

الجمهورية الجزائرية الشعبية الديمقراطية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de docteur

en

Médecine vétérinaire

THEME

*Effets du stress thermique sur les performances
de croissance du poulet de chair : Revue
systématique de la littérature*

Présenté par : BENDENIA mohamed el Amir

Soutenu le 12 septembre 2022

Devant le jury :

Présidente : Mme TEMIM S. Professeur (ENSV – ALGER)

Examineur : M. GOUCEM R. Maitre Assistant (ENSV – ALGER)

Promotrice : Mme BERRAMA Z. Maitre de conférences A (ENSV – ALGER)

Je soussigné BENDENIA Mohamed El Amir, déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

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' E.N.S.V 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' E.N.S.V qui m' a fait l' honneur de présider le jury de soutenance.

Je tiens aussi à remercier **Mr GOUCEM R**, Maitre Assistant à L' E.N.S.V 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 mes adorables frères MALIK, MOUAD ET MAHDI et à ma chère petite sœur MERIEM.

À toute ma grande famille

À Mes amis de l'E.N.S.V : Touhami, Riyadh, Charaf, Foued, Ahmed, Housseem et **toute la promotion vétérinaire 2017-2022, en particulier le groupe 1 de la 5eme année (Nadjet, Fethi, Assia, Abdelwaheb, Lyna, Rania, Zaki, Rayane, Yasmine et Nessrine).**

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

À tous ceux qui me sont chères.

Listes des figures

Figure 1 Equilibre Thermogénèse-thermolyse	3
Figure 2 Répartition de la chaleur au niveau périphérique chez un poulet exposé à 35°C	5
Figure 3 Principaux modes de transfert de chaleur entre l'animal et l'ambiance	6
Figure 4 Zone de neutralité thermique	7
Figure 5 : Exemple d'un diagramme de flux représentant les différentes phases de la première étape de réalisation d'une revue systématique	13
Figure 6 Diagramme de flux représente le processus de sélection de la documentation pertinente	22

Liste des tableaux

Tableau 1 Les biais les plus susceptibles d'impacter la qualité	15
Tableau 2 Souches des poulets utilisées dans les études de stress thermique	25
Tableau 3 Genre des poulets utilisées dans les études de stress thermique	26
Tableau 4 Phase d'élevage de l'exposition thermique.....	27
Tableau 5 Températures d'exposition des poulets de chair en conditions de thermoneutralité et stress thermique.....	28
Tableau 6 Taux de réduction du poids vifs en fonction du type de stress thermique	29
Tableau 7 Taux de réduction de la consommation alimentaire en fonction du type de stress thermique.....	30
Tableau 8 Taux d'augmentation de l'indice de conversion alimentaire en fonction du type de stress thermique.....	31

Table des matières

Introduction générale

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. Le stress Thermique chez le Poulet de Chair	1
I. Le stress thermique	1
I.1. Le stress thermique aigu	1
I.2. Le stress thermique chronique	2
II. L'homéothermie	2
III. Thermogenèse ou production de la chaleur	3
III.1. Métabolisme basal	3
III.2. Activité physique :	4
III.3. Thermogenèse alimentaire	4
IV. Thermolyse ou perte de chaleur	5
V. Zone de neutralité thermique	6
Chapitre 2. La Revue Systématique De La Littérature	8
I. Introduction	8
II. Définition de la revue systématique	8
III. Intérêt et objectifs de la revue systématique	9
III.1. Intérêt	9
III.2. Les objectifs de la revue systématique	10
IV. Étapes et procédures de réalisation d'une revue systématique	10
IV.1. Etape 1 : planification du projet	11
IV.2. Etape 2 : Extraction des données	13
IV.3. Etape 3 : Analyse de la qualité méthodologique des articles	14
IV.4. Etape 4 : Synthèse des données	15
IV.5. Etape 5 : Script de rédaction d'une revue systématique de littérature	17

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Effet du stress thermique sur les performances de croissance du poulet de chair : Etude systématique	19
Introduction	19
II. Matériel et méthodes	19
II.1. Etape I : Planification du projet de la revue systématique de littérature	19
II.2. Etape 2 : Extraction des données	23
Résultats	24
I. Processus de sélection des études	25
II. Description des caractéristiques des études incluses	25
II-1. Souches des poulets de chair	25
II- 2. Le Genre du poulet de chair	26
II-3. Phase d'élevage testée	27
II-4. Température d'exposition	28
III. Description des paramètres de croissance en conditions de stress thermique ...	29
III-1. Réduction de poids vif	29
III-2. Baisse de la consommation alimentaire	30
III-3. Augmentation d'indice de conversion alimentaire	31
III-4. Taux mortalité	31
Conclusion	

