

N° d'ordre : 031

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études
Pour l'obtention du **diplôme de Docteur Vétérinaire**

THÈME

**Les additifs en alimentation du poulet de chair
: Impact sur la croissance et la physiologie
"Revue systématique"**

Présenté par : M : REZZIK Anes Abd Elkhalek

Soutenu publiquement, le 08 /07/ 2024 devant le jury :

Mme TEMIM Soraya	Professeur (ENSV)	Présidente
Mme BERRAMA Zahra	MCA (ENSV)	Promotrice
Mme SAHRAOUI Lynda	MCA (ENSV)	Examinatrice

REMERCIEMENTS

Louange à Allah, le tout puissant et miséricordieux de m'avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce travail.

J'adresse mes plus vifs remerciements et sincères gratitudee en premier lieu à ma promotrice **Mme BERRAMA Z** Maitre de Conférences A à l'ENSV de m'avoir proposé ce thème, ainsi que pour son encadrement, sa disponibilité, sa patience et ses encouragements.

Mes remerciements vont également à **Mme TEMIM S**, professeur à L'ENSV qui m'a fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Je tiens aussi à remercier **Mme SAHRAOUI L**, Maitre de Conférences à L'ENSV d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont donné la joie de vivre et ont été ma source d'énergie pendant toute ma vie, J'espère seulement leur donner satisfaction et faire leur fierté, Que dieu me les préserve (inchallah).

À toute ma grande famille.

À Mes amis de l'ENSV : Aymen, Anis, Noureddine, Amine , AbdRaouf, Louai et Maroua. Et toute **la promotion vétérinaire 2019-2024**

À ma chère promotrice **Mme BERRAMA Z.** qui je la remercie énormément de m'avoir aidée.

Résumé

L'augmentation des coûts de l'alimentation pour les poulets de chair constitue un défi majeur pour les producteurs. La recherche de solutions pour réduire ces coûts sans compromettre la qualité de la viande est essentielle. Les additifs alimentaires se révèlent être une alternative efficace pour atteindre cet objectif. Malgré le grand nombre d'articles publiés sur les additifs dans l'alimentation du poulet de chair, la variabilité des résultats sur les performances reste élevée. Cependant, il est difficile de tirer des conclusions générales. Pour cela, l'objectif de cette revue systématique de la littérature est d'évaluer l'impact réel des additifs alimentaires sur les performances de croissance et la réponse physiologique des poulets de chair. L'identification des documents a été effectuée sur la base de données google scholar. Les articles de recherches publiés entre 2019 et 2024 ont été sélectionnés sur la base des critères de sélection puis évalués. Un total de 10 études a été inclus dans cette revue. L'analyse descriptive des 10 travaux de recherche retenus a révélé que les additifs phytogéniques sont les plus étudiés (60% des études), suivis par les probiotiques, prébiotiques et multi-enzymes. La majorité des études rapporte l'amélioration de la croissance. Toutefois, les réponses physiologiques des poulets nourris à base d'aliment supplémenté en additifs varient en intensité et en nature selon les études, soulignant la complexité des interactions entre les additifs, l'environnement d'élevage et la physiologie des poulets.

Mots clés : Alimentation ; poulet de chair ; additifs ; performance ; physiologie.

Abstract

The increasing cost of feed for broiler chickens is a major challenge for producers. Finding solutions to reduce these costs without compromising meat quality is essential. Feed additives are proving to be an effective alternative to achieve this goal. Despite the large number of articles published on additives in broiler chicken feed, the variability of results on performance remains high. However, it is difficult to draw general conclusions. Therefore, the objective of this systematic literature review is to evaluate the real impact of feed additives on growth performance and physiological response of broiler chickens. Document identification was carried out using the Google Scholar database. Research articles published between 2019 and 2024 were selected based on selection criteria and then evaluated. A total of 10 studies were included in this review. Descriptive analysis of the 10 selected research works revealed that phyto-genic additives are the most studied (60% of studies), followed by probiotics, prebiotics, and multi-enzymes. The majority of studies report improved growth. However, the physiological responses of chickens fed with additive-supplemented feed vary in intensity and

nature across studies, highlighting the complexity of interactions between additives, rearing environment, and chicken physiology

Keywords: Nutrition; broiler chicken; additives; performance; physiology

ملخص

تشكل زيادة تكاليف تغذية دجاج اللحم تحديًا كبيرًا للمنتجين. إن البحث عن حلول لتقليل هذه التكاليف دون المساس بجودة اللحم أمر ضروري. تثبت المضافات الغذائية أنها بديل فعال لتحقيق هذا الهدف. على الرغم من العدد الكبير من المقالات المنشورة حول المضافات في تغذية دجاج اللحم، إلا أن تباين النتائج على الأداء لا يزال مرتفعًا. ومع ذلك، من الصعب استخلاص استنتاجات عامة. لذلك، فإن الهدف من هذه المراجعة المنهجية للأدبيات هو تقييم التأثير الحقيقي للمضافات الغذائية على أداء النمو والاستجابة

الفسولوجية لدجاج اللحم. تم تحديد الوثائق باستخدام قاعدة بيانات Google Scholar.

تم اختيار المقالات البحثية المنشورة بين عامي 2019 و2024 بناءً على معايير الاختيار ثم تقييمها. تم تضمين ما مجموعه 10 دراسات في هذه المراجعة. كشف التحليل الوصفي للأعمال البحثية العشرة المختارة أن المضافات النباتية هي الأكثر دراسة (60% من الدراسات)، تليها البروبيوتيك والبريبايوتيك والإنزيمات المتعددة. تشير غالبية الدراسات إلى تحسن في النمو. ومع ذلك، تختلف الاستجابات الفسولوجية للدجاج الذي يتغذى على العلف المدعم بالمضافات في الشدة والطبيعة عبر الدراسات، مما يسلب الضوء على تعقيد التفاعلات بين المضافات وبيئة التربية وفسولوجيا الدجاج

الكلمات المفتاحية: تغذية ؛ دجاج اللحم ؛ مواد إضافية ؛ أداء ؛ فيزيولوجيا.

.

Listes des figures

Figure 1. Les différents genres microbiens autorisés en tant qu'additifs en alimentation avicole en Europe (adapté d'AFCA-CIAL, 2009).....	15
Figure 02 Diagramme de flux représente le processus de sélection de la documentation pertinente	28
Figure 03 : Taux d'utilisation des principaux additifs zootechniques	31
Figure 04° Les différentes souches de poulet de chair utilisées en fonction de l'additif	33
Figure 05 : Effet des additifs sur l'indice de conversion	39
Figure 06: Effets des additifs sur le taux de mortalité	40
Figure 07 : Fréquence des effets physiologiques des additifs alimentaires chez le poulet de chair	42

Liste des tableaux

TABLEAU N° 1 besoins quotidiens du poulet de chair (huar, 2004).	3
TABLEAU N° 2 : variation de l'efficacite alimentaire en fonction de la densite energetique du regime alimentaire en periode de demarrage et finition (lasseran et beaux, 1972)	4
TABLEAU N° 3 besoins du poulet de chair en proteines brutes, lysine et acides amines soufres selon l'age (g/100 g de gain de poids) (huart, 2004)	5
TABLEAU N° 4 apports recommandes en mineraux et en vitamines dans l'alimentation du poulet de chair. (huart.,2004)	6
TABLEAU N° 5 consommation d'eau, d'aliment et leur rapport en fonction de l'age du poulet de chair (larbier et leclercq, 1992).	7
TABLEAU N° 6 les matieres premieres utilisees dans l'alimentation du poulet industrie des volailles et technologie de fabrication des aliments composes (mathllouthi .,(2023) 8	
TABLEAU N° 7 classification des additifs alimentaires utilises en alimentation animale (jean-blain, 2002)	12
TABLEAU N° 8 principaux additifs utilises en alimentation du poulet pour l'amelioration des performances zootechniques et physiologique.	30
TABLEAU N° 9 les caracteristiques des differents additifs alimentaires.	32
TABLEAU N° 10 duree d'utilisation des additifs alimentaires	34
TABLEAU N° 11 les effets des probiotiques sur le poids, le gain de poids et l'indice de conversion	35
TABLEAU N° 12 effet des prebiotiques sur la croissance (poids vif ;gain de poids ; indice de conversion alimentaire)	36
TABLEAU N° 13 effet des additifs phytogeniques sur la croissance (poids vif ;gain de poids ; indice de conversion alimentaire)	37
TABLEAU N° 14 : effet des enzymes sur la croissance (poids vif ;gain de poids ; indice de conversion alimentaire)	38
TABLEAU N° 15 impact des additifs sur les parametres physiologiques	41

Table des Matières

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction Générale.....	1
I) Chapitre I : alimentation du poulet de chair	3
I.1 Les besoins nutritionnels du poulet :.....	3
I.1.1 Besoins en énergie :.....	3
I.1.2 Besoins protéiques.....	4
I.1.3 Besoin en minéraux et en vitamines	5
I.1.4 Besoin en eau	6
II) Les différents composants de l'aliment du poulet de chair :.....	7
II.1 Les matières premières utilisées dans l'alimentation du poulet de chair.....	7
I.2.1.1. Les céréales:.....	8
I.2.1.2. Les tourteaux:.....	10
I.2.1.3. Les huiles :	10
I.2.1.4. Les farines d'origine animale	11
Chapitre II. Les additifs dans alimentation du poulet de chair	12
II.2 Définition des additifs alimentaires	12
II.3 Classification	12
II.3.1 Les additifs technologiques:	13
II.3.1.1. Les conservateurs	13
II.3.1.2. Les antioxydants	13
II.3.1.3. Les émulsifiants et stabilisants	13
II.3.1.4. Les Épaississants et gélifiants.....	13
II.2.1.5. les enzymes	13
II.3.2 Les additifs zootechniques	14
II.3.2.1. Les huiles essentielles	14

II.3.2.2. Les oligo-éléments	14
II.3.2.3. Les probiotiques et prébiotiques	14
II.3.2.4. . Les anticoccidiennes	15
II.3.2.5. Les phytogéniques	15
II.4 Intérêt des additifs.....	16
II.5 Mode d'action des additifs	16
II.5.1 Mode d'action des phytobiotique:.....	16
II.5.2 Mode d'Action des Probiotiques	16
II.5.3 Mode d'action des prébiotiques :	17
II.5.4 Mode d'action des enzymes	17
II.6 Réglementation des additifs alimentaires.....	18
III) Chapitre III. Impact des Additifs Alimentaires sur les Paramètres Zootechniques du Poulet de Chair	19
III.1 Les Antibiotiques	19
III.2 Les Anticoccidiens.....	20
III.3 Les huiles essentielles.....	20
III.4 Les Probiotiques.....	21
III.5 Prébiotiques :.....	21
III.6 ENZYMES.....	22

PARTIE EXPERIMENTALE Etude Systématique

Effets des additifs sur les prformances zootechniques et la physiologie du poulet de chair	24
I.1 Matériels et Méthodes.....	25
I.1.1 Etape I : Planification du projet de la revue systématique de littérature :	25
I.1.2 Etape 2 : Extraction des données.....	28
II) Résultats et Discussion.....	30
II.1 Etude descriptive	30

II.1.1 Les principaux additifs alimentaires	30
II.1.2 Caractéristiques des différents additifs alimentaires	32
II.1.3 Souches de poulet de chair utilisées en fonction de l'additif	33
II.2 Impact des additifs sur les performances zootechniques.....	35
II.2.1 Effets des additifs sur les performances de croissance	35
II.2.2 Effet des additifs sur l'indice de conversion.....	39
II.2.3 Effets des additifs sur le taux de mortalité.....	40
II.3 Impact des additifs sur les paramètres physiologiques.....	41
II.3.1 Fréquence des effets physiologiques des additifs alimentaires chez le poulet de chair	42
Conclusion	44

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction Générale

La croissance démographique mondiale ne cesse d'aggraver les problèmes de sécurité alimentaire déjà existants. En effet un déficit en protéines animales est ressenti dans le modèle alimentaire de nombreux pays depuis déjà quelques années. Ceci a incité le secteur de l'élevage à produire plus, malgré les ressources limitées. Le système de production intensive des élevages avicoles s'est imposé comme l'une des solutions la moins coûteuse et la plus rapide à résorber cette forte demande en protéines animales. Toutefois, cette intensification industrielle de l'élevage avicole a entraîné des impacts négatifs sur la santé des animaux en occasionnant plus de concentration, plus de stress et une faible résistance aux maladies d'où d'importantes pertes économiques. Pendant plusieurs années, la prévention et le contrôle de ces maladies ont conduit à une forte utilisation des médicaments vétérinaires. Ces dernières décennies, l'usage des antibiotiques en tant que mesure préventive et en tant que facteurs de croissances en alimentation des volailles a suscité une inquiétude et une mobilisation progressives allant jusqu'à l'interdiction de leur utilisation dans de nombreux pays, y compris par l'Union européenne (UE) depuis 2006. En effet, l'utilisation abusive des antibiotiques, est un important facteur de risque d'apparition et de dissémination des gènes d'antibiorésistance. Aussi, les recherches se sont orientées vers d'autres voies alternatives de prévention notamment l'usage de certains additifs naturels doués de nombreuses propriétés (**Elbouamrani et Hadjmoussa, 2017**).

L'utilisation des additifs alimentaires est devenue très courante. Ils semblent jouer un rôle essentiel dans l'amélioration des performances zootechniques des poulets de chair. Ces substances, qu'elles soient d'origine naturelle ou synthétique, incluent des plantes, des extraits de plantes, des enzymes, des probiotiques, des prébiotiques, des acides organiques et autres. Elles sont ajoutées en petites quantités pour modifier ou améliorer les propriétés technologiques des aliments et augmenter l'efficacité zootechnique des animaux (**Blain, 2002 ; Mathlouthi, 2023**).

Ces dernières années, les revues systématiques (RS), une méthode de synthèse largement adoptée pour évaluer les stratégies thérapeutiques en santé humaine, ont également gagné en popularité dans d'autres domaines (**Sacré et al., 2021**).

Pour cela, nous avons opté pour ce type d'analyse bibliographique « revue systématique » qui est une méthode rigoureuse et reproductible permettant d'identifier, évaluer et résumer objectivement les connaissances disponibles sur ce sujet.

L'objectif de cette revue est de fournir des données actualisées des dernières connaissances relatives aux effets des additifs alimentaires sur la croissance et la physiologie du poulet de chair.

Cette étude passe en revue les articles publiés au cours de cinq dernières années en évaluant la variation du poids vif, des gains de poids, de la conversion alimentaire et la mortalité des poulets en conditions d'addition d'un additif alimentaire et les différentes réponses physiologiques du poulet.

Chapitre I : alimentation du poulet de chair

Les besoins nutritionnels des volailles peuvent être définis comme les nutriments nécessaires à l'optimisation des facteurs de production, tels que la vitesse de croissance et la conversion alimentaire (Pomar *et al.*, 2009).

