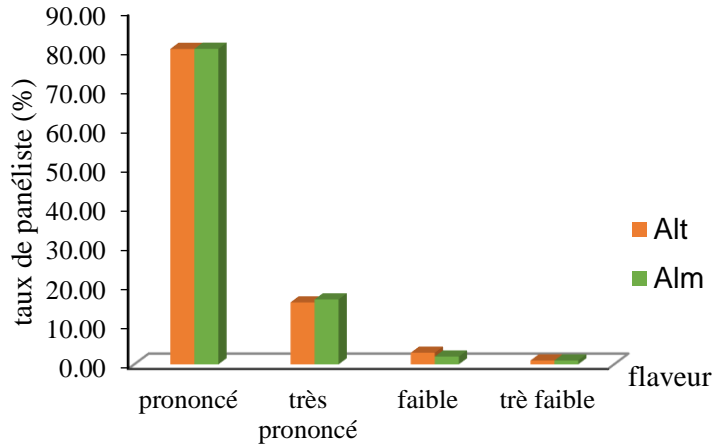


Figure 7 : Appréciation de la flaveur de la viande des cailles par les panélistes en fonction du régime alimentaire.

Alt : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de poisson

Alm : viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *Moringa oleifera*

5 DISCUSSION

Tout comme la farine de poisson, celle de feuilles de *M. oleifera* a entraîné une bonne croissance pondérale chez les cailles durant toute la période d'expérience. Cependant, sur toute la période expérimentale, la farine de feuilles de *M. oleifera* a induit la meilleure croissance avec un poids moyen variant de $16,04 \pm 0,76\text{g}$ à $165,54 \pm 0,81\text{g}$. Alors que les poids moyens des cailles nourries avec les régimes contenant la farine de poisson variaient de $12,69 \pm 0,63\text{g}$ à $155,51 \pm 0,64\text{g}$. Cela serait lié à la richesse de ces feuilles en protéine ($23,93 \pm 0,03\%$), en vitamine C ($1,68 \pm 0,26 \%$) et en sucres réducteurs ($39,16 \pm 0,01\%$) qui sont des nutriments essentiels pour la croissance des animaux (Yang *et al.*, 2006). En outre, les régimes incorporés de farines de feuilles de *M. oleifera* ont présenté des quantités d'énergie de 2905,61 Kcal/Kg pour l'aliment démarrage et de 2916,2 Kcal/Kg pour l'aliment croissance puis des teneurs en protéines brutes de 27,45% pour l'aliment démarrage et de 22,15% pour l'aliment croissance, qui sont très proches de ceux fixés par Ricarda (2016) chez les cailles élevées en zone tropicale. Ces différentes proportions qui comblent les besoins protéiques et énergétiques des cailles auraient amélioré leur poids. En effet, selon Ricarda (2016), un aliment

de cailles doit contenir 28 % de protéines au démarrage puis 22 % pour les cailles en croissance. Aussi, ces aliments devront-il leur fournir, 2695 à 3000 Kcal/Kg pour une bonne croissance.

Des résultats similaires à ceux de notre sur l'amélioration du poids des cailles par l'inclusion de la farine de feuilles de *M. oleifera* dans leur alimentation ont été observés par Tendokeng *et al.* (2008) chez les poulets chair. Aussi, Bello (2010) avait montré que l'incorporation de la farine de feuilles de *M. oleifera* dans les rations des poulets locaux améliore significativement leur poids.

Lors de nos travaux, l'ingestion alimentaire des cailles était fonction du régime, mais aussi de l'âge des animaux. Au démarrage, les cailles du groupe témoins ont eu une ingestion alimentaire similaire à celle des cailles du régime moringa. Pendant la phase de croissance, l'ingestion des cailles alimentées avec les rations contenant de la farine de poisson a été significativement supérieure à celles du régime moringa. Cela pourrait s'expliquer d'une part par la composition chimique de la ration (valeurs protéique, énergétique, minérale, facteurs antinutritionnels...etc) qui aurait eu une