Introduction Générale

En aviculture, le stress thermique est devenu une contrainte constante, en particulier dans les régions tropicales et chaudes (Gregory, 2010). Les volailles sont très sensibles aux fortes températures en raison de leur incapacité à dissiper la chaleur corporelle générée par leurs plumes et leurs glandes sudoripares limitées (Zhang *et al.*, 2017). Ceci induit des troubles physiologiques affectant la santé et la performance des poulets (Sohail *et al.*, 2010 ; Lara et Rostagno, 2013).

De nombreuses études de recherches ont été conduites pour mettre en évidence et comprendre les effets du stress thermique sur la production et la croissance du poulet de chair en conditions de laboratoire et/ou en conditions réelles (Sahin *et al.*, 2017 ; He *et al.*, 2018 ; Song *et al.*, 2018). En effet, L'abondance de ces recherches, est de plus en plus ingérable à cause des résultats qui sont souvent divergents. Ceci constitue un obstacle dans la compréhension de toutes les informations disponibles, la formulation des conclusions et la prise de décisions (Saussez et Lessard, 2009). Ainsi, la nécessité de développer des moyens de synthétiser cette énorme masse de connaissances s'est avérée incontournable.

Ces dernières années, des méthodes de synthèse appelées "revues systématiques" (RS) se sont considérablement développées pour évaluer les stratégies thérapeutiques dans le monde de la santé humaine mais qui se sont étendues également à 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 de stress thermique aigu ou chronique sur la croissance du poulet de chair. Cette étude passe en revue les articles publiés au cours des 10 dernières années en évaluant la variation du poids vif, des gains de poids, de la conversion alimentaire et la mortalité des poulets en conditions de chaleur.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. Le stress Thermique chez le Poulet de Chair

I. Le stress thermique

Le stress est défini comme une réponse biologique déclenchée lorsque l'homéostasie d'un animal est interrompue (Moberg, 2000). C'est la somme des mécanismes de défense ou des réponses non spécifiques d'un organisme lorsqu'il est confronté à une situation anormale ou à des demandes extrême (Sahin *et al.*, 2009 ; McEwen & Akil, 2020).

Le stress thermique correspond à l'ensemble des diverses réactions physiologiques et comportementales de l'animal pour faire face à une augmentation ou diminution excessive de la température ambiante (Yousef, 1984 ; Puron *et al.*, 1994 ; Virden et Kidd, 2009).

Le concept de "chaleur" ou d'exposition à des températures ambiantes élevées est divisé en deux grands types, l'un est dit « **aigu** » et l'autre est « **chronique** ». Ces 2 types de stress thermique varient en durée et en intensité (De basilio et Picard, 2002 ; Amand *et al.*, 2004 et Moreki, 2008).

I.1. Le stress thermique aigu

Qualifié aussi de coup de chaleur, survient sur une période de temps relativement courte (de quelques heures à quelques jours) lorsque la température ambiante augmente brusquement de quelques degrés (au-dessus de 35 °C chez le poulet de chair), entraînant souvent une suffocation, avec un taux de mortalité allant jusqu'à 60 % (De basilio *et al.*, 2001). Ce type de stress implique des changements physiologiques, métaboliques, immédiats et fondamentaux destinés à favoriser la survie des animaux.

L'exposition aiguë à la chaleur, entraînent des problèmes de bien-être et augmentent la morbidité et la mortalité (Lozano *et al.*, 2006).

I.2. Le stress thermique chronique

Il s'agit d'une exposition prolongée à des températures ambiantes élevées, de nature cyclique ou continue, supérieures à 30°C et durant des semaines à des mois selon les régions (De Basilo et Picard, 2002 ; N`dri, 2006), les changements induits par ce type d'exposition sont relativement faibles sur des périodes de temps assez longues jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre homéostatique soit atteint qui permette à l'animal de s'adapter au nouvel environnement.