I.1 Les besoins nutritionnels du poulet :

Pour répondre à ces besoins, il est impératif que les volailles reçoivent une alimentation fournissant les macromolécules essentielles (protéines, lipides, glucides) issues des matières premières, ainsi que les micromolécules indispensables (vitamines et minéraux) (tableau 01). Cette alimentation doit garantir une couverture complète des besoins physiologiques, évitant ainsi la manifestation de toute carence (Magnin et Bouvarel, 2011).

TABLEAU N°1: BESOINS QUOTIDIENS DU POULET DE CHAIR (HUAR, 2004).

Période en jours	Démarrage 0-10j	Croissance 11-24j	Finition 25-35j	Retrait 36-42j
Quantité(Kg)	0,30	1	1,5	1
Présentation	Miettes	Miettes	Granulés	Granulés
Protéines brutes (%)	22	21	19	18
Energie métabolisable (Kcal/kg)	2900	3000	3100	3100
Lysine totale digestible(%)	1,26/1,10	1,09/0,95	1,03/0,95	0,92/0,80
Méthionine totale digestible(%)	0,51/0,48	0,45/0,42	0,39/0,37	0,37/0,35
Acide aminés soufrés totaux digestible(%)	0,93/0,82	0,82/0,72	0,70/0,62	0,68/0,60
Phosphore totale digestible(%)	0,78/0,43	0,78/0,43	0,67/0,37	0,67/0,37
Calcium(%)	1,00	0,95	0,90	0,91
Sodium(%)	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15/0,18	0,15/0,18

I.1.1 Besoins en énergie :

Les besoins énergétiques pour la croissance englobent les exigences énergétiques pour l'entretien, l'activité et la formation des nouveaux tissus corporels. Pour obtenir une croissance

significative, il est primordial de d'abord répondre aux besoins énergétiques nécessaires à l'entretien et à l'activité (**Picard et al., 2000**)

Dans des conditions de température optimale, la quantité d'aliment ingérée dépend de sa valeur énergétique. L'équilibre de la balance énergétique se manifeste par l'ajustement de l'énergie consommée à la concentration énergétique de l'aliment. Par exemple, les poulets de chair à croissance rapide consomment plus d'énergie lorsqu'ils sont nourris avec un aliment à haute concentration énergétique que lorsqu'ils reçoivent un aliment moins concentré (**tableau 2**), surtout lorsque les conditions thermiques ne sont pas contraignantes (**Leeson et Summers, 2000 ; Quentin et al., 2003**).

TABLEAU N° 2 : VARIATION DE L'EFFICACITE ALIMENTAIRE EN FONCTION DE LA DENSITE ENERGETIQUE DU REGIME ALIMENTAIRE EN PERIODE DE DEMARRAGE ET FINITION (LASSERAN ET BEAUX, 1972)

Indice de consommation		
	Densité énergétique normale	Densité énergétique élevée
0 – 4 semaines	1,67 +/-0,007	1,52 +/- 0,012
4 – 8 semaines	2,30 +/-0,010	2,21 +/- 0,011
0 – 8 semaines	2,09 +/-0,007	1,97 +/- 0,011

I.1.2 Besoins protéiques

Les protéines représentent la composante principale de la viande de poulet, ce qui souligne l'importance des besoins en protéines pour les volailles. En effet, environ 20% à 25% de la carcasse dégraissée d'une volaille est composée de protéines (**Rekhis, 2002**).

Les protéines se composent de deux types d'acides aminés (AA) : les acides aminés "essentiels" (AAE), qui sont peu ou pas synthétiser par l'organisme, et les acides aminés non essentiels (AANE) qui bien synthétisés par l'organisme. Dans le cas du poulet de chair, des acides aminés essentiels tels que la méthionine, l'histidine, la lysine, la thréonine, le tryptophane, la leucine isoleucine, la valine, la sérine, l'arginine et la phénylalanine sont nécessaires (**Quentin, et al., 2017**).

Selon **Franch (1980)** et **Lachapelle (1995)**, la lysine et la méthionine sont considérées comme les plus critiques, étant souvent déficientes dans l'alimentation et donc appelées acides

aminés limitants. Les apports recommandés pour ces acides aminés sont répertoriés dans le **tableau 03**

TABLEAU N° 1. BESOINS DU POULET DE CHAIR EN PROTEINES BRUTES, LYSINE ET ACIDES AMINES SOUFRES SELON L'AGE (G/100 G DE GAIN DE POIDS) (HUART, 2004)

Semaines	Protéines	Lysine	Acides aminés soufrés
1	30,0	1,54	1,18
2	30,5	1,55	1,22
3	32,2	1,57	1,25
4	35,8	1,59	1,30
5	37,5	1,64	1,30
6	42,0	1,69	1,38
7	43,2	1,76	1,40
8	44,8	1,80	1,42
9	45,1	1,85	1,44

I.1.3 Besoin en minéraux et en vitamines

Les minéraux sont catégorisés en macroéléments ou minéraux majeurs (comme le calcium, le phosphore, le potassium, le sodium, etc.) et en oligoéléments ou minéraux mineurs (tels que le fer, le cuivre, le zinc, le sélénium, le cobalt, le bore, le fluor, etc.), en fonction de leur importance dans l'organisme. Ils contribuent à la formation du squelette (os et cartilages), de certains éléments de support (tendons et ligaments). Leur présence est relativement faible dans les aliments d'origine végétale.

Pour répondre aux besoins des oiseaux, il est généralement nécessaire de recourir à des sources riches en minéraux telles que les coquilles d'huîtres, de mollusques, les phosphates et les sels. Les oligo-éléments et les vitamines (liposolubles et hydrosolubles) jouent un rôle crucial dans les réactions biochimiques et enzymatiques de l'organisme. Ils doivent donc être inclus dans l'alimentation des poulets (**tableau 4**). Dans la formulation des rations, leurs quantités sont souvent supérieures aux besoins stricts de l'animal afin de prévenir d'éventuelles carences. Ces éléments sont généralement ajoutés sous forme de compléments minéraux-

vitaminés (CMV) ou de prémix, qui comprennent souvent un antioxydant pour protéger les vitamines sensibles.

TABLEAU N°2. APPORTS RECOMMANDÉS EN MINÉRAUX ET EN VITAMINES DANS L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR. (HUART.,2004)

Minéraux et Vitamines	0 à 4 semaines	5 à 8 semaines
Calcium (%)	0,95-1,05	0,85-0,95
Phosphore disponible (%)	0,43	0,37
Phosphore total (%)	0,78	0,67
Sodium (%)	0,15	0,18
Fer (mg/kg)	80	80
Cuivre (mg/kg)	10	10
Zinc (mg/kg)	80	80
Vit. A (UI/kg)	12000	10000
Vit. D3 (UI/kg)	2000	1500
Vit. E (ppm)	30	20
Vit. K3 (ppm)	2,5	2
Thiamine (B1) (ppm)	2	2
Riboflavine (B2) (ppm)	6	4
Ac. Pantothénique (ppm)	15	10
Pyridoxine (B6) (ppm)	3	2,5
Vit. B12 (ppm)	0,02	0,01
Vit. PP (ppm)	30	20
Acide folique (ppm)	1	20
Biotine (ppm)	0,1	0,05
Choline (ppm)	600	500

I.1.4 Besoin en eau

L'eau constitue le principal élément du corps et représente environ 70 % du poids total de l'animal. La quantité d'eau consommée augmente avec l'âge de l'animal et la température ambiante du poulailler. En règle générale, les volailles consomment environ deux fois plus d'eau que d'aliments (**tableau 5**). L'eau d'abreuvement est essentielle pour l'absorption des éléments nutritifs et l'élimination des substances toxiques ; son absence peut avoir des répercussions négatives sur les performances des oiseaux. Par conséquent, il est indispensable de leur fournir de l'eau propre et fraîche en permanence. De plus, la consommation d'eau augmente en fonction de l'âge de l'animal, du type de production et de la température ambiante du poulailler (**Bastianelli et Rudeaux, 2003**).

TABLEAU N° 3. CONSOMMATION D'EAU, D'ALIMENT ET LEUR RAPPORT EN FONCTION DE L'AGE DU POULET DE CHAIR (LARBIER ET LECLERCQ, 1992).

Age(j)	Aliment ingéré (g/j)	Eau ingérée (g/j)	Rapport eau/aliment
7	22	40	1,8
14	42	74	1,8
21	75	137	1,8
28	95	163	1,8
35	115	210	1,8
42	135	235	1,8
49	155	275	1,8

Les différents composants de l'aliment du poulet de chair :

L'aliment pour les oiseaux est habituellement composé d'un mélange de matières premières provenant de diverses sources, présentant une composition complexe (**Larbier et Leclercq, 1992**).

Les aliments commercialisés sont généralement disponibles sous trois formes : farine, granulés de tailles variées et miettes de tailles diverses. Les aliments sous forme de granulés ou d'extrudés sont souvent plus faciles à manipuler que ceux sous forme de farine. Du point de vue nutritionnel, les aliments conditionnés présentent une amélioration significative en termes de performances et de croissance par rapport aux aliments en farine.

Les aliments commerciaux pour le stade "démarrage" sont généralement proposés sous forme de miettes ou de farine, pour limiter le tri par les animaux. Quant aux aliments destinés à la "croissance et finition", ils sont habituellement disponibles en miettes ou en granulés. (**Moriniere, 2015**).

II.1 Les matières premières utilisées dans l'alimentation du poulet de chair

TABLEAU N° 1) LES MATIERES PREMIERES UTILISEES DANS L'ALIMENTATION DU POULET INDUSTRIE DES VOLAILLES ET TECHNOLOGIE DE FABRICATION DES ALIMENTS COMPOSES (MATHLLOUTHI .,(2023)

<u>énergie</u>	<u>Protéine</u>	<u>mixte</u>	<u>,minéraux-vitamine</u>
Céréales Maïs, sorgho, mil, blé, orge, triticale	Tourteaux Tx soja, tournesol, colza, arachide, coton	Pois, féverole, lupin (Prot-énergie)	Carbonate calcium Coquillage marin Poudre de marbre
Coproduits céréales Son, remoulage, polissure de riz	Farine de poisson	Farine de poisson 40 (Prot-minéral)	Phosphate bicalcique Phosphate monocalcique Phosphate tricalcique
Huiles	Gluten 60		Sel, bicarbonate
Tx gras			Premix, CMV

I.2.1.1. Les céréales:

Les céréales constituent la principale source d'énergie dans les régimes alimentaires des poulets de chair (Liu et al., 2017)

• Maïs

Le maïs est hautement estimé pour sa richesse en amidon et en matières grasses, ce qui en fait la céréale la plus énergétique pour les poulets (3110 Kcal d'EMAn). Il est facilement digéré et ne contient pas de facteurs antinutritionnels. Souvent utilisé pour sa capacité à fournir des pigments, le maïs est privilégié comme la céréale de prédilection pour les volailles, d'autant plus que sa composition est constante, contribuant ainsi à améliorer la qualité de la chair (Leborgne, 2013)

Cependant, une des principales limites nutritionnelles du maïs normal est son pauvre profil nutritionnel dû au déficit en acides aminés essentiels, la lysine, le tryptophane et la méthionine (tableau 7).

Tableau 7 : Composition du maïs en acides aminés essentiels (feedtables.com).

Acides aminés	Brut	sec
Lysine (g/kg)	2,3	2,7
Tryptophan (g/kg)	0,5	0,9
Méthionine (g/kg)	1,6	1,9

• Blé

Le blé est une source d'énergie essentielle dans l'alimentation des volailles. Sur le plan commercial, il peut fournir jusqu'à 70% de l'énergie métabolisable et 35% des besoins en protéines des poulets de chair. Ainsi, les fluctuations de qualité du blé peuvent avoir un impact significatif sur les performances de ces animaux (**Gutierrez et al., 2003**).

• Sorgho:

Les poulets de chair nécessitent une part substantielle de grains dans leur alimentation pour obtenir des protéines brutes et de l'énergie métabolisable. Le sorgho se classe comme la cinquième culture la plus importante après le maïs jaune, le riz, le blé et l'orge.

Comparativement au maïs jaune, les graines de sorgho affichent des niveaux de protéines plus élevés, mais elles ont une teneur en énergie et en matières grasses relativement basse (Mathlouthi.,2023).

• L'orge

Comparée au maïs, au sorgho ou à l'avoine, l'orge se distingue par une teneur en matières grasses plus faible, variant généralement de 1,5 % à 2,5 %. Bien que l'orge soit relativement pauvre en protéines par rapport au blé ou au triticale, elle en contient davantage que le maïs. La teneur en protéines de l'orge dépend de la variété et des pratiques culturales. Les protéines de l'orge présentent un profil en acides aminés mieux adapté aux besoins des animaux que celles du maïs ou du blé. De plus, l'orge possède des teneurs légèrement plus élevées en calcium et en sodium que le maïs. Cependant, en termes de valeur énergétique, l'orge est parmi les céréales les moins énergétiques, en grande partie en raison de son taux élevé de fibres. Les principaux facteurs antinutritionnels présents dans l'orge sont les bêta glucanes (Bamouh, 1999).

I.2.1.2. Les tourteaux:

Les tourteaux sont les déchets solides qui restent après l'extraction de l'huile à partir des graines ou des fruits oléagineux. Ce sont des coproduits issus du processus de trituration, qui est l'étape de fabrication de l'huile. En effet ils représentent la principale source de protéines en alimentation aviaire (Nathalie, 2022).

- **Tourteau de Soja**

Le tourteau de soja est un sous-produit largement utilisé comme aliment concentré riche en protéines dans l'alimentation animale (Ezzayani, 2014). Chez la volaille, il est intégré aux rations à des proportions pouvant dépasser 25%. Cependant, un excès de tourteau de soja dans la ration peut entraîner des excréments pâteux.

- **Tourteau de colza:**

Le tourteau de colza présente des niveaux moyens de protéines, avec une teneur élevée en acides aminés sulfureux. Toutefois, il affiche une faible teneur en lysine et en isoleucine, ainsi qu'une digestibilité moindre des acides aminés essentiels par rapport au tourteau de soja. De plus, son contenu énergétique est limité en raison de ses niveaux élevés de fibres brutes, qui sont associés à une faible digestibilité (Weindl et al., 2018).

I.2.1.3. Les huiles :

- **Huile de palme brute**

L'huile de palme est une huile végétale naturelle non raffinée, de couleur orangée, qui constitue une source importante d'apport énergétique avec plus de 99 % de matières grasses. Son profil en acides gras a un impact positif sur la qualité des carcasses, ce qui la rend bien adaptée pour remplacer les graisses animales, notamment en raison de son profil riche en acide palmitique (C16:0) et oléique (C18:1). Bien que sa proportion d'acides gras saturés soit relativement élevée (environ 45-50 % des acides totaux), elle demeure inférieure à celle des graisses animales (environ 20-25 % des acides gras totaux).

