

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE  
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



# Mémoire

De fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences  
Agronomiques

Option : Production et Nutrition Animale

## *Thème*

**Essai de supplémentation de l'*Azolla Pinnata* séchée  
en  
Alimentation du poulet de chair.**

Réalisé par

M<sup>elle</sup> BECHA Sihem

M<sup>elle</sup> BOUABA Saliha

Devant le jury

Président	MOUHOUS Azedine	MCA	UMMTO
Promoteur	KADI Si Ammar	Professeur	UMMTO
Co-promotrice	BELAID-Gater Nadia	Docteur	ITMAS
Examinatrice	DORBANE Zahia	MCB	UMMTO
Examinatrice	ZIRMI-ZEMBRI Nacima	Docteur	DSA

**Promotion : 2021/2022**

## **Remerciement**

*Louange au dieu qui m'a donné, la force, la patience, la volonté et la santé d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*J'adresse mes sincères remerciements à mon encadreur monsieur **Kadi S. A** professeur au département de sciences agronomiques, Université Mouloud Mammeri (Tizi-Ouzou) et à ma Co-promotrice **M<sup>me</sup>.Belaid-Gater N** Docteur à ITMAS de Boukhalfa Tizi-Ouzou à qui j'exprime toute ma Reconnaissance de m'avoir encadré et encouragé tout le long de ce travail, je Leur dis merci infiniment leur précieux conseil.*

*J'exprime aussi mes vifs remerciements aux membres du jury :*

*Au président de jury **Mr Mouhous A.** Maître assistant de conférence A à UMMTO*

***M<sup>elle</sup>Dourbane Z.** Maître assistant de conférence B à UMMTO et **M<sup>me</sup> Zirmi-Zembri N.** Docteur à la subdivision agricole, pour de l'intérêt qu'ils ont porté à ce modeste travail en acceptant de l'examiner et l'enrichir par leurs remarques.*

*Je ne manque pas de remercier la doctorante de professeur **Kadi S.A** : **M<sup>elle</sup> Bareche Lamia** qui nous a guidé dans la réalisation de ce mémoire.*

*Je souhaite aussi adresser mes remerciements les plus sincères à l'ensemble du personnel de l'institut technologique moyens agricole spécialisé (L'ITMAS) du Boukhalfa à Tizi-Ouzou, pour leurs patiences, leurs conseils et pour leurs suivis.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à une femme exceptionnelle qui se reconnaîtra, une femme qui a enduré et a su garder espoir, une femme dont la vie n'était pas un cadeau, mais elle a su offrir des cadeaux dans sagesse, une femme dont la douleur était omniprésente, mais elle a pu l'envelopper d'amour, hélas je ne pourrai pas révéler son identité, j'ai l'espoir et la volonté d'exprimer sa contribution à ma réussite par ce présent travail, merci pour tout ce que tu as fait pour moi.*

*À mes chers parents et à mes deux frères adorés.*

*À mes chers amis qui m'ont accordé leur soutien dans les instants les plus difficiles, tout particulièrement à Lyes R., Koceila H., Karim A., Wassila B et Chabha B.*

**BECHA Sihem**

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Première partie : synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre 1 : généralités et Alimentation du poulet de chair</b>	
1. Généralités.....	2
2. particularités de la physiologie digestive des volailles.....	2
3. Taxonomie .....	3
4. Alimentation du poulet de chair .....	3
4.1. Composition de l'aliment .....	3
4.2. Les matières premières utilisées en alimentation des volailles .....	4
4.2.1. Les céréales et leurs dérivés .....	4
4.2.2. Les protéagineux .....	5
4.2.3. Les oléagineux et leurs dérivés.....	6
4.2.4. Fourrage aquatique .....	7
4.2.5. Les farines animales .....	7
4.2.6. Les additifs alimentaires.....	8
4.2.7. Composé minéral vitaminé CMV .....	8
4.3. L'utilisation des matières premières en alimentation des volailles .....	9
4.4. Contraintes principales en formulation de l'aliment pour volaille.....	9
5. L'alimentation selon les différentes phases .....	10
5.1. Phase de démarrage .....	11
5.2. Phase de croissance .....	11
5.3. Phase de finition .....	12
6. La transition alimentaire.....	12
7. La forme physique des aliments .....	13
7.1. Forme aliment démarrage .....	13
7.2. Forme Aliment croissance et finition .....	13
8. Les avantages de la forme granulée .....	14
9. La consommation d'eau .....	14
<b>Chapitre 2 : Généralités et paramètres de mesures des performances du poulet de chair</b>	
1. Généralités.....	15
2. Les paramètres de mesure des performances du poulet de chair .....	16
2.1. Poids vif moyen.....	16
2.2. Gain moyen quotidien .....	16
2.3. La consommation alimentaire ou l'ingéré alimentaire.....	16
2.4. La conversion alimentaire ou l'indice de consommation (IC) .....	17
2.5. Le taux de mortalité.....	17
2.6. Le rendement et la qualité de la viande .....	17
2.7. Facteur d'efficacité de la production .....	19
2.8. Coefficient de variation % (CV %) .....	19
2.9. Coefficient de digestibilité (CD) .....	19
3. Les facteurs qui influencent les performances du poulet de chair .....	19
3.1. Les facteurs liés à l'animal .....	19
3.1.1. L'âge du poulet .....	19
3.1.2. La race du poulet .....	20

3.1.3. Le sexe du poulet .....	20
3.2. Les facteurs liés à l'environnement.....	20
3.2.1. Facteurs d'Ambiance.....	20
3.2.2. Facteurs liés au bien-être animal .....	21
3.3. Facteurs liés à l'alimentation du poulet .....	21

**Chapitre 3 : L'Azolla**

1. Description de l'azolla .....	24
1.2 La Taxonomie de l'azolla .....	24
1.3. Historique .....	25
2.La reproduction de l'azolla .....	25
3.Les Conditions de culture .....	26
4.Composition chimique et valeur nutritive de l'azolla .....	28
5.L'interet et l'utilisation de l'azolla .....	30
5.1 L'intérêt agronomique et environnemental .....	30
5.2 L'intérêt de l'utilisation en agriculture intégrée .....	30
5.3 L'intérêt pour l'industrie énergétique .....	30
5.4 L'intérêt en utilisation médical et pharmaceutique .....	31
5.5 L'intérêt appétissant .....	31
5.6 L'intérêt en utilisations en alimentation humaine .....	31
5.7 L'intérêt en utilisation en alimentation animale .....	31
5.7.1 Chez les ruminants .....	31
5.7.2. Chez les lapins .....	32
5.7.3. Chez les poissons .....	32
5.7.4. Chez les volailles .....	32
6. La forme de distribution de l'azolla aux animaux .....	34
6.1. L'Azolla fraiche .....	34
6.2. L'azolla séchée .....	34
7. Mode de distribution de l'azolla .....	35
7.1 En incorporation .....	35
7.2 En supplémentation .....	35

**Deuxième partie : Etude expérimentale**

**Chapitre 4 : matériels et méthodes**

1.1actualité .....	36
2. Période et localisation de la station d'étude .....	36
3. Bâtiment .....	38
3.1. Description du bâtiment .....	38
3.2. Matériel d'élevage.....	39
3.2.1. Matériel de Ventilation .....	39
3.2.2 Matériels de chauffage .....	40
3.2.3. Matériel d'éclairage .....	42
3.2.4. Matériel d'alimentation et abreuvement .....	42
3.2.5. Autres outils et matériaux utilisés .....	44
3.2.6. Les sas sanitaire.....	47
3.2.7. Matériel animal .....	49

3.2.8. Matériel de l'abattoir.....	49
4. Nettoyage et désinfection .....	50
4.1. Nettoyage .....	50
4.2. Désinfection .....	51
4.3. Préparation du box pour poussins .....	52
4.4 L'arrivée des poussins .....	53
5. Programme de surveillance .....	55
5.1. Surveillance journalière.....	55
5.2. Surveillance hebdomadaire .....	57
6. Nos Extensions.....	57
7. Programme de prophylaxie .....	59
8. Alimentation et transition alimentaire.....	62
9. Abattage des poulets .....	65
9.1. Les paramètres d'abattage étudiés .....	66
9.2. Variables zootechniques et analyses statistiques .....	67
9.2.1. Consommation moyenne quotidienne (CMQ) .....	67
9.2.2. Le gain moyen quotidien (GMQ).....	67
9.2.3. Indice de consommation (IC).....	67
9.2.4. Taux de mortalité (TM).....	68
9.2.5. Poids moyen .....	68
9.2.6. Le rendement de la carcasse chaude.....	68
10. Méthodes d'analyses statistiques .....	68

### **Chapitre 5 : Résultats et discussion**

#### **Résultats**

1. Effet de l'incorporation de l'Azolla sur le poids vif des sujets .....	69
2. Effets sur le Gain Moyen Quotidien (GMQ) .....	69
3. Effets sur la consommation moyenne quotidienne (CMQ) .....	70
4. Effet sur l'Indice de Consommation (IC) alimentaire .....	71
5. Effet sur les paramètres d'abattage .....	71
6. Effet sur la mortalité des poulets .....	72

#### **Discussion**

1. L'effet des traitements alimentaires sur le poids vif des poulets .....	73
2. L'effet de l'azolla sur le Gain Moyen Quotidien .....	74
3. L'effet de la supplémentation de l'Azolla dans la ration alimentaire du poulet sur la consommation moyenne quotidienne .....	74
4. L'effet de l'azolla sur l'Indice de Consommation (IC) alimentaire des différents traitements alimentaires .....	76
5. Les paramètres d'abattage .....	77
6. Le Taux de Mortalité TM .....	78

<b>Conclusion générale .....</b>	<b>79</b>
----------------------------------	-----------

<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>80</b>
--	-----------

#### **Annexes**

## Liste des abréviations

---

**A1** : lot Azolla 10%  
**A2** : lot Azolla 20%  
**A0** : lot témoin  
**C°** : degré Celsius  
**Tc°** : température  
**J** : jour  
**CB** : cellulose brute  
**CD** : coefficient de digestibilité  
**CD** : coefficient de digestibilité  
**CMV** : composé minérale vitaminé.  
**EM** : Energie métabolisable.  
**FAN** : facteur antinutritionnel  
**MM** : matière minérale  
**FEP** : facteur d'efficacité de la production  
**CV** : coefficient de variation  
**Cm** :centimètre  
**g** : gramme  
**L** : litre  
**GMQ** : gain moyen quotidien  
**HR** : humidité relative  
**IC** : indice de consommation  
**RC** : Rendement carcasse  
**TM** : taux de mortalité  
**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique  
**FAO** : Food and Agriculture Organization  
**ITAB** : institut technique de l'agriculture biologique.  
**ITAVI** : institut technique de l'aviculture.  
**ITMAS** : institut de Technologie Moyen Agricole spécialisé.  
**PV** : poids vif  
**Kcal** : kilocalorie  
**KJ** : kilojoule.  
**Km** : kilomètre  
**Ha** : hectare  
**m<sup>2</sup>**: mètre carré  
**m** :mètre  
**MJ** : mégajoules.  
**µg** : microgramme  
**Mm** : millimètre.  
**MO** : matière organique  
**AAE** : acide aminé essentiel  
**AA** : acide aminé  
**NDF** : Neutral Détergent Fiber  
**MS** : matière sèche

## Liste des abréviations

---

**ONU** : organisation des nations unies.

**P** : probabilité

**PM** : poids moyen

**PPDS** : plus petite différence significative.

**ONG** : Organisation Non Gouvernementale

**QAD** : Quantité d'aliment distribuée

**QAR** : Quantité d'aliment refusée

**t** : tonne

**H** : heure

<b>Figure 1.</b> Appareil digestif du poulet (Poulailler-bio,2015).....	3
<b>Figure 2.</b> Les pourcentages de la teneur en protéine, amidon, MM et CB des matières première utilisé en alimentation du poulet. (Germain et al.,2020).....	7
<b>Figure 3.</b> Facteurs conditionnant l'utilisation des matières premières en alimentation des volailles (Bouvarel <i>et al.</i> ,2014).....	10
<b>Figure 4.</b> Évolution des poids vifs des poulets de chair non sélectionnés de 1957 et 1977, et du poulet Ross 308 (2005) (Zuidhof <i>et al.</i> , 2014).....	15
<b>Figure 5.</b> Le rendement supérieur en viande des poulets à la découpe bénéfique sur le plan financiers ( <i>Arbore acres</i> ,2018).....	23
<b>Figure 6.</b> Vue des feuilles d'Azolla Pinnata flottantes (Original.2022).....	24
<b>Figure 7.</b> La distribution géographique des espèces d'Azolla dans le monde avant leurs dispersions par l'homme (Thomas <i>et al.</i> ,1980).....	25
<b>Figure 8.</b> Vue d'une culture d'azolla en multiplication en bassin au niveau de IITMAS de Boukhalfa à Tizi-Ouzou. (Original.2022).....	26
<b>Figure 9.</b> Vue d'une culture d'azolla en condition défavorable. (Depositphotos.2020.Image libre de droit).....	28
<b>Figure 10.</b> Productivité (protéines et protéines digestibles, t/ha/an) de certaines ressources tropicales (source Feedipedia).....	29
<b>Figure 11.</b> Localisation par satellite de l'ITMAS de Boukhalfa (Google earth 2017).....	37
<b>Figure 12.</b> Vue de l'extérieur et de l'intérieur du poulailler. ....	39
<b>Figure 13.</b> Vue de face de l'entrée du bâtiment de l'essai.....	39
<b>Figure 14.</b> Vue extérieure de l'extracteur d'air et du ventilateur au niveau du bâtiment d'élevage. ....	39
<b>Figure 15.</b> Vue intérieur et extérieur de l'humidificateur du bâtiment d'élevage des poulets .....	40
<b>Figure 16.</b> Vue de l'éleveuse, dans le bâtiment d'élevage des poulets, utilisée au cours de laphase démarrage.....	40
<b>Figure 17.</b> Vue d'un thermomètre qui mesure la température dans le bâtiment d'élevage des poulets de chair.....	41
<b>Figure 18.</b> Vue des étiquettes des sacs d'aliment commerciaux (4 types) utilisés dans cette expérience pour alimenter les poulets de chair .....	42.
<b>Figure 19.</b> Vue d'une assiette en plastique, utilisé en phase de démarrage.....	43
<b>Figure.20.</b> Mangeoire en plastique, dans le bâtiment d'élevage des poulets, utilisé à lapériode croissance-finition. ....	43
<b>Figure 21.</b> Abreuvoir de type siphonide, utilisé au démarrage et pour les trois lotsexpérimentaux.	
<b>Figure 22.</b> Un sac de 20 kg de la chaux utilisée pour la désinfection du bâtiment.....	44
<b>Figure 23.</b> Désinfection du grillage en fer avec une solution de biocide. ....	45
<b>Figure 24.</b> Vue de la séparation inter-lot à l'aide d'un grillage en plastique. ....	45
<b>Figure 25.</b> Réception utilisée comme pédiluve à l'entrée du bâtiment .....	46
<b>Figure 26.</b> Bassine utilisée pour diluer les médicaments administrés dans l'eau de boisson. ....	47
<b>Figure 27.</b> Vue de la citerne utilisée pour l'abreuvement automatique des poulets nonconcerné par l'essai.....	47
<b>Figure 28.</b> Stockage de l'aliment dans le bâtiment d'élevage des poulets de chair.....	48
<b>Figure 29.</b> Vue de la balance utilisée au cours de l'essai dans le bâtiment d'élevage.....	48

<b>Figure 30.</b> Vue des poussins de la souche des poulets <i>Arbore Acres</i> à 15 jours d'âge utilisés dans cet essai .....	49
<b>Figure 31.</b> Vue d'une balance utilisée pour la pesée des organes à l'abattoir.....	49
<b>Figure 32.</b> Vue des poulets dans la salle de ressuage .....	50
<b>Figure 33.</b> Vue du mélange ciment avec lequel nous avons bouché les trous dans le bâtiment où s'est déroulé l'essai. ....	50
<b>Figure 34.</b> Vue de lavage des mangeoires à la lessive et l'eau de javel avant leurs introductions dans le bâtiment d'élevage. ....	51
<b>Figure 35.</b> Saupoudrage de la chaux broyée sur le sol du bâtiment d'élevage.....	51
<b>Figure 36.</b> Vue des feuilles d'eucalyptus vertes en feu afin de dégager de la fumée.....	52
<b>Figure 37.</b> Vue des poussins juste à leurs arrivées au lieu de l'expérimentation. ....	53
<b>Figure 38.</b> Vue de mesure de températures des poussins juste à leur libération des caisses	53
<b>Figure 39</b> Vue des poussins orientés vers les abreuvoirs. ....	54
<b>Figure 40.</b> Vue des poussins orientés vers les assiettes en plastique après distribution de l'aliment .....	54
<b>Figure 41.</b> Vue d'une répartition homogène des poussins en période de démarrage dans le bâtiment d'élevage.....	55
<b>Figure 42.</b> Vue d'une autopsie d'un poulet mort .....	56
<b>Figure 43.</b> Vue de la pesée des poussins à 7 et à 13 jours d'âge.....	57
<b>Figure 44.</b> Identification individuelle des poussins. ....	57
<b>Figure 45.</b> Vue d'une extension et dispersion de la paille sur la nouvelle surface.....	58
<b>Figure 46.</b> Mesure du dosage de l'antibiotique à l'aide d'une seringue.....	60
<b>Figure 47.</b> Vue des vitamines et anti-stress administré aux poulets dans l'eau de boisson.	60
<b>Figure 48.</b> Vue des vaccins et des traitements utilisés contre la grippe et la coccidiose ....	60
<b>Figure 49.</b> Vue de l'appareil nébuliseur de la vaccination contre la maladie de Newcastle + bronchite infectieuse. ....	61
<b>Figure 50.</b> Vue de la préparation de la vaccination contre la maladie de Gumboro administré dans l'eau de boisson.....	61
<b>Figure 51.</b> Vue de la séparation des sous-lots avec un grillage en plastique.....	62
<b>Figure 52.</b> Vue du guide poulet de chair <i>Arbore Acres</i> 2014 suivis durant notre essai.....	62
<b>Figure 53.</b> Vue du tamisage de l'azolla séché. ....	63
<b>Figure 54.</b> Vue de la pesée de l'aliment à distribuer pour le lot Azolla 20%.....	64
<b>Figure 55.</b> Vue d'une mangeoire et d'un abreuvoir utilisé dans un sous-lot du lot expérimental Azolla 10%.....	64
<b>Figure 56.</b> Vue de la préparation d'aliment (75% démarrage 25% croissance) pour la 1 <sup>re</sup> transition alimentaire. ....	65
<b>Figure 57.</b> Vue des poulets transportés dans des caisses fermées vers l'abattoir.....	66
<b>Figure 58.</b> Vue des carcasses des poulets à coloration normale. ....	66
<b>Figure 59.</b> L'évolution du poids vif moyen des poulets (en g) par traitement au cours de l'expérimentation en fonction des périodes.....	73
<b>Figure 60.</b> Consommation moyenne quotidienne en g/sujet en fonction de la période....	75
<b>Figure 61.</b> Effet de la supplémentation de l'Azolla sur l'indice de conversion alimentaire en fonction de la période.....	76
<b>Figure 62.</b> Effet de l'azolla sur les paramètres d'abattage du poulet de chair .....	77

<b>Tableau 1.</b> Avantages et inconvénients des matières premières utilisées en alimentation des volailles (Germaine et al. ,2020).....	9
<b>Tableau 2.</b> Besoins quotidiens de poulet de chair (huart ,2004) .....	12
<b>Tableau 3.</b> Recommandation sur la forme de l'aliment et de la taille des particules selon l'âge du poulet de chair ( <i>Arbore Acres</i> ,2018) .....	14
<b>Tableau 4.</b> Valeur nutritionnelle de 100g de viande poulet .....	18
<b>Tableau 5.</b> La composition chimique de <i>l'Azolla Pinnata</i> (Hassen et al.,2019).....	29
<b>Tableau 6.</b> Des essais menés sur l'utilisation de l'azolla en alimentation des volailles ....	33
<b>Tableau 7.</b> La température dans le bâtiment d'élevage en fonction de l'âge des poulets ..	58
<b>Tableau 8.</b> Programme de prophylaxie suivi au cours de la période d'élevage .....	59
<b>Tableau 9.</b> Le poids vif des sujets en fonction des traitements alimentaires appliqués .....	69
<b>Tableau 10.</b> Grain moyen quotidien des sujets en fonction des traitements alimentaires appliqués.....	270
<b>Tableau 11.</b> La consommation moyenne quotidienne des poulets en fonction des traitements alimentaires appliqués .....	70
<b>Tableau 12.</b> L'indice de consommation alimentaire des poulets en fonction des traitements alimentaires.....	71
<b>Tableau 13.</b> Effets de l'azolla sur les paramètres d'abattage du poulet de chair souche <i>Arbore Acres</i> .....	71
<b>Tableau 14.</b> Le taux de mortalité enregistré chez les trois lots au démarrage et durant l'essai.....	72
<b>Tableau 15.</b> Effet de l'azolla sur la vitesse de croissance des poulets .....	74

## Résumé

En aviculture, le principal obstacle est celui de l'alimentation et la demande en produits de cette filière qui ne cessent d'augmenter au fil des années. Les fourrages qui apportent des protéines valorisables par les monogastriques sont rares. L'Azolla, une plante aquatique a une teneur élevée en protéine. L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'effet de la supplémentation par l'azolla séché en alimentation du poulet de chair (*Arbor Acres*) sur les paramètres zootechniques du poulet. 180 poussins de 22j ont été répartis au hasard en trois lots de 60 sujets avec quatre répétitions pour chaque lot. Le lot témoin (Azolla 0%) a été nourri avec l'aliment commercial sans supplémentation en azolla et deux lots expérimentaux nourris avec l'aliment commercial supplémenté avec des taux d'Azolla respectivement de 10% et 20% pendant 20j. Avant le démarrage de l'essai, une adaptation de trois jours à l'azolla a été appliquée (à l'âge de 19-20-21j). Le gain moyen quotidien a été significativement supérieur chez le lot qui a reçu 20% d'azolla bien que la consommation d'aliment a été plus faible chez ce dernier et légèrement plus importante chez le lot témoin comparativement aux lots expérimentaux. Le meilleur indice de consommation a été enregistré chez le lot expérimental Azolla 20%, il s'est avéré également que la supplémentation en azolla jusqu'à 20 % n'a pas d'effet néfaste sur les abats (poids du foie et gésier), les intestins et le poids vif à l'abattage ainsi que le poids de la carcasse chaude ; le poids du cœur a été significativement faible chez les lots expérimentaux comparés au témoin. L'azolla, un fourrage aquatique, semble être une ressource alternative très intéressante et dont l'étude doit être approfondie.

**Mots clés :** *Azolla Pinnata*, Poulet de chair, ressources alternatives, performances de croissance.

## Abstract

In poultry farming, the main obstacle is that of food and the demand for products from this sector, which have not stopped increasing over the years. Forages that provide valuable protein for monogastrics are rare. Azolla, an aquatic plant has a high protein content. The objective of this study is to evaluate the effect of supplementation with dried azolla in broiler feed (*Arbor Acres*) on the zootechnical parameters of chicken. 180 22-day-old chicks were randomly divided into three batches of 60 subjects with four repetitions for each batch. The control batch (Azolla 0%) was fed with commercial feed without azolla supplementation and two experimental batches fed with commercial feed supplemented with Azolla levels of 10% and 20% respectively for 20 days. Before the start of the trial, a three-day adaptation to azolla was applied (at the age of 19-20-21d). The average daily gain was significantly higher in the batch that received 20% azolla although feed consumption was lower in the latter and slightly higher in the control batch compared to the experimental batches. The best consumption index was recorded in the experimental batch Azolla 20%, it also turned out that supplementation with azolla up to 20% has no adverse effect on offal (liver and gizzard weight), intestines and live weight at slaughter as well as hot carcass weight; the weight of the heart was significantly low in the experimental batches compared to the control. The azolla, an aquatic fodder, seems to be a very interesting alternative resource that needs to be studied in depth.

**Keywords:** *Azolla Pinnata*, Broiler, alternative resources, growth performance.



**Première partie**  
**Synthèse**  
**bibliographique**



# **Introduction Générale**



## Introduction générale

---

Selon les statistiques de l'ONU, d'ici 2050 la population mondiale atteindra le chiffre de 9,6 milliards. En raison de cette croissance démographique, la demande en produits d'origine animales augmente et, par conséquent, les effectifs des élevages afin de répondre à cette demande et satisfaire le bison humain en protéines.


Ceci entraîne une concurrence avec les ingrédients alimentaires humains conventionnels et limite la disponibilité de ces matières premières pour l'alimentation animale, mais également une augmentation des coûts des matières premières alimentaires conventionnels (INRA, 2019).

Le monde entier à l'heure actuelle connaît le problème des élevages des monogastriques, l'un des points les plus sensibles à ce sujet est l'alimentation. Celle-ci un des facteurs clés de la production et le premier facteur limitant, les coûts des matières premières conventionnelles utilisées en aviculture conditionnant la rentabilité et la durabilité des l'élevages avicoles.

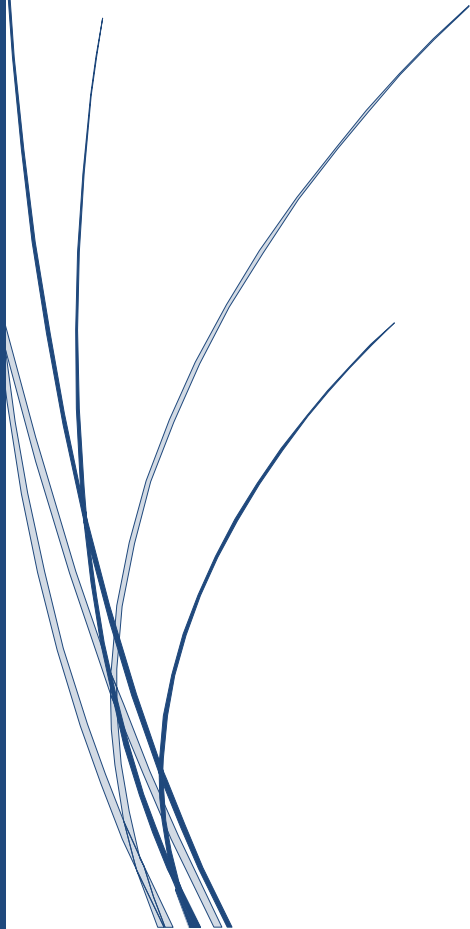
Pour remédier à cette problématique, plusieurs études ont été menées dans le but de trouver des matières premières non conventionnelles qui peuvent remplacer le maïs et le tourteau de soja qui sont les sources d'énergie et de protéines essentielles en alimentation des volailles. Parmi ces matières premières alternatives, on trouve l'azolla qui est une plante aquatique facile à produire, à pousse rapide, utilise peu d'espace et n'entre pas en concurrence avec l'alimentation humaine (Dahouda *et al.*, 2009). L'azolla peut être l'un des substituts alimentaires les plus économiques, efficaces et durables pour la volaille (Ouedraogo *et al.*, 2021). En plus du fait que la culture de ce fourrage aquatique nécessite peu d'investissement, il semble avoir un potentiel énorme en tant qu'aliment pour le bétail, car il a une teneur élevée en protéines, en acides aminés essentiels grâce à sa capacité de fixer l'azote atmosphérique et à le convertir en azote végétal. Mais également riche en vitamine et minéraux (Rana *et al.*, 2017).

Dans ce travail, nous avons étudié l'effet de la supplémentation de l'azolla sec à raison de 10% et 20% en alimentation du poulet de chair et sur les différents paramètres zootechniques chez le poulet de chair.