II. L'homéothermie

Les poulets sont des animaux homéothermes endothermiques c'est-à-dire des animaux qui maintiennent leur température corporelle dans une fourchette relativement étroite dans un large éventail de conditions environnementales (Yahav *et al.*, 2004 ; Cangar *et al.*, 2008 ; Farag et Alagawany, 2018) pour le fonctionnement normal de leurs organes vitaux. Selon Amand *et al.* (2004), lorsqu'ils sont transportés dans de bonnes conditions, les poussins d'un jour ont une température rectale de 38 à 39°C. Elle monte progressivement et se stabilise à 40-42°C environ 21 jours après la naissance. Ainsi, depuis le stade poussin jusqu'au stade poulet, les volailles doivent être maintenues dans des conditions idéales (température ambiante, vitesse et humidité de l'air, état de la litière). Ce d'autant plus que l'écart thermique maximal toléré chez le poussin est de 0,5°C.

La thermorégulation chez les poulets de chair est assurée par l'hypothalamus en conjonction avec les thermorécepteurs centraux et périphériques qui se trouvent partout dans la peau. Ces derniers permettent la réception sensorielle dans tout le corps pour évoquer des réponses thermorégulatrices adéquates (Darras *et al.*, 2000). Elle est contrôlée par le système central, métabolique et endocrinien (Canals *et al.*, 1989 ; Cooper *et al.*, 2008).

La thermorégulation est l'équilibre entre la production de chaleur (thermogénèse) et la perte de chaleur (thermolyse) pour maintenir une température corporelle relativement constante (Khan *et al.*, 2011) (Figure 1).

Lors de fortes chaleurs, cet équilibre est perturbé et doit être rétabli par une diminution de la thermogénèse et une augmentation de la thermolyse (Bedrani, 2009).

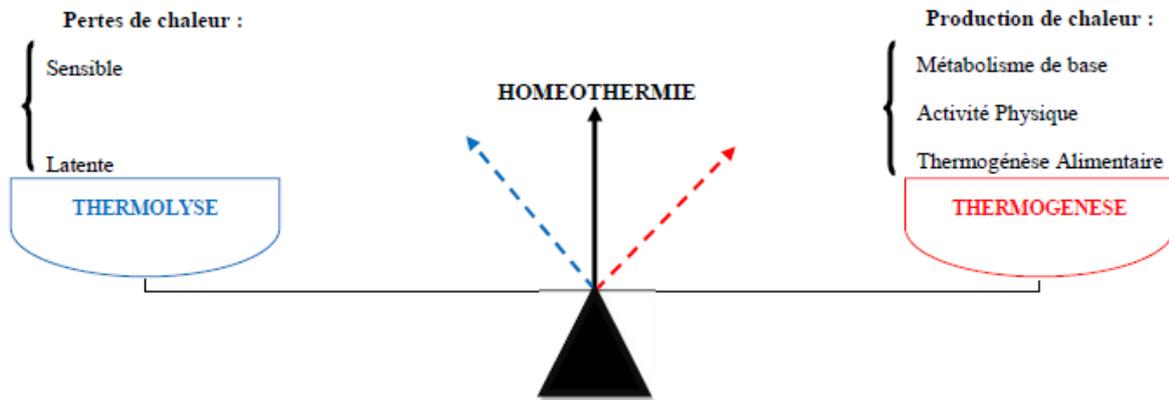


Figure 1 Equilibre Thermogénèse-thermolyse (Source : Berrama, 2018)

III. Thermogénèse ou production de la chaleur

C'est un phénomène qui apparaît comme une conséquence inévitable du métabolisme. De manière générale, dans les milieux chauds, les poulets réduisent la thermogénèse en diminuant les composantes de la dépense énergétique : métabolisme de base, activité physique et régime thermogénique, afin d'augmenter l'apport énergétique et d'améliorer le potentiel de croissance des poulets de chair.

III.1. Métabolisme basal

Chez les oiseaux, il est généralement estimé par la thermogénèse à jeun qui diminue avec l'augmentation de la température ambiante (Farrell 1988). En plus du métabolisme de base, les besoins énergétiques d'entretien, y compris l'activité physique et l'utilisation des aliments, sont également réduits (Sykes 1977). Le métabolisme basal peut également être réduit par sélection génétique. En effet, les souches qui ont une masse corporelle faible, de même que des appendices développés tolèrent mieux la chaleur que les autres génotypes (Mac leod 1984). Cependant, les génotypes de volailles maigres ou grasses ne montrèrent aucune différence dans la production de la chaleur à jeun (Mac leod et Geraert 1988). Toutefois, l'obésité excessive représente une barrière supplémentaire à l'évacuation de la chaleur. Le métabolisme basal des poulets de chair est diminué en cas de stress thermique chronique (Sayed & Downing, 2015).