L'huile de palme brute a la particularité de se solidifier naturellement à température ambiante, ce qui améliore ses performances en tant que liant pour la granulation. Son pH neutre permet un usage sans risque de corrosion, et sa densité est de 0,88. Son point de fusion se situe entre 31 et 40°C. (Mathlouthi, 2023).

- **Huiles de soja, colza et tournesol brutes :**

Les huiles de soja, colza et tournesol sont plus intéressantes d'un point de vu nutritionnel (richesse en acides gras essentiels: C18:2 et C18:3). Ce sont des matières grasses riches en acides gras insaturés qui sont mieux assimilés par l'organisme. Ces huiles sont une meilleure source d'énergie que les huiles à base de palme. Elles peuvent facilement se substituer en formulation car elles ont les mêmes valeurs énergétiques (**Mathlouthi, 2023**).

I.1.2.1.4. Les farines d'origine animale

Les farines d'origine animale comprennent tous les sous-produits des industries de la viande, du poisson et du lait. Leur utilisation s'est développée dès le début de l'industrialisation de l'alimentation animale. Initialement, elles étaient prisées pour leurs qualités particulières, notamment avant la découverte des vitamines hydrosolubles, en particulier la vitamine B12. Actuellement, elles sont principalement utilisées pour leur valeur nutritionnelle, liée à leur forte teneur en minéraux et en acides aminés (**Larbier et Leclercq, 1992**).

- **Les farines de poisson**

Les farines de poisson offrent un équilibre très favorable en acides aminés, notamment grâce à leur richesse en lysine et en méthionine. Cependant, elles deviennent de plus en plus coûteuses et moins disponibles sur le marché. Il est crucial de surveiller leur niveau d'incorporation dans l'alimentation finale, car une concentration excessive peut transmettre une odeur indésirable à la viande (**Michèle, 2008**).

les additifs alimentaires (cf. chapitre 2)

Chapitre II. Les additifs dans alimentation du poulet de chair

La composition et la nature des régimes alimentaires jouent un rôle crucial dans les performances zootechniques des poulets de chair, influençant directement la qualité de la viande (Meradi et al., 2020)

II.2 Définition des additifs alimentaires

L'AFCO (American Feed Control Officials) définit les additifs alimentaires comme des substances ajoutées en petites quantités à la ration de base pour répondre à des besoins spécifiques. Ces ingrédients, dérivés de diverses sources telles que, les plantes, les animaux ou les minéraux et autres, nécessitent une manipulation et un mélange précis. Il existe une grande variété d'additifs alimentaires qui permettent d'améliorer la santé et la production animales ou de rendre l'aliment plus attrayant (OMS, 2020).

II.3 Classification

En alimentation animale, les additifs sont classés en plusieurs catégories selon leurs fonctions et leurs propriétés (tableau07)

TABLEAU N° 2) CLASSIFICATION DES ADDITIFS ALIMENTAIRES UTILISES EN ALIMENTATION ANIMALE (JEAN-BLAIN, 2002)

Additifs Technologiques
Colorants : Colorants <i>sensu stricto</i> et Pigments caroténoïde
Conservateurs : Antibactériens, Antifongiques et Antioxygènes
Substances aromatiques : substances naturelles et analogues synthétiques
Modificateurs des propriétés physiques des aliments : émulsifiant, stabilisants, antimottants, gélifiants, épaississants.
Modificateurs de la digestibilité : enzymes
Additifs zootechniques
Nutriments : acides aminés, vitamines, oligoéléments
Facteurs de croissance : antibiotique, probiotiques, prébiotique et substances phytogéniques
Facteurs de prévention des maladies parasitaires : anticoccidiennes

II.3.1 Les additifs technologiques:

II.3.1.1. Les conservateurs

Les conservateurs sont des substances qui préservent la qualité des aliments en les protégeant contre les altérations microbiologiques, notamment la formation de toxines. Composés principalement d'acides organiques ou de sels d'acides organiques, ils ont une action antibactérienne (contre les salmonelles) et antifongique. Leur utilisation dans l'alimentation animales vise à garantir à la fois la sécurité sanitaire et la stabilité organoleptique des aliments (Papatsiros *et al.*, 2013).

II.3.1.2. Les antioxydants

Les antioxydants sont des molécules qui protègent et préservent la qualité nutritionnelle des aliments en empêchant les réactions d'oxydation qui accélèrent le vieillissement et le rancissement des produits contenant des matières grasses, en particulier les acides gras insaturés et les vitamines (Elatyqy, 2011).

II.3.1.3. Les émulsifiants et stabilisants

Les émulsifiants sont des substances essentielles dans la formulation des aliments, influençant leurs propriétés physiques et organoleptiques. Ils sont indispensables dans les processus de fabrication impliquant des matières grasses ou des huiles et de l'eau, facilitant le mélange et la stabilisation de phases non miscibles telles que l'huile et l'eau (Règlement (CE) N° 1333/2008, 2008). Les stabilisants contribuent également à maintenir l'état physico-chimique des aliments auxquels ils sont ajoutés ((SYNPA, 2023).

II.3.1.4. Les Épaississants et gélifiants

Les épaississants et gélifiants sont des substances ajoutées aux aliments destinés à l'alimentation animale pour augmenter leur viscosité et leur conférer une consistance gélifiée par la formation de gel (SYNPA, 2023).

II.2.1.5. les enzymes

Les enzymes améliorent la digestibilité de certains composants, tels que les polyosides et l'acide phytique (Dierick *et al.*, 2002). Elles sont réparties en deux catégories :

Celles qui renforcent les enzymes digestives endogènes, déjà produites par l'animal, telles que les protéases et les amylases.

Celles qui ne sont pas synthétisées par l'animal et qui facilitent la dégradation des composants des matières premières non hydrolysées par les enzymes endogènes de l'animal. Elles transforment ces composants en nutriments absorbables, par exemple les phytases et les xylanases (Drogoul *et al.*, 2004).

II.3.2 Les additifs zootechniques

II.3.2.1. Les huiles essentielles

Ce Sont des extraits végétaux naturels contenant des terpènes, aldéhydes, alcools et phénols. Elles sont reconnues pour leur pouvoir antibactérien sélectif, agissant en pénétrant les membranes cellulaires, désintégrant celles-ci, provoquant la fuite des ions et des métabolites, et finalement détruisant les cellules bactériennes (Mathlouthi, 2023).

Elles renforcent le système immunitaire, en réduisant la présence de flore indésirable, minimisant le catabolisme, limitant la production de toxines et améliorant la santé du tube digestif, allégeant ainsi la charge sur le système immunitaire. De plus, les huiles essentielles stimulent les sécrétions digestives et l'absorption des nutriments en favorisant la sécrétion biliaire et les enzymes digestives, augmentant ainsi l'ingestion et améliorant les performances globales des animaux (Mathlouthi, 2023).

II.3.2.2. Les oligo-éléments

Ils sont au nombre de huit (fer, zinc, sélénium, iode, cobalt, cuivre, manganèse et molybdène) et sont apportés en très faibles quantités. Ces minéraux dits "traces" interviennent dans un grand nombre de processus vitaux, tels que l'immunité, la gestion du stress oxydatif, la reproduction et l'ossification (Normand *et al.*, 2005). Ils sont administrés aux animaux sous forme de complément minéralo-vitaminé (CMV), qui constitue une petite part de leur alimentation mais qui est indispensable au bon fonctionnement de leur organisme. Les CMV sont habituellement présentés sous forme de poudre incorporée directement dans l'alimentation (Normand *et al.*, 2005).

II.3.2.3. Les probiotiques et prébiotiques

Les probiotiques sont des micro-organismes vivants (**figure 1.**) qui jouent un rôle bénéfique pour la santé de l'hôte (Mathlouthi, 2023). Leur action bénéfique repose sur plusieurs mécanismes. Ils peuvent s'agréger avec les bactéries pathogènes, réduire le pH

intestinal grâce à la production d'acides lactiques, et sécréter des substances antibactériennes telles que des enzymes ou des antibiotiques naturels (Mathlouthi, 2023).

Les prébiotiques, sont des sucres non digérés comme les fructo-oligosaccharides (FOS), les galacto-oligosaccharides (GOS), et les mannose-oligosaccharides (MOS), fermentés par des bactéries bénéfiques dans le tube digestif. Cette fermentation produit des acides gras à chaîne courte qui abaissent le pH intestinal et inhibent la croissance des bactéries pathogènes comme *E. coli* (Gibson *et al.*, 2017).

Ensemble, probiotiques et prébiotiques dit symbiotique, jouent un rôle important dans le maintien d'un équilibre microbien intestinal favorable à la santé globale de l'organisme (Mathlouthi, 2023).

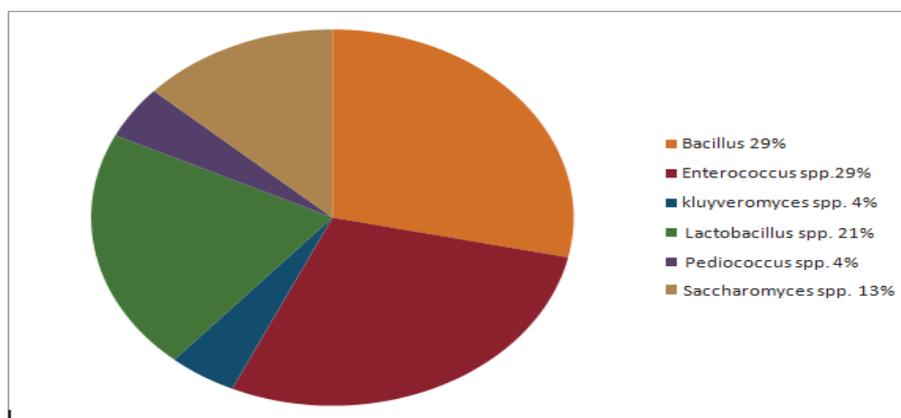


Figure 1. Les différents genres microbiens autorisés en tant qu'additifs en alimentation avicole en Europe (adapté d'AFCA-CIAL, 2009).

II.3.2.4. . Les anticoccidiennes

Ce sont des composés chimiques, fabriqués synthétiquement ou produits par des micro-organismes, qui ont pour fonction d'empêcher ou d'éliminer les parasites protozoaires responsables de la coccidiose chez les animaux d'élevage (CEE, 2008.)

II.3.2.5. Les phytogéniques

Les additifs phytogéniques sont des composés dérivés de plantes, incluant une variété de substances telles que les herbes, les épices, les extraits botaniques, les oléorésines et les huiles essentielles. Ils sont très utilisés dans la production avicole. Selon Madhupriya *et al.*, (2018) ces additifs sont naturels, moins toxiques, sans résidus, et constituent une alternative idéale aux antibiotiques synthétiques facteurs de croissance en alimentation des volailles.

II.4 Intérêt des additifs

L'intérêt des additifs alimentaires ne se limite pas à améliorer la digestibilité des aliments ; ils contribuent également à renforcer la santé animale en soutenant le système immunitaire et en favorisant une microflore intestinale saine, ce qui améliore le bien-être global des animaux. Aussi, les additifs pourraient permettre de réduire le coût des formulations alimentaires en substituant des matières premières dont le coût est trop élevé (**Mathlouthi, 2023**).

II.5 Mode d'action des additifs

II.5.1 Mode d'action des phytobiotiques:

Ils sont prometteurs pour la synthèse des protéines musculaires et la réduction de la lipogenèse hépatique (**Joshua et al., 2021**). En effet, certains auteurs ont montré que les additifs phytogéniques modulent l'expression des neuropeptides hypothalamiques liés à l'alimentation et entraînent une amélioration de l'efficacité alimentaire (**Orlowski et al., 2018 ; Flees et al., 2020**). Cette dernière est également contrôlée par le métabolisme intermédiaire périphérique, comme le métabolisme des lipides et les voies de signalisation associées à la synthèse des protéines, qui sont modulés par la bioactivité de ces additifs.

II.5.2 Mode d'Action des Probiotiques

Les probiotiques agissent principalement de plusieurs manières, notamment en exerçant une action antagoniste contre les bactéries pathogènes en sécrétant des substances inhibitrices telles que les bactériocines, les acides organiques et le peroxyde d'hydrogène. Ils pratiquent également l'exclusion compétitive en se fixant aux mêmes emplacements dans la membrane de la muqueuse intestinale que les bactéries pathogènes, les empêchant ainsi de s'installer (**Patterson et Burkholder, 2003**).

La réduction du pH intestinal par les acides gras volatils et les acides organiques produits lors de la dégradation des probiotiques est le mécanisme d'action le plus fréquent (**Khan et al., 2013; AlFatah et al., 2020**). Un pH intestinal bas empêche la colonisation des agents pathogènes dans le tractus digestif, inhibant ainsi leurs effets de manière compétitive. Les probiotiques modulent également le microbiote intestinal, jouent un rôle dans l'immunomodulation et améliorent l'intégrité de l'intestin (**Abd El-Hack et al., 2021; Celina et al., 2021**).

II.5.3 Mode d'action des prébiotiques :

Les prébiotiques ont divers effets sur la santé de l'hôte, tels que la production de métabolites comme l'acide lactique, la modification du métabolisme microbien et le renforcement de l'intégrité des cellules épithéliales (**Yaqoob et al., 2021**). Ils sont utilisés pour ajuster l'équilibre des éléments de l'intestin, en modifiant le microbiote intestinal, en stimulant le système immunitaire, en améliorant l'épithélium et en régulant l'interaction entre l'hôte et le microbiote intestinal (**Po-Yun et Woo, 2020**). Ils peuvent agir comme un substrat sélectif pour un nombre limité de bactéries bénéfiques, favorisant ainsi une microflore intestinale plus saine (**Gibson et Fuller, 2000**).

Aussi, un supplément alimentaire prébiotique peut créer des conditions défavorables pour les organismes pathogènes en modifiant le pH de l'intestin. Cela favorise une communauté microbienne saine dans l'intestin des poulets de chair en augmentant la présence de Lactobacilles.

II.5.4 Mode d'action des enzymes

Chaque enzyme agit de manière unique et complémentaire ; son utilisation combinée avec des formulations d'aliments doit être réalisée avec précaution pour obtenir des effets bénéfiques maximums (**Velázquez-De Lucio et al., 2021**). Les régimes alimentaires pour poulets de chair contenant une quantité importante de polysaccharides non amylacés (NSP) entraînent une augmentation de la viscosité du digesta, ce qui entraîne une baisse des performances de croissance (**Jia W et al., 2019**). Les enzymes carbohydrases sont ajoutées aux régimes alimentaires des poulets de chair pour surmonter cette difficulté, améliorant ainsi l'utilisation des nutriments et augmentant la productivité des oiseaux.