Il est à signaler que l'étude réalisée dans ce mémoire constitue une partie de la thèse de doctorat de Melle BARECHE Lamia



**Chapitres 1**  
**Généralités en alimentation**  
**du poulet de chair**



### 1. Généralité :

Le secteur de l'élevage représente 40 % de la production agricole mondiale et contribue aux moyens d'existence et à la sécurité alimentaire (FAO,2009) la production avicole (viande et œufs) est la meilleure source de protéines de qualité et sont indispensables aux millions de personnes qui vivent dans la pauvreté (Farrell, 2013). Cette production nécessite à fournir aux animaux des aliments afin de satisfaire leurs besoins nutritionnels.

Un aliment est une substance qui doit fournir à l'animal les nutriments nécessaires pour la couverture de ses besoins vitaux. En élevage, l'aliment devra en plus apporter assez de nutriments pour répondre aux besoins de production (œufs ou viande). Les besoins en nutriments et la formulation des aliments varient selon l'espèce animale, l'âge, le stade de production et la composition (énergie, protéines, minéraux et vitamines) des matières premières disponibles.

Une alimentation équilibrée fait aussi disparaître un certain nombre de risques pathologiques dû à des carences en protéines, vitamines et minéraux. En aviculture, plus que dans toute autre production animale, la nutrition correctement établie permet aux élevages d'extérioriser pleinement leurs potentiels (Messaoudi,2019). Des carences en protéines ou en énergie ainsi qu'en vitamines ou minéraux réduisent la productivité et les mécanismes de défense contre les agents pathogènes ou les facteurs environnementaux défavorables (Celagri,2021).

L'aliment peut se présenter sous différentes formes : matières premières, aliment composé (mélange d'au moins deux matières premières), aliment complet (aliment composé qui, en raison de sa composition, suffit à couvrir les besoins journaliers) ou aliment complémentaire (conçu pour compléter des matières premières distribuées à l'animal, par exemple des céréales (Morinière,2015).

Les progrès dans la nutrition et l'alimentation sont responsables en partie des progrès des filières avicoles. Par la maîtrise des techniques de l'alimentation (Messaoudi,2019)

### 2. Particularités de la physiologie digestive des volailles

La physiologie digestive et l'anatomie permettent de mieux comprendre les enjeux de l'alimentation des volailles.

Les volailles sont des granivores. Mais aussi omnivore, car ils ingèrent des aliments d'origine animale et végétale. Son appareil digestif n'est pas adapté aux aliments volumineux et fibreux ou ligneux, Le tube digestif est plus léger et plus court par rapport aux autres espèces monogastriques. Conséquence, le séjour et l'assimilation des nutriments est vite.

## Généralités et Alimentation du poulet de chair

La cavité buccale s'ouvre sur le bec et est dépourvue de dents, les aliments ne sont pas mastiqués mais, en passant par le pharynx et l'œsophage, ils arrivent dans le jabot qui ramollit les aliments. Ils passent ensuite dans l'estomac glandulaire où sont produits les sucs gastriques, puis ils poursuivent leur chemin jusqu'au gésier doté de muscles forts, ses contractions permettent l'écrasement des aliments et facilitent l'action des sucs gastriques. Ensuite, c'est dans l'intestin grêle, composé du : duodénum, jéjunum et iléon, que la digestion se fait. Les aliments sont d'abord attaqués par le suc gastrique et la bile du foie et du pancréas. Ces sucs, y compris le suc entérique produit par l'intestin, sont mélangés à la nourriture grâce aux mouvements de l'intestin grêle (Shamna,2013). La Figure.1. Illustre l'emplacement des organes qui constituent l'appareil digestif du poulet.

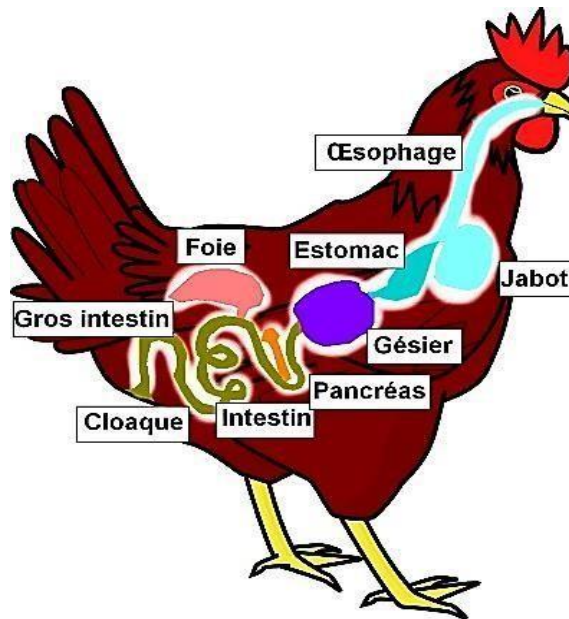


Figure. 1. Appareil digestif du poulet (Poulailler-bio,2015)

### 3. Taxonomie :

Classification de *Gallus gallus domesticus* selon Linnaeus, 1758 :

Règne : Animal

Sous-règne : Métazoaires

Embranchement : Chordés

Sous embranchement : Vertébrés

Classe : Oiseaux

Ordre : Galliformes

Famille : Phasianidés

Genre : *Gallus*

Espèce : *Gallus gallus domesticus*

### 4. Alimentation du poulet de chair :

L'aliment du poulet de chair doit répondre efficacement l'objectif de la production de chair.

#### 4.1. Composition de l'aliment

L'alimentation rationnelle des volailles nécessite une bonne maîtrise et la connaissance précisément des besoins des volailles constituent une base indispensable. Ces besoins s'établissent en fonction des espèces et des phases d'élevage (démarrage, croissance, finition).

Et le bon choix des matières premières (la valeur nutritionnelle des matières premières et leurs digestibilités).

Les besoins basiques des volailles sont les suivants : énergétique, protéique, minéraux et vitamines (FAO, 1965).

### **4.2. Les matières premières utilisées en alimentation des volailles :**

Différentes matières premières sont incorporées pour former un aliment complet et équilibré pour le poulet, on cite :

#### **4.2.1. Les céréales et leurs dérivés :**

Les céréales sont des grains d'amidon, dont beaucoup peuvent être utilisés dans les nourritures pour volaille en tant que source d'énergie. Cette énergie s'exprime en unité d'énergie métabolisable (EM) en Kjoule/g ou Kcal/ Kg d'aliment et qui désigne la portion de l'alimentation dont le poulet dispose pour produire de la viande (Leclercq et Beaumont, 2000).

##### ➤ **Le Maïs :**

Une céréale très appréciée chez les volailles. Parmi toutes les céréales usuelles, le maïs est la plus énergétique du fait de ses teneurs élevées en amidon (72,5 % de MS) et en matière grasse (4,8 % de MS). Mais Par rapport aux besoins nutritionnels, il est relativement carencé en protéines et en acides aminés comme la lysine et le tryptophane (Beghoul,2015 ; MessaoudI,2019).

##### ➤ **Le Blé :**

La valeur énergétique du blé est inférieure à celle du maïs avec une teneur de 12-13% en protéines, mais les faibles quantités disponibles font qu'il est incorporé à des taux inférieurs à 5% dans les formules pour volailles (Beghoul, 2015).

##### ➤ **L'orge :**

L'orge en grain renferme une valeur énergétique moyenne (2700-2800 Kcal/Kg d'aliment), un taux de matière grasse inférieur à celui du Maïs et une teneur en protéines plus élevée (jusqu'à 10%) (Belaid,2016) et une teneur élevée en fibres et certains facteurs antinutritionnels (Alapala)

En Algérie, l'ITELV a procédé à des essais d'incorporation d'orge dans les rations de volailles (Belaid,2016) (valorisation de l'orge et des triticales en alimentation volaille.

##### ➤ **Le sorgho**

Une céréale à faible valeur alimentaire, seulement 3 à 5% plus faible que celle du maïs. (Alapala) et riche en tanin (Germain *et al.*,2020)

➤ **Le Triticale :**

Il apporte des protéines et de l'énergie, l'amidon du triticale est bien digéré par le poulet de chair (Danel,2015)

➤ **Son de blé :**

Il est constitué de particules fines de pellicules de grains de blé, séparées au moment de la production de la farine panifiable. Il est riche en phosphore, en vitamine du groupe B et en manganèse. Le sous-produit du blé est plus riche en protéines que le blé entier, bien adapté à l'alimentation des animaux (Anonyme,2020). Sa teneur en cellulose limite les possibilités d'incorporation dans l'alimentation de la volaille (surtout chez les jeunes volailles).

➤ **Drêches de brasserie :**

Un sous-produit de l'orge, avec un taux de protéine égal à 20 % et une teneur en fibres aux environs des 14 %. Ce produit est peu utilisé dans l'alimentation des volailles. (Poules-élevage,2021).

➤ **Levure sèche de bière :**

Riche en protéines (45 %) et de vitamine B, la levure sèche est un aliment de luxe, davantage pour les poules productives et pour les poussins (Poules-élevage,2021).

### 4.2.2 Les protéagineux

Appartenant au groupe botanique des Fabacées, ils sont riches en protéines :

➤ **Fèverole :**

La teneur en protéine de la féverole permet de substituer une partie du tourteau de soja avec un rééquilibrage en AA. Cependant sa teneur en tanins de la féverole colorée, relativement élevée. L'utilisation de la féverole blanche, sans tanins, est davantage. Selon les variétés de féverole, la présence de facteurs antinutritionnels (vicine, convicine) néfastes à la santé et productivité des volailles ce qui limite son utilisation chez les jeunes volailles (démarrage),(Celargie,2021; Maître-coq).

➤ **Le lupin :**

Il est riche en protéine, mais pauvre en lysine qui est un AAE nécessite une complémentarité pour son utilisation en alimentation des volailles (Maître-coq).

➤ **Le pois :**

Malgré sa richesse en protéine et en lysine et en AAE pour la croissance des volailles il est carencé en certains acides aminés (méthionine, cystine, tryptophane) il est pauvre en méthionine et autres AA essentiel pour le plumage (Maitrecoq).

### 4.2.3. Les oléagineux et leurs dérivés :

Les oléagineux représentent la famille de végétaux dont on peut extraire de l'huile. Ces dernières et leurs dérivés sont riche en acide gras.

➤ **Soja**

Les graine de soja contient un taux élevé en facteurs antinutritionnels rendant la graine creuse indigestible par la volaille (Maitrecoq).

➤ **Le tourteau de soja**

Environ 48% des protéines administré aux volailles sont apportés par le T. de soja avec un coefficient d'utilisation digestive supérieure à 96% et un équilibre en AA très proche des besoins du poulet (Maitrecoq)

➤ **Tournesol**

Les graines de tournesol contiennent approximativement 26% de protéine et cela fait un avantage pour les poulets en période de stresse (froid et mue). Également riche en vitamine E. et l'huile des graines du tournesol noire riche en acide linoléique (Christiankas,2021).

➤ **Le tourteau d'arachide**

Tourteau d'arachide ses protéines ont une valeur biologique inférieure à celle des protéines du tourteau de soja du fait d'une basse teneur en lysine, méthionine et tryptophane (Cothenet *et al*, 2003; Tabti, 2014).

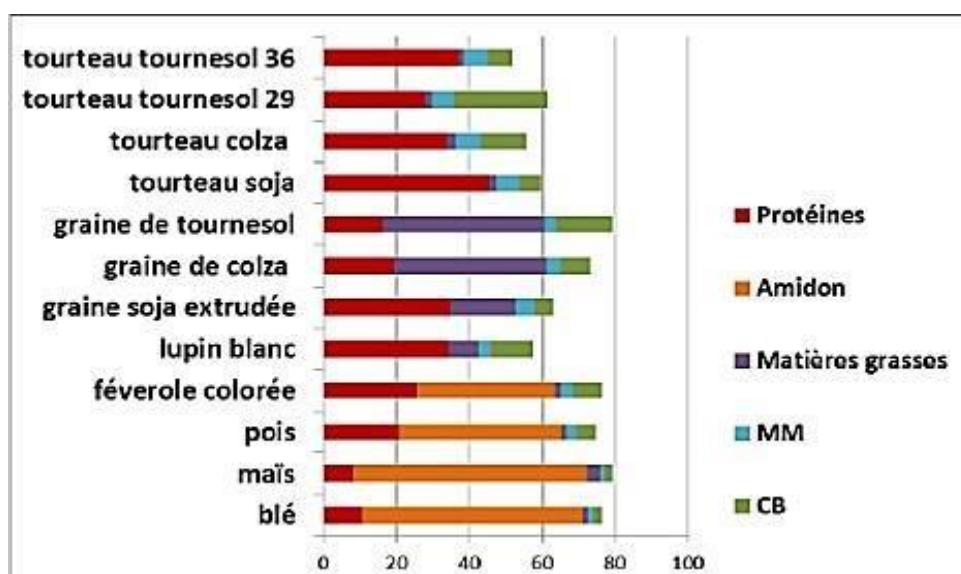
➤ **Le tourteau de De palmiste**

Cette matière présente une faible teneur en protéines et une forte proportion de fibres ce que limite son utilisation. Toutefois, ce tourteau est souvent disponible en quantité chez les producteurs d'huile de palme. Généralement très peu valorisé, ce tourteau peut donc être utilisé à de faibles teneurs dans les aliments pour animaux, pour diversifier la composition des aliments et abaisser le coût des matières (Anonyme,2020)

### ➤ Le tourteau de coton

Est un sous-produit d'huilerie est une excellente source de protéine Sa teneur en acides aminés soufrés (méthionine et cystine) est un peu supérieure à celle du soja, mais sa teneur en lysine est plus faible (Anonyme, 2020)

La Figure.2. Illustre les pourcentages de la teneur en protéine, hydrate de carbone (Amidon), matière grasse, matière minérale et cellulose brute de certaines matières premières utilisés en alimentation du poulet (Germain *et al.*,2020).



**Figure.2.** Les pourcentages de la teneur en protéine, amidon, MM et CB des matières premières utilisées en alimentation du poulet (Germain *et al.*,2020)

### 4.2.4. Fourrage aquatique :

Un fourrage qui apporte des protéines est très intéressant pour l'alimentation animale et l'économie de l'élevage. Parmi ces fourrages la plante aquatique Azolla.

### ➤ L'Azolla

La teneur en protéines de l'azolla ressemble à celle du soja (Liu *et al.*, 2010), elle contient approximativement la même quantité de protéines (27,5 % en moyenne), mais très riche en parois végétales (47,3 % en moyenne). L'azolla contient en moyenne 5 g lysine/100 g protéines et a un profil en acides aminés relativement bien équilibré (Leterme *et al.*, 2009).

### 4.2.5. Les farines animales

Les farines d'origine animale ne sont pas utilisées en Algérie en alimentation animale.

### ➤ La farine de poisson

Source de protéine avec un niveau d'énergie métabolisable relativement élevé. Son taux d'incorporation peut atteindre 10 à 15% de la formule si la qualité est bonne. Toutefois, il faut faire attention, car cette viande de volaille peut prendre le goût du poisson avec ses farines de Poisson (Anonyme,2020).

### ➤ Les farines de viande et os

Elles ont des compositions très variables selon les producteurs et les processus technologiques. Sources de protéines et de minéraux (calcium et phosphore), elles ont en général un prix d'intérêt qui leur permet une incorporation aisée dans les formules. Les sous-produits d'abattoirs de volailles en particulier sont disponibles essentiellement en Amérique du Sud et peuvent être des sources de protéines compétitives, entrant jusqu'au taux de 4 à 5% dans les formules (Anonyme,2020).

#### 4.2.6. Les additifs alimentaires :

L'ajout de ces additifs est extrêmement favorable à la production commerciale de viande de poulet sûre et de très haute qualité. En outre, ils contribuent également au bien-être et à la santé naturels des volailles tout en contrôlant leur impact sur l'environnement. Parmi Les additifs alimentaires couramment utilisé en alimentation des poulets selon Champrix :

### ➤ Anticoccidiens

Les radicaux libres de l'oxygène sont présents dans le corps des volailles en raison de leur métabolisme normal. Ils peuvent aussi provenir des réactions chimiques qui ont lieu sur les ingrédients alimentaires ingérés. Ces radicaux libres d'oxygène peuvent conduire à un stress oxydatif qui peut affecter la santé et le bien-être général des oiseaux. Les antioxydants ont tendance à se lier à ces radicaux libres d'oxygène, réduisant ainsi leur capacité à nuire à l'organisme.

### ➤ Les enzymes alimentaires

Les enzymes sont généralement des protéines qui agissent comme des catalyseurs pour faciliter et parfois aussi améliorer la vitesse de certaines réactions chimiques qui ont lieu dans le corps des êtres vivants. Pour les animaux, ces enzymes sont habituellement produites par la microflore présente dans leurs intestins. Mais il arrive que la production de ces enzymes ne soit pas suffisante pour répondre aux besoins du corps des volailles ou qu'elles ne soient pas présentes à l'endroit où elles sont le plus nécessaires. C'est pourquoi l'ajout d'enzymes, récoltées par fermentation microbienne, dans l'alimentation des volailles peut contribuer à résoudre le problème et à améliorer la qualité du stock de volailles.

À titre d'exemple, pour une meilleure valorisation du blé en alimentation animale, la haute qualité globale, l'utilisation de concert avec un supplément enzymatique efficace dans l'alimentation des poulets à griller permettra une performance de croissance optimale (Boros *et al.*,2004)

#### 4.2.7.Composé minéral vitaminé CMV

Composés riches en vitamines, minéraux et oligoéléments adaptés aux volailles et à leurs besoins spécifiques. Ces produits permettent notamment d'assurer un apport suffisant en Minéraux et en acides aminés à la volaille. Pour améliorer le système immunitaire, booster la reproduction, obtenir une meilleure qualité de produit (Sarl-Adicales).

### 4.3. L'utilisation des matières premières en alimentation des volailles

Les matières premières utilisées en alimentation de volaille ont des avantages et des contraintes d'utilisation (Tableau.1)

**Tableau1.** Avantages et inconvénients des matières premières utilisées en alimentation des volailles (Germaine et al.,2020)

<b>Matières premières</b>	<b>Avantage</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Les Céréales :</b> Blé, Maïs, orge, sorgho...	Faciles d'emploi Appétentes pour volaille Bonne source d'énergie Protéine équilibrée	Compétition avec alimentation humaine. Faible teneur en protéine Polysaccharides Non Amylacés Tannins (sorgho) Utilisé comme carburant.
<b>Les tourteaux d'oléagineux :</b> Soja, Colza, Tournesol	Traitements thermiques permet d'éliminer les FAN Teneur en protéine élevée AAE et équilibré (T. Soja)	Produits importés Profil en acides aminés pas toujours équilibrés FAN
<b>Les protéagineux :</b> Pois, Féverole Lupin, lin	Teneur en protéines élevée.	Disponible faible (Compétition avec alimentation humaine). FAN

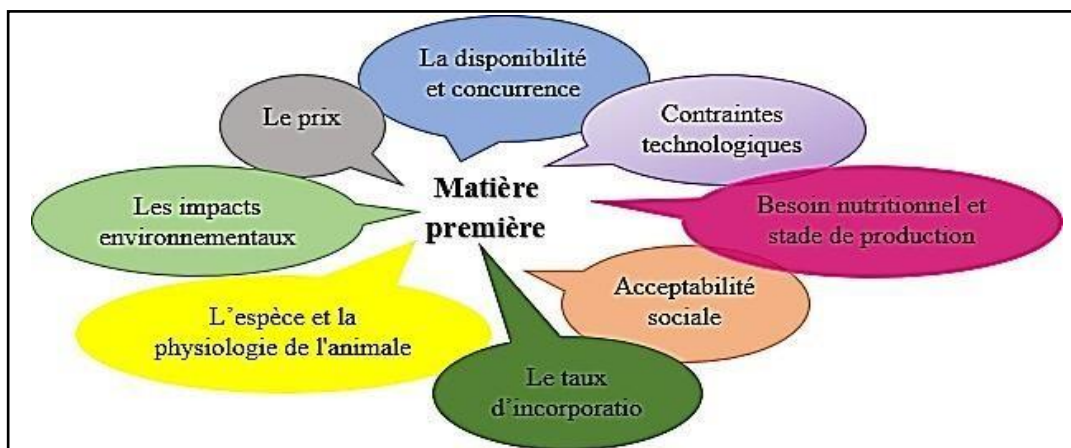
### 4.4. Contraintes principales en formulation de l'aliment pour volaille

Certains facteurs conditionnent l'utilisation des matières premières en formulation d'aliment pour volaille, parmi ces contraintes, on cite (Figure 3) :

- Le stade physiologique : les besoins du poulet varient selon la période d'élevage (démarrage, croissance, finition). Le besoin nutritionnel en protéine élevée et en AA équilibré. La teneur en protéine d'un aliment peut varier de 12% (pondeuse) à 16/18 % (poulet finition), (Germaine *et al.*,2020).
- Adapter le profil en acides aminés de l'aliment représente la contrainte majeure en formulation (Germaine *et al.*,2020 ; Hubbard)
- La capacité de valorisation de la matière première. La volaille est une espèce à caractéristiques physiologiques qui n'est pas adaptée à digérer des taux élevés en CB et sensible aux FAN (Germaine *et al.*,2020)
- Les exigences environnementales : les effets négatifs des élevages sur l'environnement tel que les rejets azotés et/ou phosphoré (Hubbard). La Surexploitation des ressources naturelles et la déforestation afin d'élargir les cultures du soja (car il est difficile de se passer du Soja en alimentation de volaille), (Fourmier,2016).

## Généralités et Alimentation du poulet de chair

- Le coût élevé des matières premières (généralement importées). Une formule alimentaire mal ajustée peut annuler la marge bénéficiaire de la production de poulets (Bouvarel *et al.*,2014)
- La disponibilité des matières premières et la concurrence avec l'alimentation humaine (exemple des céréales).
- Contrainte technologique : les matières premières alimentaires non traitées sont des véhicules importants pour l'introduction d'organismes fongiques dans les aliments pour volailles (Okoli *et al.*, 2007) ces traitements et stockage des matières premières nécessitent des investissements (Dezat *et al.*,2019)
- Contrainte sociale, exemple de l'idée d'utilisation de larves d'insecte en alimentation animale. L'acceptabilité de l'utilisation des insectes peut être faible et décourageante (Veldkamp *et al.*,2012).
- Le taux d'incorporation minimum et maximum (exemple des huiles et des matières premières riches en tanins).
- Les recommandations nutritionnelles sont définies pour chaque souche en lien avec leur potentiel de production, modulable en fonction des objectifs de production (Dusart,2015).



**Figure.3.** Facteurs conditionnant l'utilisation des matières premières en alimentation des volailles (Bouvarel *et al.*,2014).

### 5.L'alimentation selon les différentes phases

Selon Christèle Pineau (2009) y existe 3 types d'aliment pour volaille :

- ❖ La phase de démarrage : est la phase la plus délicate ou le poussin est fragile c'est là où se développe le squelette de l'animale.
- ❖ La phase de la croissance: correspond à la phase de dépôt des muscles
- ❖ La phase finition : où les volailles vont être un peu rationnées (phase d'entretien). C'est à cette période que le gras intramusculaire, qui donnera la saveur à la viande se forme.

### 5.1. Phase de démarrage

En cette période le poussin consomme en moyen 30 à 35 g d'aliment par jour (Dusart,2015).au cours de cette phase, la prise alimentaire est à son plus bas niveau tandis que les besoins nutritionnels sont à leur maximum (*Arbor acres*,2018).

Les poussins doivent, dans un premier temps, boire pour se réhydrater. Ensuite leur distribuer de l'aliment 2 à 3 heures après leurs réceptions afin qu'ils puissent résorbèrent leur vitellus ains que pour faciliter le transit et la digestion (Kacimi *et al.*,2020).

L'apport d'azote doit être important pendant les premiers jours de la vie des poussins, car une carence en azote se traduit par un arrêt de croissance et une perte d'appétit et les niveaux protéiques dans la ration sont adaptés en fonction de l'âge du poulet de chair, les besoins protéiques correspondent à l'apport nécessaire en acides aminés indispensables (Loul, 1998). Une attention particulière doit être apportée aux carences en lysine (celargie,2021). Toute carence pendant cette période pénalise les performances et aura des mauvaises répercussions à l'abattage (Dusart,2015) raison pour laquelle un équilibre nutritionnels précis doit être respectés en phase de démarrage.

Durant cette phase, il faut éviter les matières premières qui contiennent des facteurs anti-nutritionnels telle que le seigle et l'orge, L'utilisation de la fèverole et du pois est possible, mais il faudra réserver les variétés pauvres en tanins (à fleurs blanches) par ailleurs favoriser l'utilisation du maïs, le blé tendre et le triticale. On utilisera surtout le soja, à condition de lui avoir fait subir un traitement thermique. Le tourteau de soja, traité thermiquement, est le plus apprécié (bien qu'il présente un ratio lysine / acides aminés soufrés (AAS) équilibré et proche du besoin du poulet), (Pineau,2009).

Un aliment de démarrage doit être d'excellente qualité, son choix doit tenir compte de la performance et de la rentabilité, pas du coût de l'aliment (*Arbore Acre*,2018).

### 5.2. Phase de croissance :

Le Poulet en croissance consomme environ 75 à 85 g d'aliment par jour (Dusart,2015) Les besoins en acides aminés soufrés/lysine augmente avec l'âge en raison d'une augmentation importante de la synthèse des plumes en cette phase d'élevage et la croissance des plumes, est prioritaire par apport à la croissance musculaire (Hubbard).

L'aliment croissance est moins riche en protéines que l'aliment démarrage (Guyzoducamer, 2014). Le besoin protéique est décomposé en entretien, croissance corporelle et croissance des plumes, ces dernières pouvant représenter jusqu'à 20% des besoins en protéines totales nécessaires au poulet, La hiérarchie des besoins en acides aminés durant la période de croissance s'établit ainsi, la croissance des plumes La croissance pondérale le rendement en filet. L'engraissement, (Tabit,2014 ; Messaoudi,2019 ; Hameg *et al.*,2020)

L'aliment de croissance doit favoriser une croissance dynamique pendant cette période (*Arbore Acres*,2018).

**5.3. Phase de finition:**

Le Poulet en finition ingère 120 g d'aliment par jour (Dusart,2015).

L'aliment croissance sera remplacé, durant cette période, par un aliment finition moins concentré en protéine (plumage et croissance achevées) et plus riche en énergie tout en respectant l'équilibre énergétique/protéique.

L'aliment de finition doit être distribué à partir du 25 jours d'âge de vie du poulet et doit optimiser la rentabilité en fonction du type de produit fini (Arbore Acres,2018).

Le tableau.2. Représente les recommandations nutritionnelles du poulet de chair selon les différentes phases d'élevage (démarrage, croissance et finition) selon Huart (2004).

**Tableau.2.** Besoins quotidiens de poulet de chair (huart, 2004)

<b>Période en jours</b>	<b>Démarrage</b>	<b>Croissance</b>	<b>Finition</b>
<b>Protéines brute (%)</b>	22	21	19
<b>Energie métabolisable (kcal/kg)</b>	2900	3000	3100
<b>Lysine totale Digestible (%)</b>	1,26-1,10	1,09-0,95	1,03-0,95
<b>Méthionine totale digestible (%)</b>	0,51-0,48	0,45-0,42	0,39-0,37
<b>Acides aminés soufrés digestible (%)</b>	0,93-0,82	0,82-0,72	0,70-0,62
<b>Phosphore totale digestible (%)</b>	0,78-0,43	0,78-0,43	0,67-0,37
<b>Calcium (%)</b>	1	0,95	0,90
<b>Sodium (%)</b>	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15-0,18

**6.La transition alimentaire**

Le changement du type d'aliment d'une phase à une autre se fait progressivement. Par exemple, pour passer de l'aliment de démarrage à l'aliment de croissance, on pratique une transition alimentaire de 3j comme suite :

- ¾ d'aliment démarrage mélangé à ¼ d'aliment croissance.
- ½ d'aliment démarrage + ½ d'aliment croissance
- ¼ d'aliment démarrage + ¾ d'aliment croissance

Du même pour l'aliment finition.