influence sur la consommation d'un aliment. Des ingérés comparables ont été observés par Aminzade *et al.* (2012) et Hajkhodadadi *et al.* (2014). Les fortes valeurs d'ingestion dans les lots témoins seraient la cause du taux de protéine dans ces rations. En effet, les taux de protéines (20,5% au démarrage et 18,2% pour la croissance) des rations témoins qui sont inférieurs aux normes requises pour les cailles élevées en zones tropicales (25 à 28% au démarrage, et 22% pour la croissance) n'arriveraient pas à couvrir les besoins protéiques des animaux soumis à ces régimes. Pour satisfaire leurs besoins protéiques, les cailles consommeraient plus d'aliments. Les résultats de consommation des cailles du groupe témoin en période de finition corroborent ceux de Peyman *et al.* (2014) et Seven *et al.* (2014) qui ont trouvé des niveaux d'ingestion compris entre 15,01 et 19 g/j chez des cailles nourries avec l'aliment classique de poulet. Par contre (Chantiratikul *et al.*, 2010) ont rapporté des ingestions inférieures (12,08 et 10,77g/j). Les plus grandes valeurs de GMQ enregistrées chez les cailles du régime moringa seraient dues à de la composition des feuilles de *M. oleifera* qui sont très riches en protéines, en éléments nutritifs digestifs et ayant un taux très faible en facteurs antinutritionnels. Ces différents éléments auraient induit une augmentation de GMQ des cailles qui en consomment. Pareillement, les faibles GMQ relevés chez les cailles du groupe témoin, seraient liés aux faibles taux de protéines dans les différents aliments contenant de la farine de poisson ; ce qui aurait favorisé une réduction de leur GMQ, car ces taux auraient induit un retard de croissance. Concernant l'impact positif du moringa sur le GMQ, des résultats similaires aux nôtres avaient été trouvés par Bello (2010). Cet auteur avait montré que l'inclusion de 8% à 16% de farine de feuilles de *M. oleifera* dans les rations des poulets locaux améliorerait significativement leur GMQ. L'étude réalisée sur la variation de l'indice de consommation (IC) des cailles en fonction du régime alimentaire a montré que l'aliment contenant la farine de feuilles de *M. Oleifera* améliore significativement l'indice de

consommation de celles-ci que l'aliment contenant la farine de poisson. Cette amélioration pourrait être attribuée à la composition des feuilles de *M. oleifera* qui est non seulement une bonne source protéique mais aussi contiennent un taux négligeable de facteurs antinutritionnels. Ces résultats sont en accord avec ceux de (Moussa *et al.*, 2016). En outre, les expériences de Banjo *et al.* (2012), ont montré que les régimes alimentaires à base de feuilles de *M. oleifera* améliorent significativement les performances zootechniques des cailles sans toutefois affecter leur consommation quotidienne d'aliment. De même, Oludoyi & Toyé (2015) ont affirmé que l'absence de métaux lourds dans les feuilles de *M. oleifera* les rend très transformables pour des incorporations dans les aliments de monogastriques. Le constat fait sur le fort indice de consommation (4,2) chez les cailles du régime témoin lors de nos travaux serait la cause de l'augmentation de la consommation observée dans ce groupe. Cette augmentation qui serait due à la recherche de la couverture des besoins nutritionnels des cailles aurait conduit à une hausse de l'indice de consommation. Nos résultats sont comparables à ceux trouvés par Makinde *et al.* (2013). Ces auteurs ont rapporté des indices de consommation compris entre 3,7 et 10,2. Les poids carcasses des cailles nourries à l'aliment moringa ont été plus élevés que ceux du groupe témoin. Cela pourrait être dû à la farine de feuilles de moringa qui a rendu meilleure la composition nutritive de l'aliment. Ce qui aurait permis aux animaux de ce groupe de bénéficier d'éléments nutritifs nécessaires à une bonne croissance. Kakengi *et al.* (2003) et (Bello, 2010) ont dans leurs travaux respectifs montré que le moringa accroît le rendement carcasse des poulets de chair. Aussi les résultats de (Bello 2010 ; Olugbemi 2010 & ; Olawumi 2015) sur l'utilisation des feuilles de *M. oleifera* dans l'alimentation des chèvres, poulet de chair, pondeuses et des cailles sont en accord avec ceux des auteurs précités. Ces auteurs ont justifié cela par la très faible présence de facteurs antinutritionnels et du phénol dans les feuilles de *M. oleifera*. De plus, *M. oleifera* serait une bonne