La supplémentation en glucose oxydase (GOD) chez les poulets de chair a été rapportée pour augmenter le gain de poids corporel quotidien, améliorer la qualité de la viande et renforcer la capacité digestive, indiquée par la digestibilité apparente des nutriments et des enzymes digestives (**Shengru et al., 2019**).

Différentes études confirment également que l'augmentation du gain de poids corporel et du rapport de conversion alimentaire chez les poulets de chair avec des enzymes commerciales est due à la digestibilité iléale des protéines brutes (**Simbaya et al., 1996**), de l'amidon et des graisses (**Zanella et al., 1999**).

Le contenu en immunoglobuline A sécrétée et la résistance électrique transépithéliale augmentent lors d'une complémentation alimentaire en GOD, ce qui indique une barrière intestinale renforcée (Shengru et al., 2019). Ainsi, il a été rapporté que la supplémentation alimentaire en GOD pourrait améliorer les performances de croissance des poulets de chair selon deux principaux mécanismes soit en améliorant la fonction digestive de l'intestin, ce qui se traduit par une amélioration de la digestibilité apparente des nutriments et des enzymes digestives (Shengru et al., 2019) . Soit en augmentant l'abondance des bactéries bénéfiques telles que *F. prausnitzii*, Ruminococcaceae et Firmicutes (Shengru et al., 2019).

II.6 Réglementation des additifs alimentaires

La réglementation relative aux additifs alimentaires est considérée plus sensible que celle des matières premières de la ration. Leur incorporation à faible dose, exige une démonstration rigoureuse de leur innocuité, de leur qualité et de leur efficacité pour l'animal, le consommateur et l'environnement (Soyeux et al., 2000). Ainsi, afin qu'un additif soit autorisé à être utilisé :

- ✓ Il doit prouver son innocuité à travers une évaluation toxicologique approfondie
- ✓ Il doit démontrer son utilité en influençant positivement les caractéristiques des aliments auxquels il est ajouté ou en améliorant la production animale.
- ✓ Son utilisation ne doit pas induire le consommateur en erreur en conférant à un produit des qualités apparentes qu'il ne possède pas réellement.

Chapitre III. Impact des Additifs Alimentaires sur les Paramètres Zootechniques du Poulet de Chair

III.1 Les Antibiotiques

Pendant plusieurs décennies, les antibiotiques ont été largement utilisés dans l'industrie avicole pour traiter ou prévenir les maladies infectieuses (**Mayada et al., 2021**). Aussi, les antibiotiques facteurs de croissance ont été utilisés en productions animales, indépendamment du fait que l'animal soit infecté ou non afin d'augmenter la production, en favorisant la croissance par l'administration régulière de faibles doses, en particulier dans l'élevage du poulet. L'introduction des antibiotiques dans l'aliment permet d'améliorer l'indice de croissance de 3 à 12% (**Mayada et al., 2021**).

Des doses subthérapeutiques d'antibiotiques ont été intégrées aux aliments pour stimuler la croissance, augmenter le gain de poids et améliorer l'utilisation des aliments ainsi que la production d'œufs (**Moore PR et al., 1946**).

Toutefois, l'utilisation indiscriminée des antibiotiques peut entraîner l'accumulation de résidus dans les tissus comestibles et les œufs, une source alimentaire importante pour les humains (**Vragović et al., 2011**).

Ces résidus peuvent présenter des risques pour la santé des consommateurs, tels que des réactions d'hypersensibilité et le développement de résistances aux antibiotiques. Les souches bactériennes résistantes (pathogènes et non pathogènes) peuvent être diffusées dans l'environnement et transmises aux humains par la chaîne alimentaire, posant de graves problèmes de santé publique (**Abasi et al., 2018**). La présence de résidus d'antibiotiques est principalement due à une utilisation incorrecte et au non-respect des périodes de retrait spécifiques. Au cours de ces dernières décennies, certains pays ont prohibé l'usage d'antibiotiques comme agents de croissance dans l'élevage animal. Cependant, les réglementations varient selon les pays, mais plusieurs nations industrialisées ont instauré des normes strictes concernant l'utilisation des antibiotiques en élevage. Elles favorisent l'adoption de méthodes alternatives comme les probiotiques, les prébiotiques, les vaccins et les bonnes pratiques d'hygiène afin de maintenir la santé animale et d'accroître la productivité. (**Union Européenne, 2003**).

III.2 Les Anticoccidiens

Les anticoccidiens ont un effet bénéfique sur la croissance des animaux d'élevage tels que la volaille, et les ruminants. Chez la volaille, ces substances agissent en modulant la flore intestinale et ses interactions symbiotiques avec l'hôte. La réduction de la consommation des nutriments par les micro-organismes, la diminution de la production de substances toxiques, et l'amélioration de l'absorption intestinale grâce à l'épaississement des villosités intestinales contribuent à une meilleure efficacité alimentaire et à une croissance accrue (Peek, *et al.*, 2011). Ainsi, l'effet des anticoccidiens sur les performances de croissance est indirect (Ohoukouboka, 2006).

III.3 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) montrent une grande variabilité dans leurs effets biologiques. Cela s'explique par la diversité des conditions dans lesquelles ces mélanges sont étudiés : souches et stades physiologiques des animaux, conditions d'élevage, doses administrées et périodes d'utilisation (démarrage, croissance, finition, ou tout au long de l'élevage). De plus, la complexité et la variabilité de leur composition ajoutent à cette variabilité des effets. Ainsi, les trois types d'HE les plus couramment utilisés en alimentation animale (thym, origan et romarin) montrent des effets zootechniques très variables (**Elhusseiny et al., 1980**)

Allman et al., (2013) ont rapporté que les huiles essentielles suscitent de nombreuses allégations, mais les études publiées révèlent une grande variabilité des effets zootechniques, organiques et tissulaires. Les essais zootechniques sont souvent à base d'une composition variable en principes actifs.

Par ailleurs, la définition même des huiles essentielles pose problème en raison de la variabilité de leur composition chimique. Les concentrations en principes actifs varient considérablement et ces substances peuvent même avoir des effets contradictoires au sein d'une même huile essentielle. C'est pourquoi de nombreux fabricants préfèrent utiliser des principes actifs purs plutôt que des huiles essentielles complexes.

L'utilisation des huiles essentielles pour améliorer les performances des volailles présente des perspectives intéressantes, bien que des questions subsistent quant à leur rentabilité économique et à la compréhension des mécanismes sous-jacents à ces améliorations.

III.4 Les Probiotiques

Chez les animaux, l'efficacité zootechnique des probiotiques est souvent observée par l'amélioration de la croissance (GMQ), de l'indice de consommation (IC), et de l'état sanitaire, voire du bien-être des animaux (**Edens, 2003**). Cela se manifeste par la réduction de la fréquence des diarrhées ou de la mortalité durant certaines phases critiques d'élevage telles que les stress alimentaires (changement de régime alimentaire, rations riches en concentré) et les stress sanitaires (densité des animaux). En matière de productivité, les données publiées montrent une variabilité importante de la réponse animale pour le GMQ et l'IC, cette réponse observée surtout en cas des conditions nutritionnelles et sanitaires favorables (**Edens, 2003**).

Cette variabilité en pratique n'est pas surprenante, car l'action supposée des probiotiques passe par la modification de l'écosystème intestinal, qui peut largement changer d'un essai à l'autre en fonction des microorganismes utilisés (souches) ainsi que leur concentration dans l'aliment, de l'interaction des probiotiques avec certains composants de l'aliment, de l'âge des animaux (les plus jeunes présentant des flores digestives moins stables que celles des adultes et une immunité moins établie), et de leur état nutritionnel et sanitaire.

Dans une étude réalisée par Ivanković et *al.*, (1999), l'administration d'une souche d'*Enterococcus faecium* M-74 à des poussins durant six semaines améliore les performances zootechniques des animaux par rapport au groupe témoin : le poids final était de 2168,25 g et l'IC est de 2,02 pour le lot traité contre 1956,10 g et 2,16 pour le lot témoin ($P < 0,01$). Une autre étude menée par **Kralik et al.**, (2004), a montré que l'addition d'un probiotique à base d'*Enterococcus faecium* M-74 à l'eau de boisson (3g/100l) des poussins durant six semaines a amélioré la croissance des animaux de 10,8 % par rapport au lot témoin.

Jin et al., (1997) ont révélé qu'une supplémentation des poussins par un probiotique à base de *Lactobacillus casei* a favorisé l'amélioration du gain moyen quotidien durant les trois premières semaines avec une diminution du taux d'uréase intestinale.

III.5 Prébiotiques :

Les oligosaccharides, tels que les fructo-oligosaccharides (FOS), présente une voie prometteuse pour améliorer la santé intestinale chez les volailles. Les FOS sont des polymères courts de fructose liés en β 1-2, généralement produits par hydrolyse d'inuline ou par synthèse à partir de sucrose ou de lactose.

Des études ont montré que les FOS peuvent réduire la colonisation intestinale par *Salmonella* lorsqu'ils sont administrés avec une flore compétitive (**Fukata et al.**, 1999). De

même, l'administration de FOS dans l'alimentation des volailles semble également réduire la colonisation intestinale par *Campylobacter* (**Schoeni et Wong, 1994**).

Ces Dernières études suggèrent que l'incorporation de FOS dans l'alimentation des volailles pourrait être bénéfique non seulement pour promouvoir une flore intestinale favorable, mais aussi pour réduire le risque d'infections bactériennes potentiellement pathogènes.

III.6 ENZYMES

Les enzymes exogènes apportent plusieurs avantages en alimentation animale : elles améliorent la digestibilité des aliments, éliminent les facteurs antinutritionnels, modulent et préservent la santé intestinale, et réduisent les coûts des formules alimentaires (**Mathlouthi , 2023**)

Ces enzymes incluent la phytase, qui dégrade l'acide phytique, et les carbohydrases, telles que la xylanase et la β -glucanase, qui ciblent les polysaccharides non amylacés hydrosolubles (PNAH). Les protéases, quant à elles, décomposent les protéines des aliments. En accélérant les réactions biochimiques, ces enzymes fonctionnent comme des catalyseurs biologiques (**Mathlouthi, 2023**)

Les enzymes exogènes ciblent des substrats spécifiques, tels que les phytases pour l'acide phytique dans les végétaux, les xylanases pour les arabinoxylanes dans le blé et le seigle, les β -glucanases pour les β -glucanes dans l'orge et l'avoine, et les β -mannanases pour les β -mannanes dans les tourteaux de soja et de tournesol. Elles permettent de réduire les pertes énergétiques dues à l'indigestion, estimées à 400 kcal/kg, et diminuent les quantités d'aliments non digérés excrétés dans les fientes (**Mathlouthi, 2023**)

L'addition d'enzymes digestives capables d'hydrolyser les β -glucanes de l'orge a été étudiée par plusieurs chercheurs. Étant donné la présence de polysaccharides non amylacés dans les grains d'orge, les préparations enzymatiques doivent inclure des β -glucanases (**Wyatt et Queenborough, 1996**). Ces enzymes ont montré une amélioration de 20 à 50 % du taux de croissance des poulets de chair (**Elwinger et Saterby, 1987; 1988**),

Autre étude, montre que le gain de poids et le poids final des poulets de chair nourris avec de l'orge entière additionnée de suppléments enzymatiques sont supérieurs à ceux des poulets recevant de l'orge sans supplément enzymatique (**Brufau et al., 1991**)

PARTIE
EXPERIMENTALE
Etude Systématique

Chapitre 04: effet des additifs sur les performances zotechniques et la physiologie du poulet de chair

Objectif :

Dans le domaine de l'élevage avicole, l'impact des additifs sur la croissance et la physiologie du poulet de chair suscite un intérêt croissant. Toutefois, les résultats varient d'une étude à une autre et parfois ils sont même contradictoires. Afin de consolider les connaissances existantes et de les rendre accessibles, une revue systématique de la littérature a été entreprise.

Cette approche méthodique et rigoureuse vise à identifier, évaluer et synthétiser de manière objective les données disponibles sur l'efficacité des additifs dans l'amélioration des performances et de la physiologie des poulets de chair.

L'objectif principal de cette étude est de fournir une mise à jour complète des connaissances récentes concernant les effets des additifs sur les performances des poulets de chair. L'analyse porte sur les publications des cinq dernières années et évalue les variations du poids vif, des gains de poids, de l'efficacité alimentaire ainsi que des paramètres physiologiques.

I.1 Matériels et Méthodes

I.1.1 Etape I : Planification du projet de la revue systématique de littérature :

A. Formulation de la question de la revue systématique

La première étape de cette revue systématique de la littérature consistait à formuler notre question de recherche à partir de notre problématique :

Quels sont les additifs alimentaires les plus étudiés au cours des 5 dernières années et quel impact de ces additifs alimentaires sur les paramètres de croissance et la physiologie du poulet de chair?

Cette question de recherche a été formulée en identifiant ses éléments clés suivant l'acronyme **PICO** avec :

- **Population cible (P) :**

les différentes lignées ou souches de poulets de chair élevées (Cobb....) pour la consommation humaine.

- **Intervention (I) :**

Utilisation des additifs alimentaires en condition d'élevage standards sans aucune autre intervention sur l'animal.

- **Comparaison (C):**

Les études expérimentales présentant un groupe contrôle ou témoins nourri à base d'un aliment standards sans aucun additif alimentaire comparé à un groupe expérimental nourri d'un même aliment standard supplémenté d'un additif alimentaire.

- **Outcome (O) ou résultats :**

Tous les paramètres de croissance mesurés (poids vif, gains de poids, taux de Conversion alimentaire...)

Tous les paramètres physiologique mesurés (biochimie du sang, hématologie, immunologie, ...).

B. Rédaction des critères d'inclusion et d'exclusion

A partir de ces éléments clés de la question de recherche, des critères de sélection des études existantes ont été définis en distinguant des critères d'inclusion et des critères d'exclusion.

➤ Les critères d'inclusion

Les articles à inclure dans notre revue systématique devaient satisfaire les critères suivants

:

- 1) L'espèce animale : le poulet de chair;
- 2) Les articles de recherche sur les additifs alimentaires en conditions d'élevage standard
- 3) Les articles présentant une méthodologie de recherche bien décrite avec présence d'un groupe témoin;
- 4) Les articles présentant au moins une valeur pour les variables poids vif, gain moyen quotidien, consommation alimentaire, conversion alimentaire.
- 5) Les articles présentant l'effet d'un additif alimentaire sur au moins un paramètre physiologique.
- 6) Études publiées en anglais ou en français.
- 7) Les études publiées au cours des cinq dernières années, de JANVIER 2019 à Mars 2024.

➤ Les critères d'exclusion

Les articles seraient exclus de notre étude s'ils présentaient un de ces critères :

- 1) Espèce aviaire autre que le poulet de chair (dinde, poule pondeuse, poule reproductrice, caille...).
- 2) Articles de synthèse, chapitres de livres, lettres de recherche et conférences.
- 3) Protocole expérimental mal décrit (le génotype, l'âge des poulets, la taille du groupe et conditions d'élevage non indiqués).
- 4) Absence de groupe témoin.
- 5) Absence d'évaluation des paramètres de croissance ou physiologiques.
- 6) Contenu d'article inadéquat.
- 7) Articles non accessibles en texte intégral.