Lors de la transition entre deux aliments, on constate une baisse de consommation généralement, pour cela, il faut éviter des changements brutaux notamment en termes de taux de protéines, de forme, de granulométrie et de couleurs auxquels les animaux sont sensibles (Hameg *et al.*, 2020)

### **7. La forme physique des aliments :**

Les aliments du commerce peuvent se présenter sous 3 formes différentes : Farine, Granulés de différentes tailles ou, Miettes de différentes tailles. Le Tableau.3 représente la forme physique des aliments recommandée pour l'alimentation du poulet.

#### **7.1. Forme d'aliment démarrage :**

En miette ou farine. La présentation de la nourriture est connue pour avoir un impact significatif sur le niveau de consommation (farine limitant l'ingéré), la présence de fines particules qui ont un impact négatif sur la consommation alimentaire et stimule le tri et le gaspillage de l'aliment. En plus la farine fine est collante au bec. De l'augmentation de la quantité de ces fines qui réduisent le poids vif et augmentent l'Indice de Consommation (IC) (Hubbard). Le poulet présente une croissance plus rapide et un meilleur indice de consommation lorsqu'il reçoit pendant la phase de démarrage un aliment présenté en miettes (Ouedraogo,2017).

Le mélange de matières les plus et les moins appréciées et de minéraux permet de limiter le tri par les animaux (Morinière, 2015).

**NB :** il existe un aliment prédémarrage qui peut être utilisé pour obtenir une homogénéité des poids des poussins (Hubbard).

#### **7.2. Forme des aliments croissance et finition :**

Forme Granulé pour la croissance et finition (Hubbard). L'alimentation en granulés présente un certain nombre d'avantages : aliment plus dense ; aucune séparation d'ingrédient (homogène) ; meilleure qualité bactériologique et meilleure hygiène alimentaire ; ingestion plus facile gérée par rapport à l'aliment en farine ; La granulation augmente la consommation, la diminution le gaspillage d'aliments améliore l'indice de consommation. L'élimination des facteurs antinutritionnels et l'amélioration des performances des volailles Cependant, ceux-ci peuvent changer selon la qualité des matières premières, du broyage et de la granulation. (Shariatmadari et Mohiti-Asli, 2009 ; Shabani *et al.*, 2015).

Pour les céréales, une granulométrie grossière afin d'optimiser la digestibilité des protéines et de prévenir les ulcères et problèmes respiratoires (solicitation du gésier). Pour les protéagineux et les oléagineux, il est préférable de pratiquer un broyage fin. Le mélange doit être homogène (Shariatmadari et Mohiti-Asli, 2009 ; Shabani *et al.*, 2015).

**Tableau.3.** Recommandation sur la forme de l'aliment et de la taille des particules selon l'âge du poulet de chair (*Arbore Acres,2018*)

<b>L'âge en jours</b>	<b>La Forme de l'aliment</b>	<b>La Taille des particules</b>
<b>0-10 jours</b>	Miettes tamisées	1,5-3 mm de diamètre
	Mini-granulé	1,6-2,4 mm de diamètre 1,5-3 mm de long
<b>11-18 Jours</b>	Mini-granulé	1,6-2.4 mm de diamètre 1,5-3 mm de long
<b>18 jours jusqu'à L'abattage</b>	Granulé	3-4 mm de diamètre5-8 mm de long

### **8. Les avantages de la forme granulée**

Les aliments sous forme de granulés améliorent la croissance du poulet de chair et l'efficacité alimentaire. Ces améliorations de performance sont attribuées (*Arbore Acres,2018*) :

- à une réduction du gaspillage alimentaire ;(adapter la taille du matériel, forme physique de l'aliment) ;
- à une réduction de l'alimentation sélective ;
- à une diminution de la ségrégation des aliments ;
- à une réduction de temps et d'énergie dépensée pour manger ;
- à la destruction des organismes pathogènes ;
- à la modification thermique de l'amidon et des protéines ;
- à l'amélioration de l'appétence de l'aliment ;

### **9. Consommation d'eau**

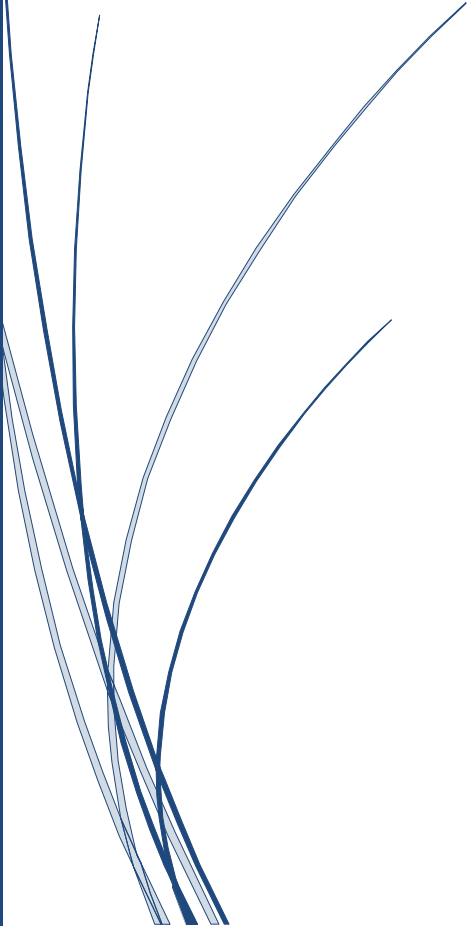
Les volailles consomment environ deux fois plus l'eau que d'aliment. La consommation d'eau est étroitement liée à la consommation d'aliment et à la formule alimentaire ainsi que l'âge du poussin, le type de production et la température ambiante (*Bastianelli et al., 2003*). Une eau fraîche et de qualité est essentielle à la santé et au bien-être des animaux.

La consommation d'eau doit être surveillée quotidiennement .il faut assurer l'accès facile aux animaux à l'eau d'abreuvement (lumière, taille du matériel), (*Arbore acres,2018*).



## **Chapitres 2**

# **Généralités et paramètres de mesures des performances du poulet de chair**



## 1. Généralité

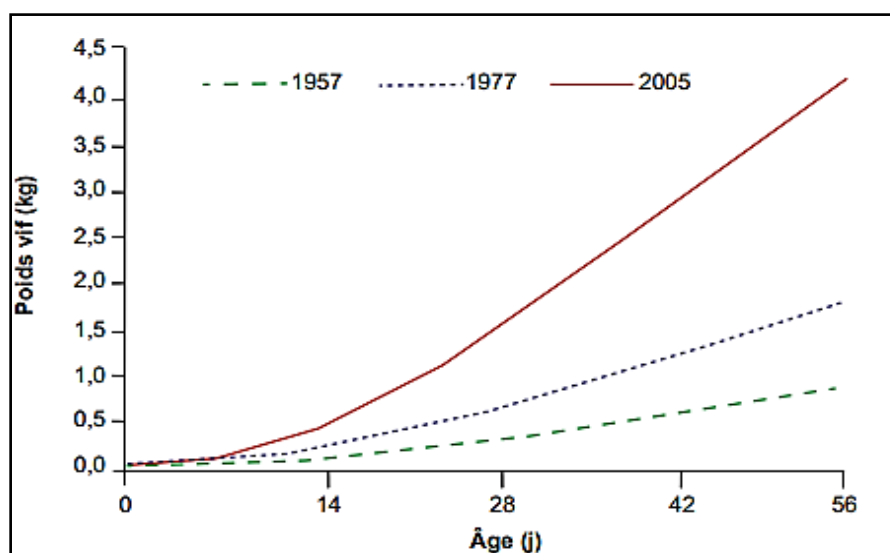
L'optimisation des paramètres zootechnique en élevage permet d'optimiser les coûts de production. De nos jours, les éleveurs de poulets veulent élever des poulets qui se développent efficacement, qui ont une excellente viabilité, plus productifs et plus robustes dans un environnement adapté aux règles de bien-être animal. Ces progrès sont liés à améliorer la génétique et les progrès dans les méthodes d'élevage qui augmente le potentiel de développement dans l'objectif de répondre aux besoins et attentes du consommateur à travers le monde (Cobb500,2022).

Les poulets représentent l'espèce d'animaux d'élevage la plus facile à accéder par les personnes à faible revenu, et constituent une source de protéines bon marché à la portée des familles pauvres, d'utilisation rapide et universelle (absence d'interdiction religieuse sur la consommation de la viande poulet), (Teno,2009).

Répondre aux besoins en nutriments des poulets de chair au cours de leur vie. Permet d'obtenir une performance optimale, la ration des poulets de chair doit être formulée de façon à fournir un bon équilibre entre énergie, acides aminés (AA), minéraux, vitamines et acides gras essentiels, pour optimiser leurs performances sans compromettre leur bien-être ni leur environnement (Arbore Acres,2018).

L'éleveur vise à optimiser les paramètres zootechniques et adapter son produit fini aux exigences du marché. Pour évaluer les performances de ses animaux par la mesure de plusieurs paramètres tels que le poids vif à un âge type, vitesse de croissance, consommation alimentaire, indice de conversion, TM, etc (Cobb, 2012).

Pour répondre à la demande croissante, les poulets de chair ont été principalement sélectionnés pour une vitesse de croissance rapide. L'augmentation de poids corporel de poulets de chair par an est de l'ordre de 3,3 % (Zuidhof *et al.*, 2014),(Figure.4).



**Figure.4.** Évolution des poids vifs des poulets de chair non sélectionnés de 1957 et 1977, et du poulet Ross 308 (2005),(Zuidhof *et al.*, 2014)

### 2. Les paramètres de mesure des performances du poulet de chair

Le phénotype optimal d'un animal égale à son génotype et l'environnement (condition d'ambiance et alimentation) idéal à l'expression de ses capacités génotypiques ainsi que phénotypiques. Certains paramètres permettent de mesurer les performances zootechniques de l'animal

Les performances de croissance du poulet sont variables également selon la souche (croissance rapide, croissance lente) (Betene,2006)

#### 2.1. Poids vif moyen:

Il est calculé par le rapport du poids vif global en g sur le nombre des sujets pesés. Ce paramètre constitue le Poids à la vente (Tenani *et al.*,2021)

$$\text{Poids vif moyens} = \frac{\text{poids vif global (g)}}{\text{Le nombre des sujets Pesés}}$$

Le poids vif peut affecter le rendement en carcasse du poulet ainsi que la qualité de la viande.

#### 2.2. Gain moyen quotidien :

L'obtention du gain quotidien moyen se fait par l'application de l'équation suivante (Kubiak *et al.*, 2017):

$$GMQ = \frac{\text{Poids final (g)} - \text{Poids initial(g)}}{\text{Nombre de jours}}$$

#### 2.3. La consommation alimentaire ou l'Ingéré alimentaire

La consommation alimentaire moyenne quotidienne en (g) est appréciée selon le stock utilisé par chaque éleveur tout au long d'une bande (Tenani *et al.*,2021). Pour la calculer il faut d'abord calculer la différence entre les quantités distribuées et les refus quotidiens sur la même période (Betene,2006)

QAD: quantité d'aliment distribuée. QAR: quantité d'aliment refusée

### 2.4. La conversion alimentaire ou l'indice de consommation (IC)

L'indice de consommation correspond au rapport entre la quantité d'aliment ingéré et le poids vifs par poulet (la viande produite), (Kubiak *et al.*, 2017). Il est déterminé par la formule suivante :

$$IC = \frac{\text{Aliment total consommé (kg)}}{\text{poids totale des sujets (kg)}}$$

Plus, l'IC est faible, plus l'oiseau (ou l'échantillon d'oiseaux) est plus efficace pour convertir l'aliment consommé en chair. Il est particulièrement important que les poulets de chair présentent un bon IC car ils sont souvent abattus à un poids vif cible et les clients souhaitent autant de viande à vendre que possible (Arbore acres,2018)

### 2.5. Taux de mortalité :

D'après Sogunle *et al.* (2010) au Niger le taux de mortalité dans l'élevage de poulet de chair est de 9.7%. Le TM peut dépendre de l'hétérogénéité de la qualité des poussins et de la maîtrise des conditions d'ambiance (Tenani *et al.*,2021).

Le taux de mortalité exprimé en pourcentage et il est calculé comme suit (Kubiak *et al.*, 2017) :

$$TM = \frac{\text{Nombre de sujets morts durant une période}}{\text{Effectif en début de période}}$$

### 2.6. Le rendement et la qualité de la viande:

Ce paramètre est aussi une caractéristique liée à la valeur commerciale (Arbore acres,2018). Qui dépend de plusieurs facteurs comme l'alimentation, le poids vif , l'âge et la conduite d'élevage (Dusart,2015 ; Cobb,2022).

- **Le rendement en viande :** Le rendement quantitatif en viande à la vente du poulet entier ou découpé.

- **Existe 4 qualités de viande volaille**

- **La qualité hygiénique ou sanitaire**

La qualité hygiénique de la viande de poulet exige une qualité sanitaire des matières premières et des processus de fabrication d'aliment (absence de résidus d'origine chimique ou bactériologique),(Dusart,2015) Également, l'utilisation de certaines molécules en élevage (antibiotiques, facteurs de croissance, pesticides, produits de fabrication) qui peut entraîner la présence de résidus dans les viandes, devient aussi une préoccupation grandissante pour le public (Chougui,2015)

- **La qualité nutritionnelle**

La composition nutritionnelle de la viande de poulet et notamment son profil en acidesgras dépendent directement du profil nutritionnel de l'aliment. Par exemple, l'utilisation de graines de

## Généralités et paramètres de mesure des performances du poulet de chair

lin conduit à l'augmentation de la teneur en oméga 3 de la viande de poulet (Dusart,2015). Le tableau 4. Représente la valeur nutritionnelle de 100g de viande du poulet (Ferme Tonasem,2014)

**Tableau.4.** Valeur nutritionnelle de 100 g de viande poulet crue (Ferme Tonasem,2014)

Valeur	100 g de viande poulet
Lipides totaux (g)	15,97
Calories (kcal)	222
Protéines (g)	18,33
Cholestérol (mg)	77
Omega 3 (g)	0,200
Phosphore (mg)	132
Calcium (mg)	12
Sodium (mg)	73
Sélénium (µg)	15,5
Vitamine B 12 (µg)	0.32
Fer (mg)	0.95

- **La qualité organoleptique**

Tout ce qui est aspect, texture et goût, tendreté et jutosité. La couleur (blanche ou jaune) est avant tout sous contrôle génétique, mais l'apport alimentaire de caroténoïdes va intensifier la couleur jaune. L'aspect plus ou moins pâle sera en revanche expliqué par le pH ultime (PH<sub>final</sub>) de la viande, également en lien avec la texture et la jutosité (rétention/perte d'eau),(Dusart,2015).

- **La qualité technologique**

La qualité technologique de la viande de volaille revêt aujourd'hui une importance majeure, car la viande de volaille est aujourd'hui généralement consommée sous forme de découpes.

Viande, la qualité est étroitement liée à la diminution du pH musculaire, autopsie. Baisse rapide post-mortem du pH (mise en évidence par une faible valeur de pH mesurée 15 min après l'abattage chez les volailles), entraîne une viande d'aspect pâle et à capacité de rétention d'eau réduite Les variations de l'ampleur de la diminution du pH sont aussi responsables des variations de la qualité de la viande. Bas ultime Le pH (mesuré 24 h après l'abattage des volailles) entraîne une viande acide, avec des défauts similaires à ceux de la viande PSE (pisseuse) tandis que le pH ultime élevé conduit viande de couleur foncée et sèche de mauvaise qualité de conservation (Le Bihan-Duval *et al.*,2008)

- **Le Consommateur demande des produits halal**

Une autre exigence du marché, la volonté du consommateur d'acheter du poulet étiqueté halal aura un effet significatif sur la demande de certification halal. Plus il y a d'individus prêts à payer pour un produit halal même s'il est plus cher, plus la demande de produits halal augmente (Rizkina *et al.*,2022)

### 2.2. Facteur d'efficacité de la production :

Plus la valeur de l'efficacité de la production est élevée, plus la performance technique est meilleure (Arbore acres, 2018)

$$FEP = \frac{\text{Viabilité (\%)} \times \text{poids vif (kg)}}{\text{L'âge (j)} \times \text{IC}}$$

Ce calcul est fortement biaisé par le gain quotidien. Lorsque l'on compare différentes conditions d'environnement, les comparaisons doivent être réalisées à des âges similaires à l'abattage.

### 2.3. Coefficient de variation % (CV %)

Le CV % est un outil important pour estimer le poids vif d'un élevage. Utilisé pour calculer l'uniformité du lot Plus le CV % est faible, plus le lot est uniforme et moins variable est un bon indicateur de l'efficacité des procédures de démarrage.

CV correspond à l'écart type de la population, exprimé en pourcentage de la moyenne il est essentiel pour planifier l'âge d'abattage et s'assurer qu'un maximum d'oiseaux entre dans l'intervalle de poids souhaité au moment de la réforme il se calcule comme suit (Arbore acres, 2018).

$$CV\% = \frac{\text{Écart type}}{\text{Poids corporel moyen}} \times 100$$

### 2.4. Coefficient de digestibilité (CD)

Dans l'élevage du poulet de chair, il est possible de faire une collecte des excréments pour la mesure de la digestibilité, Bien que cette technique demande des moyens laborieux. Cette méthode est utilisée aussi pour prédire et estimer les rejets de gaz dans l'environnement (Larbier *et al.*, 1992).

## 3. Les facteurs qui influencent les performances du poulet de chair

Certains facteurs sont susceptibles de faire varier les proportions de ces performances comme, l'âge, la race, le sexe, le mode d'élevage, l'environnement ou encore l'alimentation.

### 3.1 Les facteurs liés à l'animal

Ces facteurs sont en relation directe avec l'animal

#### 3.1.1. L'âge du poulet

- Le poids vif augmente avec l'âge, Les poulets les plus âgés abattus au même poids auront de meilleurs rendements que des poulets plus jeunes, a 35 jours d'âge le poids est de l'ordre de 2521 g et a 45 jours d'âge le poids moyen 3595 g (Cobb-Vantress, 2012).

## Généralités et paramètres de mesure des performances du poulet de chair

---

- L'augmentation de l'âge des poulets à l'abatage, de 35 à 63 jours, permis d'accroître fortement le rendement en viande tout en ayant un faible impact sur l'état d'engraissement de la carcasse (Baeza *et al.*, 2010).

### 3.1.2. La race du poulet

- La vitesse de croissance d'un animal dépend de son espèce. Les animaux des races de petite taille ont une croissance plus rapide (Beaumont *et al.*, 2000).
- L'amélioration génétique de la vitesse de croissance des poulets à croissance rapide de même que les conditions d'élevage a fait que le poids du poulet en 1998 est de 1500g en 33 jours est passé à 2306g en mêmes jours en 2022 (Cobb,2022).
- Les performances de croissance du poulet sont variables également selon la souche (croissance rapide, croissance lente),(Betene,2006)

### 3.1.3. Le sexe du poulet

- Les femelles ont une croissance plus précoce et atteignent le stade adulte plus rapidement que les mâles (Hancock *et al.*,1995).
- On trouve plus de lipides chez la femelle (8 %) et les volailles âgées (14% -20 %) que chez les mâles et les jeunes animaux (Chougui,2015).
- Le coefficient de variation chez les mâles poulet est presque toujours plus élevé que celui des femelles (Hubbard,2006)

## 3.1. Les facteurs liés à l'environnement

Offrir un environnement qui permet aux oiseaux d'atteindre des performances optimales en termes de taux de croissance, uniformité, efficacité alimentaire et rentabilité, sans compromettre leur santé ni leur bien-être (Arbore acres,2018) :

### 3.2.1. Facteurs d'Ambiance

Les conditions d'ambiance (densité, T°, humidité, ventilation) dans le bâtiment d'élevage doivent permettant aux animaux d'extérioriser leurs potentiels de production et permettent aux poulets de vivre confortablement.

- L'élévations de la température et de l'humidité entraine la diminution de la performance des animaux. Pour atteindre ces objectifs, une bonne maitrise des conditions d'ambiance doit tenir compte de l'isolation du bâtiment, de sa ventilation, de la régularisation de la température et de l'éclairage (Alloui *et al.*, 2003).
- Les principaux contaminants de l'air dans l'environnement intérieur d'un bâtiment sont la poussière, l'ammoniac, le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone et l'excès de vapeur d'eau. La concentration de ces contaminants doit rester dans les limites

réglementaires en permanence. Une exposition excessive et continue peut réduire les performances de l'animal (*Arbore acres*,2018).

- Le taux réduit du renouvellement de l'air peut entraîner une augmentation de l'HR ce qui peut influencer sur les performances des oiseaux et induit à une augmentation de la mortalité (*Arbore acres*,2018)
- Une élévation de la température influence la consommation hydrique et la prise d'aliment ainsi le gain du poids (*Arbore acres*,2018). Une augmentation de 1 degré de température entre 20 et 32 °C augmente la consommation d'eau de 6 % (*Cobb*,2012).
- Selon Cécile (2005), les densités excessives entraînent un retard de croissance.
- L'exposition à l'obscurité favorise la croissance des oiseaux en phase de finition, améliore l'IC, réduit la morbidité et la mortalité et indispensable à un comportement normal (*Arbore Acres*,2018)
- Il existe peu d'éléments indiquant que la source lumineuse affecte les performances des oiseaux. Mais La lumière verte à violette peut être bénéfique à la croissance des poulets de chair (*Arbore Acres*,2018).

### 3.2.2. Facteurs liés au bien-être animale

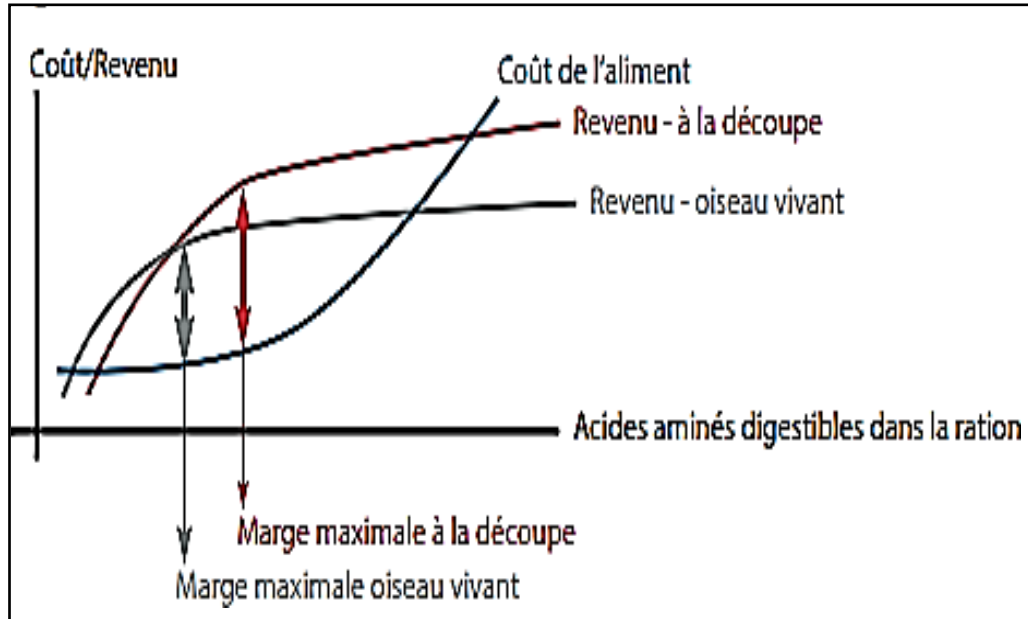
- Le bien-être d'un animal ne peut être respecté que si son environnement et les pratiques d'élevage le mettent à l'abri de la faim, de la soif, de la douleur, des blessures et des maladies, de la peur et du stress, et lui permettent d'exprimer les comportements propres à l'espèce (*Manning et al.*, 2007).
- Un apport nutritionnel adéquat en acides aminés est essentiel au maintien d'une litière en bon état. Une litière de bonne qualité et friable, sans excès d'humidité,est nécessaire pour maintenir l'intégrité optimale des coussinets plantaires (*Arbore Acres*,2018).
- Un programme d'hygiène et de prophylaxie adéquat est nécessaire pour la prévention des maladies dans un système de production intensif en aviculture, ainsi que les mesures de vaccination qui doivent être effectués en périodes indiquées(*Cécile*, 2005).

### 3.2. Facteurs liés à l'alimentation du poulet

- L'aliment constitue un élément majeur du coût total de la production des poulets de chair. Les rations destinées aux poulets de chair doivent être bien formulées de façon à assurer un apport équilibré en énergie, protéines et acides aminés (AA), minéraux, vitamines et acides gras essentiels, qui favorisera une croissance et une performance optimale (*Arbore acres*,2018)
- Les poulets de chair ont une croissance rapide, raison pour laquelle leurs exigences sont très élevées en matière de nourriture, les besoins en éléments nutritifs changent en prenant de l'âge. C'est la raison pour laquelle on utilise en général deux à trois aliments différents au cours d'une série d'engraissements (*Aviform*, 2013).

- Les systèmes d'alimentation et d'abreuvement et leur gestion ont une incidence sur la consommation d'aliment et d'eau (*Arbore acres*,2018)
- Les ingrédients à faible digestibilité ou présentant un taux de fibre particulièrement élevé doivent être évités (*Larbier et al.*,1992).
- Apporter des matières grasses/huiles hautement digestibles dans la ration permet de lutter contre les problèmes entériques. Les matières grasses de qualité médiocre et de faible digestibilité doivent être écartées (*Arbore Acres*,2014).
- L'utilisation d'enzymes exogènes peut aider à réduire la viscosité de l'intestin, ce qui améliorera la qualité de la litière. Le nutritionniste doit s'assurer de sélectionner les enzymes appropriées. Il est conseillé de se reporter aux recommandations du fabricant lors de l'utilisation des enzymes pour s'assurer que ces additifs sont ajoutés correctement, et à la bonne dose (*Arbore acres*,2014).
- La formulation de l'aliment doit être basée sur les AA digestibles (ITAVI ,2015). Teneur élevée en AA digestibles ont démontré qu'elles amélioreraient les performances des poulets de chair et les rendements de transformation de la viande (*Arbore Acres*,2018).
- Le choix du programme alimentaire dépend des objectifs commerciaux : l'attention sera portée sur une rentabilité maximale, soit de la production d'animaux vivants, soit de la carcasse entière, soit sur le rendement des parties de la carcasse. À titre d'exemple, des teneurs supérieures en acides aminés digestibles peuvent être bénéfiques à la production de volaille à la découpe (*Arbore Acres*,2018).
- Une mal nutrition des poussins au démarrage les sensibilisent aux maladies, aux facteurs de stress de l'environnement et à une baisse de prise de poids entraînant une moindre qualité du filet de viande. En revanche un apport adéquat en nutriment favorisera une bonne croissance initiale et un bon développement physiologique, pour atteindre les objectifs de poids vif, de bonne santé et de bien-être (*Arbore acres*,2018).
- La croissance et le rendement musculaire accrus des poulets de chair sont favorisé par une alimentation plus concentrée en énergie métabolisable et en acides aminés disponible pour la synthèse protéique (*Ouedraogo*,2017).
- Des teneurs plus élevées en AA digestibles amélioreraient la rentabilité en augmentant les performances des poulets de chair, notamment des parties de la carcasse et les rendements issus de la transformation de la viande. Si les oiseaux sont destinés à la découpe. Pour augmenter les marges des oiseaux vendus à la découpe, il est souvent nécessaire d'augmenter les taux d'AA digestibles au-dessus des niveaux de rentabilité maximum des oiseaux vivants. Ceci en raison des bénéfices financiers issus du rendement supérieur en viande provenant des poulets de découpe (*Arbore acres*,2018). Ces relations sont illustrées dans la Figure, ci-dessous.