source de protéines digestibles, de vitamines et de minéraux qui sont des composants capitaux des aliments des animaux. La viande des cailles nourries avec l'aliment contenant la farine de feuilles de *M.oleifera* a été plus rouge que celle du groupe témoin. Cette coloration serait due à la présence de β -carotènes en quantité abondante dans les feuilles de *M. oleifera*. En effet, selon (Mufwaya & Kiatokon, 2016 ; Abasse *et al.*, 2017), les feuilles de *M. oleifera* contiennent 4 fois plus de carotènes que la carotte elle-même. Ces carotènes seraient responsables de l'amplification de la couleur jaune ou rouge. Des résultats similaires ont été obtenus par Bello (2010) en introduisant 24% de farine de feuilles de *M. oleifera*, dans les rations des poulets locaux. Cet auteur, lors de ses expériences a constaté un jaunissement prononcé de la peau, du bec, des pattes et de la graisse abdominale de ces volailles. Pareils constats ont été faits par Iheukwumere *et al.* (2008) avec 10 à 15% d'incorporation de farine de feuilles de manioc dans l'alimentation des poulets de chair ou locaux. La réalisation des deux protocoles d'appréciation de la jutosité a permis de confirmer qu'il n'y a pas de différence significative entre la viande provenant des cailles nourries avec des régimes alimentaires différents. Les résultats de l'étude sont similaires avec ceux trouvés chez les poulets par Schreurs (2000). Cet auteur a constaté lors de ces expériences que le régime alimentaire n'a pas d'impact sur la jutosité de la viande de volaille. En ce qui concerne la texture, les différents échantillons de viandes testés par les panélistes lors de notre étude étaient toutes fines. Cette

décision permet de conclure que le régime alimentaire n'a pas eu d'effet sur la texture de la viande des cailles (Houria, 2017).—Les viandes des cailles de nos différents groupes expérimentaux ont été toutes considérées tendres par les panélistes lors de la dégustation. Nos résultats d'études étayent la thèse de Wood *et al.* (1996) ; Candek-Potokar *et al.* (1998). Ces auteurs ont rapporté que la conduite alimentaire n'a aucun effet significatif sur la tendreté de la viande. En revanche, Ellis *et al.* (1996) ; Benatmane (2012) ; Evren erdem *et al.* (2015) ont montré que l'alimentation influence la tendreté de la viande. Aussi, un stress thermique avant l'abattage réduit la tendreté (Pingel & Knust, 1993). Toutes les viandes testées lors de l'étude par les panélistes ont eu une flaveur prononcée (80%) quel que soit le régime alimentaire. La flaveur de la viande de cailles ne semble donc pas être dénaturée par le régime alimentaire. Ces résultats pourraient s'expliquer par le taux de matières grasses contenues dans les différentes viandes. En effet, selon Girard *et al.* (1988) ; Cameron *et al.* (1990) et Touraille (1990), la teneur d'une viande en lipides intramusculaires est un composant essentiel dont découle la flaveur. Les viandes des différents groupes des cailles dans l'étude ont montré des taux de matières grasses très proches ce qui expliquerait la similarité au niveau de leur flaveur. En revanche, Cartier & Moëvi (2007) ; Dufey (2009) ont montré dans leurs différents travaux que le régime alimentaire des animaux agirait sur la flaveur de la viande. Ce qui n'est pas le cas dans notre expérimentation.

6 CONCLUSION

Au terme de cette étude, il ressort que la substitution de la farine de poisson par celle des feuilles de *M. oleifera* dans l'alimentation des cailles semble améliorer les performances de croissance et offre un meilleur rendement carcasse. Cette substitution n'a pas d'effet sur les

paramètres organoleptiques de la viande des cailles, sauf au niveau de la coloration où elle donne une couleur rouge intense à la viande. Eu égard ces résultats, la farine de feuilles de *M. oleifera* peut valablement substituer la farine de poisson dans l'aliment des cailles en élevage.