C. Outils de recherche bibliographiques

Une seule source de données (Google scholar) a été explorée.

D. Identification des études :

L'identification des études est basée sur :

➤ Une liste de mots clés relatifs aux termes :

- **Additif alimentaire** : poultry feed additive, Feed supplement, poultry growth promoters.
- **Poulet de chair** : Broiler chicken
- **Paramètres de croissance** : growth performance, weight gain, growth rate, broiler growth
- **Paramètres physiologique** : physiological responses, immune response

➤ Une équation de recherche :

L'opérateur Booléen (AND) a été utilisé entre tous les mots clés à la fois.

➤ Criblage et sélection des études :

Après avoir éliminé les doublons, nous avons entrepris la sélection des études pertinentes en suivant plusieurs étapes méthodiques. Cette démarche s'est basée sur les critères d'inclusion et d'exclusion établis préalablement, ainsi que sur une analyse approfondie des titres et des résumés. Les études dont les titres et résumés ne fournissaient pas suffisamment d'informations pertinentes par rapport à notre question de recherche ont été exclues. Ensuite, les articles les plus prometteurs ont été téléchargés et examinés en intégralité pour évaluer leur adéquation aux critères prédéfinis. Ceux qui répondaient aux critères ont été considérés comme "articles éligibles". Le processus de sélection de la documentation pertinente est illustré de manière synthétique dans un diagramme de flux.

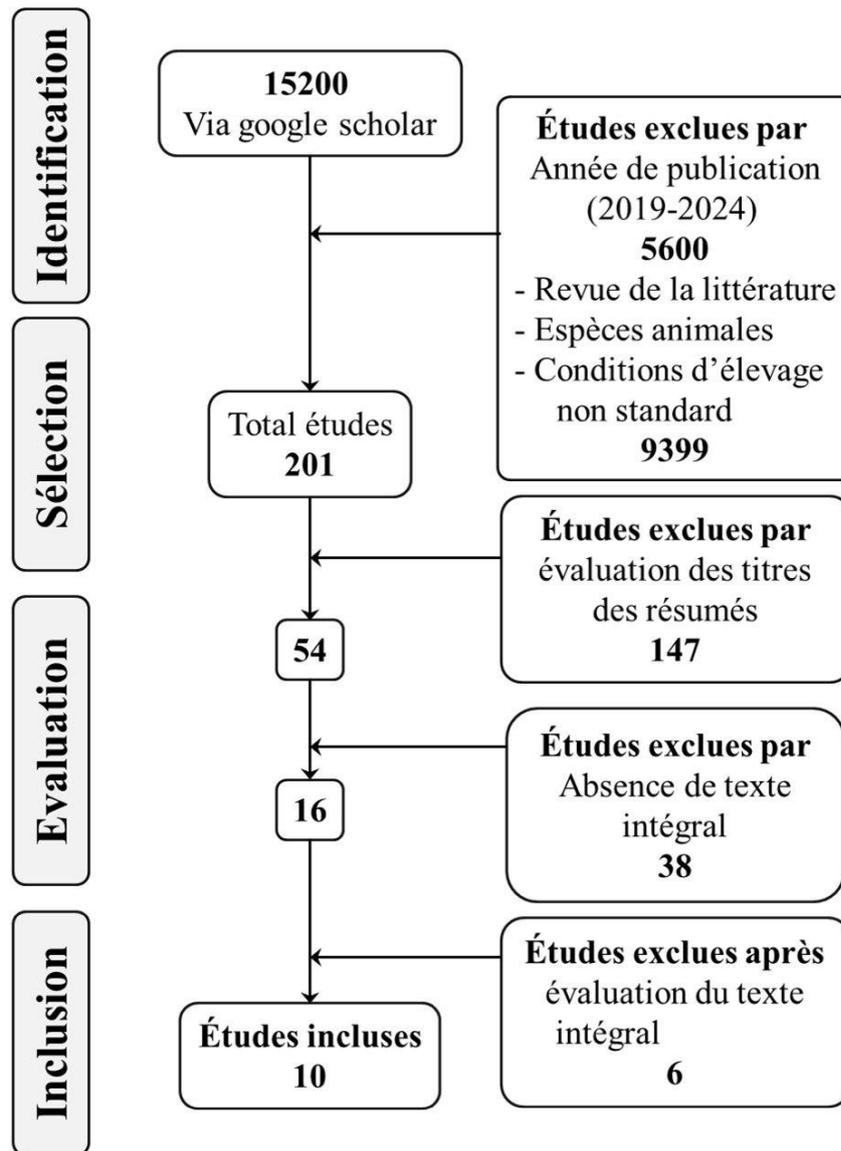


Figure 02 Diagramme de flux représente le processus de sélection de la documentation pertinente

I.1.2 Etape 2 : Extraction des données

Après les différentes étapes de sélection, les données des articles retenus ont été extraites dans des tableaux. Ces données incluent divers éléments tels que le nom du premier auteur, l'année de publication, les détails sur les souches de poussins, la durée de l'expérience, la croissance des poussins tels que le poids vif, le gain de poids journalier, le taux de conversion, et d'autres paramètres tels que la mortalité et la physiologie. Ces données permettront d'explorer comment les additifs alimentaires impactent les paramètres zootechniques et la physiologie des poulets de chair.

Résultats et Discussion

Résultats et Discussion

II.1 Etude descriptive

II.1.1 Les principaux additifs alimentaires

Les résultats relatifs aux principaux additifs alimentaires utilisés chez le poulet de chair, à la souche animale et à la période d'utilisation des additifs entre 2019 et 2024 sont présentés dans le tableau N°08

TABLEAU N° 3) PRINCIPAUX ADDITIFS UTILISES EN ALIMENTATION DU POULET POUR L'AMELIORATION DES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ET PHYSIOLOGIQUE.

Références	Additifs	Souches de poulet	Durée de l'addition
Kouadio et al., 2019	Phytogénique	COBB 500	J1-J21
Gaoua, 2019	Phytogénique	COBB 500	J1-J42
Herve,2020	Phytogénique	Ross 308	J1-J49
Nassik et al., 2021	Phytogénique	COBB500	J1-J34
Fornós et al., 2022	Phytogénique	ROSS 308	J1-J21
Shokoufe et al., 2024	Phytogénique	ROSS 308	J1-J42
Liu et al ., 2020	Prébiotique	ARBOR	J1-J35
Mosaad et al.,2024	Probiotique	COBB	J1-J42
Al-Khalaifa et al.,2019	Probiotique et Prébiotique	COBB500	J1-J35
Anguara et al.,2022	Complexe enzymatique	COBB500	J21-J35

Sur les 10 études incluses dans cette revue systématique des travaux publiés entre 2019 et 2024 relatives à l'impact des additifs alimentaires sur l'amélioration des performances des poulets de chair (Kouadio *et al.*, 2019; Gaoua, 2019; Herve, 2020; Nassik *et al.*, 2021; Fornós *et al.*, 2022; Shokoufe *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2020; Mosaad *et al.*, 2024; Al-Khalaifa *et al.*, 2019; Anguara *et al.*, 2022), les additifs phytogéniques sont les plus étudiés, soit 6 études sur 10 (60%), suivis par les probiotiques seuls (1/10 ; 10%), les prébiotiques seuls (1/10 ;10%), association des Probiotiques et prébiotiques (1/10 ; 10%) et les multi-enzymes (1/10 ; 10%) (**Figure 03**).

En effet, au cours de ces dernières années, un intérêt considérable pour les additifs phytogéniques dans l'alimentation animale est observé (Murugesan *et al.* 2015, Madhupriya *et al.*, 2018), en raison de leur capacité à améliorer les performances des poulets.

Aussi, l'utilisation des additifs phytogéniques comme promoteurs de croissance naturels en nutrition animale a montré un intérêt économique considérable en se substituant à certaines matières premières du régime alimentaire (Murugesan *et al.* 2015).

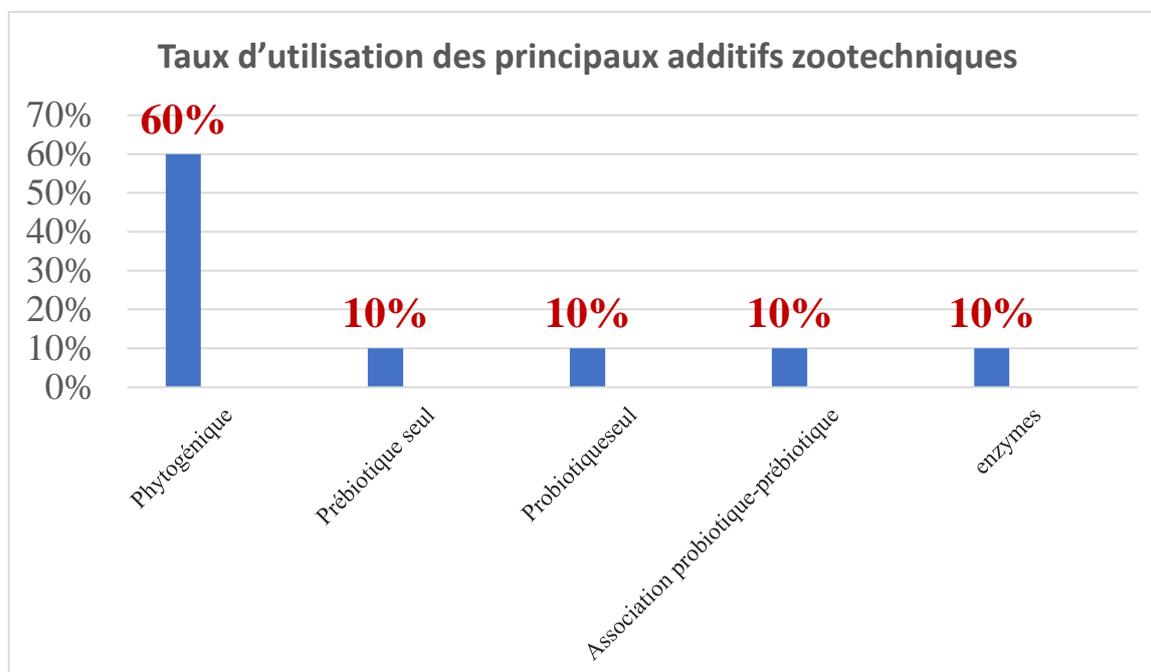


Figure n°03 : Taux d'utilisation des principaux additifs zootechniques

II.1.2 Caractéristiques des différents additifs alimentaires

TABLEAU N° 4) LES CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS ADDITIFS ALIMENTAIRES

Référence	Espèce et nature de l'additif
Kouadio et al., 2019	Phytogénique la farine d'épluchures de manioc
Gaoua, 2019	Phytogénique Armoise blanche
Herve,2020	Phytogénique Extraits végétaux naturels
Nassik et al., 2021	Phytogénique Antibactérienne naturelle
Fornós et al., 2022	Phytogénique Huile de cinnamome
Shokoufe et al., 2024	Phytogénique Huile de perpiment
Liu et al ., 2020	Prébiotique polysaccharides des algues
Mosaad et al.,2024	prébiotique ; lignocellulose
Al-Khalaifa et al.,2019	Probiotique, Bacillus coagulan
Anguara et al.,2022	Complexe enzymatique amylase protease, β -glucanase, xylanase, lipase,

Différentes espèces des additifs phytogéniques sont utilisés dans les régimes alimentaires des poulets de chair à savoir, farine d'épluchures de manioc, plante : l'armoise blanche, et diverses huiles essentielles. Cette diversité témoigne d'une forte orientation vers des solutions naturelles d'origine végétale.

Quant aux probiotiques et prébiotiques les études retenues ont évalué l'effet de Bacillus coagulant et des composants lignocellulosiques.

La seule étude traitant l'utilisation des enzymes a évalué un complexe enzymatique composé de L amylase, la protéase, la β -glucanase, la xylanase et la lipase dont le but d'optimiser l'utilisation des aliments, en améliorant l'efficacité alimentaire et réduire l'impact environnemental de l'élevage.

II.1.3 Souches de poulet de chair utilisées en fonction de l'additif

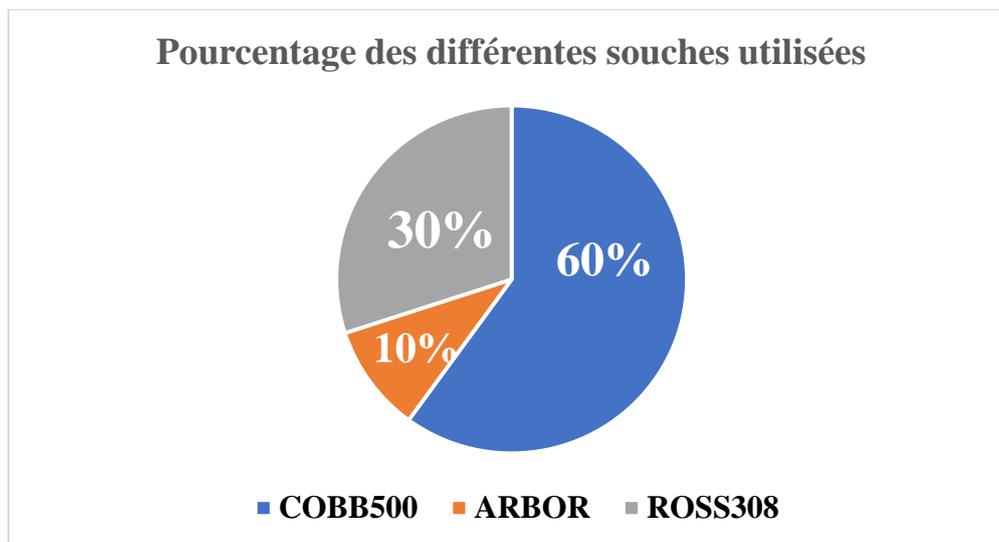


Figure N° 4. Les différentes souches de poulet de chair utilisées en fonction de l'additif

Sur les 10 études incluses dans cette revue systématique, 3 différentes souches ont fait l'objet des travaux de recherches sur les additifs en alimentation du poulet de chair au cours des cinq dernières années. Les résultats de ce travail montrent que toutes les études retenues ont bien précisé la souche du poulet de chair utilisée. Ceci montre l'intérêt de cette donnée dans l'interprétation de l'impact des additifs alimentaire sur les différents paramètres de production. En effet une étroite relation existe entre la souche du poulet et l'expression des performances de production.

