

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministre De L'enseignement Supérieur et De La Recherche Scientifique  
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département d'agronomie



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

**Mémoire de fin d'études**  
En vue de l'obtention du diplôme de  
**MASTER en sciences agronomiques**  
**Option : Génétique et Reproduction Animale**

---

Etude des paramètres de conformation et de composition des œufs de la  
cane locale (*Anas platyrhynchos var domesticus*).

Utilisation de la régression automatique et le réseau de neurones  
artificiels.

Réalisé par

**ELMECHERI ASSIA**  
&  
**HAMMOU AMIRA**

Soutenu publiquement, devant le jury

FASSIH Aicha	MAA	Présidente	Université de Mostaganem
SEBAI Ali	Dr	Examineur	Laboratoire régional vétérinaire
DAHLOUM Lahouari	MCA	Promoteur	Université de Mostaganem

Ce travail a été réalisé au laboratoire pédagogique de l'Université de Mostaganem

Année universitaire 2021 /2022

## **Dédicace**

Je dédie ce travail à mon grand-père « Hammou **Sadek** »

A mon père « **Hammou Khelifa,** » Ma Maman chérie.

A ma sœur **Fatiha** et mes deux frères « **Djilali** » et « **Khalifa** »

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de  
santé et de réussite

Amira

## Dédicace

Les louanges sont à Allah seigneur des mondes qui ma comblée de grâce en me permettant d'achever en bonne santé ce modeste travail que je dédié :

A ceux que j'aime du fond de mon cœur, à qui je dois tant pour leur amour, leur support continu tout le long de cursus. Que ce travail soit le témoignage sincère et affectueux de ma profonde reconnaissance pour ce que vous avez fait pour moi, mes chers parents « **Elhocine, Fatima** »

A ma sœur et mes frères qui n'ont jamais cessé de me soutenir et de m'encourager aux moments les plus difficiles

A mes chers « **Hadjidjo, Amina, Ines, Fatima , Djoud et Elhocine** »

Je tiens à leurs exprimer toute ma reconnaissance et ma profonde

Gratitude

Assia

## *Remerciements*

---

Nos remerciements sont adressés à tous ceux qui nous ont soutenus pour atteindre ce résultat. A tous les enseignants qui ont contribué à notre formation universitaire ; En particulier, notre directeur de mémoire M . **DAHLOUM Lahouari**, pour sa présence, sa disponibilité, son soutien et ses conseils qui ont contribué énormément à la rédaction de ce mémoire. Nous tenons à remercier le **Dr. SEBAI Ali**, d'avoir accepté d'examiner notre travail et Mme. **FASSIH Aicha** qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury

## **Résumé**

L'objectif de cette étude consiste à certaines caractéristiques de la qualité interne et externe des œufs issus de la cane locale, et de modéliser le poids entier de l'œuf à partir de certains paramètres de conformation et de composition de l'œuf. Au total, 100 œufs frais ont été utilisés. Ces œufs ont été collectés au niveau de la région de Tiaret, nettoyés, numérotés puis pesés, pour évaluer leurs caractéristiques internes et externes.

Le poids moyen de l'œuf a été estimé à 58,7g, tandis que celui de la coquille, l'albumen et du vitellus ont été respectivement 5,73g, 31,40g et 21,57g. Les corrélations de Pearson entre les caractéristiques de la qualité interne et externe de l'œuf de cane ont été dans l'ensemble significatives ( $P < 0.01$ ), à l'exception du pH et la fraîcheur des œufs déterminée par les unités d'Haugh. Pour la prédiction du poids de l'œuf de cane, le test de qualité d'ajustement a été effectué pour comparer les performances prédictives par le réseau de neurones artificiels (RNA) et la régression linéaire automatique (RLA). Les valeurs du  $R^2$  étaient respectivement de 0,961 et 0,999 pour RNA et RLA. Ces résultats pourraient être utiles dans la conception et la mise en œuvre des programmes et stratégies de sélection pour l'amélioration du potentiel de production chez la cane locale.

**Mots clés :** cane locale, œuf, qualité, modélisation, sélection

## **Abstract**

The objective of this study was to evaluate some internal and external duck egg characteristics. A total of 100 fresh eggs were used in the current study. Duck eggs were collected from rural families in the province of Tiaret. The eggs were cleaned, and numbered to assess their internal and external characteristics. The average egg weight was 58.7g, while the average weight of the shell, the albumen, and the yolk were 5.73g, 31.4g, and 21.57g, respectively. The correlations values between internal and external quality characteristics of duck eggs were overall significant ( $P < 0.01$ ) with the exception of pH and Haugh units. For duck egg weight prediction, the goodness of fit test was performed to compare the predictive performance using Artificial Neural Network (ANN) and Automatic Linear Regression (RLA). The  $R^2$  values were 0.961 and 0.999 for RNA and RLA, respectively. These results could be useful in the design and implementation of breeding programs and strategies to improve the production potential of local ducks.

**Keywords:** Local duck, egg quality, modeling, genetic selection

## ملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو التنبؤ بالوزن الكلي للبيضة من الخصائص الكمية الأخرى للبيض من سلالة محلية من البط، لذلك تم جمع ما مجموعه 100 بيضة طازجة على مستوى منطقة تيارت. تم تنظيف البيض وترقيمه ووزنه ثم تحديد خصائصه الداخلية والخارجية. قدر متوسط وزن البيضة بحوالي 58.7غ، بينما بلغ متوسط وزن القشرة والزالل والصفار 73,5 غ و4,031غ و4,031غ على التوالي. كانت ارتباطات Pearson بين خصائص الجودة الداخلية والخارجية لبيض البط ذات دلالة ( $P > 0.01$ ) باستثناء وحدة pH. بالنسبة للتنبؤ بوزن بيضة البط ، تم إجراء اختبار الملاءمة لمقارنة الأداء التنبئي باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) والانحدار الخطي التلقائي (RLA). كانت قيم  $R^2$  0.961 و 0.999 ل RNA و RLA ، على التوالي. يمكن أن تكون هذه النتائج مفيدة في تصميم وتنفيذ برامج واستراتيجيات التربية لتحسين القدرة الإنتاجية للبط المحلي

**الكلمات المفتاحية:** البط المحلي ، جودة البيض ، النمذجة ، الانتقاء الجيني

# Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
<i>INTRODUCTION GENERALE</i> .....	1
<b>Chapitre 1</b> .....	3
1.1 Le secteur avicole en Algérie.....	4
1.1.1 <i>Types de filière avicole</i> .....	4
1.1.2 <i>Filière avicole industrielle</i> .....	4
1.2 <i>Evolution de l'aviculture en Algérie</i> .....	5
1.3 <i>Situation actuelle de la production avicole en Algérie</i> .....	6
1.4 <i>Dynamique des marchés avicoles en Algérie</i> .....	7
1.5 <i>L'aviculture familiale</i> .....	8
<b>Chapitre 2</b> .....	10
<b>A-Généralité sur l'élevage des canards</b> .....	11
1. <i>Variétés d'espèces et de races de volailles</i> .....	11
2. <i>Les races de canard les plus importantes en aviculture rurale</i> .....	11
<b>B-Structure et caractéristiques de l'œuf</b> .....	12
1. <i>Composition de l'œuf</i> : .....	12
2. <i>Facteurs de variation de la composition de l'œuf</i> : .....	15
3. <i>Critères de qualité de l'œuf</i> .....	17
<b>Chapitre 1</b> .....	19



<b>Chapitre 2.....</b>	<b>28</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>40</b>
<b>Références bibliographique .....</b>	<b>41</b>

## Liste des abréviations

**gr** : gramme

**µm** : micromètre

**CEE-ONU** : Communauté Economique Européenne- Organisation des Nations Unies.

**FAO** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

## Liste des tableaux

Tableau 1: Races de canards avec leur caractéristiques .....	12
Tableau 2: Les paramètres de poids et de conformation mesurés chez les œufs de cane (n=100).....	29
Tableau 3: Statistiques descriptives des paramètres de la composition interne des œufs de cane (n=100) .....	29
Tableau 4: Corrélations de Pearson entre le poids de l'œuf entier et les paramètres de conformation externe de l'œuf de cane (n=100) .....	31
Tableau 5: Corrélations de Pearson entre le poids de l'œuf entier et les caractéristiques de la qualité interne de l'œuf de cane (n=100).....	32
Tableau 6: Récapitulatif de traitement des observations par le RNA.....	34
Tableau 7: Récapitulatif du modèle RNA .....	34
Tableau 8: Paramètres statistiques des valeurs observées et prédites du poids du vitellus chez la cane locale .....	35
Tableau 9: Importance des variables indépendantes .....	36
Tableau 10: Importance fractionnelle de certaines variables pour la prédiction du poids du vitellus de la cane locale à l'aide de la modélisation linéaire automatique .....	38

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> structure interne de l'œuf .....	13
<b>Figure 2:</b> Les différents blancs d'œufs.....	14
<b>Figure 3:</b> Un pied à coulisse digital( $\pm 0.01$ mm).....	21
<b>Figure 4:</b> La numérotation des œufs de la cane locale .....	21
<b>Figure 5:</b> La pesée de l'œuf.....	21
<b>Figure 6:</b> Mesure de dimensions des œufs à l'aide du pied à coulisse.....	22
<b>Figure 7:</b> Mesure de la hauteur d'albumen épais .....	24
<b>Figure 8:</b> Mesure de la hauteur du vitellus .....	25
<b>Figure 9:</b> Mesure de diamètre de vitellus .....	25
<b>Figure 10:</b> pois de vitellus .....	25
<b>Figure 11:</b> Graphique du Réseau de Neurones Artificiel .....	33
<b>Figure 12:</b> Relation entre la valeur prédite et la valeur observée du poids du vitellus selon le modèle RNA.....	36
<b>Figure 13 :</b> Diagramme des valeurs prédites en fonction des valeurs observées .....	37

## INTRODUCTION GENERALE

La croissance de la consommation de produits animaux est supérieure au taux de croissance de la population (Steinfeld *et al.*, 2006). Ces deux facteurs conjugués renouvellent le débat traditionnel sur la couverture des besoins nutritionnels de la population et constitue un défi majeur pour les prochaines décennies. En Afrique en général, les sources de protéines animales sont devenues de plus en plus insuffisantes. L'aviculture reste une place de choix indispensable pour la couverture des besoins de la population en protéines d'origine animale en général et en œufs de consommation en particulier. La production mondiale d'œufs s'est élevée à près de 61 millions de tonnes en 2008 selon la FAO, ce qui correspond à environ mille milliards d'œufs sur la base de 16,4 œufs par kg (Magdelaine 2009, Magdelaine et al 2010). De ce fait, la production des œufs de consommation représente l'une des voies sur laquelle s'est engagée l'Algérie afin de subvenir aux besoins de sa population. L'Algérie compte de 6 à 7 milliards d'œufs par an, a souligné M. Boulenouar, estimant, en revanche, que « ces chiffres sont toujours loin de la moyenne mondiale ». Le contrôle qualité représente un défi de taille car tous les œufs ne vont pas dans le même panier. Avec les progrès des connaissances scientifiques en nutrition animale et en technologie et grâce à l'application de technologies de haute qualité, d'un système de contrôle automatisé et d'un système de contrôle de qualité moderne, le domaine de l'intelligence artificielle a réussi à implémenter des algorithmes de deeplearningen introduisant une plus grande souplesse dans les critères de tri.