III.2. Activité physique :

Dans les environnements chauds, l'activité physique est restreinte (Pereira *et al.*, 2007), les contractions musculaires sont réduites et l'intensité métabolique des cellules musculaires générées par le mouvement de grandes masses musculaires chez les poulets à croissance rapide est réduite. Dans des conditions de température confortable, les poulets passent 65 % de leur temps couché, mais ils peuvent aussi se reposer debout. Cependant ces dernières deviennent plus importantes avec l'exposition à la chaleur, et l'augmentation de la fréquence de station debout semble contribuer à l'augmentation de la perte de chaleur par voie sensible (Geraert, 1991). Cependant, l'activité intense des muscles respiratoires qui se produit lorsque le poulet halète entraîne une augmentation de la thermogénèse (Geraert, 1991) et n'affecte pas de manière significative le bilan énergétique total de l'animal (Hillman *et al.*, 1985). Cette adaptation physiologique (halètement) contribue à la perte de chaleur par évaporation et la compense en réduisant la demande sur les autres tissus.

III.3. Thermogénèse alimentaire

Lorsqu'ils sont confrontés à des températures ambiantes élevées, les poulets présentent des changements de comportement alimentaire qui réduisent leur consommation alimentaire. Une réduction de 24% et 9% de l'ingéré alimentaire a été observée chez les poulets de chair élevés entre 25-36°C et 22-32°C, respectivement pendant une période d'élevage de 21 jours (Attia *et al.*, 2017). Cette diminution de l'apport alimentaire est fortement corrélée à l'augmentation de la température corporelle (Picard *et al.*, 1993). Par conséquent, une température ambiante élevée stimule les thermorécepteurs périphériques qui transmettent les impulsions nerveuses qui suppriment l'activité du centre de l'appétit dans l'hypothalamus (Marai *et al.*, 2007). En conséquence, moins de nutriments sont disponibles pour l'activité et la synthèse de diverses enzymes, la production d'hormones et la thermogénèse. Il convient de noter que la réduction de la quantité de nourriture consommée peut limiter la thermogénèse des aliments entiers (Geraert *et al.*, 1996).

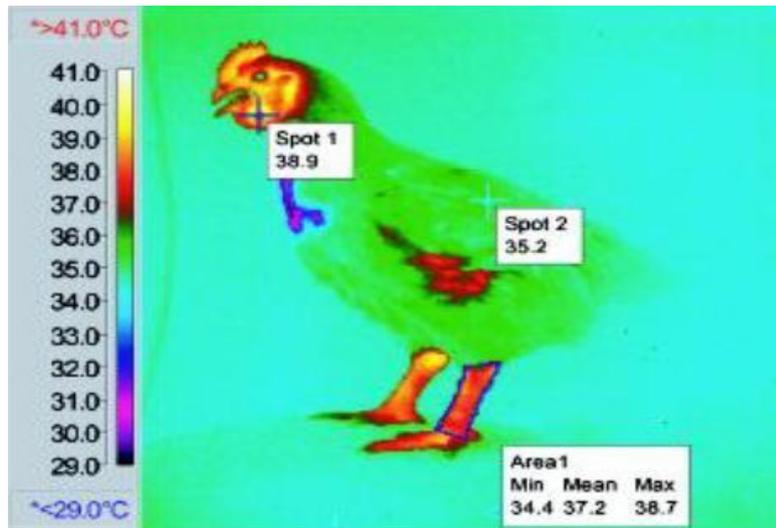


Figure 2 Répartition de la chaleur au niveau périphérique chez un poulet exposé à 35°C (Source : Yahav *et al.*, 2004)

IV. Thermolyse ou perte de chaleur

La thermolyse est un phénomène de perte de chaleur produit par le corps qui correspond à toute perte d'énergie thermique pour maintenir stable la température interne du corps (Figure 3).

Cela peut être fait d'une manière sensible appelée non évaporative (chaleur qui élève la température de l'environnement), y compris la conduction, la convection et la radiation. L'absence de glandes sudoripares rend les poulets de chair sensibles aux températures ambiantes élevées (Fathi *et al.*, 2013), car la transpiration n'est pas possible.

La perte de chaleur sensible ne semble pas jouer un rôle important chez les volailles, car les surfaces corporelles qui ne sont pas recouvertes de plumes (les pattes, la tête, la caroncule et la crête) sont limitées.