Six études sur 10 ont utilisé la souche "COBB500" dans leurs expérimentations (Kouadio et al.,2019 ; GAOUA.,2019 ; Nassik et al., 2021 ; Mosaad et al.,2024 ; Al-Khalaifa et al.,2019 ; Anguara et al.,2022). Trois sur 10 ont testé leurs additifs sur la souche "ROSS3308" (Herve, 2020 ; Fornós et a.,l 2022 ; Shokoufe et al .,2024) , et seule une étude, réalisée par Liu et al ., (2020) qui a utilisé la souche " ARBOR ". En effet, il est bien connu que la souche Cobb présente les meilleures performances productives parmi les différentes souches commerciales de poulet de chair disponibles pour la production dans le monde (Cobb-Vantress. (2018). Ceci principalement en raison d'un meilleur gain de poids, d'une haute capacité de dépôt musculaire d'où une meilleure conversion alimentaire, d'une plus grande résistance à la gestion des températures et possibilité d'une densité d'élevage élevée (Cobb-Vantress. (2018).

III.1.4. Durée d'utilisation des additifs alimentaires

TABLEAU N° 5) DUREE D'UTILISATION DES ADDITIFS ALIMENTAIRES

Période d'étude	Période d'élevage	Nombre & pourcentage des études	Références
J1-J21	Démarrage-début croissance	2 ; 20%	Kouadio <i>et al.</i> , 2019 ; Fornós <i>et al.</i> , 2022
J1-J34/J35	Démarrage-Croissance	3 ; 30%	Al-Khalaifa <i>et al.</i> ,2019Nassik <i>et al.</i> , 2021 ;Liu <i>et al.</i> , 2020 ;
J21-J35	Croissance	1 ; 10%	Anguara <i>et al.</i> ,2022
J1- J42	Démarrage-croissance-début finition	3 ; 30%	Shokoufe <i>et al.</i> , 2024 ; Gaoua, 2019 : Mosaad <i>et al.</i> ,2024
J1-J49	Toute la période d'élevage	1 ; 10%	Herve,2020

Les résultats de cette étude montrent que la période de supplémentation des additifs est très variable. Elle est généralement réalisée entre le démarrage et la fin croissance. En effet plus de 60% des études ont supplémentés la ration entre J1 et J42 (Al-Khalaifa *et al.*,2019Nassik *et al.*, 2021 ;Liu *et al.* , 2020 ;Anguara *et al.*,2022Shokoufe *et al.*, 2024 ; Gaoua, 2019 : Mosaad *et al.*,2024). Une seule étude qui a testé l'additif en période de croissance (J21-J35) (Anguara *et al.*,2022) et une autre pendant toute la période d'élevage (Herve,2020).

II.2 Impact des additifs sur les performances zootechniques

II.2.1 Effets des additifs sur les performances de croissance

Les effets des principaux additifs utilisés dans les travaux de recherches retenus pour cette étude systématique sur les performances zootechniques sont présentés dans les tableau Ci-dessous

A. Les Probiotiques

TABLEAU N° 6) LES EFFETS DES PROBIOTIQUES SUR LE POIDS, LE GAIN DE POIDS ET L'INDICE DE CONVERSION

Ref	Probiotique								
	Poids vif à la fin (g)			Gain de poids (g)			IC		
	Témoin	Additif	% Var	Témoin	Additif	% Var	Témoin	Additif	% Var
Al-Khalaifa et al., 2019	1672	1688	+0,96	582/sem	605/sem	+4	1,58	1,56	-1,26
Mosaad et al.,2024	2409	2469	+2,49	4211	4164	-1,12	1,78	1,72	-3,37

La totalité des études retenues dans cette revue systématique ont présenté les effets des additifs (probiotiques, prébiotiques, phytogéniques et enzymes) sur les performances de croissance du poulet de chair.

Ainsi, les 2 études traitant des Probiotiques (**Al-Khalaifa et al., 2019** et **Mosaad et al.,2024**) ont révélé une légère amélioration du poids vif en fin d'élevage avec un taux d'augmentation allant de + 0,96 à +2,43% avec une amélioration de l'efficacité alimentaire en réduisant IC de -1,26 à -3,37% en faveur des poulets supplémentés en probiotiques. Toutefois, l'utilisation des probiotiques révèle une variabilité des valeurs de gain de poids. Une augmentation de +4% par semaine dans l'étude de **Al Khlaifa et al., (2019)** et une réduction de - 1,12% en fin d'élevage dans les travaux récents de **Mossad et al., (2024)**.

B. Les Prébiotiques

TABLEAU N° 7) EFFET DES PREBIOTIQUES SUR LA CROISSANCE (POIDS VIF ;GAIN DE POIDS ; INDICE DE CONVERSION ALIMENTAIRE)

Ref	Prébiotique								
	Poids vif à la fin (g)			Gain de poids (g)			IC		
	Témoin	Additif	% Var	Témoin	Additif	% Var	Témoin	Additif	% Var
Liu et al ., 2020	1420	1500,	+5,63	2552	2510	-1,65	1,86	1,73	-7%
Al-Khalaifa et al., 2019	1672	1665	-0,42	582/sern	586/sem	+0,68	1,58	1,58	0%

Les deux études relatives à l'effet des prébiotiques sur la croissance du poulet de chair (**Liu et al., 2020 ; Al-Khalaifa et al., 2019**) ont montré des résultats très mitigés. Une augmentation du poids final du poulet de chair de + 5,63% a été enregistrée par **Liu et al., (2020)** contre une légère diminution de ce même paramètre à une même période d'élevage de – 0,42% enregistrée par **Al-Khalaifa et al., (2019)**. De même, une variabilité des résultats des gains de poids et des indices de conversion alimentaires est bien enregistrée entre les poulets supplémentés par les prébiotiques et les poulets témoins par ces mêmes auteurs.

C. Les phytogénènes

TABLEAU N° 8) EFFET DES ADDITIFS PHYTOGENIQUES SUR LA CROISSANCE (POIDS VIF ;GAIN DE POIDS ; INDICE DE CONVERSION ALIMENTAIRE)

Ref	phytogénique								
	Poids vif à la fin (g)			Gain de poids (g)			IC		
	Témoin	Additif	% Var	Témoin	Additif	% Var	Témoin	Additif	% Var
Kouadio et <i>al.</i> ,2019	553	562	1.63	514	525	2.14	2,00	2,00	0.00
Gaoua.,2019	2662	2369	-11.01	3905	3957	1.33	2,96	2,11	-28.72
Nassik et <i>al.</i> , 2021	2790	2350	-15.77	2353	2238	-4.89	1,75	1,72	-1.71
Fornós et <i>a.</i> ,l 2022	915	920	0.55	42	42	0.00	1,41	1,35	-4.26
Shokoufe et <i>al.</i> , 2024	Non mentionnée	Non mentionnée		104/J	101/J		1,88	1,85	-1.60

Sur les 4 études qui ont enregistré les poids vifs des poulets, 2 études ont révélé une augmentation de ce paramètre avec l'intégration des additifs phytogénés (**Kouadio et al., 2019 et Fornos et al., 2022**), contre 2 autres études qui ont au contraire enregistré une diminution du poids vif avec ce type d'additif (**Gaoua, 2019 et Nassik et al., 2021**). Le gain de poids reste aussi très variable entre aucun amélioration (1/5 études : **Fornós et al 2022**) ; amélioration (2/5 études : **Kouadio et al., 2019 et Gaoua., 2019**) et une détérioration (2/5 études : **Nassik et al., 2021 et Shokoufe et al .,2024**). Toutefois, l'efficacité alimentaire est améliorée dans la majorité des études mis à part celle de **Kouadio et al. (2019)** qui n'ont enregistré aucune variation de l'indice de conversion alimentaire avec les additifs phytogénés.

D. Les Enzymes

TABLEAU N° 9) : EFFET DES ENZYMES SUR LA CROISSANCE (POIDS VIF ;GAIN DE POIDS ; INDICE DE CONVERSION ALIMENTAIRE)

Ref	Enzymes								
	Poids vif à la fin (g)			Gain de poids (g)			IC		
	Témoin	Additif	% Var	Témoin	Additif	% Var	Témoin	Additif	% Var
Anguara et al.,2022	1462	1573	+7,6	Non mentionné	Non mentionné	/	1,74	1,61	-7,5

La seule étude retenue dans cette revue systématique de la littérature, utilisant un complexe enzymatique comme additif afin d'améliorer la croissance de poulet de chair (**Anguara et al., 2022**) a révélé une nette amélioration de + 7, 6 % des poids vifs des poulet supplémentés par rapport aux témoins ainsi que une bonne utilisation digestif représentée par une diminution de – 7,5% de l'indice de conversion alimentaire.

II.2.2 Effet des additifs sur l'indice de conversion

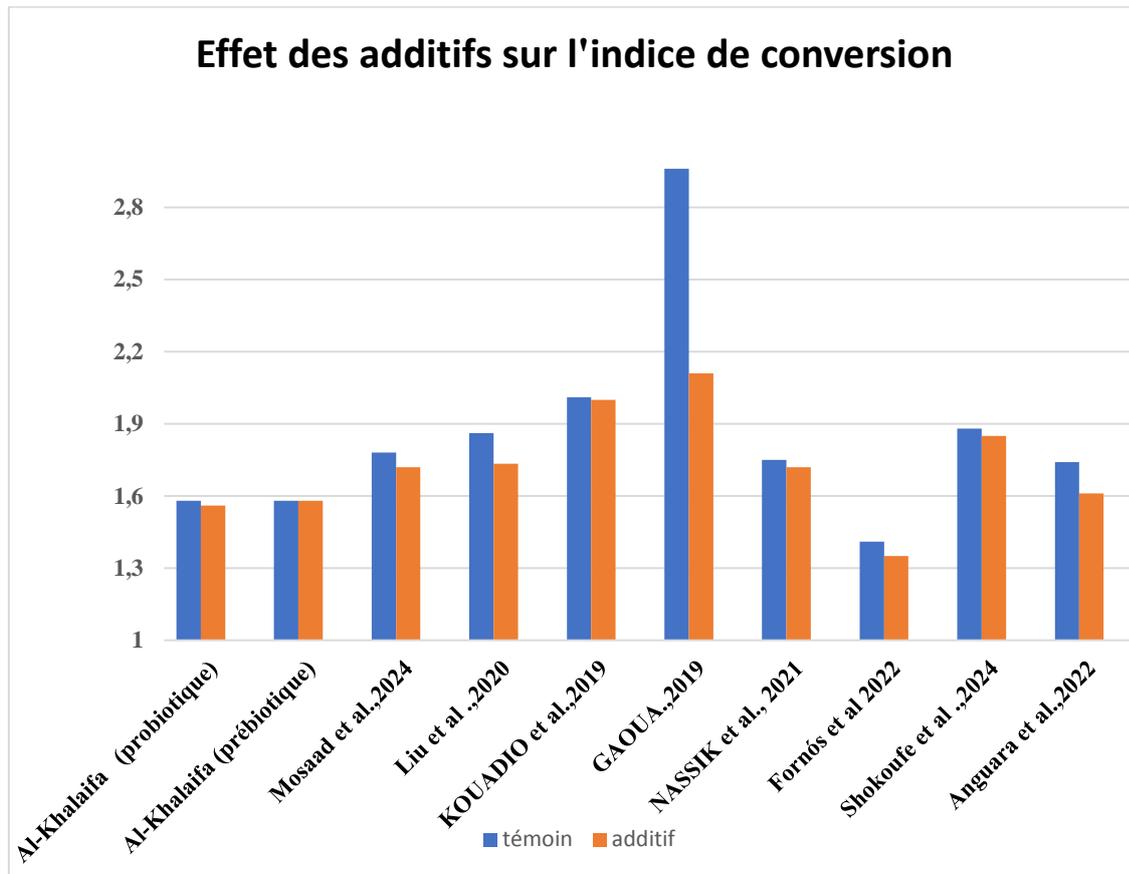


Figure n° 05 : Effet des additifs sur l'indice de conversion

Sur l'ensemble des travaux qui ont évalué l'effet des additifs sur l'indice de conversion, la majorité (8/10) ont révélé une nette amélioration de l'indice de conversion contre uniquement 2 études qui n'ont enregistré aucune différence entre l'utilisation digestive des aliments entre les témoins et les supplémentés (**Al-Khalifa et al, 2019** ; **Kouadio et al., 2019** : additif phytoène).

II.2.3 Effets des additifs sur le taux de mortalité

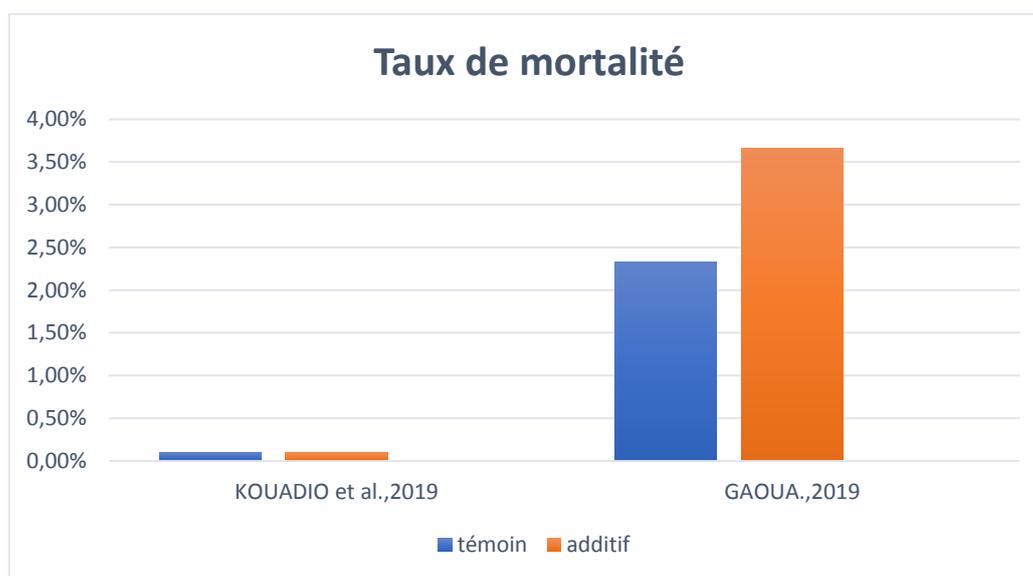


Figure n06 °: Effets des additifs sur le taux de mortalité

Deux études sur 10 ont évalué l'effet des additifs alimentaires sur le taux de mortalité (**Kouadio et al., 2019 ; Gaoua, 2019**). Dans l'étude de Kouadio et *al.*, le taux de mortalité est très faible et presque identique entre le groupe témoin et le groupe additif, suggérant que l'additif n'a pas un effet significatif sur la mortalité. En revanche, dans l'étude de **Gaoua, (2019)** le taux de mortalité est plus élevé par rapport l'étude précédemment citée (**Kouadio et al., 2019**) avec un taux de 2% pour le groupe témoin et de 3,5% pour le groupe additif. Ce taux légèrement élevé dans le groupe supplémenté, nous laisse suggérer que les additifs pourraient avoir un effet négatif sur la survie des poulets.