Ce travail est organisé en deux grandes parties : La première partie consiste à une revue bibliographique divisée quant à elle en deux chapitres.

- Dans le premier chapitre, nous présenterons des généralités sur l'aviculture d'une manière générale, et l'aviculture traditionnelle (familial), en particulier.
- Le second chapitre, quant à lui, comporte des notions générales sur le canard, et les caractéristiques de son élevage.

Pour ce qui concerne la partie expérimentale, celle-ci est divisée en 2 chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présenterons les différentes démarches expérimentales mises en œuvre pour étudier la qualité des œufs issus de la cane locale.

Le deuxième chapitre regroupe l'ensemble des résultats obtenus à l'issue des travaux réalisés. Au final, une conclusion générale et des perspectives donnant des pistes pour des travaux futurs seront suggérées.

**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## *Chapitre 1.*

---

### **Importance et évolution du secteur avicole en Algérie**

## **1.1 Le secteur avicole en Algérie**

### **Introduction**

La filière avicole en Algérie est l'une des activités les plus importantes en ce qu'elle représente comme apport protéique et également source de revenu de beaucoup de familles. De par le nombre d'emplois qu'elle génère en amont et en aval, on peut dire que cette activité constitue aujourd'hui le réservoir d'une main d'œuvre agricole qui avoisine le nombre d'un million d'emplois, elle permet aussi la réduction de la pauvreté et de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (*Unité Progrès Justice, 2011 ; Zoubar, 2014*).

#### **1.1.1 Types de filière avicole**

La filière avicole est constituée de deux types d'aviculture complémentaires : l'aviculture traditionnelle est pratiquée dans tous les villages. L'aviculture moderne est pratiquée dans les centres urbains et périurbains (*FERRAH A., 2004*).

#### **1.1.2 Filière avicole industrielle**

Face à la hausse rapide de la consommation mondiale de viande de volaille et afin de s'inscrire dans la perspective d'un développement durable, l'aviculture a connu et connaîtra encore de profondes mutations. L'expansion rapide de l'élevage intensif de souches hybrides, génétiquement uniformes, se réalise au détriment des races locales de poules. Ces dernières constituent pourtant un outil central du développement socio-économique rural dans diverses régions du monde (*Moula et al., 2012*).

L'Algérie, comme la plupart des pays en développement a connu l'industrialisation des filières agro-alimentaires et la mise en place d'une aviculture intensive afin de combler le déficit du pays en protéines animales. Ce programme a été imposé par une demande en produits d'origine avicole (viandes blanches et œufs de consommation) en accroissement constant du fait du renchérissement des prix de la viande rouge, l'incapacité de la production fermière d'y répondre et surtout à l'amélioration des performances de croissance et de reproduction. Cette orientation s'est fondée sur l'offre de produits avicoles à prix raisonnables et accessibles aux différentes couches sociales (*Kaci et Boudouma, 2011 ; Ladjouzi et al., 2011*).



L'aviculture moderne est incontournable pour satisfaire la demande croissante de court terme des grosses agglomérations urbaines en viande et en œufs. C'est une entreprise industrielle conduite par un professionnel, selon des techniques appropriées, dont il tire son revenu. Elle est caractérisée par la grande taille de l'exploitation, des races performantes, des poulaillers aux normes, l'application des mesures sanitaires et l'adoption d'un management rationnel. Le développement du secteur offre une opportunité d'ouverture vers l'extérieur (*Filière Aviculture Moderne, 2004*).

## **1.2 Evolution de l'aviculture en Algérie**

Durant les années 60, l'aviculture algérienne était de type fermier, familial, sans organisation particulière, dont les faibles productions étaient réservées à l'auto consommation (*Filière Aviculture Moderne, 2004*). Le pays a vécu, dès 1969, une amorce d'un programme de développement des productions animales, dont l'aviculture, par la création de structures visant à organiser la production (*Filière Aviculture Moderne, 2004*).

Différents aménagements ont été réalisés à partir de 1980, l'activité avicole, prédominée par le secteur public jusqu'aux années 90, a vu, depuis, l'émergence du secteur privé qui représente 80% du marché des producteurs de poulets et dindes de chair, 99% des producteurs d'œufs, 70% des accoueurs et des fabricants d'aliment de volailles. En 20 ans, le secteur est passé d'un seul acteur, l'État, à des milliers d'intervenants privés dans les secteurs stratégiques de l'agriculture et de l'agroalimentaire (*Ichou, 2012*).

A partir de l'an 2000, le lancement du Programme Nationale du Développement Agricole (PNDA) visait la dotation en moyens indispensables, toujours dans le même objectif, de garantir aux consommateurs des produits avicoles de qualité et à des prix abordables en maintenant son pouvoir d'achat (*Ichou, 2012*). En tout, l'aviculture en Algérie est passée par les étapes suivantes :

- 1970 à 1994 : période d'évolution progressive ;
- 1994 à 1997 : période caractérisé par une chute libre affectées par la réforme profonde de la structure de la filière avicole ;
- 1997 à 2004 : période de redressement caractérisé par de grands investissements des privés.
- (*Belouam, 2001 ; Beghmam, 2006*).

Les résultats enregistrés et l'engouement des différents opérateurs permettront incontestablement d'aboutir à une professionnalisation des différents acteurs et l'émergence d'une filière intégrée, et les objectifs assignés en matière de protection du revenu des aviculteurs, des écurisation et de stabilisation du marché ainsi que la protection du pouvoir d'achat des consommateurs seront forcément atteints (*Ichou, 2012*).

A travers une enquête auprès de 100 éleveurs de la région de Médéa, il s'est avéré que les contrats informels entre les acteurs de la filière avicole (éleveurs, collecteurs, abattoirs et tueries, fournisseurs d'intrants et la banque) constituent une solution incontestable pour la stabilisation des approvisionnements et la régulation de la filière. L'essentiel des approvisionnements des viandes blanches de la région est assuré par les petits éleveurs. Les acteurs de la filière sont à la fois présents sur plusieurs segments : 23% des éleveurs fabriquent leur propre aliment et approvisionnent d'autres petits élevages ; 58% des éleveurs s'approvisionnent à moyen de crédit fournisseur (*Kheffache et Laribi, 2012*).

La production avicole nationale évolue dans le cadre d'une filière peu compétitive et dépendante de l'étranger du point de vue de son approvisionnement en intrants.

La mise en œuvre des réformes économiques ont eu des répercussions négatives sur les performances techniques et économiques des élevages avicoles : les prix élevés des aliments (entre 4000 et 4500 DA / Quintal) ajoutés à la faiblesse des indices de production (149 en moyenne), entraînent des coûts de production moyen relativement élevés par rapport à d'autres contextes (*Kaci et al., 2012*).

### **1.3 Situation actuelle de la production avicole en Algérie**

Durant les trois dernières décennies, la filière avicole algérienne a connu l'essor le plus spectaculaire parmi les productions animales. L'offre en viandes blanches est passée de 95000 à 300000 tonnes entre 1980 et 2010 (*Kaci et Cheriet, 2013*) et plus de 3 milliards d'œufs de consommation par an. Elle est constituée de 20 000 éleveurs, emploie environ 500 000 personnes et fait vivre environ 2 millions de personnes. Enfin elle importe 80% des 2.5 millions tonnes d'aliment (maïs ; tourteaux de soja et CMV), 3 millions de poussins reproducteurs, des produits vétérinaires et des équipements (*Ayachi, 2010*). Cette situation résulte de la politique de développement lancée par l'état depuis deux décennies et visant l'autosuffisance alimentaire en protéine animale. Le modèle d'élevage adopté par notre pays est un modèle d'élevage intensif basé sur la technologie moderne, une organisation de la production et une planification rigoureuse. Cependant, la dépendance de notre aviculture du

marché extérieur de l'aliment, du médicament et de l'équipement demeure le principal handicap au développement de l'aviculture algérienne, ajouté à cela l'augmentation des charges, le désengagement de l'état et les fluctuations de la commercialisation. Ceci a poussé bon nombre d'éleveurs à changer de profil, ce qui laisse le secteur avicole actuellement en crise (Ayachi, 2010).

Actuellement en Algérie, le fonctionnement du secteur reste en dessous des normes internationales. Ceci aboutit à des surcoûts à la production et influe sur les prix à la consommation.

Chaque année, la filière avicole est marquée par une instabilité chronique des prix, ce qui entrave toute tentative de planification rigoureuse des objectifs dévolus. La sortie de la crise de cette filière, sa modernisation et son adaptation aux nouvelles relations mondiales exigent une nouvelle réorganisation de la filière dans son ensemble et surtout il faut opter pour une stratégie d'intégration vers l'aval et ce, en mettant en place des entreprises d'abattage. Ceci pourrait marquer une nouvelle étape de l'industrie avicole. C'est autour des abattoirs que la filière avicole pourrait commencer à s'organiser et s'industrialiser (Kaci et Cheriet, 2013).

#### **1.4 Dynamique des marchés avicoles en Algérie**

L'analyse dynamique des marchés des produits avicoles au cours du premier trimestre de l'année 2015 (T1.2015) a montré la spécificité d'un marché instable, attestant de la fragilité de ces filières qui restent dépendante en majorité du marché international en intrants alimentaires (Maïs /soja) et autres additifs et produits vétérinaires, ainsi qu'aux matériaux biologiques (poussins et œufs à couver) qui nécessitent la mobilisation de ressources importantes en devises (ITELV, 2015).