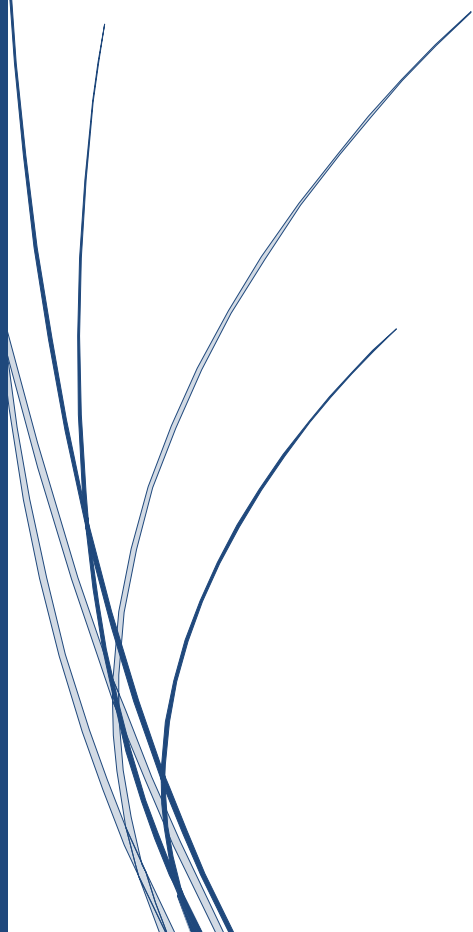
Figure.5. Le rendement supérieur en viande des poulets à la découpe bénéfique sur le plan financier (Arbore acres,2018).





## **Chapitre 3**

### **L'Azolla**



## 1. Description de l'azolla

C'est une fougère aquatique composée d'une tige principale ou rhizome, ramifiée et flottante, portant des racines qui pendent dans l'eau. Les feuilles sont disposées en alternance, chacune constituée d'un lobe dorsal aérien épais contenant de la chlorophylle verte et d'un lobe ventral mince (Figure.6), incolore et flottant légèrement plus grand, sont de forme triangulaire ou polygonale et flottent à la surface de l'eau, individuellement ou en tapis vert (Lumpkin *et al.*, 1980).



Figure.6. Vue des feuilles d'Azolla Pinnata flottantes (Original.2022).

### 1.2 Taxonomie

Selon ONG Ramilamina (1995), la taxonomie de l'azolla est comme suite :

Embranchement : Ptéridophytes

Classe : Filicinées

Ordre : sarréniales

Famille : Azollacées

Espèces : *Azolla Pinnata*

La taxonomie de l'azolla est débattue. Le genre *Azolla* contient 5 ou 7 espèces, et se place soit dans la famille des *Salviniacées*, soit dans la famille des *Azollacées* (Tran, 2015). Les espèces déclarées d'azolla sont :

*Azolla caroliniana*

*Azolla mexicana*

*Azolla microphylla*

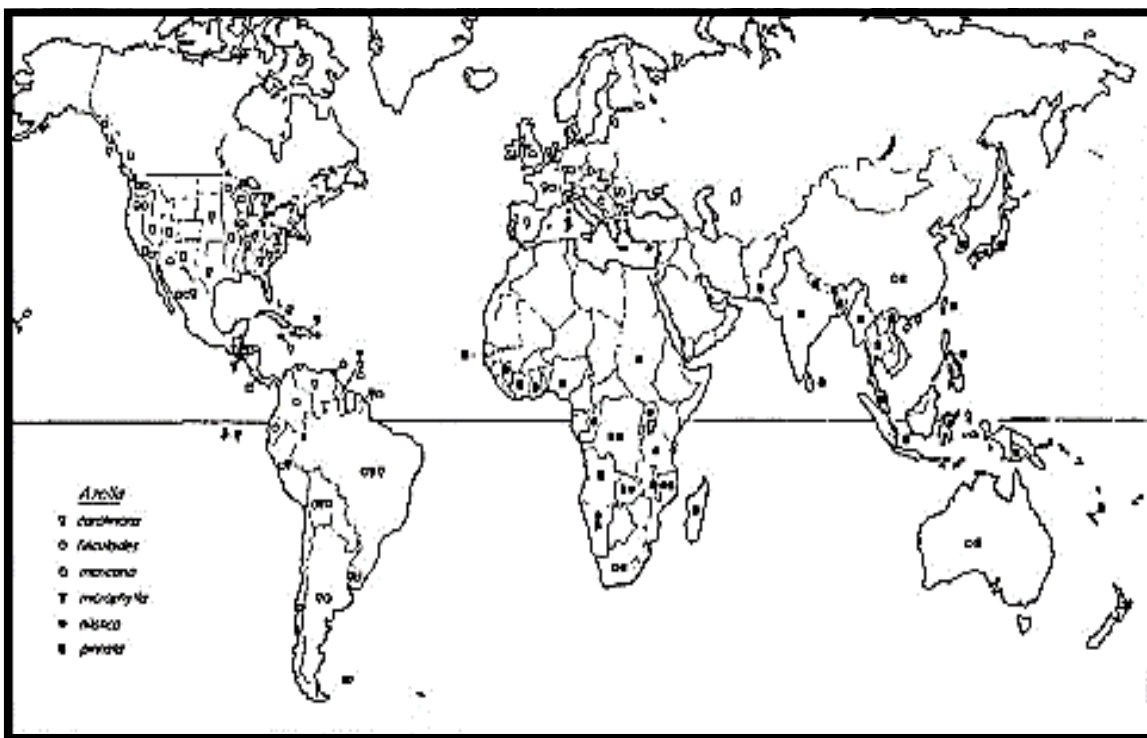
*Azolla nilotica*

*Azolla filiculoides*

*Azolla pinnata*

### 1.3. Historique

La distribution géographique de l'Azolla a été revue par de nombreux auteurs qui ont préparé une carte montrant la répartition des variétés de cette plante aquatique. L'Azolla est présente dans les étangs, les fossés et les rizières des régions tempérées chaudes et tropicales du monde entier (Figure.7). Avant leur dispersion par l'homme, les espèces étaient endémiques aux régions suivantes : l'*Azolla caroliniana* en Amérique du Nord et Caraïbes ; l'*Azolla filiculoides* au sud de l'Amérique du Sud à travers l'ouest de l'Amérique du Nord, y compris l'Alaska ; l'*Azolla microphylla*, tropical et en Amérique subtropicale ; l'*Azolla mexicana* d'origine du nord de l'Amérique du Sud à l'ouest Amérique du Nord ; l'*Azolla nilotica* cours supérieur du Nil jusqu'au Soudan ; et l'*Azolla pinnata* la majeure partie de l'Asie et la côte de l'Afrique tropicale (Svenson, 1944; Sculthorpe, 1967). D'après Sculthorpe (1967), l'*Azolla filiculoides* était autrefois originaire d'Europe.



**Figure.7.** La distribution géographique des espèces d'Azolla dans le monde avant leurs dispersions par l'homme (Thomas *et al.*, 1980)

## 2. La reproduction de l'azolla

Il existe deux types de reproduction de l'azolla.

- Reproduction sexuée : rare voire inexistante, avant la saison défavorable (forte chaleur ou un froid intense), (Becking, 1979).
- Reproduction asexuée ou végétative : par fragmentation de tiges, permettant la formation de vastes tapis d'azolla (Figure.8), pendant les conditions climatiques favorables (Becking, 1979).



**Figure.8.** Vue d'une culture d'azolla en multiplication en bassin au niveau de IITMAS de Boukhalfa à Tizi-Ouzou (Original.2022)

### 3. Les Conditions de culture

Les espèces d'Azolla présentent une croissance maximale en été, suivie du printemps. Ça peut croître rapidement avec un temps de doublement de 2 à 5 jours. Environ 40 à 55 kg d'Azolla frais peuvent être formés à partir d'inoculum de 8 kg en 15 jours (Sebastian *et al.*, 2021).

Les conditions de la croissance d'Azolla sont hiérarchisées selon Eynaud et Franche (1985) cité par Berbache *et al.* (2022) de la façon suivante :

- Une bonne maîtrise de l'eau ;
- Une protection contre les hautes intensités lumineuses ;
- Des températures minimales de 15 °C la nuit, 25 °C le jour et maximales de 35 °C ;
- Un apport de phosphore et, à un degré moindre, de calcium, de magnésium et d'oligo-éléments ;
- Une protection antiparasitaire ;

#### 3.1. L'eau

La croissance d'Azolla est favorisée par une couche d'eau n'excédant pas quelques centimètres : 5 à 10 cm. Cela favorise la nutrition minérale puisque les racines sont proches du sol (Rahagarison, 2005).

**a) Taux d'humidité**

Une plante purement aquatique, Azolla ne peut pas résister à un taux d'humidité inférieure à 60 %. C'est une plante forte sensible à la sécheresse qui meure quelques heures si le sol s'assèche (Kathirvelan *et al.*, 2015).

**b) Hauteur d'eau**

L'eau est la condition de base pour la croissance et la multiplication d'Azolla il faut maintenir le niveau d'eau adéquat (au moins 4 pouces dans l'étang) est essentiel (Rajesh, 2020), cela favorise la nutrition minérale puisque les racines sont proches du sol (Van Hove *et al.*, 1983).

**c) Salinité**

Comme étant une plante d'eau douce, l'azolla ne supporte qu'un certain degré de salinité, allant de 0,05 à 0,1 % (Nandabalan et Kannaiyan, 1986). La salinité élevée inhibe la croissance de l'azolla (Sebastian *et al.*, 2021)

**3.2. Température**

Certaines souches de l'azolla survivent temporairement à des températures de -5 et 45 °C. D'autres souches sont très affectées par une température inférieure à 10 °C, mais peuvent supporter des valeurs dépassant 35 °C, comme le cas de nombreux écotypes d'*Azolla pinnata* (Rasoloarivony, 2003). Cependant, des températures supérieures à 37 °C affecteront sérieusement la multiplication d'Azolla (Amroune, 2020).

**3.3 Lumière**

En conditions thermiques optimales, la saturation est atteinte à environ 50 % de l'intensité maximale. La croissance reste toutefois bonne, même aux intensités lumineuses maximales (Becking, 1979 ; Van Hove *et al.* 1983).

La couleur de l'Azolla passe au rouge brunâtre (Figure.9) en raison de l'exposition à une forte luminosité en saison estivale (conditions défavorables), et il devient vert lors du retour de l'ombre. La photopériode optimale pour la croissance d'Azolla est d'environ 20 heures (Sebastian *et al.*, 2021).



**Figure .9.** Vue d'une culture d'azolla en condition défavorable (Depositphotos.2020. Image libre de droit).

### 3.4 Le PH

L'azolla peut croître dans une large gamme de pH : 3,5 à 10, mais l'optimum est de 4,5 à 7 (Rajesh, 2020).

### 3.5 Besoin nutritionnel

Comme seuil de croissance minimum dans le milieu de culture les valeurs suivantes ont été déterminées par Yatazawa *et al.* (1980) : P (0,03 mm/litre) ; K (0,4 m M/litre) ; Mg (0,4 m M/litre) ; Ca (0,5 mM/litre) mn (20 µg/l) sur des frondes poussant 3 semaines dans la même solution, mais la caractéristique la plus remarquable dans ce domaine nutritionnel est l'indépendance totale à l'égard de la source d'azote (Amroune,2020).

Une déficience en phosphore freine la croissance de l'azolla, une carence en le phosphore s'accompagne également d'une diminution de la teneur en azote de l'Azolla (Raoelina,1995). Pour cela, Une culture réussie de l'azolla nécessite des apports d'engrais phosphoré ( Lumpkin *et al.*, 1985). Une solution nutritive suppléments sous forme de 10 kg de bouse de vache et 100 g de superphosphate triple en trois fois à 4 jours d'intervalle peut répondre à ce besoin (Sebastian *et al.*, 2021). Azolla n'a pas besoin d'apport azoté, car elle est une plante fixatrice d'azote (Tran *et al.*,2015).

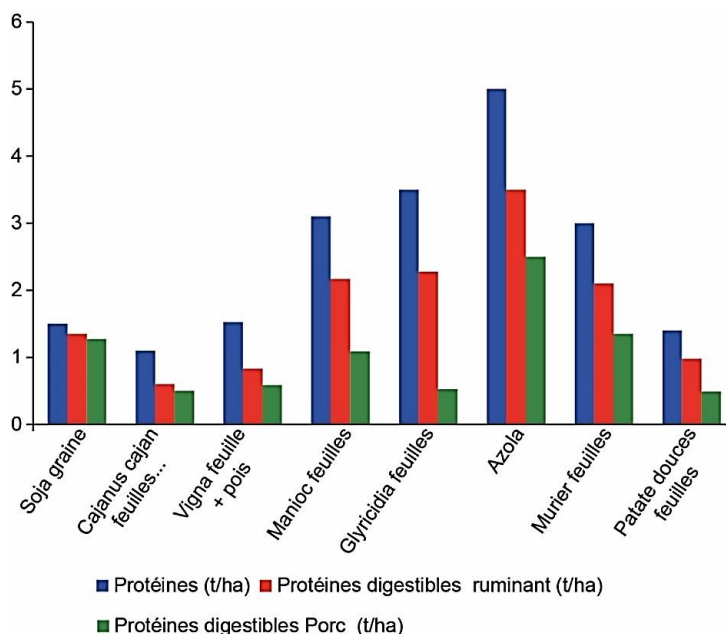
## 4.Composition chimique et valeur nutritive de l'azolla

La composition chimique d'Azolla varie selon les espèces et les écotypes, mais aussi en fonction des conditions écologiques et de la phase de croissance (densité de population) (Raoelina, 1995). L'Azolla *Pinnata* est très riche en protéine, minéraux et fibre (Tableau.5)

**Tableau.5.** la composition chimique de l'Azolla Pinnata (Hassen *et al.*, 2019)

Nutriments	L'apport
Protéine brut	24.89%
Cendre	18.78 %
Extrait d'éther	3.74 %
Fibre brute	14.21 %
Calcium	1.65 %
Phosphore	0.35 %
EM (kcal/kg MS)	2127.4 %

La valeur énergétique estimée (méthode de production de gaz) de l'azolla pour les ruminants est modérée (ME 7,4 MJ/kg MS) bien que la digestibilité *in vitro* de la MS soit élevée (80 %) (Parashuramulu *et al.*, 2013). Dans un essai sur des moutons, la digestibilité de la MO, des protéines et des fibres des régimes dans lesquels l'azolla séchée remplaçait 30 % de la farine d'arachide était supérieure à celle du régime témoin, mais l'apport en MS était inférieur (Reddy *et al.*, 2011). Des digestibilités inférieures de MS et de protéines et des apports plus élevés ont été trouvés dans une autre expérience avec 10 ou 20 % d'azolla séchée dans l'alimentation (Wadhvani *et al.*, 2010). Chez le porc et les ruminants les ressources protéiques sont souvent comparées au soja qui sert de référence, car il est l'une des principales sources concentrées des protéines. Il s'est avéré aussi que l'Azolla est plus riche en protéine digestible que les grains de soja et d'autres matières premières (Feedipedia) comme l'illustre la Figure. 10.

**Figure.10.** Productivité (protéines et protéines digestibles, t/ha/an) de certaines ressources tropicales (source Feedipedia.)

## 5.L'intérêt et l'utilisation de l'azolla

L'azolla, un fourrage noble parmi les plantes rares riches en protéines qui sont une source alimentaire précieuse. L'utilisation de ce fourrage aquatique a plusieurs intérêts de son utilisation.

### 5.1 L'intérêt agronomique et environnemental

- Insecticide : Le tapis d'azolla n'empêche pas seulement le développement des mauvaises herbes, mais aussi celui des mouches en inhibant l'émergence des mouches adultes qui proviennent des larves, (inhibe leur prolifération ou l'imposition) d'où la mortalité par l'immaturation des mouches peut atteindre 42-45% (Van hove *et al.*, 1983).
- Filtration des eaux riches en nutriments L'azolla peut accumuler des quantités excessives de polluants tels que les métaux lourds, les radionucléides, les colorants, les pesticides, etc (Shiomi et Kitoh, 1985 ; Cohen-Shoel *et al.*, 2002).

### 5.2 L'intérêt de l'utilisation en agriculture intégrée

De nombreux systèmes d'élevage intégrés ont été conçus où des combinaisons d'azolla, de riz (ou d'une autre culture), de poissons, de canards et de porcs peuvent se compléter L'azolla a été de plus en plus utilisée comme aliment et/ou engrais dans des études sur les systèmes de culture riz-poisson. Ce système mixte permet un meilleur recyclage des nutriments cette asso-citation permet un développement simultané de l'azolla et de différentes espèces et une l'amélioration des rendements en riz, Chacun des partenaires contribue à l'équilibre du système. L'azolla dans de tels systèmes sert principalement d'engrais azoté pour la culture du riz et apport protéique aux animaux. Les déchets de poisson défavorisés la prolifération du plancton qui est consommé par une partie des poissons et fertilise le riz.

Les poissons polyphages assurent une lutte contre les ravageurs (mauvaises herbes, insectes, le riz et l'azolla d'un certain nombre d'insectes nuisibles), (Hasan *et al.*, 2009)

### 5.3. L'intérêt pour l'industrie énergétique :

La productivité très élevée de la biomasse a fait d'Azolla une plante puissante pour la production de biocarburant. Cette plante ayant des niveaux suffisants de cellulose/hémicellulose, d'amidon et de lipides, ressemblant à des combinaisons de cultures bioénergétiques terrestres et de microalgues utilisées pour la production de biodiesel (Sebastian *et al.*, 2021).

#### 5.4. L'intérêt en utilisation médical et pharmaceutique

En pharmacopée traditionnelle malagasy, l'azolla est utilisée comme dépuratif contre les hémorroïdes (Cabanis *et al.*, 1969) et pour faciliter la délivrance, c'est à-dire l'expulsion du placenta lors d'un accouchement (Descheemaeker,1975). Selon Berbache *et al.* (2022) l'azolla est également utilisé comme calmant et comme somnifère. Mélangé à de la citronnelle, une tisane à base d'Azolla permet de trouver le sommeil (Madaflora,2008).

#### 5.5. L'intérêt appétissant

Des études réalisées en aquarium ont montré que les cichlidés (*Oreochromis*, *Ti-lapia* et *Cichlasoma*) préfèrent la consommation de l'azolla que l'aliment ainsi qu'un hybride carpe herbivore carpe à grosse tête ont tendance à préférer *Azolla caroliniana* (Lahser, 1967 ; Antoine *et al.*, 1986 ; Micha *et al.*, 1988 ; Fiogbé *et al.*, 2004 ).

#### 5.6. L'intérêt en utilisations en Alimentation humaine

Plusieurs auteurs ont mentionné dans leurs travaux l'utilisation de l'azolla dans l'alimentation de l'homme. Plusieurs recettes à base d'Azolla sont fort agréables : potage, boulettes de viande et d'Azolla, frites ou cuites à l'eau, etc. par ailleurs il faut prendre des précautions pour s'assurer que la culture se fait dans des bonnes conditions hygiénique (Berbache *et al.*2022).

#### 5.7 L'intérêt en utilisation en alimentation animale

L'azolla peut être un supplément de protéines précieuses pour de nombreuses espèces animales ce qui fait de cette plante un fourrage noble. L'azolla peut être donnée au bétail (ruminants, la volaille, les porcs et les poissons) sous forme fraîche ou séchée. Il peut être administré directement ou mélangé avec la ration alimentaire des animaux (Giridhar *et al.*,2013 ).

##### 5.7.1 Chez les Ruminants

L'azolla, fraîche et séchée, peut être utilisée dans l'alimentation des bovins, ovins et caprins. Des essais en Inde indiquent que l'azolla fraîche ou séchée peut être un substitut partiel à des sources de protéines plus conventionnelles. (Feedipedia.2019). Des essais ont montré que l'Azolla améliore la production laitière (10-15 %), de la viande en poids (8-10 % (Ku mar et Chander, 2017)).

### 5.7.2. Chez les Lapins

L'Azolla semble être un aliment approprié pour les lapins. Dans un essai, où des lapins âgés de 6 semaines ont reçu des régimes contenant de 0 à 36 % d'azolla séchée, il a été conclu que les lapins en croissance peuvent être nourris en toute sécurité avec des rations contenant 24 % de foin d'azolla séché, ce qui a des effets bénéfiques sur la plupart des caractères de production (Abou-Zeid *et al.*, 2001 ). Dans un autre essai avec des lapines reproductrices, il est avéré que le remplacement de 25 % des protéines de tourteau de soja par des protéines d'azolla séchées n'affecte pas les paramètres zootechniques et est bénéfique sur le plan économique (Sabra *et al.*, 2006 ).

### 5.7.3. Chez les Poissons

Il y a eu de nombreux essais en aquarium ou sur le terrain sur les avantages de l'azolla pour la pisciculture (Hasan *et al.*, 2009). Une substitution 30 et 42 % des régimes à base de farine de poisson donnés au tilapia du Nil ont été remplacés avec succès par de la farine d'azolla sans affecter négativement les performances de ses derniers ( Santiago *et al.*, 1988 ; Naegel, 1997).

### 5.7.4. Chez les volailles

Plusieurs études ont été menées dans le cadre de l'utilisation de l'azolla fraîche ou séchée en alimentation des volailles en incorporation ou supplémentation à différents taux afin de savoir l'effet de cette plante sur les performances zootechniques des volailles.

Parmi les travaux réalisés sur l'utilisation de cette plante aquatique en alimentation des volailles, on trouve dans le Tableau 6.

Tableau.6. Des essais menés sur l'utilisation de l'azolla en alimentation des volailles.

Pays	Type de volaille	Essai	Résultats	Source
<b>Bangladesh</b>	Poulets <i>Vencobb</i>	0 à 15% d'azolla séché dans alimentation	Azolla inclus à 5 % d'amélioration du poids vif, du taux de conversion alimentaire, de l'efficacité protéique et énergétique, du pourcentage d'habillage et de la rentabilité. Des taux d'inclusion plus élevés ont réduit les performances.	Basak <i>et al.</i> , 2002
<b>Nigeria</b>	Poulettes brunes <i>Nera</i>	0 à 15% d'azolla séché dans alimentation	Azolla nourri jusqu'à 10% a donné les meilleures Performances.	Alalade <i>etal.</i> , 2006
<b>Nigeria</b>	Poules brunes <i>Nera</i>	0 à 15% d'azolla séché au soleil dans alimentation	Un taux de 15% d'azolla n'affecte pas la production et la qualité des œufs.	Alalade <i>et al.</i> , 2007
<b>Egypt</b>	Poulets <i>Fayoumi</i> ,	Aliments commerciaux offerts à 15-45 % des régimes restreints, complétés par de L'azolla fraîche donnée ad libitum	L'azolla n'a pas affecté les performances des animaux avec une efficacité économique optimale	Namra <i>et al.</i> , 2010
<b>Inde</b>	Poulets de chair	0 à 5% d'azolla séché remplaçant partiellement le tourteau de soja	Le remplacement de la farine de soja par de l'azolla séchée jusqu'à 5 % n'a eu aucun effet délétère sur l'appétit, l'efficacité de l'utilisation des aliments et la qualité de la carcasse	Dhumal <i>etal.</i> , 2009
<b>Bangladesh</b>	Poulets de chair	substitution partiellement du soja par la farine d' <i>Azolla pinnata</i> à des taux 3% et 6%	La substitution partielle du soja torréfié par la farine d'Azolla n'a aucun effet néfaste sur les paramètres zootechnique et très économique.	Ouedraogo <i>etal.</i> , 2021
<b>Inde</b>	Poulet <i>livourne</i> Blanc,	20% d'azolla séché dans alimentation	L'inclusion d'Azolla frais dans l'alimentation du poulet peut remplacer environ 20 % des aliments commerciaux.	Subudhi <i>etal.</i> , 1978

➤ **Pour les poules pondeuses**

Des essais en Inde et au Nigeria ont montré que l'azolla séchée peut représenter jusqu'à 15 % de l'alimentation des poules pondeuses. L'azolla a un effet positif sur la couleur du jaune (pigment xanthophylle), (Alalade *et al.*, 2007).

➤ **Pour la caille**

En Inde, l'*azolla pinnata* s'est avérée un aliment bon marché, riche en nutriments et n'affecte pas la santé et les performances des cailles, par ailleurs des taux d'inclusion supérieurs à 5 % ont réduit les performances de croissance et la conversion alimentaire (Sujatha *et al.*, 2013).

## **6. La forme de distribution de l'azolla aux animaux**

L'azolla peut être fournis aux animaux de trois façons : l'état frais, l'état sec ou après ensilage (Hédji *et al.*, 2014) :

### **6.1. L'Azolla fraîche**

Ce mode de présentation ne passe par aucune transformation et ne présente aucune dénaturation des composants, en revanche il présente les inconvénients de ne pas permettre le stockage, ce qui rend le transport à distance extrêmement coûteux mais ne convient pas non plus à tous les animaux (Van hove, 1989).

### **6.2. L'azolla séchée**

L'azolla est généralement séchée à l'ombre et stockée au sec, par exemple dans une poubelle en plastique, pour une utilisation ultérieure ( Giridhar *et al.*, 2013 ).

Le séchage (au soleil) mené dans de bonnes conditions ne modifie probablement que peu la valeur nutritive, mais il affecte négativement les qualités organoleptiques de certains animaux. Le séchage de l'Azolla permet un stockage prolongé, un transport distanciel et la production d'aliments granulés (Van hove, 1989). La valeur calculée de l'énergie métabolisable d'Azolla séchée est de 1807 kcal/kg. Sa teneur en protéines est de 27,5 % en moyenne mais elle est plus riche en parois végétales 47,3 % en moyenne (Shamna *et al.*, 2013 ; Hédji *et al.*, 2014).

## 7. Mode de distribution de l'azolla

Il existe deux modalités de distribution de l'azolla aux animaux :

### 7.1. En incorporation

L'incorporation d'azolla comme ingrédient protéique alternatif dans la ration de volaille pourrait donc rendre la production de poulet économique (Mangesh *et al.*, 2018). Les volailles consomment très bien l'Azolla. Le taux d'incorporation d'Azolla dans la ration varie suivant l'espèce. Pour les poules l'Azolla peut remplacer jusqu'à 25 % des rations alimentaires commerciales et on peut l'apporter à l'état frais à raison de 100 à 300 g/j suivant l'âge des poules (Raelina, 1995).

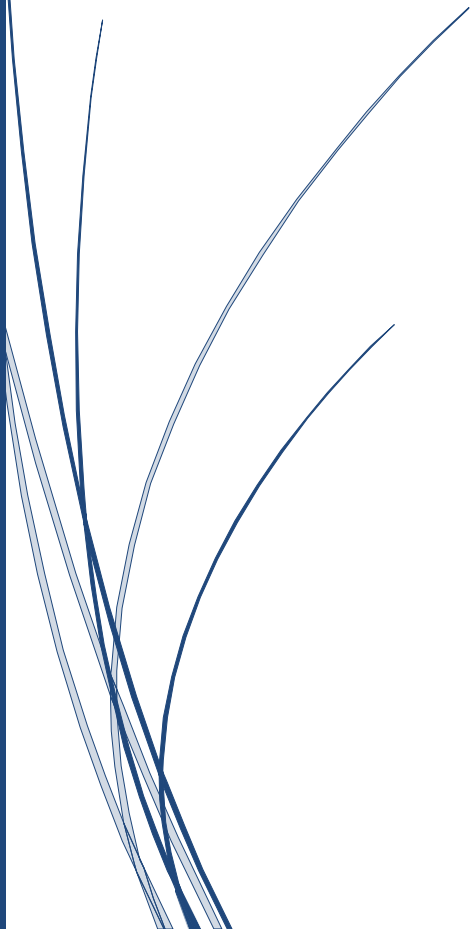
### 7.2. En supplémentation

Azolla peut être un supplément de protéines précieuses pour de nombreuses espèces animales comme les ruminants, le poulet, les porcs et les poissons (Hasan *et al.*, 2009). Il a été montré que les poulets recevant une alimentation classique supplémentée avec 5 % de plus d'Azolla avaient une croissance plus rapide que ceux qui ont ingéré l'aliment commercial seul. Ainsi la conversion alimentaire des animaux et l'efficacité énergétique ont été considérablement améliorées (Rajesh, 2020).