La perte de chaleur par voie latente ou invisible appelée aussi évaporation ne se traduit pas par une augmentation de la température ambiante. Cette seconde voie, correspond à un mécanisme d'évaporation comme le halètement (augmentation de la fréquence respiratoire : respiration courte et rapide) qui est le principal mécanisme de dissipation de la chaleur utilisé par les volailles (Marder et Arad, 1989 ; Tzschentke et al, 1996 ; Yahav *et al.*, 2004 ; Mutaf *et al.*, 2009). Ce mécanisme de la réduction de la température corporelle est connu sous le nom de refroidissement évaporatif et repose sur l'échange de chaleur avec l'environnement à travers les sacs aériens (Marder et Arad, 1989 ; Comito *et al.*, 2007). Pour que les oiseaux

maintiennent leur neutralité thermique, environ 60 % de la chaleur est dissipée par évaporation (Daghir, 2008).

Aussi, les oiseaux soumis à des conditions de stress thermique passeront plus de temps à boire (Mack *et al.*, 2013 ; Bahry *et al.*, 2018). La perte de chaleur par l'excrétion fécale reste faible. Par cette voie de dissipation, le poulet a tendance à expulser le contenu digestif non digéré et à abaisser sa température corporelle.

Lorsque l'utilisation de ces mécanismes s'épuise et que le refroidissement devient insuffisant, la mort de l'animal survient (Al-Fataftah & Abu-Dieyeh, 2007 ; Sahin *et al.*, 2009).

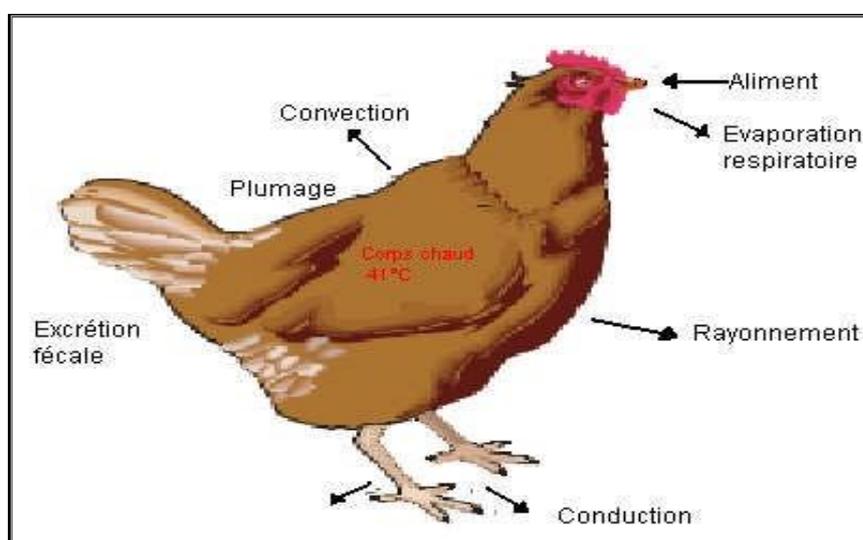


Figure 3 Principaux modes de transfert de chaleur entre l'animal et l'ambiance (Source : Amand *et al.*, 2004).

V. Zone de neutralité thermique

La neutralité thermique est définie par l'American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers "ASHRA" comme " l'état d'esprit qui exprime la satisfaction de l'environnement thermique " (Ashrae 2017).

C'est la plage de température ambiante qui reflète le confort thermique de l'animal où la température corporelle reste quasi constante (Romijn et Lokhostr 1996 ; Amand *et al.*, 2004) (Figure 4). Cette zone est délimitée par une température critique inférieure (TCI) et une température critique supérieure (TCS). Au-delà de ces deux limites, les animaux font des efforts de thermorégulation pour lutter contre le froid ou la chaleur. Cette zone est variable en

fonction de l'espèce, l'âge, la taille et les conditions d'élevage des animaux, mais aussi avec les niveaux énergétiques des rations (Padilha, 1995 ; Furlan *et al.*, 2004). Ainsi, lorsque la température dépasse la limite critique supérieure de la zone thermo-neutre, les poulets sont stressés par la chaleur. Les transferts s'effectuant dans cette zone correspondent à une faible dépense énergétique.