En effet, en comparaison trimestrielle, les prix du poulet de chair ont enregistré des tendances à la baisse au cours de ce premier trimestre de l'année 2015 par rapport au quatrième trimestre de l'année 2014 (T4.2014) tant au niveau de la production, de l'abattage que des prix au détail. Même constat est observé pour l'œuf de consommation, ou on a enregistré une légère diminution des prix aux stades de la production et du détail, due à une disponibilité de ce produit en quantité suffisante sur les marchés durant les mois de février et mars 2015 (ITELV, 2015).

Le fait saillant enregistré durant ce premier trimestre de l'année 2015, c'est la stabilité des prix du poulet aux différents stades de la filière, notamment durant les mois de février et mars. Cette disponibilité des poulets sur les marchés est due aux mises en place effectuées durant les mois de décembre 2014 et janvier 2015. Idem pour la filière ponte, après les réformes enregistrées durant les mois de novembre et décembre 2014, de nombreux éleveurs ont procédé à la mise en place de nouvelles bandes de pondeuses durant le mois de janvier 2015, et un pic de production relevé au mois de février et mars (*ITELV, 2015*).

Malgré une stabilité relative des prix des produits avicoles, il faut signaler que les éleveurs des filières « chair et ponte » n'arrivent toujours pas à s'organiser en groupements d'intérêts communs (G.I.C), une initiative qui tarde à se concrétiser sur le terrain depuis plusieurs mois et l'interprofession avicole doit travailler dans ce sens en concertation avec l'ensemble des acteurs afin de coordonner encore plus leurs efforts pour « booster » cette filière dans le sens du professionnalisme(*ITELV, 2015*).

Il est important aussi de rappeler : l'introduction depuis 2007 en Algérie des grands parentaux « Chair ». La production de poussins reproducteurs « chair » couvre aujourd'hui environ 30% des besoins nationaux, c'est une satisfaction pour le secteur avicole qu'il va falloir encourager, car le problème du processus des remontées des filières est resté longtemps dépendant en totalité de l'étranger (*ITELV, 2015*).

### **1.5 L'aviculture familiale**

L'élevage a été et reste dominé par des exploitations familiales. Jusqu'aux années 1960 et aux premières années de la décennie 1970, la production de volailles ne constituait qu'une partie des activités des exploitations mixtes, où l'on trouvait en même temps des cultures et l'élevage de différentes espèces animales. La nourriture des animaux était cultivée dans l'exploitation ou achetée localement, et les rejets des animaux étaient retournés à la terre comme engrais. Seul un très petit nombre d'exploitations de ce genre existe encore dans l'Union Européenne. En effet, les exigences croissantes du marché, les perfectionnements du matériel génétique et des équipements agricoles et la disponibilité d'aliments pour animaux relativement bon marché ont poussé les exploitants à se spécialiser. En conséquence, les effectifs des troupeaux et la taille des exploitations ont augmenté, et l'élevage intensif a commencé (*Document de référence, 2003*).

Générer un revenu est le but primaire de l'élevage avicole traditionnel. L'activité est financièrement rentable malgré sa faible productivité. La création de revenus de l'aviculture

traditionnelle vient de la vente des œufs et du poulet vivant. Le revenu issu de la vente des produits avicoles permet aux familles d'assurer la couverture de certains besoins matériels et de faire face à des dépenses. Dans les pays en voie de développement, la volaille représente une des rares opportunités d'épargne, d'investissement et de protection contre le risque. Elle constitue un revenu pour les couches les plus vulnérables de la société à savoir les femmes (70%) et les enfants qui pratiquent majoritairement cet élevage. L'aviculture rurale contribue substantiellement à la sécurité alimentaire et à l'allègement de la pauvreté (*Ossebi, 2011*). À l'instar de ce qui a été relevé au niveau mondial, l'accroissement de la disponibilité en protéines animales a été bien davantage axé sur les monogastriques, à un rythme plus de deux fois supérieur à celui des ruminants (*Hammouche et al., 2011*). Ces protéines sont capitales pour l'équilibre alimentaire des enfants et des femmes enceintes qui devraient en consommer une dizaine de gramme/jour (*Ossebi, 2011*).

L'élevage de poulet villageois est rare sur le marché et coûte plus cher que le poulet importé. Sa rusticité lui confère un avantage exceptionnel lui permettant de résister aux conditions d'élevage et de climat difficiles. La promotion de leur élevage et l'amélioration graduelle de leurs performances zootechniques peuvent être facteurs à la fois de développement économique et de sauvegarde de la biodiversité (*Halbouche et al., 2009*).

## **Chapitre 2**

---

# **Généralités sur l'élevage du canard**

## **A-Généralité sur l'élevage des canards**

### **1. Variétés d'espèces et de races de volailles**

Toutes les espèces de volaille sont utilisées dans le monde par les petits exploitants. Sous les tropiques, les plus importantes sont : la poule, la pintade, le canard (y compris le canard de Barbarie), le pigeon, la dinde et l'oie. Des souches locales sont utilisées, mais la plupart des espèces ne sont pas autochtones. La pintade (Numididae) est originaire d'Afrique Occidentale, le canard de Barbarie (Cairinoschata) d'Amérique du Sud, le pigeon (Columba Livea) d'Europe, le dindon (Meleagrididae) d'Amérique latine, le faisan (Phasianidae) d'Asie, le canard commun (Anas) d'Europe et l'oie (Anser) d'Asie.

### **2. Les races de canard les plus importantes en aviculture rurale**

Le canard présente plusieurs avantages par rapport aux autres volailles, en particulier sa résistance aux maladies. Il est robuste, très bon utilisateur de fourrage et facile à conduire en troupeau, particulièrement dans les terrains humides. En Asie, la production de canard est, en grande partie, associée à la riziculture irriguée en zones tropicales humides. Un autre avantage est le fait que la cane pondre la majorité de ses œufs dans les trois heures suivant le lever du soleil, au lieu de cinq pour la poule.

Ceci permet au canard de déambuler dans les champs de riz pendant toute la journée, et de rester enfermé pendant la nuit. Comparé aux autres volailles, le canard présente le désavantage de gaspiller beaucoup de nourriture lorsqu'il est élevé en claustration avec des aliments composés équilibrés. Ceci provient de son bec en forme de pelle. Il est donc moins bon transformateur ce qui augmente le prix de son œuf et de sa viande par rapport aux gallinacés. (Farrell, 1986). Les plumes et le duvet de canard peuvent positivement contribuer au revenu. Les diverses races de canards sont généralement regroupées en 3 classes :

- Œufs
- Ornementales
- Viande
- Ou plusieurs fins.

Ces dernières se retrouvent rarement en aviculture familiale. Les races à viande principales sont représentées par le Pekin, le Barbarie, le Rouen et l'Aylesbury. Les races à œufs comprennent le Tsaiya brun taïwanais, le Grand Patero, le Coureur indien de Malaisie et le Khaki Campbell anglais. Toutes ces races pondeuses proviennent du Mallard à tête verte

(*Anas platyrhynchos platyrhynchos*). La production moyenne d'œufs tourne autour de 70 pour cent (cane/jour). Le Coureur Indien, le Khaki Campbell, le Pékin et le Barbarie sont les races les plus importantes en aviculture rurale.

**Tableau 1:**Races de canards avec leurs caractéristiques

<b>Caractéristiques : Race /</b>	<b>Couleur Plumage</b>	<b>P,V, Kg mâle / femelle</b>		<b>Couleur œuf</b>
Pékin	blanc	4.1	3.6	blanc/ bleu vert
Barbarie	blanc/noir	4.5	3.0	blanc/vert crème
Coureur Indien	blanc	2.0	1.8	blanc/ blanc crème
Khaki Campbell	brun/ khaki	2.0	1.8	blanc
Mallard	«	1.4	1.1	bleu-vert/tacheté

### ***B-Structure et caractéristiques de l'œuf***

Le mot « œuf », au sens courant, désigne le produit de la ponte des femelles des reptiles, poissons, batraciens ou encore des oiseaux, dont les poules. L'œuf d'oiseau est entouré d'une coquille solide et s'il a été fécondé, un oisillon en sort après quelques semaines de couvaion. Ainsi l'œuf non fécondé pondu par une cane qui ne s'est jamais accouplée avec un canard n'est pas vraiment un œuf, mais plutôt un ovocyte même s'il est entouré d'une coquille.

Pour toutes les espèces, les œufs contiennent en général des quantités importantes de réserves qui servent à nourrir l'embryon. (Baron et al, 2017).

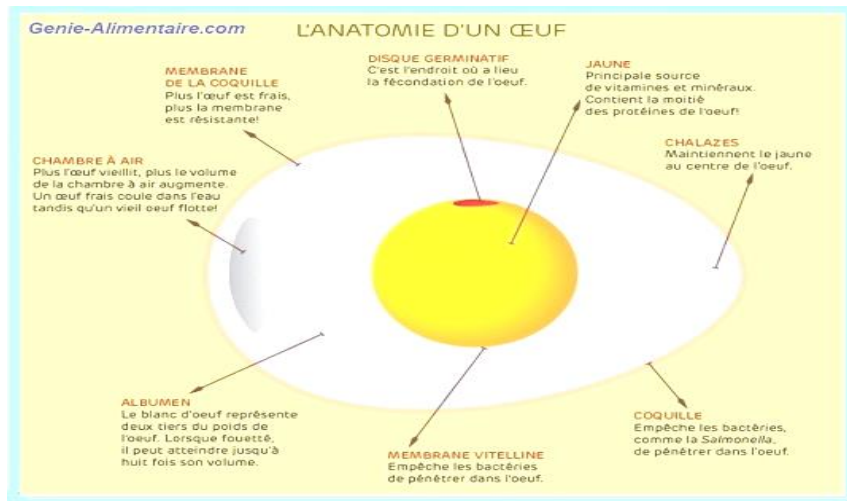
#### **1. Composition de l'œuf**

Les principales parties de l'œuf sont le jaune ou vitellus, le blanc ou albumen, les membranes coquillières qui délimitent la chambre à air, et la coquille recouverte d'une cuticule.