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abasse T, Maigachi I, Habba W & Diallo D : 2017. Effet de la supplémentation de la farine des feuilles de *Moringa oleifera*

(Lam.) dans la production des poulets de chair au Niger, *International Journal of*

- Biological and Chemical Sciences*. 11 (2): 722-729
- Aminzade B, Karami B & Lotfi E. 2012: Growth response and carcass characteristics of Japanese quail to *Mentha piperita* plant Supplementation. *Animal Biology and Animal Husbandry International Journal of the Bioflux Society*, 4 (2): 24-26.
- Bello H., 2010 : Essai d'incorporation de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation chez les poulets indigènes du Sénégal : Effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et le résultat économique. Thèse, Université Cheick Anta Diop de Dakar 119p.
- Benatmane C : 2012. Impact des aliments enrichis en acides gras polyinsaturés n-3 sur les performances zootechniques et la qualité nutritionnelle des viandes : cas du lapin et du poulet de chair. Mémoire pour l'obtention du grade de Docteur en Science Agronomique. Facultés des Sciences Biologiques et Agronomiques, Université Abou bekr belkaid-tlemcen, 113p
- Bensalah : 2016. Effets de quelques formules alimentaires sur les performances zootechniques et le profil biochimique de la caille japonaise, thèse de l'Université des frères Mentouri Constantine, Algérie, 231p.
- Cameron N D, Warris P D, Porter S J & Enser M B : 1990. Comparaison of Duroc and British landrace pigs for meat and eating quality. *Meat Science*. (27) 227-247.
- Candek-Potokar M., Lefaucheur L, Zlender B & Bonneau M : 1998. Effects of age and/or weight at slaughter on pig longissimus dorsi muscle biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Science*, 48 : 287-300.
- Cartier P & Moevi I : 2007. Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Institut de l'Élevage : Paris, 72p.
- Chantiratikul A, Chantiratikul P, Sangdee A, Maneechote U, Bunchasak C & Chinrasri O : 2010. Performance and carcass characteristics of Japanese quails fed diets containing wolffia meal [*Wolffia globosa* (L). *Wimm.*] as a protein replacement for soybean meal. *International Journal of Poultry Science* 9 (6): 562-566.
- Coibion L : 2008. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur. (Mémoire pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse ; 97 p.
- Dufey P A : 2009. Viande bovine de montagne et qualité. *Rev. Suisse Agric.*, (41) 245-250
- Ellis M., Webb A J, Avery P J & Brown I: 1996. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. *Animal Science*, 62: 215-30.
- Evrem E, Esin E O, Ozlem H: 2015. Effect of 16 L: 8D photoperiod on growth performance, carcass characteristics, meat composition, and parameters of Pekin ducks. *Turkish Journal of veterinary and Animal Science*, 39:568-575.
- Foidl N., Makkar H P S & Becker K: 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses (45-76). In: Fuglie L. J (editor). The miracle tree: the multiple attributes of *Moringa* Wageningen: CTA; Dakar: CWS.-177p
- Gigaud V. & Combes S : 2009. Les atouts nutritionnels de la viande de lapin : comparaison avec les autres produits carnés. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27.
- Girard J P, Bout J, Salort D : 1988. Lipides et qualités des tissus adipeux et musculaires de porc : facteurs de variation. *Journées de Recherche Porcine en France*, (20) 255-278.
- Hajkhodadadi I, Moravej H, Shivazad M, Ghasemi H & Zareh-Shahneh A : 2014. Lysine requirements of female Japanese