II.3 Impact des additifs sur les paramètres physiologiques

TABLEAU N° 10) IMPACT DES ADDITIFS SUR LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES

	Amélioration des paramètres biochimiques	Effet sur le flore intestinale	Effet sur le statut immunitaire	Effet anti-oxydant	Effet anti-microbien	Effet sur paramètres histologique
Al-Khalaifa et al., 2019 (Probiotique)		X	X	X	X	
Mosaad et al., 2024 (Probiotique)		X		X		
Liu et al., 2020 (prébiotique)		X		X		X
GAOUA., 2019 (phytogénique)	X					
NASSIK et al., 2021 phytogénique		X				X
Shokoufe et al., 2024 (çphytogénique)		X				
Anguara et al., 2022 (multi enzymes)		X				X
Herve, 2020 (phytogénique)		X			X	
Σ	1	7	1	3	2	3

Sur la totalité des études retenues dans cette revue de la littérature, 8 études sur 10 ont évalué la réponse physiologique des poulets de chair face à une intégration alimentaire d'un additif. En effet, plusieurs paramètres physiologiques ont été enregistrés. A savoir, la biochimie du sang, l'équilibre de la flore intestinale, l'histologie intestinale, le statut immunitaire, antioxydant et antimicrobien.

Ces études ont montré une prédominance (7/8 études) des effets positifs des additifs alimentaires sur la physiologie du poulet de chair (Al-Khalaifa et al., 2019; Mosaad et al., 2024; Liu et al., 2020; Nassik et al., 2021; Shokoufe et al., 2024; Anguara et al., 2022; Herve, 2020). Les effets anti-oxydants ont été rapportés dans 3 études (Al-Khalaifa et al.,

2019; Mosaad *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2020), tout comme les effets sur les paramètres histologiques (Liu *et al.*, 2020; Nassik *et al.*, 2021; Anguara *et al.*, 2022). Les probiotiques semblent avoir un plus large spectre d'intervention, en affectant simultanément la flore intestinale, le statut immunitaire et en ayant des propriétés anti-oxydantes et anti-microbiennes (Al-Khalaifa *et al.*, 2019). Les additifs phytogéniques ont montré des effets principalement sur la flore intestinale (Nassik *et al.*, 2021; Shokoufe *et al.*, 2024; Herve, 2020), avec une seule étude rapportant en plus une amélioration des paramètres biochimiques (GAOUA., 2019).

II.3.1 Fréquence des effets physiologiques des additifs alimentaires chez le poulet de chair

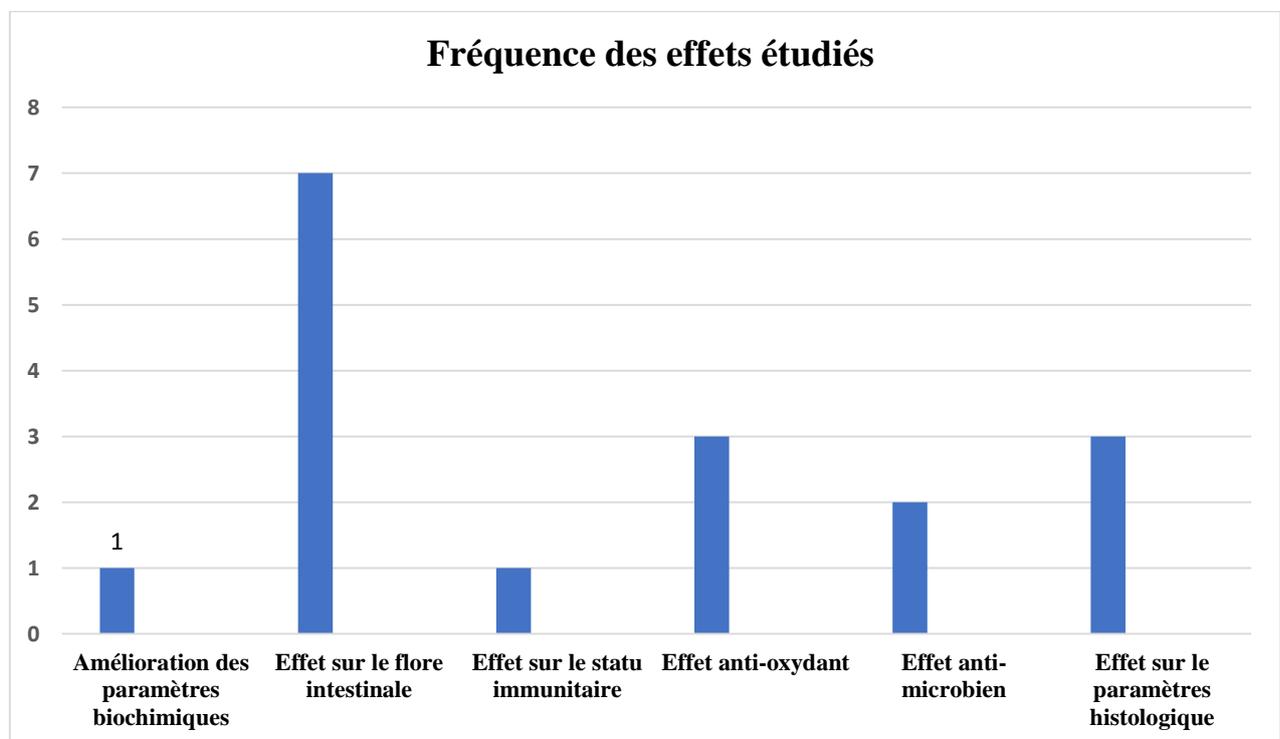


Figure n°07 : Fréquence des effets physiologiques des additifs alimentaires chez le poulet de chair

L'analyse des effets physiologiques des additifs alimentaires chez le poulet de chair qui a révélé la prédominance marquée de l'impact des additifs sur la flore intestinale, souligne ainsi l'importance de ces additifs pour la santé intestinale qui est en étroite relation avec l'amélioration de l'efficacité alimentaire et des performances de croissance. Cette diversité des effets des additifs alimentaire (anti-oxydants, antimicrobiens et immunitaires) met en lumière la complexité et le large spectre d'action des additifs alimentaires sur la physiologie du poulet de chair.

Conclusion

Conclusion

Cette revue systématique de la littérature, couvrant la période de 2019 à 2024, a permis d'évaluer l'impact des additifs alimentaires sur les performances zootechniques et la physiologie des poulets de chair. Les résultats mettent en évidence plusieurs points importants :

1. Les additifs phytogéniques sont les plus étudiés (60% des études), suivis par les probiotiques, prébiotiques et multi-enzymes. Cette diversité reflète l'intérêt croissant pour des alternatives naturelles aux antibiotiques promoteurs de croissance.
2. La majorité des études rapporte l'amélioration de la croissance (poids vif final, du gain de poids et de l'indice de conversion alimentaire). Cependant, les résultats varient selon le type d'additif et les conditions expérimentales.
3. L'effet sur la flore intestinale est le plus fréquemment observé (7 études sur 8), suivi par les effets anti-oxydants. Ces résultats soulignent l'importance de la santé intestinale dans l'amélioration globale des performances.
4. Les effets des additifs varient en intensité et en nature selon les études, soulignant la complexité des interactions entre les additifs, l'environnement d'élevage et la physiologie des poulets.

Cette revue confirme le potentiel des additifs alimentaires pour améliorer les performances de croissance et la physiologie des poulets de chair, avec un accent particulier sur la santé intestinale. Cependant, elle souligne également la nécessité de recherches supplémentaires pour optimiser l'utilisation de ces additifs dans différentes conditions d'élevage et pour différentes souches de poulets.

Nous recommandons des **Métanalyses** pour mieux explorer les résultats de la grande diversité des études de recherche relatifs à l'utilisation des additifs alimentaires en alimentation des poulets de chair.

Liste des Références

1. Abasi MM, Rashidi MR, Javadi A, Amirkhiz MB, Mirmahdavi S, Zabihi M. Levels of tetracycline residues in cattle meat, liver, and kidney from a slaughterhouse in Tabriz, Iran. *Turk J Vet Anim Sci.*
2. Abd El-Hack ME, Alaidaroos BA, Farsi RM, Abou-Kassem DE, El-Saadony MT, Saad AM, et al. Impacts of supplementing broiler diets with biological curcumin, zinc nanoparticles, and *Bacillus licheniformis* on growth, carcass traits, blood indices, meat quality, and cecal microbial load. *Animals.* (2021) 11:1–24. doi: 10.3390/ani11071878 193.
3. AlFatah MA. Probiotic modes of action and its effect on biochemical parameters and growth performance in poultry. *Iran J Appl Anim Sci.* (2020) 10:9–15-
4. Al-Khalaifa et al., 2019: H. Al-Khalaifa,*¹ A. Al-Nasser,*¹ T. Al-Surayee,[†] S. Al-Kandari,[‡] N. Al-Enzi,[‡] T. Al-Sharrah,[‡] G. Ragheb,*¹ S. Al-Qalaf,*¹ and A. Mohammed*¹ Effect of dietary probiotics and prebiotics on the performance of broiler chickens 2019 *Poultry Science* 98:4465–4479 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez282>.
5. Anguara et al., 2022: Anguara Khatun¹ *, Sachchidananda Das Chowdhury¹ , Bibek Chandra Roy² , S.M. Shafikul Gani³ , Bipul Chandra Ray¹ , Tanvir Ahmed Department of Poultry Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh-2202, Bangladesh; ² Central Poultry Farm, Mirpur, Dhaka, Bangladesh; ³ SMG Animal Health Co. Ltd., Dhaka, Bangladesh.
6. Bajagai, Y. S., Klieve, A. V., Dart, P. J., & Bryden, W. L. (2016). Probiotics in animal nutrition: production, impact and regulation. *FAO Animal Production and Health Paper*, 179.
7. Bamouh Ahmed. Valorisation des orges en aviculture. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA). (1999). N ° 55. 4p
8. Bastianelli D, et Rudeaux F, (2003). L'alimentation du poulet de chair en climat chaud. (7076) in : la production de poulets de chair en climat chaud. – Paris : ITAVI- P 109.
9. Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., Muñoz-Quezada, S., Gómez-Llorente, C., & Gil, A. (2012). Probiotic mechanisms of action. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 61(2), 160-174.
10. Blain, P. G. (2002). Additifs alimentaires : définitions et fonctions.
11. CCE. (2008). Commission des Communautés Européennes. Rapport de la commission au conseil et au parlement européen relatif à l'utilisation de coccidiostatiques et d'histomonostatiques en tant qu'additifs pour l'alimentation animale.
12. Celina EB, Tamiris NSS. Probiotics as a Promising Additive in Broiler Feed: Advances and Limitations, *Advances in Poultry Nutrition Research.* (2021).
13. Chaucheyras-Durand, F., & Durand, H. (2010). Probiotics in animal nutrition and health. *Beneficial Microbes*, 1(1), 3-9.
14. Cobb-Vantress. (2018). *Broiler Performance & Nutrition Supplement.* Cobb-Vantress Inc., Siloam Springs, AR.

Liste des Références

15. Dierick N., Decuyper J., Molly K., Van Beek E., Vanderbeke E. 2002. The combined use of triacylglycerols containing medium chain fatty acids and exogenous lipolytic enzymes as an alternative to nutritional antibiotics in piglet nutrition. *Livestock Production Science*, 76 (2), 13-16
16. Douha, M. (2017). Élevage de poulet de chair et ses implications économiques.
17. Drogoul, C., Gadoud, R., Joseph, M., Jussiau, R., Lisberney, M., Mangeol, B., Montméas, L., & Tarrit, A. (2004). *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage*. Tome 2, pp. 55(8), 57-59, 62-63, 134-135, 228(1), 254(2), 257(2-3), 258, 267.
18. Edens F.W., 2003. An alternative for antibiotics use in poultry: Probiotics. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, Vol.5. N°2.
19. Edens, F. W. (2003). An alternative for antibiotic use in poultry: probiotics. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 5(2), 75-97.
20. El Bouamrani A., Hadj Moussa I. 2017. Situation de l'aviculture type chair. Dans la zone Nord-est dans la wilaya d'Ain Defla. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en sciences agronomiques. Université Djilali Bounaama Khemis Miliana Ain Defla : 01- 02.
21. Elhusseiny O., Ghazalah A.A., Mehrez A.Z., 1980. Response of broilers to dietary self-selection. *Poult. Sci.*, 59, 1603-1604.
22. Elwinger, K., Hesselman, K., and S. Thomke. 1982. Influence of increasing levels of P-glucanase on the productive value of barley diets for broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 7: 35
23. Ez-Zayani, L., 2014 : Processus de préparation et d'extraction d'huile de soja et les analyses du tourteau. Mémoire pour l'obtention du diplôme de licence en biotechnologie, hygiène (5) (*PDF*) *Valorisation des sous-produits du coton et du soja dans l'alimentation des ruminants en Afrique de l'Ouest : Synthèse bibliographique.*
24. Flees J, Greene E, Ganguly B, Dridi S. Phytogenic feed and water additives improve feed efficiency in broilers via modulation of (an)orexigenic hypothalamic neuropeptide expression. *Neuropeptides*. (2020) 81:102005. doi: 10.3390/ani11030750
25. Fornós et al., 2022: M. Fornós a , M. Verdú b , X. Soldevila b , G. Farré b , R. Sales a , J. Rafael Abstracts / *Animal - Science Proceedings* 13 (2022) 241–510.
26. Fukata T., Sasai, K., Amiyamoto, T. and Baba, E. 1999 .Inhibitory effects of competitive exclusion and fructo-oligosaccharide, singly and in combination, on Salmonella colonization of chicks. *Journal of Food Protection* 62: 229-233.
27. Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), 26-45.
28. GAOUA., 2019: Utilisation de l'armoise blanche (*Artemisia herba-halba* Asso) et du fenugrec (*Trigonella foenum-graecum* L.) en alimentation du poulet de chair 2019.