##### ***1.1. La coquille***

L'œuf possède une coquille dure (environ 10% du poids de l'œuf) de forme ovale, de couleur blanche ou entre crème et brun. La coquille protège l'embryon et permet les échanges gazeux nécessaires à sa respiration car elle est poreuse. Une enveloppe protéique (le cuticule) recouvre la totalité de la coquille et obture les pores, limitant les pertes en eau et empêchant la pénétration des microorganismes extérieurs (Florence Baron et al ,2017).Elle est composée de 1.6 % d'eau, 95.1% de minéraux et 3.3 % de matière organique (Nau et al., 2010).





**Figure 1:** structure interne de l'œuf

### **1.2. Les membranes coquillières et la chambre à air**

Les membranes coquillières constituent les couches les plus internes de la coquille. Elles sont au nombre de deux et entièrement constituées de matière organique. La membrane coquillière interne d'environ 20 µm d'épaisseur, se suit au contact du blanc d'œuf. C'est à partir de la membrane coquillière externe environ 50 µm que la minéralisation de la coquille est initiée (Nau et al., 2010). La chambre à air formée par l'espace laissé libre entre la coquille et la matière blanche, ducôté le plus volumineux de l'œuf (A. Bautte, 2012).

### **1.3. Le jaune d'œuf (Vitellus)**

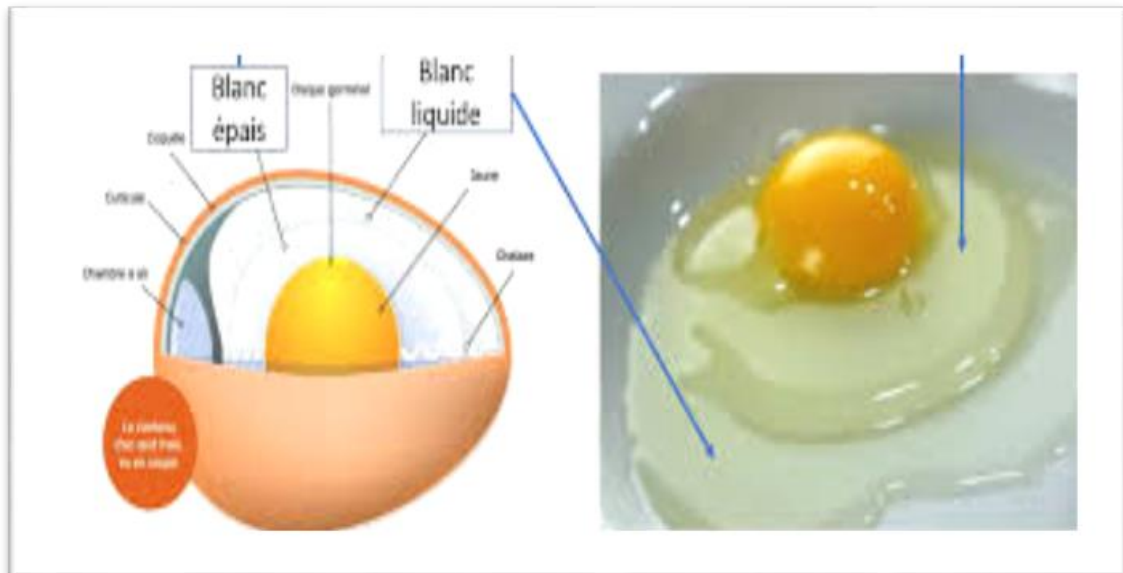
Le jaune (environs 30% du poids totale de l'œuf), c'est une véritable réserve nutritionnelle pour l'embryon. À la surface du jaune, on peut voir un disque clair d'environ 3mm : c'est le disque germinal qui contient les chromosomes femelles et correspond au cite de multiplication de l'embryon quand l'œuf a été fécondé. (Florence Baron et al ,2017). La coloration du jaune est directement liée à l'alimentation ; plus l'aliment est riche en caroténoïdes ou de la quantité de caroténoïde consommée est plus grande plus le jaune sera foncé pouvant aller jusqu'au rouge (Nau et al., 2010). Il est constitué de nombreux globules lipidiques. Il est contenu à l'intérieur d'une très fine membrane appelée membrane vitelline (Sauveur, 1988). Il est composé des protéines, des glucides et des minéraux, lipides (sous forme lipoprotéine). Le pH du jaune d'œuf est inférieur ou égale à 6 (Nathier Dufour, 2005).

#### 1.4. Le blanc d'œuf (Albumen)

Le blanc (environ 60% du poids de l'œuf), est une solution de protéines dans l'eau, il n'est pas un milieu homogène. Il se subdivise en plusieurs couches qui se distinguent par leur viscosité (Florence Baron et al., 2017). Le blanc liquide externe (23 % du blanc total), qui est au contact des membranes coquillières, il constitue la zone qui s'étale rapidement lorsque l'œuf est cassé sur une surface plane. Le blanc épais (57 % soit 20 g du blanc total), qui se présente sous forme de gel attaché aux deux extrémités de l'œuf. Le blanc liquide interne (17 % ou 6 g du blanc total), qui est au contact du jaune et entouré du blanc épais. L'albumen est une solution aqueuse de protéines, de sucres et de sels minéraux. Il est quasiment dépourvu de lipides que l'on retrouve seulement à l'état de traces (Sauveur, 1988). Le blanc d'œuf contient du gaz carbonique qui joue un rôle fondamental en contrôlant le Ph.

#### 1.5. Les chalazes

Les chalazes, sont des sortes de filaments spiralés allant du jaune vers les deux extrémités de l'œuf à travers le blanc épais et qui assurent la suspension du jaune dans la position centrale de l'œuf, leur rupture conduit à une adhérence du jaune aux membranes coquillières (Sauveur, 1988).



**Figure 2:** Les différents types de blancs d'œufs

## ***2. Facteurs de variation de la composition de l'œuf***

### ***2.1. Effet de l'origine génétique des animaux et de la sélection :***

La taille et le poids de l'œuf dépendent notamment de la race, Ainsi les races naines pondent des petits œufs d'environ 28g, alors qu'une pondeuse classique produit des œufs de 60g en moyenne. Au-delà de la taille, les œufs peuvent fortement varier par la couleur de leur coquille. Ce critère dépend exclusivement de la génétique. (Florence Baron et al, 2017).

Il existe certaines souches spécifiques qui sont capables de produire plus de 300 œufs par ans. Une sélection visant à augmenter le nombre d'œuf va se traduire par une légère diminution de la part du jaune et une légère augmentation de celle du blanc (Sauveur, 1988).

### ***2.2. Effet du mode d'élevage***

Une dizaine d'études effectuées entre 1975 et 1985 en Europe ont démontré que le mode de production n'affecte pratiquement pas la composition de l'œuf, les œufs fermiers peuvent avoir des caractéristiques organoleptiques variables mais pas forcément meilleures, en plus ce sont eux qui présentent la qualité bactériologique la moins bonne (Sauveur B, 1988). On désigne essentiellement ici par « mode d'élevage » le type de logement. Il peut s'agir, dans tous les cas d'élevages rationnels :

- De cages placées dans un bâtiment muni ou non de fenêtres.
- D'un élevage au sol (habituellement sur litière et caillebotis ou sur litière seule) à l'intérieur d'un bâtiment.
- D'un élevage au sol avec parcours faisant appel à un bâtiment ouvert sur un parcours extérieur (Protais, 1988).

### ***2.3. Effet de l'alimentation***

Certains constituants des aliments influencent directement leur teneur dans l'œufs : c'est le cas des acides gras et des nutriments présents en quantité mineure tels que les vitamines ou les oligo-éléments mais aussi de caroténoïdes du jaune, la modification du mode de distribution ou de la composition de l'aliment au cours de la journée peut affecter la production et la qualité de l'œufs (Bouvarel et al., 2010). Ainsi, la coloration du jaune est directement liée à l'alimentation puisque due aux pigments caroténoïdes ou de la quantité de caroténoïde consommée (Sauveur, 1991).

Grâce à l'apport de calcium qu'elle procure, il est évident que l'alimentation influe directement sur la qualité de la coquille. Pour obtenir des œufs plus gros, on peut augmenter la ration en protéines/poule présente en rapport avec la consommation de méthionine +cystine

et d'énergie (Anonyme 9, 2004). Il est conseillé de distribuer 4g de calcium par sujet et par jour en plus du carbonate de calcium incorporé dans l'aliment, cette distribution s'avère être d'autant plus efficace lorsqu'elle est effectuée le soir permettant de consommer du calcium indépendamment des autres aliments (Bougon et al, 1986 cités par Protais J, 1988) La nature de l'aliment fournit aux volailles et surtout sa composition vont influencer directement sur la qualité de l'œuf, voici quelques exemples :

- Un abaissement du taux protidique alimentaire va entraîner une réduction du poids de l'œuf portant davantage sur le blanc (Sauveur B, 1988).
- Un régime déficient en lipides et notamment en acide linoléique peut faire diminuer le poids de l'œuf de 10g, les besoins sont couverts par un apport quotidien de 01g (Sauveur B, 1988).
- L'incorporation de sucre en substitution d'amidon permet d'augmenter significativement le poids du jaune (Sauveur B, 1988).
- La supplémentation des régimes en magnésium, manganèse, zinc, iode, sélénium peut augmenter la teneur du blanc en ces éléments alors que la teneur en fer est plus stable (Sauveur B, 1988).
- La teneur en pigments du régime alimentaire contrôle directement la coloration du vitellus, et en fonction de la préférence des consommateurs le degré de pigmentation peut être choisi en fonction de la quantité mais aussi de la nature des caroténoïdes choisis (Protais J, 1988).
- Les vitamines subissent beaucoup de variations au niveau de l'œuf, elles concernent aussi bien les vitamines hydrosolubles, que les vitamines liposolubles, Le transfert de certaines vitamines (A et B) à l'œuf semble être légèrement augmenté par l'utilisation de certains antibiotiques, à l'opposé il est réduit en présence de grandes quantités de pigments (Naber EC, 1979 cité par Sauveur B, 1988)

#### ***2.4. Effet de la productivité des pondeuses***

Une étude a démontré qu'en présence du lot le plus productif de la même lignée, on constate que la qualité de la coquille est réduite, par contre la qualité de l'albumen mesurée en unités Haugh est améliorée ce qui confère à l'œuf un pouvoir moussant plus stable (Bougon et al, 1981 cités par Protais J, 1988).