**Deuxième partie**  
**Etude expérimentale**



**Chapitres 4**  
**Matériel et méthodes**



## **1.Actualité**

En Afrique, le développement de l'aviculture est limité par la disponibilité et la qualité des aliments, d'ailleurs l'alimentation animale représente 60 à 80% du coût de production (Mara *et al.*, 2010). En effet, l'aliment est le levier de maîtrise des coûts de production et de la qualité des produits. L'un des objectifs des scientifiques est de trouver des alternatives pour l'alimentation des monogastriques par le biais de la valorisation des aliments disponibles localement afin d'améliorer la rentabilité et assurer la durabilité des activités d'élevage. Parmi ces ressources alimentaires alternatives, l'azolla est un aliment d'origine végétale, très peu ou pas exploité pour l'alimentation animale qui ne concurrence pas l'alimentation humaine (Dahouda *et al.*, 2009). Cet aliment est peu onéreux, facile à produire et disponible donc c'est une solution parmi d'autres pour minimiser les dépenses en élevage avicole.

L'azolla est un aliment de substitution ou de remplacement des aliments conventionnels (Carine *et al.*, 2014). Plusieurs études en alimentation de la volaille avec la farine d'*Azolla Pinnata* ont donné des résultats satisfaisants. En effet, l'azolla peut être un supplément de protéines précieuses pour de nombreuses espèces animales comme les ruminants, la volaille, les porcs et les poissons (Hasan *et al.*, 2009). L'azolla contient également en moyenne 5 g lysine/100 g protéines et a un profil en acide aminé relativement bien équilibré (Leterme *et al.*, 2009).

L'intérêt de cette étude est de chercher une solution durable pour améliorer la rentabilité de la production de l'élevage avicole par la recherche des ressources alternatives non conventionnelles. Dans ce sens, nous avons étudié l'effet de la supplémentation de l'aliment commercial (croissance et finition) par l'azolla séchée sur les performances de croissance et d'abattage des poulets de la souche *Arbore Acres*.

## **2.Période et localisation de la station d'étude**

### **2.1. Zone d'étude**

L'étude s'est déroulée dans un poulailler situé à l'intérieur de l'institut de technologie moyen agricole spécialisée (ITMAS) qui est implanté dans une zone montagneuse (200-300 m d'altitude), dans la localité de Boukhalfâ qui se situe à 05 km du chef-lieu et au Nord-Ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Sa surface totale est de 30,67 ha (Figure 11).



**Figure .11.** Localisation par satellite de l’ITMAS de Boukhalfa (Google earth 2017).

**L’institut est délimité :**

- Au Nord : Wade Sibaou ;
- Au Sud : La faculté de droit et la résidence universitaire ;
- A l’Ouest : Les fermes de Mr SBAlHI et Mr BELHOCINE ;
- A l’est : Centre de formation professionnelle et Centre des handicapés.

**2.3.Période d’étude**

- L’essai s’est déroulé entre le 18 avril 2022 et le 04 juin 2022.
- Avant cet essai, le bâtiment a été vide pendant une année (période covid).
- Le nettoyage et la désinfection du bâtiment a été réalisé du 18 Avril 2022 jusqu’au 21 Avril 2022.
- la préparation du box pour poussin a été réalisée le 22 Avril 2022.
- L’arrivée des poussins : le 23 Avril 2022.
- la période d’élevage : du 23 Avril jusqu’au 04 juin 2022 soit 42 jours
- Démarrage : 23 Avril au 07 Mai (15 jours).
- 1 ère transition : du 08-10 Mai (3 jours).
- Croissance 1 : Du 15 au 21 Mai 2022 (7 jours)
- Croissance 2 : Du 22 au 28 Mai (7 jours)

- Adaptation à l'Azolla : Du 11-13 Mai (3 jours).
- 2 ème transition : Du 29-31Mai (3 jours)
- Finition : Du 01-03 Juin (3 jours) puisque le propriétaire à décider de vendre la bande à cet âge le 04 Juin
- Abattage : le 43ème jour, 04 juin 2022.
- Notre essai a débuté au milieu de cette période : du 14 Mai jusqu'au 03 juin 2022.
- Le 10/05/2022 séparation du bâtiment en 3 lots (3m × 8.1m) ; avec du grillage en fer et en 12 sous-lots avec un grillage en plastique.

### 3.Bâtiment

**3.1.Description du bâtiment :** Le bâtiment est de type en dur et à ventilation dynamique, il se situe au nord-ouest de l'exploitation de l'institut Figure 12.



(A)



(B)

**Figure 12.** Vue de l'extérieur et de l'intérieur du poulailler.

- La surface totale du bâtiment est de 162.4 m<sup>2</sup> ;
- Longueur : 28 m (divisé en 7 box)
- Largeur : 5,8 m
- Hauteur : 2,5 m.

-le bâtiment est doté d'une seule porte d'entrée où se trouve un pédiluve (Figure 13)

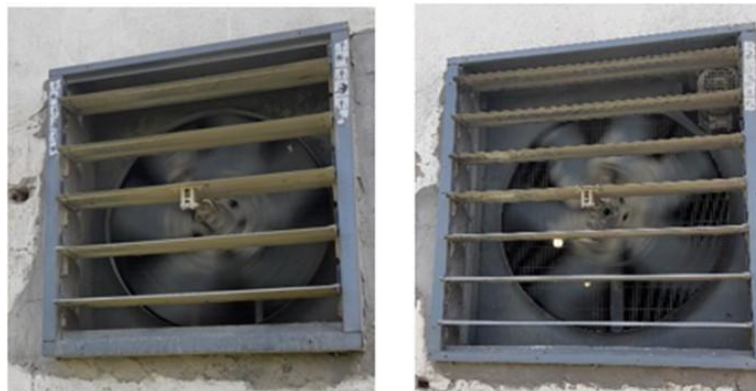


**Figure.13.** Vue de face de l'entrée du bâtiment de l'essai

### **3.2. Matériel d'élevage :**

#### **3.2.1. Matériel de Ventilation**

Le fond du bâtiment est doté d'un ventilateur et d'un extracteur d'air afin d'assurer le renouvellement de l'air (figure.14)



**Figure.14.** Vue extérieure de l'extracteur d'air et du ventilateur au niveau du bâtiment d'élevage.

De l'autre côté du bâtiment est placé un humidificateur de 2,9 m, utilisé en phase croissance et finition (Figure 15).



(A)



(B)

**Figure.15. A et B.**Vue intérieur et extérieur de l'humidificateur du bâtiment d'élevage des poulets.

### 3.2.2 Matériels de chauffage

-Trois (3) éleveuse à gaz butane placée à une hauteur de 1,5 m du sol en position penchée utilisées en phase de démarrage ; présentées dans la figure.16.



**Figure.16.** Vue de l'éleveuse, dans le bâtiment d'élevage des poulets, utilisée au cours de la phase démarrage.

-Deux (2) thermomètres sont placés de manière écartée dans le bâtiment, un pour mesurer la température sous éleveuse et l'autre pour mesurer la température ambiante journalière du bâtiment (Figure.17).



**Figure.17.** Vue d'un thermomètre qui mesure la température dans le bâtiment d'élevage des poulets de chair.

### 3.2.3. Matériel d'éclairage

Durant la période d'élevage, nous avons utilisé 4 lampes à lumière blanche.

### 3.2.4. Matériel d'alimentation et abreuvement

-l'aliment utilisé durant la période d'élevage est fourni par l'unité de fabrication d'aliments de bétail du même propriétaire SARL OUMLIL OURAVIC de sidi Naamane.

-La production de l'*Azolla Pinnata* séchée utilisée dans cet essai a été réalisée à l'université de Bouira. Le séchage à l'ombre pendant 48h, puis elle a été transportée à ITMAS de Boukhalfa, on la tamisée pour adapter sa morphologie au bec de l'animal afin de faciliter sa préhension et bien stockée afin d'éviter son altération (humidité) ou contamination (vecteurs de microorganismes pathogènes comme les rongeurs, chiens chats).

-L'alimentation a été constituée de 4 types d'aliments commerciaux (Figure.18) et de l'*Azolla Pinnata* séché.

-Aliment Démarrage Aliment Croissance 1

-Aliment Croissance 2 Aliment Finition *Azolla Pinnata* séché

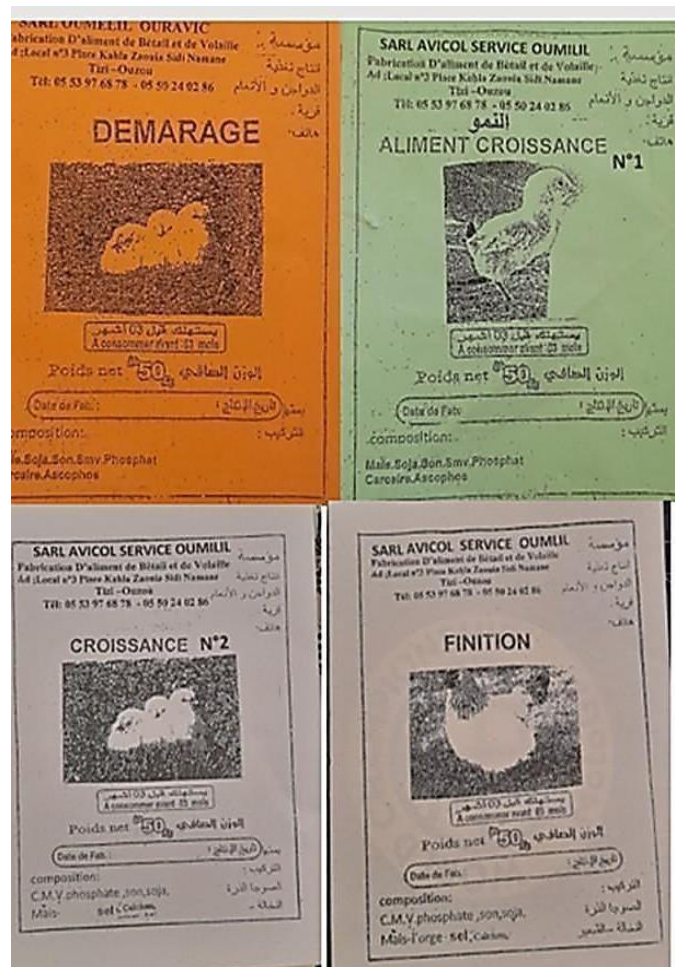


Figure.18. Vue des étiquettes des sacs d'aliment commerciaux (4 types) utilisés dans cette expérience pour alimenter les poulets de chair.

**N.B** : à chaque passage d'une période à une autre, la transition alimentaire a été pratiquée.

- Des assiettes en plastique à l'âge de démarrage (Figure.19).



**Figure.19.** Vue d'une assiette en plastique, utilisée en phase de démarrage.

- Nous avons utilisé 1 seul type de mangeoires pour les poulets concerné par l'essai poulet en phases de croissance-finition à une hauteur d'une brique de 8 trous (Figure.20)



**Figure.20.** Mangeoire en plastique, dans le bâtiment d'élevage des poulets, utilisé à la période croissance-finition.

Pour l'Abreuvement :

-Deux types d'abreuvoirs en plastique :

Des abreuvoirs de type siphoniques de 3 litres pour le démarrage et les poulets élevés dans les 3 lots expérimentaux Figure.21.



**Figure.21.** Abreuvoir de type siphonique, utilisé au démarrage et pour les trois lots expérimentaux.

### 3.2.5. Autres outils et matériaux utilisés

-Trois sacs de la chaux broyée de 20 kg sont utilisés pour la préparation et la désinfection du bâtiment Figure.22.



**Figure.22.** Un sac de 20 kg de la chaux utilisée pour la désinfection du bâtiment

-Un briquet et une pince pour allumer le chauffage et effectuer le remplacement des bouteilles à gaz butane.

-Un tamis pour tamiser l'azolla séché.

-Un grillage en fil de fer très solide pour séparer les lots, nettoyé et désinfecté avant l'utilisation (Figure 23).



**Figure.23.** Désinfection du grillage en fer avec une solution de biocide.

-Deux (2) bâches sont utilisées en phase démarrage-croissance qui isolent la zone d'élevage dans le bâtiment, à chaque 23,2 m<sup>2</sup> qui servent pour l'extension avec l'avancement d'âge. Et un contreplaqué de 30 cm fixé au sol

-Un grillage en plastique est fixé au sol avec des clous et des rondelles à l'aide d'un marteau utilisé pour séparer les 3 lots en 12 sous lots et chaque lot en quatre sous lots Figure.24.



**Figure.24.** Vue de la séparation inter-lot à l'aide d'un grillage en plastique.

- Une seringue graduée pour maîtriser le dosage des médicaments et désinfectants.
- 950 g de sucre
- Eau, électricité, gaz.
- Un récipient pour les mortalités et un autre utilisé comme pédiluve à l'intérieur de la porte d'entrée du bâtiment. Figure.25



**Figure.25.** Réception utilisée comme pédiluve à l'entrée du bâtiment

- 24 bottes de paille utilisées comme litière.
- 6 litres d'eau de javel et un sac de lessive de 250 g
- 1 litre de biocide
- Une lavette et une brosse pour lavage des mangeoires et abreuvoirs.
- Un balai, une raclette et des sacs-poubelles.
- Un pulvérisateur de 10 litres.
- Des vernis à ongles de couleurs différentes utilisés pour l'identification des poulets
- Les feuilles d'eucalyptus pour la désinfection du bâtiment
- Binette utilisée pour le désherbage autour du bâtiment.
- Ciment et gravier pour la fermeture des trous afin de lutter contre les rongeurs.

-Une bassine de 45 l est utilisée pour mélanger l'aliment (transition) et les vaccins et vitamines administrés dans l'eau de boisson (Figure 26).



**Figure.26.** Bassine utilisée pour diluer les médicaments administrés dans l'eau de boisson.

### **3.2.6. Le sas sanitaire :**

Sa surface mesure 8,1 m<sup>2</sup> où on y trouve :

-une citerne de volume de 300 Litres posée sur une palette à une hauteur de 1,5m du sol, un bidon de 20 litres et un arrosoir de 10 litres utilisé pour l'abreuvement des poulets Figure 27.



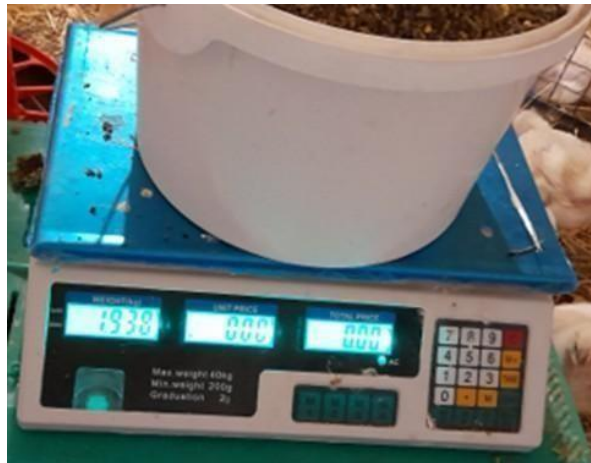
**Figure.27.** Vue de la citerne utilisée pour l'abreuvement automatique des poulets non concerné par l'essai.

-l'aliment a été aussi stocké dans le sas sanitaire : les sacs d'aliment posés sur des palettes en bois (Figure 28).



**Figure.28.** Stockage de l'aliment dans le bâtiment d'élevage des poulets de chair.

-Une balance graduée (un intervalle de 2 g) avec un min de 200 g et max de 40 kg a été utilisée pour peser les poussins puis les poulets et les quantités d'aliment distribuées et refusées ainsi que les dosages des médicaments Figure 29.



**Figure.29.** Vue de la balance utilisée au cours de l'essai dans le bâtiment d'élevage.

### 3.2.7. Matériel animal

L'essai s'est porté sur 180 poussins de sexe mélangé de souche *Arbore Acres* issues des parents de 38 semaines d'âge, d'origine d'un couvoir privé (l'éleveur Mr Oumllil, le même propriétaire du couvoir et de cet élevage à l'ITMAS) dans la même région (BOUKHALFA) Figure.30.



**Figure.30.** Vue des poussins de la souche des poulets *Arbore Acres* à 15 jours d'âge utilisés dans cet essai

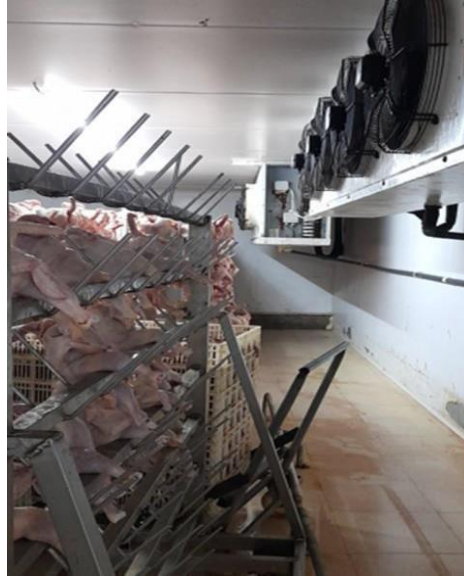
### 3.2.8. Matériel de l'abattoir

-Une balance pour la pesée des organes et des carcasses Figure.31.



**Figure.31.** Vue d'une balance utilisée pour la pesée des organes à l'abattoir

-Salle de ressuyage et de refroidissement des carcasses de poulets. Figure.32.



**Figure.32.** Vue des poulets dans la salle de ressuyage

**NB :** nous avons fait un ressuyage de 2h au lieu de 24h.

#### **4.Nettoyage et désinfection**

- **Vide sanitaire :** Le bâtiment été vide avant de commencer notre stage pratique pendant 1 an. (Période covid)
- **Nettoyage et désinfection :** du 18 au 22 avril.

##### **4.1. Nettoyage :**

Les trous du sol ont été bouchés avec du ciment. Figure.33.et des pierres.



**Figure.33.** Vue du mélange ciment avec lequel nous avons bouché les trous dans le bâtiment où s'est déroulé l'essai.

-Balayage du plafond, des murs et du sol à l'aide d'un balai.

-Nettoyage et lavage du bâtiment et du matériel (citerne, assiettes, mangeoire, abreuvoirs) à l'eau de javel. Figure 34.



**Figure.34.** Vue de lavage des mangeoires à la lessive et l'eau de javel avant leurs introductions dans le bâtiment d'élevage.

Emplacement des bâches et séparation de la surface totale du bâtiment en box de 23,2 m<sup>2</sup>, dans le but de faire des extensions selon l'âge des poulets.

#### **4.2. Désinfection**

-Nous avons désinfecté le bâtiment à l'intérieur en commençant par les murs puis le sol avec de la chaux Figure.35.



**Figure.35.** Saupoudrage de la chaux broyée sur le sol du bâtiment d'élevage

-Nous avons utilisé de la fumée des feuilles vertes d'eucalyptus pour désinfecter le bâtiment (Bâtiment fermé) Figure.36.



**Figure .36.** Vue des feuilles d'eucalyptus vertes en feu afin de dégager de la fumée pour la désinfection du bâtiment.

-Fermeture du bâtiment juste après la fin de la désinfection et placement d'une solution de biocide à l'entrée du bâtiment

#### **4.3. Préparation du box pour poussins**

-Du 21 au 22 avril 2022, au coin du bâtiment, nous avons isolé une surface de 23,2 m<sup>2</sup> à l'aide des bâches pour élever la température du box.

-Nous avons fixé un contreplaqué d'une hauteur de 30 cm du sol afin d'isoler le box puis nous avons préparé la litière avec de la paille avec une épaisseur de 15 cm.

-Nous avons installé les éleveuses à une hauteur de 1,50 m du sol en position penché.

-Nous avons placé deux thermomètres pour contrôler la température sous l'éleveuse et la température ambiante du box.

-Allumage des éleveuses 24 h avant l'arrivée des poussins.

-L'eau d'abreuvement a été préparée toujours la veille à l'intérieur du box pour qu'il soit tiède au moment de la distribution.

**4.4.L'arrivée des poussins :** le 23 avril 2022 à 10 h, un effectif de 1130 poussins sont arrivés dans le poulailler.

-les poussins sont transportés dans un véhicule par l'éleveur dans des caisses Figure.37.



**Figure.37.** Vue des poussins juste à leurs arrivées au lieu de l'expérimentation.

-Les poussins ont subi un examen physique (température corporelle et vitalité) pour s'assurer de leur bonne santé avant leur installation. Puis ont été libérés de leur caisse dans la poussinière. Figure 38.



**(A)**



**(B)**

**Figure.38.** Vue de mesure de températures des poussins juste à leur libération des caisses

-Nous avons rempli les abreuvoirs à  $\frac{1}{4}$  de leurs capacités avec une solution d'eau mélangée avec du sucre (5 g de sucre dans un litre d'eau). Nous avons orienté les poussins vers les abreuvoirs (Figure.39) afin d'éviter leur déshydratation après le transport.



**Figure 39.** Vue des poussins orientés vers les abreuvoirs.

-2 heure après la distribution de la solution sucrée, nous avons distribué l'aliment démarrage dans des assiettes en plastique Figure 40.



**(A)**



**(B)**

**Figure.40.** Vue des poussins orientés vers les assiettes en plastique après distribution d'aliment

Nous avons pesé 150 poussins choisis de manière aléatoire dans la poussinière, pour calculer le poids moyen d'un poussin à l'installation et à un jour d'âge.

### 5. Programme de surveillance

#### 5.1. Surveillance journalière

Les visites ont été surtout pendant toute la journée et la nuit durant le démarrage et les matinées et quelques visites la nuit durant la phase croissance et finition.

-La disponibilité d'eau et d'aliment

-La disponibilité du gaz butane.

-Surveiller le mouvement des poussins et les orienter vers les assiettes ou mangeoires et les abreuvoirs.

#### Vérification des conditions d'élevage

- **La température** par l'observation de la répartition des poussins Figure.41. Dans la surface du box au démarrage et des poulets dans toute la surface du bâtiment à la période croissance et finition et l'enregistrement de la température ambiante dans le bâtiment.



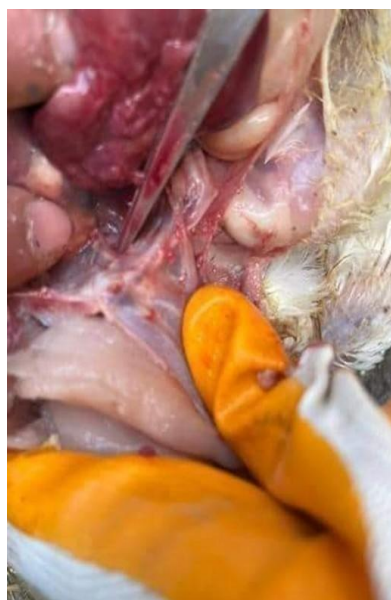
**Figure.41.** Vue d'une répartition homogène des poussins en période de démarrage dans le bâtiment d'élevage.

Les températures enregistrées durant cette étude sont variées supérieure aux températures recommandées par le guide « Élevage poulet de chair Fellah Trade ». Ces élévations de température peuvent être dues aux ruptures d'électricité répétées, ce qui induit au dysfonctionnement du ventilateur et extracteur d'air ainsi qu'aux élévations de la température ambiante dans le bâtiment. Le tableau 7 Représente les normes de température ambiante enregistré dans le bâtiment.

**Tableau 7.** La température dans le bâtiment d'élevage en fonction de l'âge des poulets.

L'âge	Tc° recommandée par le Guide	TC°
1j-7j	-	32,05 c°
8j-14j	-	31,23 c°
15j-18j	-	28,21c°
19j-21j	-	27,83c°
22j-28j	27à 23c°	28,47c°
29j-35j	23à 20c°	28,42c°
Supérieure à 36j	20 à 18c°	27,28c°

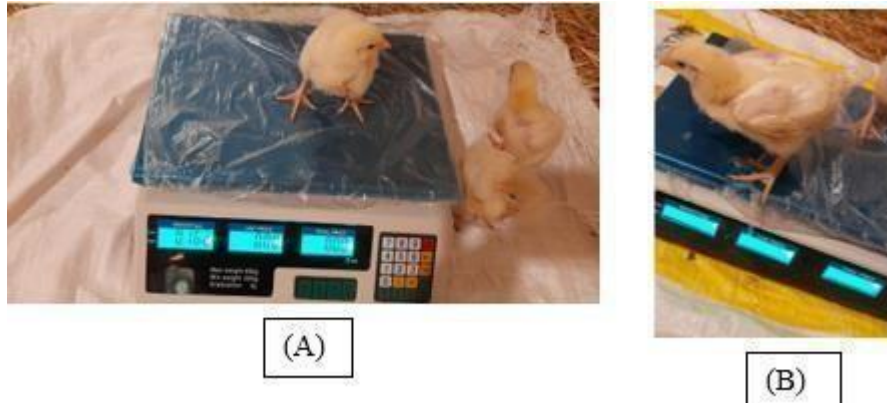
- **L'éclairage** : Nous n'avons pas suivi un programme lumineux adapté à la souche *Arbore Acres* durant la période d'élevage. Des ruptures d'électricité répétées (ce qui influence négativement l'ambiance dans le bâtiment d'élevage : éclairage et ventilation).
- **Consultation de la litière** : Nous ajoutons de la paille pour absorber l'humidité de la litière.
- **La ventilation** : Par la vérification de qualité de l'air avec l'odorat.
- **Vérification de la mortalité**, ramasser les cadavres et essayer de chercher sa cause avec le vétérinaire. Figure.42.



**Figure.42.** Vue d'une autopsie d'un poulet mort

## 5.2. Surveillance hebdomadaire

Nous avons pesé un échantillon de 150 poussins avant la répartition des poulets en lots. Après cette répartition, nous avons pesé les 180 poulets des trois lots à chaque fin de semaine et à chaque fin d'une période d'élevage Figure.43.



**Figure.43.** Vue de la pesée des poussins à 7 et à 13 jours d'âge

Après la répartition des poulets en lots, nous avons identifié les 180 poulets individuellement sur une patte avec différentes couleurs de vernis à ongle. Renouvelable à chaque fois que la couleur du vernis est illisible (à chaque pesée) Figure.44.



**Figure.44.** Identification individuelle des poussins.

-Préparation et désinfection des abreuvoirs et des assiettes ou mangeoires qui seront ajoutés à chaque extension.

## 6.Nos Extensions

Avec l'avancée d'âge et l'augmentation du poids et aussi pour éviter l'entassement de la litière par endroit et une densité trop élevée par 1m<sup>2</sup>, et l'augmentation d'ammoniac, nous avons soulevé et attaché la bâche, et baissé une autre à l'extrémité de la nouvelle surface, puis nous avons dispersé la paille sur cette nouvelle surface ajoutée (Figure.45) qui était de 23,2 m<sup>2</sup> à chaque extension.



**Figure.45.** Vue d'une extension et dispersion de la paille sur la nouvelle surface.

Nous avons déplacé les éleveuses à chaque extension de sorte que la nouvelle surface aura une température recherchée selon l'âge des poulets.

La hauteur au sol des mangeoires et des abreuvoirs est adaptée à la hauteur des dos des poulets du sol, pour éviter le gaspillage et permettre une meilleure croissance de la poitrine.