- quails base on performance and carcass variables from twenty-One to Forty-Two days of age. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 4 (6), 629-635.
- Houria B: 2017. Évaluation de la qualité nutritionnelle et organoleptique des viandes blanches : cas de la Dinde et Poulet 81 p.
- Hussain J, Satyanarayana Reddy P V & Reddy V R: 1991. Utilisation of Leucaena leaf meal by broilers. *British Poultry Science*, 32 (5) 131-137.
- Iheukwumere F.C., Ndubuisi E.C., MaziE.A. & Onyekwere M.U: 2008. Performance, nutrient utilization and organ characteristics of broilers fed Cassava leaf meal 19 (*Manihot esculenta* Crantz). *Pakistan Journal of Nutrition*, 7 (3) 13-16.
- IPRAVI, 2016. http://www.ipravi.ci/presentation/20/Statistiques_fichier_joint_contenu_58.p
- Kakengi, A.M.V., Shen, M.N., Sarwart, S.V & Fujihara, T : 2003. Can Moringa oleifera be used as protein supplement to ruminant diet? *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 18 (1): 42-47
- Kakengi A M V, Shen M N, Sarwart S V, & Fujihara T : 2003. Can Moringa oleifera be used as protein supplement to ruminant diet ? *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 18 (4): 42-47.
- Ly J, Pok S & Preston T. R : 2001. Nutritional evaluation of tropical leaves for pigs: Pepsin/pancreatin digestibility of thirteen plant species. [En ligne] Accès Internet : <http://www.cipav.org.co/irrd13/5/1y135> (Page consultée le 23 Mars 2017).
- Makinde O J, Sekoni A A, Babajide S, Samuel I & Ibe E : 2013. Comparative response of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) fed palm kernel meal and brewer's dried grain based diets. *International Journal of Agriculture and Biosciences* 2 (3) : 217-220.
- Moëvi I., 2006 : Le point sur la couleur de la viande bovine. *Interprofession bétail & viande* Paris, 2006 ; 113 p.
- Moussa M M, Riry, Shata F H, Elklou K, Moustafa M EL, Youssef S F & Alghonimy A H: 2016. Effet of using germinated *Moringa oleifera* seeds on Japanese quail growth performance. *Animal Production Recherche Institue* 36 (5): 561-567.
- Mufwaya U P & Kiatoko M H : 2016. Effet de substitution de tourteau palmiste par le foin de Moringa oléifera dans la ration, sur la croissance de poulet de chair de souche ISA 715, *International Journal of Innovation and Applied Studies* 2028-2035
- Olawumi E O: 2015. House and sex interaction effects on body weight and linear measurements of Coturnix quails, *Animal and Veterinary Sciences* 3 (1) : 18-21
- Oludoyi I A & Toye A A: 2015. The effet of early feeding of Moringa oléifera leaf meal on the performance of broiler and pullet chick. *International Journal of Poultry Science*, 1 (6) 456-474
- Olugbemi T S, Mutayoba S K & Lekule F P: 2010. Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) Inclusion in cassava based diets Fed to broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 9 (4): 363-367 p.
- Peyman F, Yahya E, Habib A S, Naser MS & Alireza A: 2014. Effects of organic acids supplement on performance and gut parameters in male Japanese quail (*Coturnix Coturnix*). *Biological Forum an International Journal* 6 (5): 127-134.
- Pingel H., Knust U: 1993. Review on duck meat quality. C.R. WPSA 1 '1 Symposium Européen sur la Qualité de la Viande de Volaille, Tours, France, 43p
- Ricarda Mondry : 2016. Élevage des cailles en milieux tropical, Collection PRO-AGRO 32p
- Schreurs : 2000. Post-mortem changes in chicken muscle. *World's poultry science journal*, (16) 319-346.
- Seven I, Şimsek, UG, Gokçe Z, Seven PT, Arslan A & Yilmaz O : 2014. The effects of royal jelly on performance and fatty acid profiles of different tissues in quail (*Coturnix coturnix japonica*) reared under

- high stocking density. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 38 (5) 271-277.
- Soro Soronikpoho., 2016 : Influence d'un aliment granulé à base de fourrage paramètres zootechniques et l'état sanitaire de l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) d'élevage en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université Nangui Abrogoua (UNA), UFR SN Côte d'Ivoire, 215 p.
- Tendonkeng F., Boukila B., Beguidé A. & Pamo T.E: 2008. Essai de substitution du tourteau de soja par la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans la ration finition des poulets de chair. In : Conférence internationale sur le renforcement de la compétitivité en aviculture semi- industrielle en Afrique (CIASA) (4) 5-9, Dakar (Sénégal).
- Touraille C : 1990. Les performances de croissance et la qualité de la large white de viande et de porcs locaux élevés dans les tropiques. Symposium sur le porc chinois, Toulouse ;(12) 241-254.
- Yang R Y, Tsou S C S, Lee T C, Chang L C, Kuo G &Lai P Y : 2006. *Moringa*, une nouvelle plante riche en antioxydants, en fer biodisponible et en nutriments. *Chemistry. Social. Symposium. Série*, 925 (17) : 224-239.