#### ***2.5. Effet de la température***

Lorsque le poids de l'œuf diminue en réponse à une température supérieure à 28-30°C, cette réduction porte sur tous les compartiments de l'œuf et seul le pourcentage final de

coquille est réellement réduit, les parts de blanc et de jaune sont assez peu modifiées, chacun contribuant à la réduction totale dans une proportion proche de sa part initiale (Sauveur, 1988).

## ***2. Critères de qualité de l'œuf***

Les œufs sont classés et commercialisés en fonction de leur qualité au mirage d'une part, et de leur poids d'autre part. Le mirage permet d'observer :

- Les fêlures, les micro- fêlures, ou toute rupture de la coquille.
- La localisation et la dimension de la chambre à air.
- L'aspect du vitellus, de l'albumen, et des chalazes.
- La présence de grosses inclusions (taches de sang et/ou de viande).

Durant cette manipulation, les œufs présentant des coquilles fêlées, tachées de sang ou de déjections seront déclassés ou écartés et destinés aux casseries (Protais J, 1988). La qualité de l'œuf produit est un déterminant important de son devenir commercial et de sa valorisation, elle est appréciée par différents critères (Nau, 2010).

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

## **Chapitre 1**

---

# **MATERIELS ET METHODES**

### **1. Zone d'étude**

La présente étude a été réalisée dans deux régions de la wilaya de Tiaret. Un total de 100 œufs de canard a été collecté et transporté au laboratoire de l'Université de Mostaganem pour être analysé.

### **2. Objectif de l'étude**

La présente étude a été menée pour décrire les caractéristiques des œufs issus de la cane locale en termes de conformation et composition, ainsi de trouver les corrélations Phénotypiques entre les paramètres morpho-pondéraux et la composition interne de l'œuf, puis réduire le nombre élevé des paramètres en appliquant des modèles d'analyse statistique pour élaborer à la fin un modèle qui sert à prédire le poids de l'œuf.

### **3. Matériel utilisé**

Le matériel utilisé pour l'étude de la détermination de la qualité interne et externe des œufs est le suivant :

- Une balance électronique de haute précision (précision  $\pm 0,0001g$ ).
- Un PH mètre (avec une précision de  $\pm 0,01$ ) pour la mesure du ph de l'albumen et le vitellus.
- Des béchers de 50 ml ont été utilisés lors de la pesée de certains constituants de l'œuf.
- Un pied à coulisse digital a été utilisé pour mesurer certaines dimensions.
- Un ruban à mesurer « en fibre ».
- Une table en verre, sur laquelle l'œuf est cassé pour faire les différentes mesures à étudier.
- Une raclette a été utilisée pour nettoyer la table en verre de l'œuf après l'achèvement de la mesure de la qualité.
- Un réfrigérateur pour stocker les œufs et une glacière pour les conservés lors du transport.
- Un couteau, un cutteur et du papier absorbant.

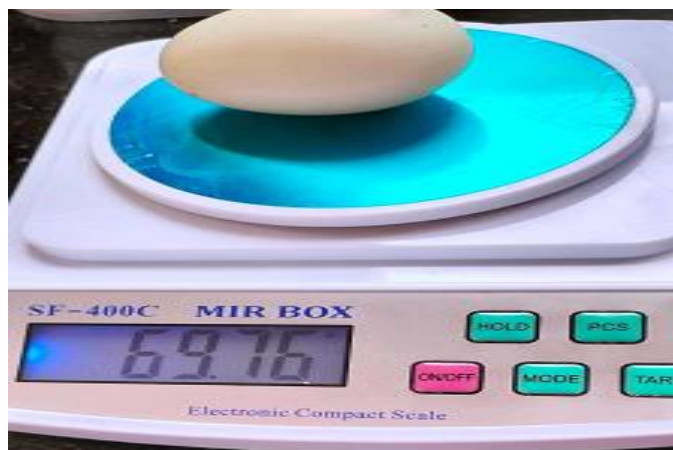




**Figure 3:** Un pied à coulisse digital( $\pm 0.01\text{mm}$ )



**Figure 4:** La numérotation des œufs de la cane locale



**Figure 5:** La pesée de l'œuf

## 4. Etude des paramètres de poids et conformation externe des œufs

### 4.1. Détermination du poids de l'œuf

Après le nettoyage des œufs avec l'eau puis le séchage avec du papier absorbant, la vérification de l'intégrité des coquilles a été faite pour sélectionner que les bons œufs. Ils ont été numérotés, puis pesés individuellement à l'aide d'une balance électronique de haute précision (0.1g) selon la méthode de Casiraghi et al(2005).

### 4.2 La circonférence de l'œuf

La longueur et le diamètre de chaque œuf ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse électronique ( $\pm 0,01\text{mm}$ ), tandis que la circonférence a été déterminée à l'aide d'un mètre ruban selon la méthode de (Gwaza et Elkanah, 2017).



**Figure 6:** Mesure de dimensions des œufs à l'aide du pied à coulisse

### 4.3. Détermination de la surface et le volume de l'œuf

Ces deux paramètres peuvent être utilisés également pour prédire le poids des futurs poussins, la capacité d'éclosion, les caractéristiques de qualité de la coquille et l'intérieur de l'œuf (Zhou et al., 2008).

Le volume de l'œuf a été calculé selon Preston (1974), tandis que la surface de l'œuf, celle-ci a été déterminée selon l'équation de Thompson et al. (1985).

$$V = \pi/6 * LD_{\text{max}}$$

$$S = 4.67*(P^{2/3})$$

V : volume de l'œuf ; S : Surface de l'œuf ; D : largeur de l'œuf (diamètre petit axe : mesuré à l'équateur) (mm) ; L = longueur de l'œuf (grand axe) (mm) ; P = poids d'œuf entier (g).

#### 4.4 Indice de forme

L'indice de forme est une caractéristique physique ayant pour objectif la caractérisation de la géométrie de l'œuf (Nys, 2010). L'indice de forme de chaque œuf a été calculé en utilisant la largeur et la longueur de l'œuf à l'aide de la formule décrite ci-dessous (Egahi et al. 2013 ; Xiao et al., 2014 ; Hanusová et al., 2015)

$$IF = D/L * 100$$

IF = indice de forme ; D = largeur de l'œuf (diamètre petit axe : mesuré à l'équateur) (mm) ; L = longueur de l'œuf (grand axe) (mm).

#### 5. Les composants internes de l'œuf de cane

Après le cassage de l'œuf, ces composants internes ont été déposés sur une surface plane en verre et à l'aide d'un pied à coulisse, ont été déterminés :

- La hauteur du blanc (placé verticalement à un centimètre du contour du jaune)
- La hauteur et le diamètre du jaune et l'épaisseur de la coquille Une fois séparés
- Le poids du blanc et celui du jaune ont déterminé ainsi que le poids de la coquille à l'aide d'une balance ( $\pm 0,1$  g).
- La proportion (%) du blanc d'œuf selon la formule : *(poids du blanc/ poids de l'œuf entier) x 100.*
- La proportion (%) du jaune d'œuf selon la formule : poids du jaune / poids de l'œuf entier) x 100.
- Le ratio (Jaune/Blanc) a été également calculé comme suit : Ratio (jaune /blanc) = (poids du jaune/ poids du blanc) x 100
- Les unités Haugh (HU) ont été déterminées à partir de la hauteur du blanc et le poids de l'œuf entier suivant la formule de Silversides (2004) ci-dessous :  
 $HU = 100 \log (H - 1,7 W^{0,37} + 7,57).$
- Les proportions du blanc, du jaune ont été également calculées en divisant le poids de chaque composant par le poids de l'œuf entier.
- Mesure de l'index vitellinique : L'index vitellinique est le rapport entre la hauteur du vitellus et son diamètre. Il est donné par la formule suivante :
- 

$$\text{Indexvitellinique (I. V.)} = \frac{\text{Hauteurvitellinique(HV)}}{\text{Diamètrévitellinique (DV)}}$$

La mesure de la hauteur du vitellus a été faite par une piqûre verticale au milieu du vitellus, à l'aide d'un cure-dent et sa lecture par comparaison de cette hauteur sur une règle graduée. Quant à la mesure du diamètre, elle était immédiatement lue sur le papier millimétré au travers de la plaque de verre. L'intérêt de la mesure de l'I.V. se situe dans le fait qu'il permet de juger de l'état physique du vitellus, ce qui donne une idée quant au vieillissement de l'œuf

- Mesure des unités de Haugh (fraîcheur des œufs) : L'examen ultime de chaque œuf consistait à mesurer les unités de HAUGH. Ces derniers permettent d'apprécier la consistance de l'albumen, et avoir des indications sur l'état de fraîcheur de l'œuf ou de son évolution. La formule permettant de mesurer les unités de Haugh est la suivante :

$$\text{Unités Haugh (UH)} = 100 \log (H - 1,7P0, 37 +$$

**P** : le poids de l'œuf entier (g).

**H** : la hauteur de l'albumen (mm).

- La mesure du P<sup>H</sup> a été réalisée à l'aide d'un P<sup>H</sup>-mètre de marque HANNA. Après chaque mesure, l'appareil était rincé, nettoyé et éteint. La mesure du pH permet de suivre les modifications chimiques à l'intérieur de l'œuf.
- 



**Figure 7:** Mesure de la hauteur d'albumen épais



**Figure 8:** Mesure de la hauteur du vitellus



**Figure 9:** Mesure de diamètre de vitellus



**Figure 10:** Poids de vitellus



## **6. Analyse des données et traitement statistique**

Les statistiques descriptives (moyenne, écart-type, erreur-type, minimum, maximum) ont été calculées pour chaque variable. Les coefficients de corrélation de Pearson ont été calculés pour mesurer les relations entre paramètres. Les réseaux de neurones artificiels et la régression linéaire par apprentissage automatique (RLA) ont été appliqués pour la prédiction du poids du vitellus de l'œuf de cane (Variable dépendante) à partir des autres paramètres de l'œuf (covariables). La couleur de la coquille, étant une variable nominale, a été retenue comme « Facteur » dans les 2 modèles. Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS (V. 25).