**Les extensions ont été comme suite :**

- 1ère extension : 22/04/2022 extension du box pour poussins de 23,2 m<sup>2</sup> ;
- 2 ème extension : 26/04/2022 ; déplacer le contreplaqué et soulever la bâche de la petite chambre sur une nouvelle surface de 46,4 m<sup>2</sup>.
- 3ème extension : 30/04/2022 ; déplacer le contreplaqué et soulever la bâche sur une nouvelle surface de 69,6 m<sup>2</sup>.
- 4ème extension : 06/05/2022 ; la nouvelle surface est de 92,8 m<sup>2</sup> ;
- 5ème extension :08/05/2022 ; la nouvelle surface est de 116 m<sup>2</sup>.
- 6ème extension :13/05/2022 ; la nouvelle surface est de 139,2 m<sup>2</sup>.
- 7 ème extension (dernière) :22/05/2022 ; la surface totale occupée par les poulets jusqu'à l'abattage été de 153,2 m<sup>2</sup>. Sas sanitaire de 8,1m<sup>2</sup>

❖ **La densité**

-Un effectif de 1130 poulets, la capacité de bâtiment était de 1200 poulets. 24,3 m<sup>2</sup> occupé par les lots concernés par l'essai (8 sujets / 1 m<sup>2</sup>). Une superficie de 8,1 m<sup>2</sup> pour le sas sanitaire et stockage de l'aliment. Le reste du bâtiment était occupé par les autres poulets non concernés par l'essai.

**7.Programme de prophylaxie**

Pendant toute la période d'élevage, les poulets ont été vaccinés et traités contre la grippe et la coccidiose (Figures.46.47.48). Le programme de prophylaxie suivi au cours de la période d'élevage défini dans le tableau 8.

**Tableau 8.** Programme de prophylaxie suivi au cours de la période d'élevage.

<b>Date et jour d'âge</b>	<b>Traitement</b>	<b>Posologie</b>
24-28/04/2022 (2-3-4-5-6j)	Syvaquinol 10% antibiotique Contre les infections bactériennes(Usage à titre préventif)	0.5 ml / 1 litre d'eau (Dans l'eau de boisson)
28/04/2022 (6j)	Vaccination contre la maladie de Newcastle + bronchite infectieuse	1000 doses/ 1 litre d'eau (nébulisation)
05-07/05/2022 (13-14-15j)	Traitement contre la grippe Doxyciville Polvo	25 g/40 litre d'eau
08-09-10/05/2022 (16-17-18j)	Anti-stress Vigal 2x (prévention du stress de vaccination)	20 g/40 litres d'eau
09/05/2022 (17j)	Vaccination contre la maladie de Gumboro	1000 doses/20 litres d'eau de source (Dans l'eau de boisson)
13/05/2022 (21j)	coccidiopane prévention contre la coccidiose	0.5 g/1 litre d'eau (Dans l'eau de boisson)
18/05/2022 (26j)	Rappel du vaccin contre la maladie de Newcastle + bronchite infectieuse	1000 doses/ 1 litre d'eau (nébulisation)
01-02/06/2022 (40-41j)	Colistine w.s.20%	50 g/250 litre d'eau (Dans l'eau de boisson)
01-02/06/2022 (40-41j)	Hepatoklass	0.5 litre/250 litres d'eau (Dans l'eau de boisson)



Figure.46. Mesure du dosage de l'antibiotique à l'aide d'une seringue.



Figure.47. Vue des vitamines et anti-stress administré aux poulets dans l'eau de boisson



Figure.48. Vue des vaccins et des traitements utilisés contre la grippe et la coccidiose

La vaccination contre la maladie de Newcastle + bronchite infectieuse a été réalisée avec un appareil nébuliseur Figure 49. Avant d'entamer la vaccination, nous avons isolé les poussins / poulets dans une surface réduite et nous avons observé la réaction des poussins (les poussins qui secouent la tête, c'est un signe de réception du vaccin)



**Figure.49.** Vue de l'appareil nébuliseur de la vaccination contre la maladie de Newcastle + bronchite infectieuse.

La vaccination contre la maladie de Gumboro nécessite l'administration d'un anti-stress avant et après le vaccin. Avant la vaccination avons enlevé tous les abreuvoirs pour que les poussins restent sans eau pendant 2 heures. Après avoir préparé le vaccin dans l'eau de boisson, nous avons préparé 28 abreuvoirs (Figure.50) et on les a distribués rapidement et à la fois, car ils étaient assoiffés.



**Figure.50.** Vue de la préparation de la vaccination contre la maladie de Gumboro administré dans l'eau de boisson.

**NB :** les flacons des vaccins doivent s'ouvrir dans l'eau.

La mise en lot le 14/05/2022 à 22 jours d'âge pendant la période de croissance.

180 poulets sont répartis en trois lots de 60 poulets sur une surface de 8,1 m<sup>2</sup> pour chaque lot séparé par un grillage en fer. Puis chaque lot est divisé en quatre sous-lots de 15 poulets par un grillage en plastique Figure.51.



Figure.51. Vue de la séparation des sous-lots avec un grillage en plastique.

**NB :** la répartition des poulets en lots et sous-lots a été faite de manière que le poids moyen total du lot soit le plus homogène possible.

### 8. Alimentation et transition alimentaire :

Les quantités d'aliment distribué selon le guide poulet de chair *Arbore Acres* 2014 (performance des poulets non sexé) Figure.52.

Poulet de chair Arbore Acres Plus <i>Performances des poulets non sexés</i>												
Jour	Poids (g)	Gain moyen quotidien (g)	Gain moyen quotidien (g)	Consommation par jour (g)	Consommation (g/kg)	IC1	Jour	Poids (g)	Gain moyen quotidien (g)	Gain moyen quotidien (g)	Consommation (g/kg)	
1	57	15		14	14	0,246	37	2230	94		191	23,5
2	72	15		17	31	0,433	38	2418	94		195	27,5
3	89	17		20	51	0,577	39	2512	94		199	28,8
4	109	20		24	75	0,688	40	2606	94		203	41,2
5	131	22		27	102	0,776	41	2699	94		206	43,2
6	156	25		31	132	0,866	42	2793	93	93,84	210	45,1
7	185	28	20,40	35	167	0,903	43	2905	93		216	47,9
8	216	31		39	206	0,951	44	2978	92		218	49,7
9	251	35		43	249	0,991	45	3069	91		221	51,4
10	288	38		48	296	1,026	46	3160	91		229	56,7
11	330	41		53	349	1,057	47	3250	90		235	58,3
12	375	45		58	407	1,085	48	3339	89		227	59,9
13	423	48		63	470	1,111	49	3427	88	90,18	229	61,7
14	474	51	41,37	69	539	1,136	50	3514	87		231	63,0
15	529	55		74	613	1,159	51	3600	86		233	64,0
16	587	58		80	694	1,181	52	3684	85		233	64,9
17	648	61		86	780	1,201	53	3767	83		234	65,8
18	713	64		92	872	1,224	54	3850	82		235	66,7
19	780	67		99	971	1,245	55	3931	81		236	67,6
20	850	70		105	1076	1,266	56	4010	79	83,32	236	68,5
21	923	73	64,06	111	1187	1,286	57	4088	78		237	69,4
22	998	75		117	1304	1,306	58	4164	76		237	70,3
23	1076	78		123	1427	1,326	59	4239	75		238	71,2
24	1156	80		128	1556	1,346	60	4312	73		238	72,1
25	1238	82		135	1691	1,366	61	4384	71		238	73,0
26	1322	84		141	1832	1,386	62	4455	70		238	73,9
27	1408	86		147	1979	1,406	63	4521	68	73,03	238	74,8
28	1495	87	81,74	152	2131	1,426	64	4587	66		238	75,7
29	1584	89		158	2289	1,446	65	4652	64		238	76,6
30	1674	90		165	2452	1,465	66	4716	62		238	77,5
31	1764	91		172	2621	1,485	67	4774	60		238	78,4
32	1856	92		179	2794	1,505	68	4832	58		238	79,3
33	1949	93		179	2972	1,525	69	4888	57		238	80,2
34	2042	93		183	3155	1,545	70	4944	55	60,88	238	81,1
35	2138	94	91,52	187	3342	1,565					238	82,0

Figure.52. Vue du guide poulet de chair *Arbore Acres* 2014 suivis durant notre essai.

Chaque jour, selon l'âge, nous avons calculé les quantités distribuées comme suite :

$$\text{Quantité à distribuer} = \text{Consommation en g par j} \times \text{Le nombre des sujets}$$

La quantité journalière distribuée représente le 100% d'aliment pour le lot témoin, 90% d'aliment +10% azolla sèche pour le lot Azolla 10% et 80% d'aliment +20% d'azolla pour le lot Azolla 20%.

Le même type d'aliment (aliment croissance et aliment finition) a été distribué pour les 03 lots. L'azolla a été distribuée que pour les deux lots expérimentaux.

Lot A0 : Lot témoin : 100% aliment commercial, 0% Azolla.

Lot A1 : Lot expérimental : 90% aliment commercial, 10% Azolla séchée

Lot A2 : Lot expérimental : 80% aliment commercial 20% d'azolla séchée.

Avant son utilisation, l'azolla séchée a été tamisée (Figure.53) afin d'éviter son gaspillage et adapter sa forme à l'animal (faciliter sa préhension), ensuite, elle a été mélangée avec de l'aliment commercial (diète pour les deux lots expérimentaux).



**Figure.53.** Vue du tamisage de l'azolla séchée.

La distribution de l'aliment 1 ou 2 fois par jour selon la période d'élevage, en phase de croissance et finition, nous avons distribué l'aliment une seule fois par jour par conte au démarrage on nous avons distribué l'aliment deux fois par jour afin d'éviter le gaspillage puisque à ce stade on a utilisé des assiettes. Mais il est à noter que on a jamais laissés les assiettes/mangeoires vide (consommation d'aliment à volonté).

Les quantités distribuées et refusées ont été pesées à 13.30 h pendant tous les jours de l'essai Figure.54.



**Figure.54.** Vue de la pesée de l'aliment à distribuer pour le lot Azolla 20%.

Nous avons utilisé 4 mangeoires et 4 abreuvoirs manuels pour chaque lot à raison d'un mangeoire et d'un abreuvoir par sous-lot (Figure 55).



**Figure.55.** Vue d'un mangeoire et d'un abreuvoir utilisé dans un sous-lot du lot expérimental Azolla 10%.

Afin d'éviter un stress dû au changement brusque de la ration alimentaire des poulets une transition alimentaire de 3 jours a été pratiquée afin de permettre l'adaptation du tube digestif de l'animal au nouveau type d'aliment (Figure.56)



**Figure .56.** Vue de la préparation d'aliment (75% démarrage 25% croissance) pour la 1<sup>re</sup> transition alimentaire.

- La transition de l'aliment démarrage à l'aliment croissance : 08-09-10/05/2022.
  - 16eme jour d'âge : 75% d'aliment démarrage, 25% d'aliment croissance
  - 17eme jour d'âge : 50% d'aliment démarrage, 50% d'aliment croissance
  - 18me jour d'âge : 25 % d'aliment démarrage 75% d'aliment croissance
- Adaptation à l'Azolla : 11-12-13/05/2022 (19-20-21 jours d'âge) : aliment 100% croissance et une petite quantité d'azolla supplémenté.
- De l'aliment croissance à l'aliment finition : 28-29-30/05/2022.
  - 36eme jour d'âge : 75% d'aliment croissance mélangé à 25% d'aliment finition ;
  - 37 ème jour d'âge : 50% d'aliment croissance, 50% d'aliment finition ;
  - 38 ème jour d'âge : 25% d'aliment croissance, 75% d'aliment finition ;
  - 39ème jour d'âge 100% d'aliment finition.

## **9.Abattage des poulets**

À la fin de l'expérimentation, 18 poulets (6 poulets/lot) sans distinction du sexe ont été prélevés au hasard, pesés individuellement, transporté dans des caisses identifiées vers l'abattoir (Figure.57).

Ils ont été abattus, déplumés à chaud puis éviscérés manuellement dans le but d'évaluer l'impact de supplémentation de l'azolla en alimentation du poulet de chair sur les paramètres d'abattage.



**Figure.57.** Vue des poulets transportés dans des caisses fermées vers l'abattoir

### 9.1 Les paramètres d'abattage étudiés

- ✓ Poids vif avant l'abattage ;
- ✓ Poids du foie ;
- ✓ Poids du gésier ;
- ✓ Poids du cœur ;
- ✓ Poids des intestins ;
- ✓ Poids des carcasses ;
- ✓ la coloration de la peau, des graisses et des organes ;

NB : toute anomalie ou particularité observée doit être notée.

Nous avons observé des carcasses de coloration normale de la peau chez les sujets des différents lots (A0%, A10%, A20%) (Figure.58) de même pour les organes et les graisses.



**Figure.58.** Vue des carcasses des poulets à coloration normale.

## 9.2. Variables zootechniques et analyses statistiques

Les données brutes ont été codifiées en variables puis ont été saisies sur des feuilles de calcul Excel qui, ont servi au calcul des différentes variables zootechniques afin de déterminer

- La Consommation Moyenne Quotidienne (CMQ) ;
- Le Gain Moyen Quotidien (GMQ) ;
- L'Indice de Consommation (IC) ;
- Taux de mortalité (TM) ;
- Le poids moyen PV ;
- Le rendement en carcasse chaude (RC) ;

### 9.2.1 Consommation moyenne quotidienne (CMQ)

La consommation moyenne quotidienne est la quantité d'aliment consommée par les sujets sur une période donnée. Elle est exprimée en gramme (g) et a été calculé selon la formule :

$$CMQ = QAD \text{ pendant une période} - QAR \text{ de la même période}$$

QAD : Quantité d'aliment distribuée QAR : Quantité d'aliment refusée.

### 9.2.2. Le gain moyen quotidien (GMQ) :

Les mesures hebdomadaires des poids d'animaux ont permis de calculer le Gain Moyen Quotidien (GMQ) en faisant le rapport du gain moyen pondéral pendant une période sur la durée (en jours) de la période. Il a été déterminé grâce à la formule suivante :

$$GMQ = \frac{\text{Gain de poids (g) pendant une période}}{\text{durée de la période (en jour)}}$$

### 9.2.3. Indice de consommation (IC)

C'est le rapport de la quantité d'aliment consommée pendant une période sur le gain de poids pendant cette même période (indice de conversion alimentaire) Il est sans unité et la formule utilisée pour le déterminer est la suivante :

$$IC = \frac{\text{Quantité d'aliment consommée pendant une période (g)}}{\text{Gain de poids durant la même période (g)}}$$

#### 9.2.4. Taux de mortalité (TM)

Le taux de mortalité exprimé en pourcentage (%), a été calculé à partir des données enregistrées au cours de la période d'élevage estimé par la formule :

$$TM = \frac{\text{Nombre de sujets morts durant une période}}{\text{Effectif en début de période}} \times 100$$

#### 9.2.5. Poids moyens

Calculé en gramme par l'équation suivante :

$$PM = \frac{\text{la somme des poids vifs moyen individuelle des poulets}}{\text{Nombre des sujets pesés}}$$

#### 9.2.6. Le rendement de la carcasse chaude

C'est le rapport exprimé en pourcentage (%), du poids carcasse chaude en g et du poids vif des sujets à l'abattage en g. Il a été déterminé grâce à l'équation suivante.

$$RC = \frac{\text{poids de carcasse (g)}}{\text{poids vif à l'abattage (g)}} \times 100$$

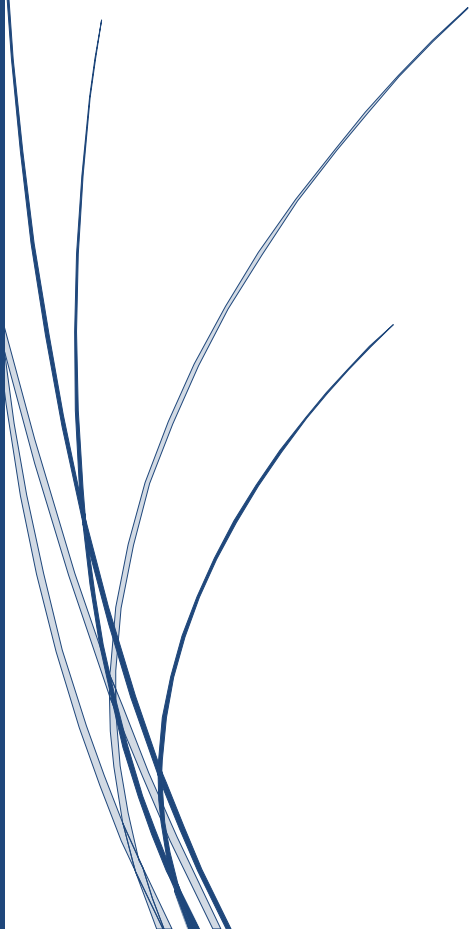
### 10. Méthodes d'analyses statistiques

Les analyses des résultats obtenus et la comparaison des moyennes entre les trois lots ont été effectuées par le test d'analyse de variance (ANOVA) et par la méthode de la plus petite différence significative (PPDS) au seuil de probabilité de 5%, pour certaines valeurs (GMQ3 et GMQ5) (Lebas *et al.* 2010). Par l'équation suivante :

$$PPDS = \frac{2(\text{Moyenne générale} \times \text{Le coefficient de variation})}{\sqrt{2} \text{ de l'effectif par lot}}$$



**Chapitres 5**  
**Résultats et Discussion**



## Résultat

### 1. Effet de l'incorporation de l'Azolla sur le poids vif des sujets

L'effet de l'incorporation de l'azolla dans les différentes rations (Azolla 0%, Azolla 10%, Azolla 20%) sur l'évolution du poids vif des animaux en fonction du temps (tableau 9) n'a réenregistré aucune différence significative entre les poids vif moyen des poulets. D'autre part, nous avons enregistré une différence hautement significative ( $P=0,000347$ ) du poids vif moyen initial entre les lots Azolla 0%, Azolla 20% comparé au lot Azolla 10%.

**Tableau 9.** Le poids vif moyen des sujets en fonction des traitements alimentaire appliqués.

Le P V selon la période d'âge	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Témoin	804,46 a	1217,16 a	1613,20 a	1870,95 a	2072,96 a	2324,33 a
Azolla 10%	809,98 b	1240,79 a	1659,25 a	1805,53 a	2080,06 a	2005,00 a
Azolla 20%	841,81 a	1262,36 a	1599,55 a	1839,91 a	2108,26 a	2078,00 a
P	0,000347	0,23	0,477	0,498	0,839	0,0706

P1 :22j-27j d'âge. P2 :28j-32j d'âge. P3 :33j-35j d'âge. P4 :36j-39j d'âge. P5 :40-42j d'âge. P6 : représente le poids moyen des poulets à l'abattage. Les moyennes de la même colonne suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%

### 2. Effets sur le Gain Moyen Quotidien (GMQ)

Les résultats sur le Gain Moyen Quotidien (GMQ) des sujets nourris à base des différentes rations alimentaires sont présentés dans le tableau 10. Il ressort de ce dernier que l'incorporation de 20 % d'azolla séchée en alimentation du poulet a significativement amélioré leur GMQ.

Le lot Azolla 20 % a eu le meilleur gain moyen quotidien global (85,07g b) que le lot Azolla 10% (73,15 a) et le lot témoin (72,27 a) qui n'a pas subi traitement alimentaire.

L'évolution du GMQ moyen a été fluctuante sur le long de la période de l'essai, le gain du poids au début de l'essai (22j-27j d'âge) et à la période 4 (36j-39j d'âge) a été sans effet significatif chez le lot témoins et les lots expérimentaux. Un ralentissement de la vitesse de croissance du lot Azolla 20% a été enregistré pendant la 2<sup>ème</sup> période (28j-32j). Puis, Durant la 3<sup>ème</sup> période (33j-35j d'âge), le lot témoin a connu un GMQ supérieur (103,21 b) aux lots expérimentaux, ce gain de poids a été sans signification comparativement au lot Azolla 20%. D'autre part, le lot azolla 10% a connu le GMQ le plus bas dans la même période (73,46 a). À la fin de l'essai (40j-42j d'âge) le lot Azolla 20% a eu une prise de poids plus accéléré (131,33 b) que les deux autres lots.

**Tableau.10.** Gains Moyens Quotidiens des sujets en fonction des traitements alimentaires appliqués.

<b>GMQ selon la période d'âge</b>	<b>GMQ1</b>	<b>GMQ2</b>	<b>GMQ3</b>	<b>GMQ4</b>	<b>GMQ5</b>	<b>Globale</b>
<b>Témoin</b>	72,12 a	85,42 b	103,21 b	71,25 a	29,33 a	72,27 a
<b>Azolla 10%</b>	71,87 a	84,90 b	73,46a	82,54 a	53,00a	73,15 a
<b>Azolla 20%</b>	70,06 a	61,31 a	88,47ab	74,18 a	131,33 b	85,07 b
<b>Signification</b>	NS	NS	S	NS	S	S

GMQ1 :22j-27j d'âge. GMQ2 :28j-32j d'âge. GMQ3 :33j-35j d'âge. GMQ4 :36j-39j d'âge. GMQ5 :40-42j d'âge. Les moyennes de la même colonne suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%. NS : non significatif. S : significatif

### 3.Effets sur la consommation moyenne quotidienne (CMQ)

L'effet des rations alimentaires expérimentales sur l'évolution de la consommation alimentaire en fonction du temps. Globalement La consommation quotidienne a été plus élevée chez le lot témoin (624,52 b), et moins importante chez le lot azolla 20% (617,99 ab) et meilleur chez le lot azolla10% (601,93 a). Comme représenté dans le tableau 11.

La consommation alimentaire quotidienne au début de notre essai (22j-27j d'âge) et à la période 4 (36j-39j d'âge) ainsi que la 5eme période (40j-42j d'âge) elle s'est avérée non significative chez les deux lots expérimentaux comparativement au lot témoin, Tandis que le lot azolla 20% à baissé sa consommation alimentaire de manier hautement significative ( $p= 0,00668$ ). À la 2éme période (28j-32j d'âge). Puis à la 3eme période le CMQ du lot Témoin et les deux lots expérimentaux a été similaire, d'autre part une faible différence significative au seuil de 5% ( $P= 0,0453$ ) .Existé entre ces deux derniers. Au-delà les moyens calculées pour la consommation alimentaire quotidienne ont été similaire chez l'ensemble des lots

**Tableau.11.** La consommation moyenne quotidienne des poulets en fonction des traitements alimentaire appliqués

<b>CMQ selon la période d'âge</b>	<b>CMQ1</b>	<b>CMQ2</b>	<b>CMQ3</b>	<b>CMQ4</b>	<b>CMQ5</b>	<b>Globale</b>
<b>Témoin</b>	641,31 a	852,93 b	545,50 ab	621,03 a	461,83 a	624,52 b
<b>Azolla 10%</b>	591,45 a	890,88 b	562,21 b	541,97 a	423,13 a	601,93 a
<b>Azolla 20%</b>	602,33 a	760,18 a	497,96 a	707,50 a	522,00 a	617,99 ab
<b>P</b>	0,283	0,00668	0,0453	0,0827	0,485	-

CMQ1 :22j-27j d'âge. CMQ2 :28j-32j d'âge. CMQ3 :33j-35j d'âge. CMQ4 :36j-39j d'âge. CMQ5 :40-42j d'âge. Moyennes de la même colonne suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de5%. S : existe une différence significative au seuil de 5%.

4. Effet sur l'Indice de Consommation (IC) alimentaire

Globalement, le meilleur Indice de conversion alimentaire a été obtenu chez le lot Azolla 20 % (2,52 a) et chez le lot Azolla 0% (2,56 a) sans signification entre ces deux lots. L'indice de consommation le plus élevé a été enregistré chez le lot Azolla 10 % (2,95 b) ce dernier a été significativement différent des autres lots (Tableau 12)

L'azolla n'a aucun effet significatif sur l'indice de conversion alimentaire enregistré pendant tous les périodes de l'essai entre les deux lots expérimentaux A10%, A20%) comparé au lot témoin.

Tableau 12. L'indice de consommation alimentaire des poulets en fonction des traitements

IC selon la période d'âge	IC1	IC2	IC3	IC4	IC5	Globale
Témoin	1,55 a	2,13 a	2,50 a	4,50 a	2,10 a	2,56 a
Azolla 10%	1,56 a	2,34 a	3,58 a	2,31 a	2,77 a	2,95 b
Azolla 20%	1,54 a	2,89 a	2,31 a	3,27 a	1,38 a	2,52 a
Valeur P	0,955	0,351	0,504	0,0669	0,82	-

IC1 :22j-27j d'âge. IC2 :28j-32j d'âge. IC3 :33j-35j d'âge. IC4 :36j-39j d'âge. IC5 :40-42j d'âge. Les moyennes de la même colonne suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%. S : existe une différence significative au seuil de 5%.

5. Effet sur les paramètres d'abattage

Aucune différence significative n'a été observée entre les poids des paramètres d'abattage en fonction des traitements pour le PV à l'abattage, la carcasse chaude, le poids du foie, gésier et les intestins. En revanche, les résultats obtenus pour le poids du cœur restent une différence hautement significatifs (P=0,000329) chez les lots expérimentaux respectivement azolla 10% et Azolla 20% 9,2 g et 9,16 g comparativement au témoin 16 g Tableau13.

Tableau 13. Effets de l'azolla sur les paramètres d'abattage du poulet de chair souche *Arbore Acre*

Paramètres (g)	Témoin	Azolla10%	Azolla20%	P
Poids vif à l'abattage	2236 a	2005 a	2078 a	0,17
Carcasse chaude	1669,2 a	1427,2 a	1518,5 a	0,0819
Foie	51,80a	47,60 a	49,66 a	0,712
Gésier	64 a	58 a	69 a	0,518
Cœur	16 b	9,2 a	9,16 a	0,000329
Intestins	120,40 a	93,80 a	108,66 a	0,0872

Les moyennes de la même colonne suivies des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

**6. Effet sur la mortalité des poulets**

Le taux de mortalité (TM%) a été déterminé par dénombrement des cadavres ramassés quotidiennement avant et au cours de l'expérimentation rapportée dans le tableau 14.

-Une mortalité (1) a été enregistrée au cours de la période d'adaptation à l'azolla au niveau du lot témoin.

-Une mortalité (1) observée au niveau du lot A10% nourri avec la ration Azolla 10%.

- En revanche, aucun cas de mortalité n'a été enregistré au niveau du lot A20% nourri avec la ration Azolla 20%.

Cependant, le TM est faible en phase de démarrage (18j) avant de commencer notre expérience qui était de 0,62%. Ainsi que pour une durée de 23 jours (3j d'adaptation à l'Azolla+ 20j de supplémentation). Ceci représente un taux de 1,11% du cheptel concerné par l'essai.

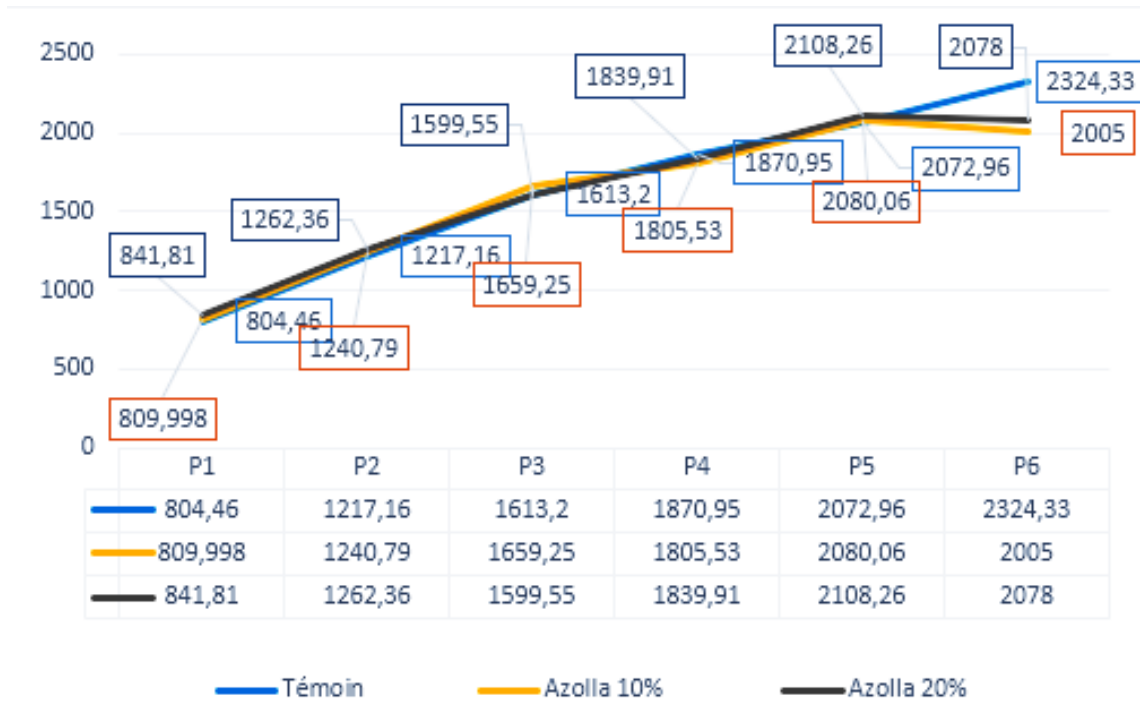
**Tableau 14.** Le taux de mortalité enregistré chez les trois lots au démarrage et durant l'essai.