Liste des Références

- Gibson GR, Fuller R. Aspects of in vitro and in vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. *J Nutr.* (2000) 130:391–5. doi: 10.1093/jn/130.2.391s
29. Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., ... & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8), 491-502.
30. Herve H., 2020: PHYTOSYNTHESE, 63200 RIOM (France) 2020.
31. huart A. 2004). Alimentation : les besoins du poulet de chair. *Eco-Congo-agriculture*, 5p.)
32. INRA Productions Animales, 24(2), 181-190.
33. Ivanković S., Kralik, G., Milaković, Z., Bogut, I., 1999. Effect of the probiotic vebac. *Acta Agraria. Kaposvariensis.*, Vol 3. No 2: 353-360.
34. Jean-Blain C. 2002. Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Edition. Médicales internationales. Ed. Médicales. Internationales. Tec et Doc.
35. Jia W, Slominski BA, Bruce HL, Blank G, Crow G, Jones O. Effects of diet type and enzyme addition on growth performance and gut health of broiler chickens during sub clinical clostridium perfringens challenge. *Poult Sci.* (2009) 88:132–40. doi: 10.3382/ps.2008-00204.
36. Jin L.Z., Ho Y.W., Abdullah N., Jalaludin S., 1997. Probiotics in poultry : modes of action. *World's. Poult. Sci. J.*, 53 : 351-368.
37. -Joshua JF, Bhaskar G, Sami D. Phytogenic feed additives improve broiler feed efficiency via modulation of intermediary lipid and protein metabolism–related signaling pathways. *Poult Sci.* (2021) 100:1–11. doi: 10.1016/j.psj.2020.12.060 95.
38. Khan RU, Naz S. The applications of probiotics in poultry production. *Worlds Poult Sci J.* (2013) 69:621–32. doi: 10.1017/S0043933913000627 190. -
39. KOUADIO et al., 2019: Kouakou Eugène KOUADIO1*, Kouabena KREMANI , Kalo Laciné BAMBA1 et Gouagoua Severin KOUADJA1 *Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci. ISSN 2071-7024) Vol.42 (2): 7237-7244.*
40. Kralik G., Milaković, Z., Ivanković, S., 2004. Effect of probiotic supplementation on the performance and the composition of the intestinal microflora in broilers. *Acta Agraria*
- la formulation multicritère et l'ajustement progressif des apports de nutriments aux besoins des porcs: des outils pour maîtriser les rejets d'azote et de phosphore. *INRA Productions animales*, 22(1), 49-54.
41. Larbier M et Leclercq B, 1992. Nutrition des volailles. P355. Edition. INRA. P 27, 28, 29, 30, 33, 34,257, 261, 272.) 0
42. Larbier M. et Leclercq B. 1992. Alimentation des volailles progrès scientifique évolution économique. In : Nutrition et alimentation des volailles. 1ere édition : INRA. France. 10-14p.

Liste des Références

43. Lasseran J.C. et beaux Y ;1972 : « amidonnière de maïs : les techniques utilisées et la qualité du maïs » ,P228,287.
44. Leborgne M. C. 2013. Gutierrez del Alamo A., Verstegen M. W. A., Den Hartog L. A., De Ayala Nutrition et alimentation des animaux d'élevage- tome 2: L'alimentation des monogastriques et des polygastriques. Educagri éditions (édition 2013). Vol. 2. Page 29.
45. Liu et al., 2020: Liu W-C, Guo Y, Zhao Z-H, Jha R and Balasubramanian B (2020) Algae-Derived Polysaccharides Promote Growth Performance by Improving Antioxidant Capacity and Intestinal Barrier Function in Broiler Chickens. *Front. Vet. Sci.* 7:601336. doi: 10.3389/fvets.2020.601336.
46. Liu S. K., Niu Z. Y., Min Y. N., Wang Z. P., Zhang J., He Z. F., Li H.L., Su T.T. Liu F.
47. Magnin M., Bouvarel I. 2011. Gérer l'alimentation pour contribuer au bien-être des poulets de chair
48. Mayada R. Farag1,*2021 , Mahmoud Alagawany2,* , Mohamed E. Abd El-Hack2 , Shaaban S. Elnesr3 , Gihan G. Moustafa1 , Kuldeep Dhama4 and Nabela I. ElSharkawy1 1 Forensic Medicine and Toxicology Department, Veterinary Medicine Faculty, Zagazig University, Zagazig 44519, Egypt.
49. Moore PR, Evenson A, Luckey TD, McCoy E, Elvehjem CA, Hart EB. Use of sulfasuxidine, streptothricin, and streptomycin in nutritional studies with the chick. *J Biol Chem* 1946; 165(2): 437-.
50. Moriniere F, 2015. Cahier technique : alimentation des volailles en agriculture biologique. Chapitre 4 : Généralité sur la conduite de l'alimentation, Alimentation des volailles en agriculture biologique, ITAVI. Juin 2015.
51. Mosaad et al., 2024: Mosaad. A. Soltan,* Ramdan S. Shewita,* Omaima A. Matroud,* Lamya Ahmed Alkeridis,y Samy Sayed,z,x Mustafa Shukry , #,1 and Set A. El-Shobokshy* <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.1037>.
52. NASSIK et al.,2021:S.NASSIK , S.MACHKOUR , YBIDOUDAN , S.ELMORABET
53. Nathalie, D. (2022). Cours sur les tourteaux oléagineux. École Nationale Vétérinaire de Lyon, p. 1.
54. Nejib Mathlouthi Additifs alimentaires chez le poulet de chair mars 2023.
55. Ohoukouboka M., 2006. Evaluation de l'effet des anticoccidiens ionophores sur les performances zootechniques des poulets de chair en élevage semi-industriel.Thès. Doc.MedecineVét.Univ.CHEIKH ANTA DIOP.DAKAR,100P. -ONAB, 2015.Office National d'Aliments de Bétail . In www.onab.
56. OMS 2018 Additifs alimentaires.
57. Orłowski S, Flees J, Greene ES, Ashley D, Lee SO, Yang FL, et al. Effects of phytogenic additives on meat quality traits in broiler chickens1. *J Anim Sci.* (2018) 96:3757–67. doi: 10.1093/jas/sky238 96.
58. Papatsiros, V. G., Christodouloupoulos, G., & Filippopoulos, L. C. (2013). The use of organic acids in monogastric animals (swine and rabbits). *Journal of Cell and Animal Biology*, 7(10), 154-159.

Liste des Références

59. Patterson JA, Burkholder KM. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poult Sci.* (2003) 82:627–31. doi: 10.1093/ps/82.4.627
60. Peek, H. W., & Landman, W. J. M. (2011). Coccidiosis in poultry: Anticoccidial products, vaccines and other prevention strategies. *Veterinary Quarterly*, 31(3), 143-161.
61. Picard M., Le Fur C., Melcion J. P., Bouchot C. 2000. Caractéristiques granulométriques de l'aliment: le "point de vue"(et de toucher) des volailles. *Productions animales*, 13(2), 117- 130.
62. Pluske, J. R., Turpin, D. L., & Kim, J. C. (2018). Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. *Animal Nutrition*, 4(2), 187-196.
63. Pomar C., Dubeau F., Van Milgen J. 2009. La détermination des besoins nutritionnels,
64. Po-Yun T, Woo KK. Review: roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. *Front Vet Sci.* (2018) 5:245. doi: 10.3389/fvets.2018.00245-
Quentin M., Margetyal C., Laffitte E., Besson M., Amador O., Launay C.2017. Détermination des Besoins en « Protéines digestibles» de poulet à croissance rapide entre 0 et 34 jours d'âge. 12e Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras (JRA-JRPFG 2017), Tours, France ,5 et 6 avril 2017,89-94.)
65. Règlement (CE) N° 1333/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 354/16.
66. Rekhis J, 2002. Nutrition avicole en Afrique de sud- Rivonia : SPESFEED-324.
67. S Meradi A Messai M Aouachriaet T Boussaad feed routes improving the performance and quality of broilers: case of spices as feed additives ,
68. Shengru W, Li T, Niu H, Zhu Y, Liu Y, Duan Y, et al. Effects of glucose oxidase on growth performance, gut function, and cecal microbiota of broiler chickens. *Poult Sci.* (2019) 98:828–41. doi: 10.3382/ps/pey393 224.
69. Shokoufe et al., 2024: Shokoufe Ghazanfari * , Ayub Shiri Ghzghapan , Shirin Honarbakhsh Department of Livestock and Poultry Sciences, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran.
70. Simbaya J, Slominski B, Guenter W, Morgan A, Campbell L. The effects of protease and carbohydrase supplementation on the nutritive value of canola meal for poultry: in vitro and in vivo studies. *Anim Feed Sci Technol.* (1996) 61:219–34. doi: 10.1016/0377-8401(95)00939-6 225.
71. Synpa (Syndicat National des Producteurs d'Additifs et d'Ingrédients de la Chaîne Alimentaire). (2023). Les additifs alimentaires. Récupéré de .
72. SYNPA. (2012). Sécurité et réglementation dans les domaines de l'alimentation animale et humaine. Consulté à l'adresse suivante : http://www.synpa.org/accueil/espace_reglementation/alimentation_humaine/additifs_alimentaire_s/additifs_alimentaires__des_ingredients_evalues_/des_additifs_utiles-
73. UE., 2007. Les différentes catégories d'additifs en alimentation animale et leurs intérêts d'utilisation.

Liste des Références

74. union Européenne (UE). (2003). Règlement (CE) n° 1831/2003 du Parlement européen et du Conseil du 22 septembre 2003 relatif aux additifs destinés à l'alimentation des animaux. Journal officiel de l'Union européenne, L 268, 29-43.
75. Uyeno, Y., Shigemori, S., & Shimosato, T. (2015). Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes and Environments*, 30(2), 126-132.
76. Velázquez-De Lucio BS, Hernández-Domínguez EM, Villa-García M, DíazGodínez G, Mandujano-Gonzalez V, Mendoza-Mendoza B, et al. Exogenous enzymes as zootechnical additives in animal feed: a review. *Catalysts*. (2021) 11:851. doi: 10.3390/catal11070851.
77. Vragović N, Bazulić D, Njari B. Risk assessment of streptomycin and tetracycline residues in meat and milk on Croatian market. *Food Chem Toxicol* 2011; 49(2): 352-5 [http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2010.11.006] [PMID: 21074594].
Y.HATI. Evaluation de l'effet de la substitution des antibiotiques promoteurs de croissance par des produits naturels sur les performances zootechniques et la santé intestinale chez le poulet de chair.
78. Yaqoob M, Abd El-Hack ME, Hassan F, El-Saadony MT, Khafaga A, Batiha G, Yehia N, Elnesr S, Alagawany M, El-Tarabily KA, Wang M. The potential mechanistic insights and future implications for the effect of prebiotics on poultry performance, gut microbiome, and intestinal morphology. *Poult Sci*. (2021) 100 7:101143. doi: 10.1016/j.psj.2021.101143 162.
79. Z. 2015. Effects of dietary crude protein on the growth performance, carcass characteristics and serum biochemical indexes of Lueyang black-boned chickens from seven to twelve weeks of age. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(1), 103-108.
80. Zanella I, Sakomura N, Silversides F, Figueirido A, Pack M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on maize and soybeans. *Poult Sci*. (1999) 78:561–8. doi: 10.1093/ps/78.4.561
81. Zeng Z, Zhang S, Wang H, Piao X. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *J Anim Sci Biotechnol*. (2015) 6:1–10. doi: 10.1186/s40104-015-0004-5

Résumé

L'augmentation des coûts de l'alimentation pour les poulets de chair constitue un défi majeur pour les producteurs. La recherche de solutions pour réduire ces coûts sans compromettre la qualité de la viande est essentielle. Les additifs alimentaires se révèlent être une alternative efficace pour atteindre cet objectif. Malgré le grand nombre d'articles publiés sur les additifs dans l'alimentation du poulet de chair, la variabilité des résultats sur les performances reste élevée. Cependant, il est difficile de tirer des conclusions générales. Pour cela, l'objectif de cette revue systématique de la littérature est d'évaluer l'impact réel des additifs alimentaires sur les performances de croissance et la réponse physiologique des poulets de chair. L'identification des documents a été effectuée sur la base de données google scholar. Les articles de recherches publiés entre 2019 et 2024 ont été sélectionnés sur la base des critères de sélection puis évalués. Un total de 10 études a été inclus dans cette revue. L'analyse descriptive des 10 travaux de recherche retenus a révélé que les additifs phytogéniques sont les plus étudiés (60% des études), suivis par les probiotiques, prébiotiques et multi-enzymes. La majorité des études rapporte l'amélioration de la croissance. Toutefois, les réponses physiologiques des poulets nourris à base d'aliment supplémenté en additifs varient en intensité et en nature selon les études, soulignant la complexité des interactions entre les additifs, l'environnement d'élevage et la physiologie des poulets.

Mots clés : Alimentation ; poulet de chair ; additifs ; performance ; physiologie.

Abstract

The increasing cost of feed for broiler chickens is a major challenge for producers. Finding solutions to reduce these costs without compromising meat quality is essential. Feed additives are proving to be an effective alternative to achieve this goal. Despite the large number of articles published on additives in broiler chicken feed, the variability of results on performance remains high. However, it is difficult to draw general conclusions. Therefore, the objective of this systematic literature review is to evaluate the real impact of feed additives on growth performance and physiological response of broiler chickens. Document identification was carried out using the Google Scholar database. Research articles published between 2019 and 2024 were selected based on selection criteria and then evaluated. A total of 10 studies were included in this review. Descriptive analysis of the 10 selected research works revealed that phyto-genic additives are the most studied (60% of studies), followed by probiotics, prebiotics, and multi-enzymes. The majority of studies report improved growth. However, the physiological responses of chickens fed with additive-supplemented feed vary in intensity and

nature across studies, highlighting the complexity of interactions between additives, rearing environment, and chicken physiology

Keywords: Nutrition; broiler chicken; additives; performance; physiology

ملخص

تشكل زيادة تكاليف تغذية دجاج اللحم تحديًا كبيرًا للمنتجين. إن البحث عن حلول لتقليل هذه التكاليف دون المساس بجودة اللحم أمر ضروري. تثبت المضافات الغذائية أنها بديل فعال لتحقيق هذا الهدف. على الرغم من العدد الكبير من المقالات المنشورة حول المضافات في تغذية دجاج اللحم، إلا أن تباين النتائج على الأداء لا يزال مرتفعًا. ومع ذلك، من الصعب استخلاص استنتاجات عامة. لذلك، فإن الهدف من هذه المراجعة المنهجية للأدبيات هو تقييم التأثير الحقيقي للمضافات الغذائية على أداء النمو والاستجابة الفسيولوجية لدجاج اللحم. تم تحديد الوثائق باستخدام قاعدة بيانات Google Scholar. تم اختيار المقالات البحثية المنشورة بين عامي 2019 و2024 بناءً على معايير الاختيار ثم تقييمها. تم تضمين ما مجموعه 10 دراسات في هذه المراجعة. كشف التحليل الوصفي للأعمال البحثية العشرة المختارة أن المضافات النباتية هي الأكثر دراسة (60% من الدراسات)، تليها البروبيوتيك والبريبايوتيك والإنزيمات المتعددة. تشير غالبية الدراسات إلى تحسن في النمو. ومع ذلك، تختلف الاستجابات الفسيولوجية للدجاج الذي يتغذى على العلف المدعم بالمضافات في الشدة والطبيعة عبر الدراسات، مما يسلط الضوء على تعقيد التفاعلات بين المضافات وبيئة التربية وفسيولوجيا الدجاج.

الكلمات المفتاحية: تغذية ؛ دجاج اللحم ؛ مواد إضافية ؛ أداء ؛ فيزيولوجيا.