La croissance optimale des poulets de chair ne peut avoir lieu que lorsque les températures ambiantes sont comprises dans une zone thermoneutralité de 18°C à 24°C (Charles, 2002 ; Olanrewaju *et al.*, 2010 ; Oke *et al.*, 2020).

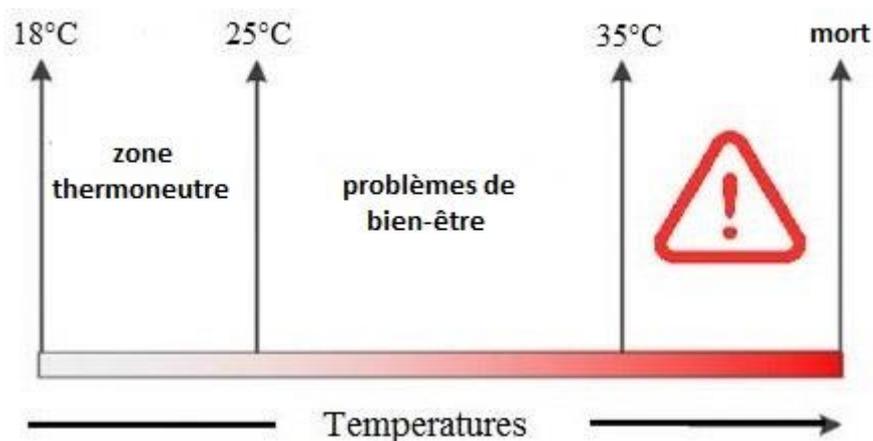


Figure 4 Zone de neutralité thermique (Source : Youssef *et al.*, 2015)

Chapitre 2. La Revue Systématique De La Littérature

I. Introduction

L'abondance des recherches primaires dans les différents domaines scientifiques sont de plus en plus ingérables à cause des résultats qui sont souvent divergents, de la vision partielle des données susceptible d'induire en erreur et des études individuelles erronées ou biaisées. Ce qui constitue un obstacle dans la compréhension de toutes les informations disponibles et la prise de décisions (Saussez et Lessard, 2009). À la lumière de ce constat, la nécessité de développer des moyens de synthétiser cette énorme masse de connaissances s'est avérée incontournable. Ces dernières années, des méthodes de synthèse appelées "revues systématiques" (RS) se sont considérablement développées pour évaluer les stratégies thérapeutiques dans le monde de la santé humaine et se sont étendues également à d'autres domaines. Aujourd'hui, ces méthodes de plus en plus utilisées occupent une place importante dans la construction du jugement des chercheurs, préoccupés par l'efficacité des interventions (Sacré *et al.*, 2021).

II. Définition de la revue systématique

Une revue systématique (RS) est une revue de la littérature scientifique qui pose des questions spécifiques et des protocoles prêts à l'emploi pour identifier, critiquer et résumer des études primaires. Elle consiste à collecter le maximum de connaissances, en réponse à une question structurée (Oakley, 2002). Elles analysent les résultats de multiples articles dans le but de faire le point sur les connaissances actuelles sur un sujet donné et précis (Maison, 2010 ; Pollock et Berge, 2018). Elle permet d'identifier chaque document et fournit de nombreux mécanismes pour éviter les biais, en utilisant des méthodes rigoureuses, structurées et reproductibles de synthèse des connaissances pour s'assurer que la littérature scientifique a recueilli suffisamment de preuves solides afin de répondre de manière concise à la question de recherche (Gore et Jones, 2015). Ces revues peuvent être accompagnées ou non des méthodes statistiques permettant de synthétiser les résultats des études. Lorsque des méthodes statistiques sont utilisées, on parle de méta-analyse (MA) (Higgins *et al.*, 2019). Ces synthèses qualitatives (RS) et quantitatives (MA) de données mis ensemble évaluent la qualité des preuves et la force des recommandations. En général, les RS sont souvent utilisées pour synthétiser qualitativement

les connaissances actuelles sur des questions bien définies dans un domaine particulier. Les RS sont souvent associées aux MA pour les synthèses quantitatives.

Il existe aussi, une revue non systématique dite narrative (RN). Cette dernière est une synthèse informelle et une discussion sur un sujet donné. Elle contribue à la mise à jour des connaissances relatives au sujet traité en repérant des publications pertinentes. Ce type de revue permet d'avoir une vue générale sur un sujet précis, pour soulever des problèmes habituellement négligés et encourager d'autres recherches sur ce sujet. Cependant, ce type de revue n'est pas un résumé à partir duquel on peut tirer des conclusions sur l'ensemble des données probantes contrairement à la RS. La question traitée est souvent large avec une synthèse non méthodique de la littérature et le plus souvent sans présentation de la stratégie de recherche, ce qui peut entraîner d'éventuels biais (Grant et Booth, 2009).