-	Témoin	Azolla 10%	Azolla 20%	TM
<b>Phase de démarrage (18j)</b>	7 mortalités enregistrés sur un effectif de 1130 Poussins			0,62%
<b>Adaptation à l'azolla (3j)</b>	1 mortalité	0	0	0,56%
<b>Période de l'essai (23j)</b>	0	1 mortalité	0	0,56%

Discussion

1.L'effet des traitements alimentaire sur le poids vif des poulets

Au cours de l'expérimentation l'évolution du poids des sujets des trois lots en g au cours de l'essai est représentée par la courbe (Figure59).



P1 :22j-27j d'âge. P2 :28j-32j d'âge. P3 :33j-35j d'âge. P4 :36j-39j d'âge. P5 :40-42j d'âge. P6 : représente le poids moyen des poulets à l'abattage.

**Figure.59.** L'évolution du poids vif moyen des poulets (en g) par traitement au cours de l'expérimentation en fonction des périodes.

Les résultats de notre étude sont similaires à ceux obtenus par Ouedraogo *et al.* (2021) au Burkina Faso. Qui ont étudié l'effet de l'incorporation de l'*Azolla Pinnata* séché dans la ration des poulets de chair à 5% et à 12% sur leurs performances de croissance et ils ont signalé que l'incorporation de l'azolla n'a pas d'effet significatif sur l'évolution pondérale des poulets. Ainsi que pour les résultats de Alalade *et al.* (2007) les lots nourris avec des régimes alimentaires traités (complimenté par feuilles de farine d'azolla) étaient similaires par rapport au lot témoin.

Les résultats de Mishra *et al.* (2016) qu'ont distribué de la farine d'azolla au poussin d'une semaine d'âge à des niveaux de 5% (T2), 7,5% (T3) et 10% (T4) et un lot de référence qui a été nourri avec de l'aliment commercial, ils ont déclaré que Le gain de poids vif a été significativement amélioré dans les lots T2 et T 3. de même pour les résultats de Borkar *et al.* (2021) qui ont ajoutée la farine de l'Azolla dans la ration alimentaire du poulet à différents niveaux respectivement T1=0%, T2=2.5%. T3=5%, T4=7.5%.Et ils ont enregistré une différence significative à la fin de l'essai avec un poids moyen supérieur respectivement chez T4, T3, T2, T1.

Nos résultats sont aussi en désaccord avec les résultats de l'étude menée par Parthasarthy *et al.* (2002) qui n'ont signalé une réduction du poids corporel due à des niveaux plus élevés d'*Azolla* (10%, 15% et 20%) ce qui pourrait être due à un niveau plus élevé de NDF et aucune différence significative dans le gain de poids corporel des poulets de chair qui ont reçu une ration de base et une ration supplémentée avec 5 % d'*Azolla*.

## 2. L'effet de l'azolla sur le Gain Moyens Quotidiens

Au cours de l'essai des fluctuations du GMQ chez les poulets ont été enregistré des sujets en fonction des traitements Sont reportés dans le Tableau.15.

**Tableau 15.** Effet de L'azolla sur la vitesse de croissance des poulets

GMQ selon la période d'âge	GMQ1	GMQ2	GMQ3	GMQ4	GMQ5	Globale
Témoin	72,12 a	85,42 b	103,21 b	71,25 a	29,33 a	72,27 a
Azolla 10%	71,87 a	84,90 b	73,46a	82,54 a	53,00a	73,15 a
Azolla 20%	70,06 a	61,31 a	88,47ab	74,18 a	131,33 b	85,07 b
Signification	NS	NS	S	NS	S	S

GMQ1 :22j-27j d'âge. GMQ2 :28j-32j d'âge. GMQ3 :33j-35j d'âge. GMQ4 :36j-39j d'âge. GMQ5 :40-42j d'âge NS : non significatif. S : significatif. Les moyennes de la même colonne suivies des lettres différentes sont Significativement différentes au seuil de 5%.

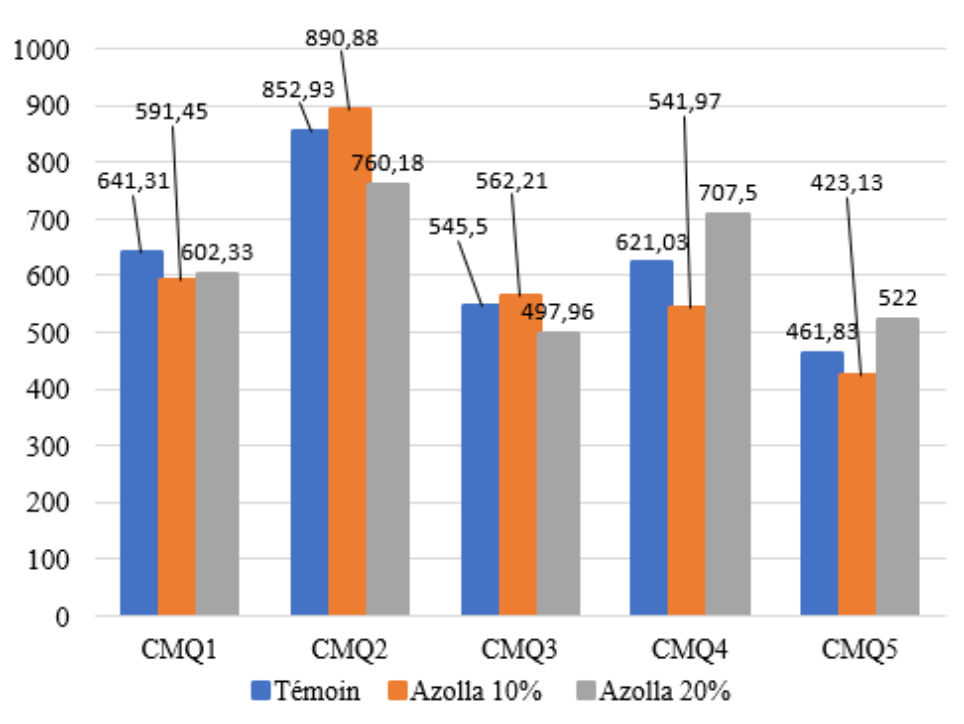
Nos résultats sont en accord avec ceux de Basak *et al.* (2002) qui ont introduit l'*Azolla pinnata* comme ingrédient alimentaire dans la ration des poulets de chair et ont constaté que l'ajout d'azolla séchée aux régimes alimentaires des poulets de chair augmentait significativement le gain de poids.

Ouedraogo *et al.* (2021) l'ensemble de la période de l'expérimentation (S1- S8), les sujets des différents traitements (0 % ; 5,5% et 12 % de farine d'azolla) ont enregistré des GMQ moyens qui ne présentent pas de différence significative (P = 0,231).

Par ailleurs, nos résultats sont en désaccord avec les résultats de l'étude menée par Divya *et al.* (2017) sur l'évaluation biologique de l'*Azolla* dans la ration des poulets de chair commerciaux qui ont signalé que le GMQ le plus faible a été enregistré dans le groupe où le taux d'azolla séchée incorporé a été plus important.

## 3. L'effet de la supplémentation de l'Azolla dans la ration alimentaire du poulet sur la CMQ :

La Consommation alimentaire moyenne quotidienne des poulets donnés en g/ sujet en fonction du temps est présentée sur la Figure 60.



CMQ1 :22j-27j d'âge. CMQ2 :28j-32j d'âge. CMQ3 :33j-35j d'âge. CMQ4 :36j-39j d'âge. CMQ5 :40-42j d'âge.  
**Figure.60.** Consommation moyenne quotidienne en g/sujet en fonction de la période.

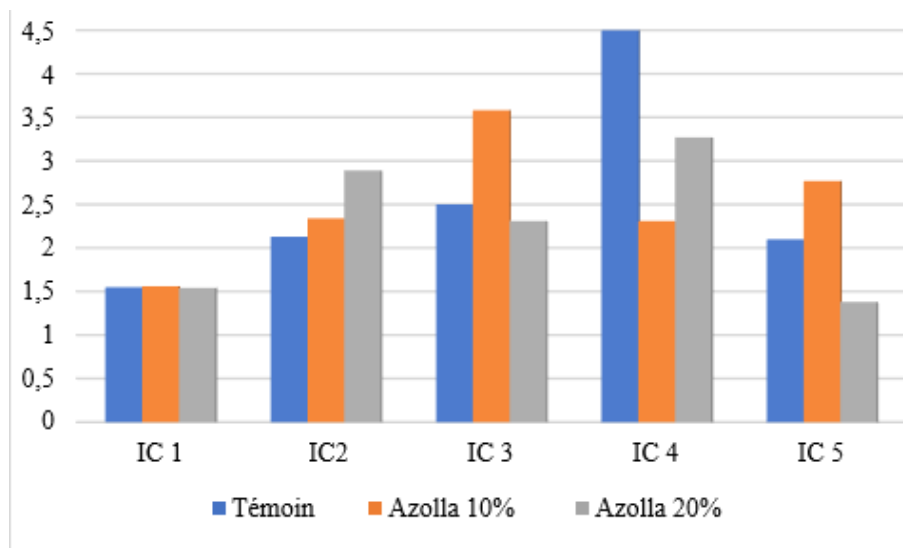
Dans notre étude, nous n'avons pas observé une appétence chez les lots expérimentaux malgré que certaines études aient signalés que l'azolla est une plante appétante, Des essais sur les cichlidés (*Oreochromis*, *Tilapia* et *Cichlasoma*) et sur un hybride de carpe herbivore ont signalés que les carpes ont tendance à préférer *Azolla caroliniana* (Lahser, 1967 ; Antoine *et al.*, 1986 ; Micha *et al.*, 1988 ; Fiogbé *et al.*, 2004). Ce qui peut être expliqué par la qualité de l'aliment commercial utilisé et fabrique par l'éleveur lui-même et ainsi que la qualité de l'azolla produite et stockée à l'université de bouira.

Nos résultats corroborent ceux de Jeberlin *et al.* (2010) qui ont supplémenté l'aliment concentré avec de l'azolla séché (T1 contrôle, T2 5% Azolla, T 3 7,5 % Azolla, T4 10 % Azolla).il s'est avéré que le flux de consommation alimentaire a été plus fiable chez le lot nourri avec l'aliment contenant 7,5% d'Azolla.de même pour les résultats de Shauka *et al.* (2015) qui ont enregistré une diminution significative ( $p > 0,05$ ) de la consommation alimentaire de tous les groupes nourris avec Azolla (5%, 10%, 15%,20%) dans le régime par rapport au témoin. Ce qui est économique. Aussi, Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus à Blida dans le cadre de l'étude mené par Cherairi *et al.* (2020) qui ont démontré que Le lot témoin ingère une quantité d'aliment plus importante que le lot expérimental. Par ailleurs,dans l'étude de Basak *et al.* (2002) sur l'utilisation de l'*Azolla pinnata* comme ingrédient alimentaire dans la ration des poulets de chair ont signalé que l'azolla n'a aucun effet sur la prise alimentaire chez les volailles et la consommation alimentaire est presque similaire dans les différents traitements diététiques.

Le lot témoin ingère une quantité d'aliment plus importante que le lot expérimental. Par ailleurs, dans l'étude de Basak *et al.* (2002) sur l'utilisation de l'*Azolla pinnata* comme ingrédient alimentaire dans la ration des poulets de chair ont signalé que l'azolla n'a aucun effet sur la prise alimentaire chez les volailles et la consommation alimentaire est presque similaire dans les différents traitements diététiques.

#### 4. L'effet de l'azolla sur l'Indice de Consommation (IC) alimentaire des différents traitements alimentaires

Le taux de conversion alimentaire est un bon indicateur de l'importance économique dans l'élevage de poulets de chair (plus la conversion alimentaire est efficace plus la rentabilité est optimale), dans notre étude, nous avons calculé les indices de consommation des trois lots afin d'étudier l'effet de l'azolla sur la conversion alimentaire chez les poulets, ces résultats sont représentés sur la Figure 61.



IC1 :22j-27j d'âge. IC2 :28j-32j d'âge. IC3 :33j-35j d'âge. IC4 :36j-39j d'âge. IC5 :40-42j d'âge.

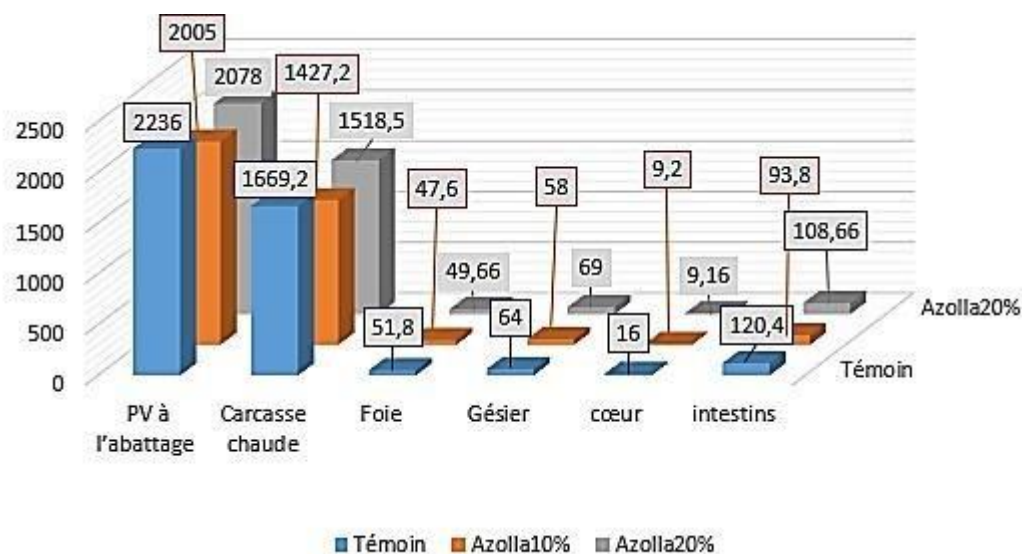
**Figure.61.** Effet de supplémentation de l'Azolla sur l'indice de conversion alimentaire en fonction de la période.

L'indice de consommation globale du lot Azolla 20% (2,52a) a été inférieur à celui du lot témoin (2,56a) cette légère différence non significative sur le plan statistique. Par ailleurs l'indice de consommation enregistré chez le lot Azolla 10% (2,95b) a été significativement supérieur aux deux autres lots. Le meilleur indice de consommation enregistré sur le long de l'expérimentation, est de 1,38 chez le lot Azolla 20% et le IC le plus élevé enregistré est de 4,50 chez le lot témoin. Ce qui signifie que l'azolla n'a pas d'effet néfaste sur l'indice de consommation chez le poulet de chair. Nos résultats corroborent à ceux de Ouedraogo *et al.* (2021) qui ont conclu que l'azolla n'a aucun effet significatif sur l'indice de conversion alimentaire chez le poulet de chair à 5% et à 12% (incorporé dans la ration alimentaire).

Ces résultats sont aussi similaires à ceux de Borkar *et al.* (2021) qui ont indiqué que l'Azolla à un niveau d'inclusion de 5 % dans la ration des poulets de chair est très économique et sans effet néfaste sur les paramètres zootechniques des poulets. de même pour l'essai de Cherairi *et al.* (2020) à Blida. Il ressort de leur étude que l'indice de consommation était plus important dans le lot témoin. Ainsi que pour les résultats de Mishra *et al.* (2016) qui distribué de la farine l'azolla au poussin d'une semaine d'âge à des niveaux de 5% (T2), 7,5%(T3) et 10% (T4) et un lot de référence qui a été nourri avec un de l'aliment commercial, le taux de conversion alimentaire a été meilleur chez les lots T3, T4. Contrairement aux résultats obtenus par Basak *et al.* (2002) qui ont trouvé que les rations de conversion alimentaire ont diminué de manière significative avec des niveaux de 10 et 15% de farine d'Azolla dans l'alimentation du poulet. Également d'après Rana *et al.* (2017) ont enregistré que l'Azolla séchée est un facteur limitant de la conversion alimentaire chez les monogastriques.

### 5. Les paramètres d'abattage :

Après l'abattage des poulets, nous avons étudié certains paramètres d'abattage afin de connaître l'influence des régimes expérimentaux sur le poids de ces derniers (Poids du foie, cœur, gésier, les intestins, poids à l'abattage ainsi que le poids de la carcasse chaude) Figure 62.



**Figure.62.** Effet de l'azolla sur les paramètres d'abattage du poulet de chair

Nos résultats ne relèvent aucune différence significative concernant le PV à l'abattage, Carcasse chaude, foie, Gésier et les intestins pour les trois lots, ainsi que pour le poids du cœur entre les deux lots expérimentaux. Par ailleurs, pour ce paramètre (poids du cœur) la différence a été hautement significative ( $P=0,000329$ ) dans les deux lots expérimentaux comparativement au lot témoin. Les résultats de Basak *et al.* (2002) au Bangladesh et Parthasarathy *et al.* (2002) sont similaires à nos résultats. L'*azolla pinnata* aux taux de 5 %, 10

% et 15 % n'a pas d'effet significative sur les rendements en carcasse chaude des poulets de chair. Ces résultats sont aussi renforcés par l'étude menée par Ouedraogo *et al.* (2021), l'incorporation de la farine d'*Azolla* dans la ration du poulet n'a engendré aucun effet néfaste sur le rendement en carcasse des poulets par rapport au témoin. Aussi pour Shaukat *et al.* (2015) qui ont remplacé la farine de poisson par l'*azolla* à 5% (T2), 10% (T3), 15% (T4) et 20 % (T5) d'*Azolla* chez les poulets de chair Cobb, ils ont signalé que l'*azolla* n'a aucun impact significatif ( $p>0,05$ ) sur les caractéristiques de la carcasse.

Pour le poids des abats, Cherairi *et al.* (2020) ont déclaré que le poids des abats (foie, cœur, Gésier) ont été semblables. Cependant, Mishra *et al.* (2016) ont signalé que le poids relatif du foie s'est avéré significativement plus faible chez les lots expérimentaux par rapport au témoin. De même pour l'étude de Abdelatty *et al.* (2021) ont confirmé que l'utilisation de feuilles d'*Azolla* à 10% dans l'alimentation présente un impact négatif sur le foie (diminution du poids).

### 6. Le Taux de Mortalité TM

La supplémentation de l'*Azolla Pinnata* en Ration alimentaire du poulet de chair n'a pas induit d'effets néfastes sur l'état sanitaire des poulets. Le TM enregistré durant la période de l'essai a été de 0,56% peut être dû à la grippe ou à la température élevée. Selon Villate (2001) les normes tolérées des taux de mortalité sont en dessous de 5% ce qui montre une maîtrise de la pratique d'élevage. Ces mêmes résultats sont relevés par Ouedraogo *et al.* (2021) au Burkina Faso qui confirment que L'*Azolla Pinnata* n'a pas eu d'effet négatif sur l'état sanitaire des poulets. Ces résultats sont renforcés également par Basak *et al.* (2002) ainsi avec ceux obtenus par Cherairi *et al.* (2020) qui ont enregistré un taux de mortalité plus important dans le lot témoin. Naghshi *et al.*, 2014. Ils ont aussi signalé que l'*azolla* n'a pas d'effet néfaste sur la santé et le taux de mortalité des poulets.



## **Conclusion Générale**

L'une des contraintes majeures de l'aviculture en Algérie est le coût onéreux des matières premières importées et utilisées en alimentation des volailles ; raison pour laquelle la recherche scientifique préconise de faire appel à des ressources alternatives non conventionnelles pour pallier à ce problème. Dans ce contexte l'azolla semble comme une solution évidente pour remédier au coût élevé de l'alimentation et améliorer les paramètres zootechniques chez le poulet de chair.

Bien que l'azolla soit un fourrage aquatique, les résultats indiquent que son utilisation en alimentation du poulet a un effet bénéfique sur leur conversion alimentaire, le meilleur indice de consommation a été enregistré chez le lot qui a reçu 20% d'azolla inversement au lot témoin qui a enregistré le moins bon indice de consommation.

Notre étude a montré que la supplémentation de l'aliment du poulet de chair par l'azolla séchée à des taux de 10% et à 20% n'affecte pas la vitesse de croissance des poulets, le meilleur poids vif (2108,26 g) a été enregistré chez le lot Azolla 20%.

La supplémentation de l'aliment par l'*Azolla Pinnata* à la proportion de 20% a amélioré significativement le gain moyen quotidien des poulets.

La consommation alimentaire s'est avérée plus faible chez le lot azolla 20% et plus élevée chez le témoin.

Nos résultats confirment que l'*Azolla Pinnata* séchée peut être supplémentée en alimentation du poulet jusqu'à 20% de sa ration alimentaire journalière sans affecter le poids du foie, gésier, les intestins, le poids vif à l'abattage ainsi que la carcasse chaude. Par ailleurs, le poids du cœur s'est avéré significativement faible chez les lots expérimentaux. Nous estimons d'avantage lancer d'autres essais afin d'approfondir l'effet de l'azolla sur ce paramètre.

L'*Azolla Pinnata* séchée est donc une solution adéquate pour faire face à la problématique des coûts des matières premières de la filière avicole et à l'amélioration de la rentabilité de l'élevage avicole ainsi que des performances zootechniques du poulet de chair.

- 1 Abdelatty M.I., Mandouh S.A., Mohamed S., Busato O., Badr M., Bionaz A.A., Elolimy M.M.A., Moustafa O.A.A., Farid A.K., Al-Mokaddem.2021. Azolla leaf meal at 5% of the diet improves growth performance, intestinal morphology and p70S6K1 activation, and affects cecal microbiota in broiler chicken. *Animal*.
- 2 Abou-Zeid A. E., Mohamed F., Radwan M. S. M.2001. Assessment of the nutritive value of dried azolla hay as a possible feed ingredient for growing NZW rabbits. *Egyptian J. Rabbit Sci.*, 11 (1) pp 1-21.
- 3 Alalade O. A., Iyayi E. A. 2006. Chemical composition and the feeding value of Azolla (*Azolla pinnata*) meal for egg-type chicks. *Int. J. Poult. Sci.*, 5 (2): 137-141. [http://www.pjbs.org/ijps/5\(2\).htm](http://www.pjbs.org/ijps/5(2).htm)
- 4 Alalade O. A., Iyayi E. A., Alalade T. O.2007. The nutritive value of azolla (*Azolla pinnata*) meal in diets for growing pullets and subsequent effect on laying performance. *J. Poult. Sci.* 44 (3) : PP.273-277. <https://doi.org/10.2141/jpsa.44.273>
- 5 Alapala. Alimentation des volailles. <https://www.alapala.com/fr/alimentation-des-volailles/> [Consulté le 28 septembre 2022].
- 6 Alloui N., Lombarki O., Zemmouri F., Smulikowska S. 2003. Effets in vitro des enzymes sur la viscosité et les polysaccharides non amylacés de l'orge. 5eme Journée de la Recherche Avicole, Tour, 26 - 27 Mars 2003.
- 7 Amroune N. 2020. Alimentation du lapin : Valorisation de l'Azolla dans l'alimentation des lapins étude bibliographique. Mémoire de master. Université Akli Mohand Oulhadj.
- 8 Anonyme.2020. Partie II : Aliments concentrés. Nutrition II master1 production animale. Djellal F. départ. Agronomie .fsnv. ufas .1. P9
- 9 Antoine T., Carraro S., Micha J. C., Van Hove C. 1986. Comparative appetency for Azolla of *Cichlasoma* and *Oreochromis* (Tilapia). *Aquaculture*.(53).PP 95-99. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90279-6](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90279-6).
- 10 *Arbore Acres*. 2014.Guide d'élevage du poulet de chair. <https://www.vetbookstore.com/2019/10/arbor-acres-poulet-de-chair-manuel.html>
- 11 *Arbor acres*. 2018.Guide d'élevage du poulet de chair. <https://pdfslide.tips/documents/arbor-acres-guide-dalevage-du-poulet-de-daun-levage-de-poulets-de-chair.html>
- 12 Aviforum.2013. Nourrir les volailles. Moyen d'enseignement pour la formation professionnelle de base de l'avicultrice. de l'aviculteur en 3ème année d'apprentissage, Edition LMZ.