Plusieurs techniques issues de la statistique et de la probabilité ont permis d'accroître les connaissances sur l'analyse de données, la suppression de données aberrantes ou gérer les données manquantes pour choisir une représentation pertinente d'un phénomène. Une fois les données bien préparées, se pose la question de comment tirer des informations efficaces sur des données en grande quantité qui nécessiterait des procédures trop gourmandes en ressources informatiques et des connaissances peu développées.

C'est à ce niveau qu'intervient le deep learning ou l'apprentissage automatique qui permet de rendre un programme capable d'apprendre à partir d'exemple de données sans être programmé. Cette définition du machine learning nous vient d'Arthur Samuel (1959) (<https://www.actuia.com/tutoriel/concepts-mathematiques>). Dans cette étude, la relation entre la variable réponse (poids de l'œuf entier) et les variables prédictives a été établie à l'aide des algorithmes de réseau de neurones artificiels (RNA), et la modélisation linéaire automatique (MLA).

### **6.1. Les réseaux de neurones**

Les réseaux neuronaux, également connus sous le nom de réseaux de neurones artificiels (ANN) constituent un sous-ensemble de l'apprentissage machine et sont au cœur des algorithmes de l'apprentissage en profondeur. Leur nom et leur structure sont inspirés par le cerveau humain. En effet, ces réseaux imitent la façon dont les neurones biologiques s'envoient mutuellement des signaux. Leur domaine d'application est essentiellement celui de résoudre les problèmes de classification, d'association, de reconnaissance de forme, d'extraction des caractéristiques et d'identification. Un réseau de neurones est un ensemble de

méthodes d'analyse et de traitements des données permettant de construire un modèle de comportement à partir de données qui sont des exemples de ce comportement. Un réseau de neurones est constitué d'un graphe pondéré orienté dont les nœuds symbolisent les neurones. Ces neurones possèdent une fonction d'activation qui permet d'influencer les autres neurones du réseau. Les connexions entre les neurones, que l'on nomme liens synaptiques, propagent l'activité des neurones avec une pondération caractéristique de la connexion. On appelle poids synaptique la pondération des liens synaptiques. Les neurones peuvent être organisés de différentes manières, c'est ce qui définit l'architecture et le modèle du réseau. L'architecture la plus courante est celle dite du perceptron multicouche.

## **6.2. Régression linéaire par apprentissage automatique**

L'algorithme de régression linéaire est un algorithme d'apprentissage supervisé c'est-à-dire qu'à partir de la variable cible ou de la variable à expliquer ( $Y$ ), le modèle a pour but de faire une prédiction grâce à des variables dites explicatives ( $X$ ) ou prédictives.

Prédire la valeur d'une maison en fonction de sa superficie, sa localisation, la possibilité de parking ou non, prédire le nombre d'utilisateurs et utilisatrices d'un service en ligne à un moment donné sont deux exemples d'utilisation du modèle de régression linéaire.

Un modèle de régression linéaire est un modèle de deep learning dont la variable cible ( $Y$ ) est quantitative tandis que la variable  $X$  peut être quantitative ou qualitative. L'objectif est de trouver une fonction dite de prédiction ou une fonction coût qui décrit la relation entre  $X$  et  $Y$  c'est-à-dire qu'à partir de valeurs connues de  $X$ , on arrive à donner une prédiction des valeurs de  $Y$ . La fonction recherchée est de la forme :  $Y=f(X)$  avec  $f(X)$  une fonction linéaire.

## **Chapitre 2.**

---

# **RÉSULTATS ET DISCUSSION**



## 1. Caractéristiques de l'œuf de la cane locale

### 1.1 Qualité externe

Les statistiques descriptives pour les caractéristiques de poids et de conformation externe de l'œuf de cane sont présentées dans le tableau 2. Le poids moyen de l'œuf de cane locale est de 58,7g. Les valeurs moyennes pour la longueur et le diamètre des œufs ont été respectivement 59,24mm et 42,24mm. Ces deux paramètres ont été considérés pour calculer l'indice de forme de l'œuf. Celui-ci prend des valeurs comprises entre 65, 22 et 76,27, montrant ainsi une grande variabilité qui pourrait être utile dans les programmes de sélection et amélioration génétique pour la production d'œuf de cane de gros calibre. Les valeurs moyennes pour la circonférence, la surface et le volume de l'œuf obtenues dans la présente étude étaient respectivement 133,62mm, 71,59mm<sup>2</sup> et 74164m<sup>3</sup>. Plus généralement, les résultats de cette étude recourent ceux obtenus par Chadli et Fodil (2020).

**Tableau 2:** Les paramètres de poids et de conformation mesurés chez les œufs de cane (n=100)

Paramètre	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Poids entire (g)	58,70	5,52	42,84	74,71
Longueur (mm)	59,24	2,32	53,82	65,24
Largeur (mm)	42,24	1,49	37,51	45,69
Circonférence (mm)	133,62	4,89	118,40	145,16
Indice de forme	71,34	2,31	65,22	76,27
Surface	71,59	4,47	58,16	84,05
Volume	74164,01	7136,74	55284,32	92276,68

**Tableau 3:** Statistiques descriptives des paramètres de la composition interne des œufs de cane (n=100)

Paramètre	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Poids coquille	5,73	0,47	4,59	6,93
Poids vitellus(V)	21,57	2,76	15,19	30,02
Poids albumen A)	31,40	3,46	21,29	39,65
Hauteur vitellus	16,98	1,40	13,56	20,96
Hauteur albumen	7,54	0,97	5,16	10,08
Diamètre vitellus	53,51	50,46	40,81	548,54
% vitellus	36,72	2,78	27,75	47,30

### *Suite tableau 3*

% albumen	53,46	2,73	44,47	62,18
Rapport V/A	0,69	0,08	0,44	1,06
% Coquille	9,81	0,90	7,23	13,18
pH du vitellus	6,40	0,35	5,56	9,13
pH du albumen	9,09	0,31	6,34	9,98
UnitéHaugh	86,99	5,89	70,75	101,14

Les résultats liés à la caractéristique morpho-pondérales et physicochimiques des trios composants de l'œuf de cane sont présents dans le tableau 3. Le poids moyen de l'albumen et celui du vitellus varient respectivement entre 21,3-39,6 et g et 15,2-30,0g, avec des valeurs moyennes respectivement de 31,4g et 17,0g. Ces valeurs correspondent à des proportions respectives de 53,5% et 36,7%.

Pour ce qui concerne les caractéristiques de la coquille, considéré comme paramètre crucial dans la filière ponte plus particulièrement, le poids moyen de la coquille était de 5,73g, représentant une proportion de 9,81% du poids total de l'œuf de cane.

Le rapport V/A, considéré aussi comme paramètre important de la qualité nutritive de l'œuf avait une moyenne de 0,69 avec une forte variabilité (0,44-1,06). Les valeurs moyennes pour le pH du vitellus et celui de l'albumen ont été respectivement 6.4 et 9.1. Les coefficients de variation pour ces deux paramètres considérés relativement faibles ont été respectivement de 3.3% et 1.42%. Ces résultats confirment ceux obtenus dans une étude précédente (Chadli et Fodil, 2020).

Les unités d'Haugh, souvent utilisées pour évaluer la fraîcheur des œufs avaient une moyenne de 87,0 avec intervalle de variabilité assez étendu (70,75-101,14).

### **1.2. Corrélations phénotypiques entre les paramètres de l'œuf de la cane locale**

Les corrélations phénotypiques entre le poids de l'œuf de cane et les paramètres de conformation externe sont données dans le tableau 4. Les corrélations de Pearson ont été plus généralement comprises entre 0,024 et 0,96. Le poids de l'œuf est pratiquement fortement lié à tous les paramètres, exception faite pour l'indice de forme, indiquant que le poids est indépendant du calibre de l'œuf. Toutefois, ces résultats méritent d'être confirmés.

**Tableau 4:** Corrélations de Pearson entre le poids de l'œuf entier et les paramètres de conformation externe de l'œuf de cane (n=100)

	<b>POE</b>	<b>LongO</b>	<b>LrgO</b>	<b>indF</b>	<b>Circf</b>	<b>Vol</b>	<b>Surf</b>
<b>POE</b>	1	0,814**	0,917**	0,024	0,892**	0,928**	1,000**
<b>LonO</b>		1	0,625**	-0,521**	0,607**	0,959**	0,813**
<b>LrgO</b>			1	0,340**	0,925**	0,818**	0,920**
<b>indF</b>				1	0,281**	-0,261**	0,028
<b>Circf</b>					1	0,778**	0,894**
<b>Vol</b>						1	0,927**
<b>Surf</b>							1

POE = poids de l'œuf entier ; LrgO = Largeur de l'œuf ; LongO = Longueur de l'œuf ; IndF = indice de forme, Circf = Circonférence, Surf= Surface, Vol=Volume, \*\* p<0,001.

Les corrélations phénotypiques entre le poids entier et les paramètres de la qualité interne de l'œuf de cane sont présentées dans le tableau 5.

Le poids de l'œuf entier est positivement et fortement lié aux paramètres ; Volume de l'œuf 0,928, le poids du blanc 0,887 et la surface de l'œuf (1,00). En revanche, une corrélation forte mais négative a été obtenue avec la proportion de la coquille (-0,623). Par ailleurs, des relations fortes respectivement de (0,889) et (0,804) ont été obtenues entre la surface de l'œuf et la proportion du blanc et celle du jaune. Il importe de remarquer ici que le poids du blanc et celui du jaune sont négativement liées à la proportion de coquille (respectivement -,577 et -0,591). En outre, une corrélation modérée mais significative (-0,22) a été trouvée entre le poids de l'œuf entier et la fraîcheur déterminée par les unités d'Haugh. Il est également à souligner que les valeurs de pH du jaune et celles du blanc sont fortement négativement liées (-0,715).