- 13 Baeza E. M., Jlali P., Chartrin V., Gigaud F., Mercierand C., Durand K., Meteau, E., Le Bihan-Duval C., Berri. 2010. Influence of Increased Slaughter Age on Meat Yield and Breast Meat Quality from a Heavy Line of Broiler Chicken. 13eme conférence européenne d'Aviculture. Tours. France. 23-27. August.P.5
- 14 Basak B., Pramanik A. H., Rahman M. S., Tarafdar S. U., Roy B. C.2002. Azolla (*Azolla pinnata*) as a feed ingredient in broiler ration. Int. J. Poult. Sci., 1 (1/3) : PP.29-34. [http://www.pjbs.org/ijps/1\(1\).htm](http://www.pjbs.org/ijps/1(1).htm)
- 15 Bastianelli D., Rudeauux F. 2003. L'alimentation du poulet de chair en climat chaud In : la production de poulets de chair en climat chaud. Paris . ITAVI. P. 70-76.
- 16 Beaumont C., Leclercq B. 2000. Etude par simulation de la réponse des troupeaux de volailles aux apports d'acides aminés et de protéine. INRA Prod. Anim. 13.PP. 47-59.
- 17 Becking J.H.1979.Environmental requirements of Azolla fr use in tropical rice production, Nitrogen and Rice Research Institue.los Banos, Laguma.philippines.PP. 345-374.
- 18 Beghoul S. 2015. Effets De L'utilisation Des Céréales Et Des Protéagineux Autres Que Le Maïs Et Le Soja Dans L'alimentation Du Poulet De Chair. Thèse de doctorat. Pathologies aviaires et aviculture. Université des frères Mentouri.P.177.
- 19 Belaid D.2016. Valorisation de l'orge et des triticales en alimentation volaille. Collection Brochures Agronomiques.  
<http://www.djamelbelaid.fr/app/download/28264676/BrochureAviValorisat%C2%B0Orge.pdf>.
- 20 Berbache A. C., Radaoui N. S., Triche F.2022. Mémoire du diplôme de Master. Effet de stress salin sur la culture et les principes actifs d'*Azolla Pinnata*. Université Mohamed Boudiaf - M'sila. Faculté sciences département des sciences agronomiques.
- 21 Betene C.L.2006.thèse évaluation des performances zootechniques et économiques en période post réforme d'élevage de poulets de chair (souches *cobb 500* et *Jupiter*) dans la région de Dakar. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaires de Dakar.
- 22 Borkar VD., Motghre S.S., Bawaskar., Bhavana R., Wankhade. 2021.studies on feeding of azolla meal on growth performance of kadaknath poultry.Int. J. Fauna Biol. Stud., 8(1) pp. 105-108. DOI: [10.22271/23940522.2021.v8.i1b.801](https://doi.org/10.22271/23940522.2021.v8.i1b.801)
- 23 Boros D., Slominski A .B., Guenter W., Campbell L.D., Jones O. 2004. Wheat by-products in poultry nutrition. Part II. Nutritive value of wheat screenings, bakery by-products and wheat mill run and their improved

- utilization by enzyme supplementation. Can. J. Anim. Sci. 84(3)PP. 429-435  
<https://doi.org/10.4141/A03-113>
- 24 Bouvarel I., Lessire M., Nancy A., Duval E., Grasteau,S., Quinsac A., Peyronnet C.,Tran G. , Heuze V. 2014. Des sources de protéines locales pour l'alimentation des volailles : quelles voies de progrès ? OCL., 21(4) P 405.
- 25 Cabanis Y., Chabouis L., Chabouis F. 1969. Végétaux et groupements végétaux de Madagascar et des Mascareignes. Tome 1. B.D.P.A. Antananarivo.
- 26 Carine C., Hedj., Diane N.S., Kpoguè G.,Marcel R.,Houinato E. D.,Fiogbé.2014.valorisation de l'*azolla spp.moringa oleifera* son de riz et coproduit de volaille et de poisson en alimentation animale. Synthèse bibliographique. Journal of applied biosciences. 81 :7277-7289.ISSN 1997-5902.
- 27 Cécile A. 2005. Bien être du poulet de chair, mesure problème rencontrés et moyens d'action. 6eme Journée de la Recherche Avicole. St. Malo. 30 - 31 Mars.
- 28 Celagri Be.2021. L'alimentation des volailles. Cellule d'information agriculture. P18. <https://www.celagri.be/wp-content/uploads/2021/10/alimentation-des-volailles.pdf>
- 29 Champrix. Ameliorer la sante des volailles en utilisant des additifs alimentaires et des concentres. Champrix B.V.Lombradje 14.les pays-bas <https://champrix.com/fr/a-propos-de-nous> [Consulté le 8 octobre 2022].
- 30 Cherairi N., Ouachek A.2020. Projet de fin d'études. Étude de l'incorporation de l'*azolla* dans l'alimentation de poulet de chair dans la région de Blida. Institut des sciences vétérinaires Blida. Université Saad. Dahleb-Blida-1. P 42.
- 31 Chougi N.2015. Technologie et qualité des viandes. Université Abderrahmane Mira de BEJAIA Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département des Sciences Alimentaires.
- 32 Christiankas. 2021.avantages et inconvénients de nourrir les poulets avec les graines de tournesol à huile noire. Wazaaffaires 2015. <https://wazaaffaires.com/nourrir-tournesol-poulet/> [Consulté le 8 octobre 2022].
- 33 COBB.2012. Guide de gestion poulet de chair.
- 34 Cobb-Vantress. 2012. Performances et recommandations nutritionnelles. Cobb500. L2114-06-Fr. 30 Avril 2012. [http:// www.cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com)
- 35 Cobb-Vantress. 2022. Performances et recommandations nutritionnelles Cobb500. <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/a6c9febc5c/Cobb500-Broiler-Performance-and-Nutrition-Supplement-French-v2.pdf>

- 36 Cohenshoel N., Barkay Z., Ilzyer D., Gilath I., Telor E.2002. Biofiltration of toxic elements by Azolla biomass. *Water, Air, and Soil Pollution* .135: 93104.
- 37 Cothenet G., Bastianelli D. 2003. Matières premières disponibles pour l'alimentation des volailles en zones chaudes. Dans *La production de poulets de chair en climat chaud*. Ed. ITAVI .PP.60- 69.
- 38 Dahouda M., Toléba S.S., Senou M., Youssao A.k.l., Hambuchkers A., Hornick JI .2009. Les ressources alimentaires non-conventionnelles utilisables pour la production aviaire en Afrique : valeurs nutritionnelles et contraintes.*Annales de Médecine Vétérinaire*.153.PP. 5-2.
- 39 Danel J.2015.Lettre d'information ARAVALIS pour la filière alimentation animale. ARVALIS - Institut du végétal 3 rue Joseph et Marie Hackin - 75116 Paris.N°40.P 2.
- 40 Depositphotos.2020. Azolla photo libre de droit. Google. Consulté le 08 octobre 2020.[https://st4.depositphotos.com/1005818/25605/i/600/depositphotos\\_256059738-stock-photo-colorful-red-azolla.jpg](https://st4.depositphotos.com/1005818/25605/i/600/depositphotos_256059738-stock-photo-colorful-red-azolla.jpg)
- 41 Descheemaeker A. 1975. Ravi-maitso, 4e ed. Ambositra Fianarantsoa.
- 42 Dezat E., Brame C.2019.Utiliser ses céréales dans l'alimentation des volailles. Retours d'aviculteurs des Hauts de France et de Pologne. *Chambre d'agriculture de Bretagne*.PP1-6. Hal-02396800f
- 43 Dhumal M. V., Siddiqui M. F., Siddiqui M. B. A., Avari P. E.2009. Performance of broilers fed on different levels of Azolla meal. *Indian J. Poult. Sci.*, 44 (1).PP 65-68.
- 44 Dusart L.2015. Alimentation des volailles en agriculture biologique Besoin des animaux et recommandations. ITAVI.et nutrition animale. Université Mohamed Boudiaf de M'sila.
- 45 Fallah trad. Guide d'élevage. <http://www.avicultureaumaroc.com/> [consulté le 25.09.2022].
- 46 FAO. 1965. l'alimentation des volailles dans les pays tropicaux et subtropicaux.Imprime en Italie. P.7.
- 47 FAO.2009. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italie. SSN 0251-1460. P 202
- 48 Farrell D.2013. poultry development review. The role of poultry in human nutrition. School of Land, Crops and Food Sciences, The University of Queensland, St. Lucia 4072, FAO. Queensland. Australia.

- 49 Feedipedia.typologie et usage des ressources protéiques INRAE. production animale. <https://productions-animales.org/article/download/2338/6102?inline=1>
- 50 Ferme Tonasem.2014. Fichier canadien sur les éléments nutritifs. L'alimentation et les conditions d'élevage agissent sur la valeur nutritive des animaux. Tableau comparatif des valeurs nutritives Pour 100 g de viande crue. <https://fermetonasem.com/attributs/>
- 51 Fiogbé E. D., Micha J. C., Van Hove C. 2004. Use of a natural aquatic fern. *Azolla microphylla* as a main component in food for the omnivorous-phytoplanktonophagous tilapia, *Oreochromis niloticus* L. J. Appl. Ichth., 20 (6) 517-520. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00562.x>
- 52 Fourmier C.2016.10 aliments très populaires ...et très nocifs pour l'environnement. Youmatter. <https://youmatter.world/fr/10-pires-aliments-environnement-populaires/> [Consulté le 8 octobre 2022].
- 53 Germain K., Juin H., EASM U I., Magneraud.2020. Alimentation protéique des volailles. (PowerPoint). [https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/3RDF2020\\_GERMAIN.pdf](https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/3RDF2020_GERMAIN.pdf)
- 54 Giridhar K., Rajendran D.2013. Cultivation and usage of azolla as supplemental feed for dairy cattle. In: Value addition of feed and fodder for dairy cattle. NIANP, June 27-July 6. 2013. pp 32-34. <http://www.nianp.res.in/attachments/article/106/Value%20Addition%20of%20Feed%20and%20Fodder%20for%20Dairy%20Cattle.pdf>
- 55 Gis Groupement d'Intérêt Scientifique.1997. Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique. Les Etudes de l'Agence de l'Eau .PP68. 199.
- 56 Guyzoducamer.2014. Comment élever le poussin les 21 premiers jours. <http://neoindependance.canalblog.com/archives/2014/01/10/28917950.html>
- 57 Hameg L., Amzal H.2020.mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de master en sciences agronomiques. Synthèse bibliographique sur l'alimentation et la restriction alimentaire chez le poulet de chair. Université mouloud Mammeri de Tizi Ouzou faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques département des sciences agronomiques, P.53.
- 58 Hancock E., Braford G.D., Emmans G.C., Gous R.M. 1995. The evaluation of the growth parameters of six strains of commercial broiler chickens.
- 59 Hasan HA., Abd Kadir A., Abdullah SRS., Othman B.A. 2009.Dual function of *Lemna minor* and *Azolla pinnata* as phytoremediator for Palm Oil Mill Effluent and as feedstock. *Chemosphere*, vol.259). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127468>

- 60 Hasan M.R., Chakrabarti R.2009.Use of algae and aquatic macrophytes as feed in Small-Scale aquaculture: A review. FAO Fisheries and aquaculture technical paper. 531.FAO. Rome. Italy.

- 61 Hédji C.C., Diane N.S., Kpoguè G., Marcel RH., Emile DF. 2014. Valorisation de *Azolla* spp., *Moringa oleifera*, son de riz, et de coproduits de volaille et de poisson en alimentation animale : synthèse bibliographique. *Journal of Applied Biosciences*. 81: 7277–7289. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v81i1.4>
- 62 Huart A. 2004. Alimentation. Les besoins du poulet de chair. Eco-Congo-agriculture, Centre agronomique et Vétérinaire tropical de Kinshasa. P5.
- 63 Hubbard. Guide d'élevage poulet de chair. <http://www.hubbardbreeders.com/>
- 64 Hubbard.2006. Évaluation de l'homogénéité d'un lot de poulets facteurs de variation. [https://www.hubbardbreeders.com/media/bt\\_evaluation\\_de\\_l\\_homogeneite\\_d\\_un\\_lot\\_de\\_poulets\\_fr.pdf](https://www.hubbardbreeders.com/media/bt_evaluation_de_l_homogeneite_d_un_lot_de_poulets_fr.pdf).
- 65 INRA. 2019. l'efficience de conversion des aliments par les animaux d'élevage : une nouvelle approche pour évaluer la contribution de l'élevage à l'alimentation humaine. *INRA productions animales*, 31(3) : pp 269-288. [https://www.researchgate.net/publication/330548212\\_L'efficience\\_nette\\_de\\_conversion\\_des\\_aliments\\_par\\_les\\_animaux\\_d'elevage\\_une\\_nouvelle\\_approche\\_pour\\_evaluer\\_la\\_contribution\\_de\\_l'elevage\\_a\\_l'alimentation\\_humaine](https://www.researchgate.net/publication/330548212_L'efficience_nette_de_conversion_des_aliments_par_les_animaux_d'elevage_une_nouvelle_approche_pour_evaluer_la_contribution_de_l'elevage_a_l'alimentation_humaine)
- 66 ITAVI.2015. Performances techniques et coûts de production – Poulettes, poules pondeuses Résultats 2014. P.21.
- 67 Jeberlin., Prabina B., Kumar K.2010. *Azolla* séchée comme aliment riche en nutriments, économique et immunomodulateur supplément pour poulets de chair. *L'Asian Journal of Animal Science* (juin 2010). 5 (1) : pp 20-22 <http://www.researchjournal.co.in/online/subdetail.html>
- 68 Kacimi N., Taibi I.2020. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme master. Etude zootechnique de quelques élevages de poulet de chair dans la willaya de Bouira. Université Akli Mohand Oulhadj Bouira faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre département des sciences agronomiques p 63.
- 69 Kathirvelan., Banupriya S., Purushothaman M.R.2015. *Azolla*- an alternate and sustainable feed for livestock.
- 70 Kubiak E.S.2017. Aspects génétiques de l'efficacité alimentaire et réduction de l'empreinte environnementale chez les poulets de chair : un examen. *Journal of Applied Genetics*.
- 71 Kumar G., Chander H. A.2017. Study on the Potential of *Azolla pinnata* as Livestock
- 72 Lahser, C. W., 1967. *Tilapia mossambica* as a fish aquatic weed control. *Progressive Fish Culturist*. 29.PP.48-50

- 73 Larbier M., Leclercq B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. ed. INRA. 5-168-169., P.355.
- 74 Le Bihan-Duval E., Debut M., Berri C.M., Sellier N., santé-Lhoutellier V., Jégo Y., Beaumont C.2008. Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. Bio Med Central. pp 1-6. <http://www.biomedcentral.com/1471-2156/9/53>.
- 75 Lebas F.2010.influence de l'alimentation sur les performances des lapins. Séminaire Tunis.
- 76 Leterme P., Londoño A.M., Muñoz J. E., Suarez J., Bedoya C. A., Souffrant W. E., Buldgen A.2009. Nutritional value of aquatic ferns (*Azolla filiculoides* Lam. and *Salvinia molesta* Mitchell) in pigs. Anim. Feed Sci. Technol. vol 149.PP.135-148.
- 77 Linnaeus C. 1758. Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata. Holmiæ. (Salvius). Tomus I: PP.1-824.
- 78 Liu H W., Dong X.F., Tong J. M., Zhang Q. 2010. Alfalfa polysaccharides improve the growth performance and antioxidant status of heat-stressed rabbits. Livestock Science 131.PP 88-93
- 79 Loul S. 1998. Alimentation discontinue ou séparée en céréales chez les poulets en zone tropicale. Dakar : E. I. S. M. V.PP. 69.
- 80 Lumpkin T.A., Plucknett D.L.1985.Azolla, un engrais vert aquatique à faible coût pour les cultures agricoles. Dans : Office of technology assessment, technologies biologiques innovantes pour les pays les moins développés :Compte rendu de l'atelier. pp .107-124.
- 81 Lumpkin TA., Plucknett DL.1980. Azolla : Botanique, physiologie et utilisation comme engrais vert. Botanique économique. 34 (2).PP.111-153
- 82 MadaFlora .2008. Feed Supplement for Climate Change Adaptation and Mitigation. Asian J. Adv. Basic. <https://www.madaflora.com/vertu-des-plantes.php>.
- 83 Maitrecoq. Alimentation des volailles : les enjeux décryptés. Maitrecoq le volailler. <https://www.maitrecoq.fr/elevage-les-engagements-maitrecoq/alimentation-des-volailles-les-enjeux-decryptes/>[Consulté le 8 octobre 2022].
- 84 Mangesh K., Rajesh K.D., Dinesh J., Rajesh N., Tribhuwan S., Umesh K.P., Subhash K., Siyag S.S. 2018. Effect of Inclusion of Sun-Dried *Azolla pinnata* at Different Levels on the Growth and Performance of Broiler Chicks. Journal of Animal Research. 8(4) PP. 629-632. DOI: <http://dx.doi.org/10.30954/2277-940X.08.2018.13>

- 85 Manning L., Chadd S.A., Baines R.N. 2007. Key health and welfare indicators for broiler production. *World's Poult. Sci. J.*, 63.PP. 46-62.
- 86 Mara D., Lane J., Scott B., Trouba D.2010 Sanitation and Health. *plos Medicine*, vol. 7  
:<https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000363>
- 87 Messaoudi H.2019.memoire de master. Impact des facteurs sur la production et processus de fabrication de l'aliment volailles dans l'office national de fabrication aliment bétail (ONAB)Biskra. Université Mohamed Khider de Biskra Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie Département des Sciences Agronomiques. P 50.
- 88 Micha JC ., Anthony T.,Wery P., Van Hove C. 1988. Growth, ingestion capacity, comparative appetency and biochemical composition of *Oreochromis niloticus* and *Tilapia rendalli* fed with *Azolla* . In: RSV Pullin T. Bhukaswan K. Tonguthai & JL Maclean. eds. The 2nd Int. Symp. on Tilapia in Aquaculture, Manila, Proceedings of the ICLARM Conference. pp. 10-11. 347-355.  
<http://books.google.fr/books?id=k6UTNUgLXMIC&pg=PA347>
- 89 Mishra B D., Roy D., Kumar V., Bhattacharyya A., Kumar M., Kushwaha R., Vaswani S. 2016. Effet de la farine d'azolla (*Azolla pinnata*) sur les performances, l'utilisation des nutriments et les caractéristiques de la carcasse du poulet Chabro. *Journal indien des sciences de la volaille* .51(3).PP.259-263 / 263.DOI : 10.5958/0974-8180.2016. 00060.X
- 90 Morinière F.2015. Alimentation des volailles en agriculture biologique. Généralités sur la conduite de l'alimentation.PP.19-26. <https://www.bio-bretagne-ibb.fr/wp-content/uploads/Alimentation-Volailles-Bio-CahierTechnique-juin2015.pdf>
- 91 Naegel L. C. A.1997. Azolla meal as a supplemental feed ingredient for tilapias. In: Fitzsimmons, K. (ed.) Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Northeast Regional Agriculture Engineering Service. Ithaca. New York. pp 20–30.  
<http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ista4papers/NAEGEL.DOC>
- 92 Naghshi H., Khojasteh S., Jafari M.2014. Investigation of the effect of different levels of *Azolla pinnata* on Performance and Characteristics of the carcass of *Cobb* broiler chicks. *International Journal of Agriculture and Allied Sciences*.
- 93 Namra M. M. M., Hataba N. A., Wahed H. M. A. 2010. The productive performance of growing fayoumi chicks fed restricted diets supplemented with free fresh azolla. *Egypt. Poult. Sci. J.*, 30 (3). pp 747-762

- 94 Nandabalan K., Kannaiyan S.1986. Effect of salinity on *Azolla pinnata*. International Rice Research Newsletter.11(3)P.9.
- 95 Okoli C.I., Ogbuewu P.I., Uchegbu C.M., Opara N.M., Okorie O J., Omede A.A., Okoli C.G., Ibekwe I.V.2007. Assessment of the Mycoflora of Poultry Feed Raw Materials in a Humid Tropical Environment.journal of American Science. 3(1).pp. 5-8.
- 96 Ong Ramilamina .1995. Utilisation de l'Azolla comme source de proteine pour l'alimentation animale à Madagascar.Antsirabe.P.18.
- 97 Ouedraogo A.2017. Mémoire de fin de cycle Contribution à l'étude de l'élevage de poulets de chair dans la ville de Bobo-Dioulasso. Université nazi boni (UNB). Institut du développement rural (IDR). P.60.
- 98 Ouedraogo B., Nikiema Z.S., Zoundi J.S., Sawadogo L.2021. Effet de l'incorporation de la biomasse d'azolla (*azolla pinnata*) dans les rations des poulets en aviculture traditionnelle améliorée. Int. J. Biol. Chem. Sci., 15(1).PP.212-223. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- 99 Ouedraogo B., Nikiema Z.S., Zoundi J.S., Sawadogo L.2011. Effets de l'incorporation de la biomasse d'azolla (*Azolla pinnata*) séchée dans les rations du poulet en aviculture traditionnelle améliorée.International Journal of Biological and Chemical Sciences. volume(15). PP.1-12.
- 100 Parashuramulu S., Swain P. S., Nagalakshmi D. 2013. Protein fractionation and in vitro digestibility of *Azolla* in ruminants. Online J. Anim. Feed Res. 3 (3). PP.129-132
- 101 Parthasarathy R., Kadriavel R., Kathaperumal V. 2002. Azolla en remplacement partiel de la farine de poisson dans les rations de chaudière. Journal vétérinaire indien. 79.PP.144-46.
- 102 Pineau C.2009.Chair technique. Produire du poulet de chair en AB. Institut technique de l'agriculture biologique ITAB.P.20. <https://www.aveyron-bio.fr/fr/produisez-bio/documents/cahier-chair-itab.pdf>.
- 103 Poulailler-bio.2015. Appareil-digestif-de-la-poule. <https://poulailler-bio.fr/wp-content/uploads/2015/11/Appareil-digestif-de-la-poule-864x1024.jpg>
- 104 Poules-élevage. 2021.elevage de poule nourriture et aliments. Aliments pour poules, céréales, sous-produits céréale. Poules-élevage. <https://www.poules-elevage.com/elevage-de-poules-nourriture-et-aliments.html>
- 105 Raeolina B.A. 1995. L'utilisation de l'Azolla dans l'alimentation Du poulet de chair. Mémoire de fin d'étude. Université d'Antananarivo. [http://madadoc.irenala.edu.mg/documents/v4666\\_MEM%2012%20262.pdf](http://madadoc.irenala.edu.mg/documents/v4666_MEM%2012%20262.pdf)

- 106 Rahagarison. 2005. Etude bibliographique de l'Azolla ou *ramilamina* plante fertilisatrice d'Azote (N<sub>2</sub>). TALOHA. numéro 14-15
- 107 Rajesh S. 2020. Production of Azolla as livestock feed supplement in India. Pashudhan praharee. Indian Dairy et Poultry industry. P. 43.
- 108 Rana D., Katoch S., Mane G.B., Ran D., Sankhyan V. 2017. Biological evaluation of Azolla in commercial broiler rations. journal of Animal Research. 7 (3): pp 601-607.
- 109 Rasoloarivony R. 2003. Contribution à l'étude de l'influence des conditions climatiques sur la sporulation d'azolla, en pépinière, dans la région d'Antananarivo. Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat de troisième cycle option : physiologie végétale .P. 73.
- 110 Reddy Y. R., Rao K. S., Sudhakar K., Gupta D. R., Prakash M. G. 2011. Nutrient utilization of *Azolla* and Sheanut cake in Nellore sheep under different management systems. Indian J. Small Rumin. 17 (1): PP. 59-63. <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor%3Aijsr&volume=17&issue=1&article=007>
- 111 Rizkina F.D., Aulia A.N., Muliastari R.M., Takenouchi N. 2022. Analysis of consumer behavior factors on willingness to buy chicken meat with halal labels at traditional markets in Jember area. Journal Agrotek UMMAT, 9(3), 165-181.
- 112 Sabra M. M., El-Basiony A. Z., Mansour A. M., Zonkol K. E. 2006. Effect of using some untraditional sources of proteins on productive and reproductive performance of New Zealand White rabbits. Egyptian J. Rabbit Sci. 16 (2): pp 161-173
- 113 Santiago C. B., Aldaba M. B., Reyes O. S., Laron M. A. 1988. Response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry to diets containing *Azolla* meal. In: R.S.V. Pullin T. Bhukaswan K. Tonguthai J.L. Maclean. eds. The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Manila ICLARM Conference Proceedings 15: pp 377-382 <http://ideas.repec.org/b/wfi/wfbook/2713.html>
- 114 Sarl Adicales. Compose Minéral Vitaminé (CMV). Sarl Adicales Algérie. *aditivos calcicos Espana*. <https://adicales.com/compose-mineral-vitamine-cmv/> [Consulté le 8 octobre 2022].
- 115 Sculthorpe C. D. 1967. The Biology of Aquatic Vascular Plants. St. Martin's Press. New York. Sci., 5(2): pp 65-68.
- 116 Sebastian A., Deepa P., Narasimha Vara P.M. 2021. Azolla Farming for Sustainable Environmental Remediation. In: Narasimha Vara Prasad M. Handbook of Assisted and Amendment-Enhanced Sustainable Remediation Technology. First Edition. ED John Wiley Sons ed. PP. 517-532.

- 117 Shabani S., Seidavi A., Asadpour L. Corazzin M. 2015. Effects of physical form of diet and intensity and duration of feed restriction on the growth performance, blood variables, microbial flora, immunity, and carcass and organ characteristics of broiler chickens. *Livest. Sci.*, 180 : pp 150-157.
- 118 Shamna TP., Peethambaran PA., Jalaludeen A., Joseph L., Aslam MKM. 2013. Broiler characteristics of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at different levels of diet substitution with *Azolla pinnata*. *Animal Science Reporter*, 7(2) PP.75-80.  
[http://www.animalsciencereporter.com/v7\\_2013\\_i2.htm](http://www.animalsciencereporter.com/v7_2013_i2.htm)
- 119 Shariatmadari F., Mohiti-Asli M. 2009. Additives in Animal Feed. Tarbiat Modares University Publication. pp 108-203.
- 120 Shaukat A., Adil S., Banday M.T., Manzoor A., Khan. 2015. Potentiel alimentaire de la fougère aquatique-azolla chez le poulet de chair ration de poulet. *J. Poult. Sci. Technol.* 3(1). Pp.15-19.
- 121 Shiomi N., Kitoh S. 1985. Use of Azolla as a decontaminant in sewage treatment. In: Collectif 1985. Proceedings of the Workshop on Azolla Use "AZOLLA UTILIZATION" Fuzhou.Fujian. China. 31 mars5 avril 1985.P 296.
- 122 Sogunle O.M., Egbeyale L.T., Idowu O.M.O., Bamidele O.M., Sodeke S.A., *Sci.*, 5(2) pp.65-68.
- 123 Sonaike G.O., Fanimio A.O.2010. *Agric. Biol. J. N. Am.*, 1(5)PP.778-784
- 124 Subudhi B. P. R., Singh P. K.1978. Nutritive value of the water fern *Azolla pinnata* for chicks. *Poult. Sci.*, 57 (2) PP. 378-380.  
<https://doi.org/10.3382/ps.0570378>
- 125 Sujatha T., Kundu A., Jeyakumar S., Kundu M. S. 2013. Azolla supplementation: feed cost benefit in duck ration in Andaman Islands. *Tamilnadu J. Vet. Anim. Sci.*, 9 (2) : pp 130-136.  
[http://www.tanuvastn.nic.in/tnjvas/tnjvas-vol9\(2\).html](http://www.tanuvastn.nic.in/tnjvas/tnjvas-vol9(2).html)
- 126 Svenson H. K. 1944. The New World species of Azolla. *Amer. Fern J.*, (34) pp.69-8
- 127 Tabti A.2014.memoire du diplôme master II. Le Soja dans l'Alimentation du Poulet de Chair. Université Abou-Bakr-Belkaid Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Et des Sciences de la Terre et l'Univers.P 60.
- 128 Tenani A., Djoudi L .2021. Mémoire de master Valorisation de la tonte de gazon des jardins de l'université de Biskra dans l'alimentation des poulets. Université Mohamed Khider de Biskra Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie.
- 129 Teno G.2009. Thèse étude des déterminants de la consommation du poulet du pays : Cas de la région de Dakar (Sénégal). Université cheikh anta diop de Dakar école inter-états des sciences et médecine vétérinaires.

- 130 Thomas A., Lumpkin., Donald L., Plucknett .1980. *Azolla*: Botany, physiology and use as a green manure.34(2)PP.111–153. doi :10.1007/bf02858627
- 131 Tran G., 2015. *Azolla*. Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/565> Last updated on 19 October 2015. 14 (31).
- 132 ONU.1945.La population mondiale devrait atteindre 9,6 milliards en 2050.deperement des affaires économiques et sociale. <https://www.un.org/fr/desa/un-report-world-population-projected-to-reach-9-6-billion-by-2050>
- 133 Van Hove C., Diara H.F., Godard P.1983. *Azolla* en Afrique de l'ouest, St Etienne : Projet ADARO.
- 134 Wadhvani K. N., Parnerkar S., Saiyed L. H.,Patel, A. M. 2010. Feedlot performance of weaner lambs on conventional and non-conventional total mixed ration. *Indian J. Anim. Res.*, 44 (1)PP.16-21.
- 135 Veldkamp T., Van Duinkerken G., van Huis A., Lakemond M M C., Ottevanger E., Bosch G., van Boekel S.M.J.S.2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study. Wageningen UR Livestock Research. P.63.
- 136 Villate D., 2001. *Maladies des volailles*. Paris : Ed France Agricole.P.392
- 137 Yatazawa M., Tomomatsv N., Hosoda N., Nunome K. 1980. Nitrogen fixation in *Azolla*-*Anabaena* symbiosis as affected by mineral nutrient status. *Soil, Sci. Plant. Nutr.*, 26(3): pp 415-426.
- 138 Zuidhof M.J., Schneider B.L., Carney V.L.,Korver D.R., Robinson F.E. 2014. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poult. Sci.*,93.PP.2970-2982.





**Fiche de collecte des données de pesée**

**Annexe 3**

Date et jour d'âge :

Numéro de la pesée :

Lot et sous lot :

N°	Couleur	Sous lot 1	Sous lot 2	Sous lot 3	Sous lot 4
1	Marron				
2	Vert				
3	Jaune				
4	Noir				
5	Bleu				
6	Gris				
7	Noir Bleu				
8	Rose				
9	Vert Bleu				
10	Marron Noir				
11	Jaune Gris				
12	Noir Jaune				
13	Vert Noir				
14	Bleu Marron				
15	Rose Vert				