## 2. Prédiction du poids du vitellus

### Le réseau de neurones artificiels (RNA)

#### *Perceptron multicouche*

Pour prédire le poids du vitellus (variable dépendante) à partir des autres paramètres morpho-pondéraux (covariables) de l'œuf de cane, nous avons retenu la méthode de perceptron multicouche, et la fonction tangente hyperbolique. Les couches d'entrée comportent toutes les autres variables de la qualité externe et internes de l'œuf (voir tableaux7). Dans la présente étude, la perception multicouche (MLP) avec réseau de

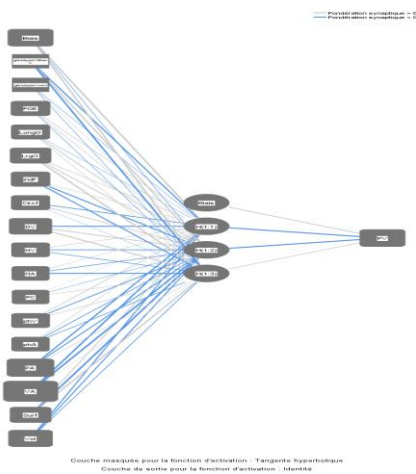
rétropropagation a été utilisée. Le réseau a été formé avec 75% données et testé (validation du modèle) avec 25% de l'ensemble de données. Tous les autres choix du réseau de neurones ont été définis par défaut selon Yakubu et al. (2018).

**Tableau 5:**Corrélations de Pearson entre le poids de l'œuf entier et les caractéristiques de la qualité interne de l'œuf de cane (n=100)

	DV	HV	HA	PV	PC	ph V	ph A	PA	Cprp	Vprp	Aprp	V/A	Surf	Vol	HU
POE	0,02	<b>,447**</b>	0,043	<b>,807**</b>	<b>,449**</b>	0,035	0,123	<b>,887**</b>	<b>-,623**</b>	0,099	0,107	0,016	<b>1,000**</b>	<b>,928**</b>	<b>-,216*</b>
DV	1	0,001	0,121	0,044	0,047	0,000	0,001	-0,008	0,017	0,048	-0,055	0,046	0,022	0,026	0,109
HV		1	0,069	<b>,430**</b>	<b>,329**</b>	-0,065	0,111	<b>,324**</b>	-0,185	0,172	-0,113	0,131	<b>,450**</b>	<b>,438**</b>	-0,052
HA			1	-0,026	0,104	-0,086	0,106	0,075	0,048	-0,107	0,093	-0,110	0,045	0,018	<b>,961**</b>
PV				1	<b>,254*</b>	0,018	0,115	<b>,453**</b>	<b>-,591**</b>	<b>,665**</b>	<b>-,480**</b>	<b>,597**</b>	<b>,804**</b>	<b>,797**</b>	<b>-,223*</b>
PC					1	-0,031	0,106	<b>,377**</b>	<b>,412**</b>	-0,143	0,009	-0,103	<b>,450**</b>	<b>,370**</b>	-0,007
pH V						1	<b>-,715**</b>	0,045	-0,069	-0,006	0,029	-0,020	0,035	0,042	-0,083
pH A							1	0,091	-0,011	0,036	-0,033	0,041	0,118	0,140	0,067
PA								1	<b>-,577**</b>	<b>-,353**</b>	<b>,551**</b>	<b>-,437**</b>	<b>,889**</b>	<b>,791**</b>	-0,165
Cprp									1	<b>-,214*</b>	-0,115	-0,092	<b>-,624**</b>	<b>-,618**</b>	<b>,215*</b>
Vprp										1	<b>-,946**</b>	<b>,988**</b>	0,094	0,173	-0,111
Aprp											1	<b>-,974**</b>	0,112	0,029	0,041
V/A												1	0,011	0,092	-0,092
HU															1

DV : diamètre du vitellus ; HV : hauteur du vitellus ; HA : hauteur de l'albumen ; PV : poids du vitellus ; PC : poids de la coquille ; pHV : pH du vitellus ; pH A : pH de l'albumen ; PA : poids de l'albumen ; Cprp : proportion de la coquille ; Aprp : proportion de l'albumen ; Vprp : proportion du vitellus ; V/A : ratio Vitellus/ Albumen ; HU : Unités Haugh. Les valeurs en gras sont significativement différentes de zéro (\* $P < 0,05$ ; \*\*\* $P < 0,001$ ).

Le graphique montre que les réseaux de neurones artificiels a donnée 5 couches (H1 :1- H1 :3), tandis que la couche de sortie est représentée par le poids du vitellus.



**Figure 11:**Graphique du Réseau de Neurones Artificiel

**Tableau 6:** Récapitulatif du traitement des observations du modèle de réseau de neurones artificiel (RNA).

		N	Pourcentage
Echantillon	<b>Apprentissage</b>	<b>70</b>	<b>70,0%</b>
	<b>Test</b>	<b>30</b>	<b>30,0%</b>
Valide		100	100,0%
Exclue		0	
Total		100	

**Tableau 7:** Récapitulatif du modèle RNA

<b>Récapitulatif du modèle</b>		
Apprentissage	Erreur de somme des carrés	1,786
	Erreur relative	0,049
	Règle d'arrêt utilisée	1 pas consécutifs sans diminution d'erreur <sup>a</sup>
	Durée d'apprentissage	0:00:00,02
Test	Erreur de somme des carrés	0,831
	Erreur relative	0,075
Variable dépendante : PV		
a. Calculs d'erreur basés sur l'échantillon de test.		

Les paramètres statistiques du poids du vitellus de l'œuf de cane observé et prédit sont présentés dans le **tableau 8**. Les valeurs moyennes du poids du vitellus prédites en utilisant MLA (21,57) et RNA (21,59) étaient similaires à la valeur observée (21,57). Les écarts types étaient respectivement de 2,68 (MLA), 2,54 (RNA) et 2,76 (observé).

**Tableau 8:** Paramètres statistiques des valeurs observées et prédites du poids du vitellus chez la cane locale

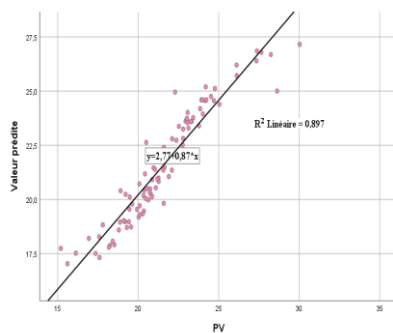
	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Moy</b>	<b>Erreur-Type</b>	<b>Ecart type</b>
Poids vitellus observé	15,20	30,03	21,57	0,27	2,76
Poids vitellus (MLA)	15,22	30,02	21,50	0,27	2,68
Poids vitellus (RNA)	17,04	27,16	21,59	0,25	2,54

Le réseau de neurones artificiels montre que le ratio Vitellus/Albumen (0,221), et le volume de l'œuf (0,123) sont les deux variables significatives dans la prédiction du poids du vitellus, suivies par la longueur de l'œuf (0,095), l'indice de forme (0,082), le pH de l'albumen (0,029), et la largeur de l'œuf (0,067) (**tableau 9, Figure3**).

Pour ce qui concerne le modèle linéaire automatique, celui-ci montre que le poids de l'œuf (0,537), le poids de la coquille (0,292), et le poids de l'albumen (0,168) sont les trois variables de plus grande importance dans la prédiction du poids du vitellus de l'œuf de cane (Tableau). En revanche, les résultats de la présente étude, montrent que la couleur de la coquille n'a aucun effet significatif sur le poids du vitellus.

Le test de qualité d'ajustement a été effectué pour comparer les performances prédictives des deux méthodes (MLA et RNA). Le coefficient de corrélation de Pearson entre le poids observé et estimé du jaune d'œuf était de 0,947 ( $P < 0,01$ ) pour l'algorithme RNA, tandis que le coefficient de détermination ( $R^2$ ) était de 0,961. L'erreur du modèle des réseaux de neurones artificiels a été estimée à 1,13.

En ce qui concerne la régression linéaire automatique, le coefficient de corrélation entre le poids observé et estimé du jaune d'œuf était de 0,999 ( $P < 0,01$ ), et le coefficient de détermination était de 0,999. Il importe de souligner ici que la démarche utilisée ici est celle de la méthode 'Stepwise' (étape par étape).



**Figure 12:** Relation entre la valeur prédite et la valeur observée du poids du vitellus selon le modèle RNA

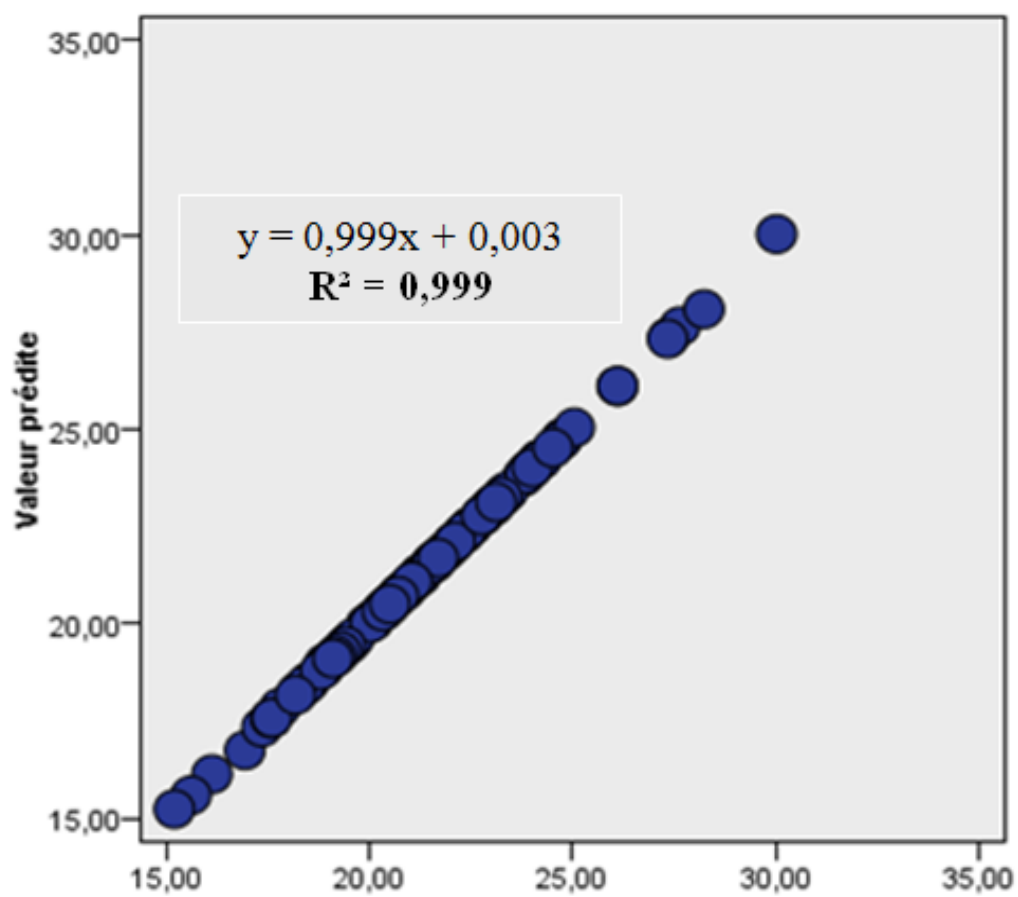
**Tableau 9:** Importance des variables indépendantes

Variable		Importance normalisée
Génotype	0,015	6,8%
<b>Longueur œuf</b>	0,095	<b>43,1%</b>
<b>Largeur œuf</b>	0,067	<b>30,3%</b>
<b>Indice de forme</b>	0,082	<b>37,0%</b>
<i>Suite du tableau</i>		
Circonférence	0,035	15,7%
Diamètre vitellus	0,072	32,6%
Hauteur vitellus	0,023	10,4%
Hauteur albumen	0,018	8,1%



Poids coquille	0,016	7,3%
pH Vitellus	0,032	14,5%
pH albumen	0,029	13,2%
<b>pH Albumen</b>	0,069	<b>31,1%</b>
<b>Vitellus: albumen</b>	0,221	<b>100,0%</b>
<b>Volume œuf</b>	0,123	<b>55,4%</b>
Surface œuf	0,048	21,7%
Poids œuf entier	0,055	25,0%

### Régression linéaire automatique



**Figure 13** : Diagramme des valeurs prédites en fonction des valeurs observées

**Tableau 10:** Importance fractionnelle de certaines variables pour la prédiction du poids du vitellus de la cane locale à l'aide de la modélisation linéaire automatique.

Paramètre	Coefficient	Signification	Importance
Constante	-1,286	<0,001	
Poids œuf entier	<b>0,944</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,537</b>
Poids coquille	<b>-0,942</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,292</b>
Poids albumen	<b>-0,904</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,168</b>
Ratio V/A	1,900	<0,001	0,002
Hauteur vitellus	-0,004	0,105	0,000

## Discussion

Dans la production avicole, les produits animaux, tels que la viande de volaille et les œufs, qui ont une importance économique capitale, sont tout à fait essentiels pour le développement de l'économie d'un pays et pour répondre aux besoins nutritionnels des humains dans le monde. Dans le cadre de la production d'œufs, la qualité d'un œuf, non seulement connu comme le produit de base des activités avicoles par les éleveurs, mais également fourni à bas prix aux consommateurs, est dépendante de facteurs internes (poids d'albumine et poids de jaune) et externes (coquille poids) traits de qualité. Aktan (2004) a souligné que les coefficients de corrélation significatifs entre le poids de l'albumen épais interne et le poids de la zone vitelline étaient respectivement de 0,489 et 0,796 ( $P < 0,001$ ). Alkan et al. (2010) ont fait remarquer que le poids des œufs, le poids de la coquille, l'épaisseur de la coquille et le poids du jaune d'œuf et de l'albumen étaient des caractéristiques importantes affectant la qualité des œufs, le poids des poussins et les performances d'éclosion dans des conditions de gestion optimales. Dans une enquête antérieure déterminant l'influence de la lignée et de l'âge sur la qualité de l'albumen et le poids des œufs pour les hybrides commerciaux de pondeuses blanches, Aktan (2011) a signalé une corrélation positive entre l'EW et la qualité de l'albumine.

En Algérie, les travaux sur la caractérisation des œufs issus des espèces avicoles locales sont peu nombreux, voire inexistantes. Cette étude porte non seulement sur la caractérisation de la conformation et la composition de l'œuf de cane, mais aussi à appliquer pour la première des algorithmes robustes tels que le réseau de neurones artificiels et la

modélisation linéaire automatique pour dans ce domaine. L'application de modèles appropriés pour approximer la fonction de performance garantit une prédiction plus précise et aide à prendre les meilleures décisions dans les élevages avicoles (Yakubu et al, 2019). Le réseau de neurones artificiels (RNA), une technique d'intelligence artificielle, est un outil potentiel pour la modélisation des données en production avicole. Roush et al. (1997) ont utilisé le RNA pour faire une prédiction probabiliste de l'ascite chez les poulets de chair, sans avoir besoin d'examen post-mortem ou d'autres procédures. Selon les auteurs, les modèles développés ont amélioré le diagnostic de l'ascite chez les poulets de chair. Salle et al. (2001) ont étudié la possibilité d'utiliser la méthodologie ANN pour estimer les paramètres de production des reproducteurs de poulets de chair en développement et ont constaté que cette méthode permettait de simuler les conséquences des décisions de gestion, en déterminant la contribution de chaque variable au phénomène étudié (Bolzan et al, 2008). Dans une autre étude, Orhan et al (2016) ont utilisé d'autres méthodes pour la prédiction du poids de l'œuf chez les pondeuses commerciales hybrides à plumage blanc, telle que la régression Ridge, la régression linéaire multiple et l'arbre de régression. Selon ces auteurs, cette dernière technique s'avérait la plus performante avec un coefficient de détermination  $R^2=0,998$ . De même, Çelik et al. (2016), ont appliqué l'algorithme CART pour déterminer les paramètres de la qualité des œufs ayant une influence sur la fertilité des œufs chez la caille japonaise. Par ailleurs, Karabağ et al (2010) ont utilisé l'arbre de classification pour déterminer les facteurs affectant l'éclosion des œufs chez la perdrix Chukar (*Alectoris chukar*) en Turquie.

## ***Conclusion générale***

---

Cette étude outre le fait qu'elle procure une information préliminaire sur les caractéristiques de l'œuf de cane locale encore plus largement sous exploités, a permis de proposer l'application de certaines techniques de modélisation pour mieux comprendre les relations entre les caractéristiques morpho-pondérales des différents de l'œuf entier et ses composants (Coquille, albumen, vitellus). Dans cette étude, la régression linéaire automatique s'est avérée plus précise pour la prédiction du poids du jaune à partir des autres variables, comparée au réseau de neurones artificiels, et pourrait être un outil très précieux dans les programmes de sélection génétiques visant à améliorer la qualité des œufs de cette espèce avicole. Toutefois, les résultats de la présente étude méritent d'être approfondis et comparés à d'autres algorithmes notamment les méthodes CART et CHAID.

## Références bibliographiques

---

1. Bautre, A. (2012). Les œufs, avec 1000 manières de les préparer & de les servir, ed réimprimée, Editorial MAXTOR , ,p13
2. Berger J.F., Surville J.M., Boggio V., Klepping J., (1980). Enquête sur les facteurs qui influencent la consommation des oeufs. Cahiers Nutr. Diet., 4, 249- 259.
3. Baron Florence., Guérin-Dubiard Catherine., Nau Françoise (2017). Les œufs: 60 clés pour comprendre, Editions Quae,
4. Çelik Ş, Söğüt B, Şengül T, Eyduran E, Y Şengül A (2016). Usability of CART algorithm for determining egg quality characteristics influencing fertility in the eggs of Japanese quail. R. Bras. Zootec., 45(11):645-649
5. Egahi., J.O., Dim.N.L et Momoh,O.M. (2013).The effect of plumage modifier genes on quality indices of the Nigerian local chicken. Journal of Agriculture and veterinary science.
6. Ferrah A., (2004). Les filières avicoles en Algérie R Bulletin d'information - OFAAL, 2004.
7. Guy G, Pingel H, Baéza E (2013). Production de canards, Edition Quae, p272
8. Halbouche M, Dahloum L, Mouats A, Didi M., Ghali. S., Boudjenah.W., Fellahi. A., (2009). Inventaire phénotypique des populations avicoles locales dans le Nord-Ouest algérien .Actes des premières journées d'étude ressources génétiques avicoles locales : potentiel et respectives de valorisation, 23et 24 juin2009, Université de Mostaganem
9. Karabağ K; Alkan S; Mendeş M (2010). Classification Tree Method for Determining Factors that Affecting Hatchability in Chukar Partridge (*Alectoris chukar*) Eggs. Kafkas Univ Vet Fak Derg 16 (5): 723-727
10. Mereck. A. Le manuel vétérinaire. Tome2.,p2001.O.F.A.L. (2000). Filière et marchés des produits avicoles en Algérie. Rapport, ITELV
11. Magdelaine P., Braine A., 2010. Panorama mondial et européen de la production et de la consommation d'œufs. In : Numéro spécial, Qualité de l'œuf .Nys Y (Ed). Inra Prod. Anim., 23,111-122
12. Moula N., Detiffe N., Farnir F., Antoine-Moussiaux N., Leroy P (2012). Aviculture familiale au Bas-Congo, République Démocratique du Congo (RDC). Livestock Research for Rural Development, 24(5), <http://hdl.handle.net/2268/124718>

13. Nau (2010), Science et technologie de l'œuf, volume 1 : production et qualité, Lavoisier.
14. Nys, Y., Hincke, M.T., Hernandez, A., Rodriguez-Navarro, A.B. ; Gomez-Morales, J., Jonchère, V., Gautron, J. (2010). Structure, propriétés et minéralisation de la coquille de l'œuf : rôle de la matrice organique dans le contrôle de sa fabrication. INRA.
15. Orhan, Hikmet (2016). Prediction of egg weight from egg quality characteristics via ridge regression and regression tree methods. *Revista Brasileira de Zootecnia* [online]. v. 45, n. 07 [Accessed 6 June 2022], pp. 380-385. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000700004>
16. Steinfeld H., Gerber P.J., Wassenaar T., Castel V., Rpsales M., de Haan C. (2006). *Livestock's long shadow –Environmental issues and options*, FAO, Rome, Italy.
17. Protais J., (1988) : La qualité de l'œuf de consommation .l'aviculture française Edition Rosset, 761-772.
18. Sauveur, B., 1988 : reproduction des volailles et production d'œufs. Ed INRA, paris. 449p
19. Zhou, P., Zheng, W., Zhao, C., Shen, C., Sun, G. (2008). Egg volume and surface Area Calculations based on Machine Vision. International conference on computer and computing Technologies in Agriculture, 1647-1653. Springer, Boston, MA.