III. Intérêt et objectifs de la revue systématique

III.1. Intérêt

Les revues systématiques fournissent des informations scientifiques fiables et à jour (Nambiema *et al.*, 2021). Elles sont utiles pour prendre des décisions éclairées en matière de santé. Les RS aident surtout à éviter le gaspillage de la recherche en identifiant les questions pour lesquelles suffisamment de données existent et les limites des études primaires, à ne pas reproduire. Ainsi, ces revues systématiques permettent d'accéder à une information valide et contribueront ainsi à orienter des décisions notamment dans l'évaluation des stratégies diagnostique et/ou pronostique médicales des pathologies, d'améliorer le maintien à l'emploi ou encore à promouvoir la pratique la plus efficace.

Le concept d'une revue systématique est donc similaire à celui d'une enquête dont le but est de recueillir des preuves pour ou contre une hypothèse (Nambiema *et al.*, 2021). Plus précisément, ces revues aident à examiner les différences entre les études individuelles et à évaluer le risque de biais, offrent aux lecteurs un accès facile et rapide aux recherches actuelles sur des questions spécifiques et fournissent une sélection impartiale de l'information pertinente (Nambiema *et al.*, 2021). Elles sont donc des synthèses strictes de l'état de l'art et des données scientifiques à un temps donné.

Les principaux intérêts d'une revue systématique sont de :

- ✓ Examiner et de critiquer les affirmations parfois contradictoires d'un nombre croissant de publications ;

- ✓ Soulever les problèmes de fiabilité qui peuvent affecter la pratique factuelle et l'information médicale en général ;
- ✓ Combler le manque de temps et de maîtrise de l'information des chercheurs et praticiens de la santé pour repérer, analyser et trier cette information ;
- ✓ Éclairer la prise de décisions et d'aider à établir de nouvelles politiques et normes.

III.2. Les objectifs de la revue systématique

Selon Munn et al. (2018), la réalisation d'une revue systématique est motivée par l'un des objectifs suivants :

- Évaluer l'efficacité d'une intervention, d'un traitement, d'une pratique ou d'un programme ainsi que les qualités psychométriques d'un outil de mesure.
- Déterminer les coûts associés à une intervention, à un traitement, à une pratique ou à un programme, le plus souvent en termes de coût-efficacité.
- Connaître l'expérience d'une population par rapport à un phénomène.
- Examiner et synthétiser les politiques ou l'opinion d'experts relatives à un phénomène et les méthodes de recherches actuelles et leur impact sur la qualité de la recherche.
- Déterminer la prévalence ou l'incidence d'une maladie ou d'une problématique et l'association entre un ou des facteurs de risque/exposition, et une issue donnée.
- Déterminer dans quelle mesure un test de dépistage/diagnostic fonctionne pour un diagnostic donné et le pronostic global d'une maladie ou d'une problématique donnée.

IV. Étapes et procédures de réalisation d'une revue systématique

La Revue systématique est une démarche scientifique très rigoureuse qui suit une méthodologie standardisée, bien décrite et reproductible. Elle est généralement réalisée en 5 étapes bien définies.

IV.1. Etape 1 : planification du projet

IV.1.1. Formulation de la question de recherche

Il s'agit de rédiger de façon claire et précise une ou plusieurs questions de recherche qui vont conditionner l'ensemble de la revue systématique (Jahan *et al.*, 2016). La formulation de la question de recherche doit être claire et ciblée. Elle influencera le déroulement du reste du projet (Kloda et Bartlett, 2013 ; Munn *et al.*, 2018). La question de recherche est généralement construite sur la base d'éléments structurants appelés PICO ou PECO (Cochrane, 2016) avec :

P : Population cible ou Problème : C'est l'objet de la synthèse : une espèce (y compris des groupe humains), un site, un écosystème, ...

I / E : Intervention / Exposition aux facteurs : Ce à quoi est soumise la population, qu'il s'agisse de l'exposition à une situation ou l'impact d'une intervention : climat, polluants, programme de gestion, politique, action de sensibilisation, action visant à modifier un état, etc.

C : Comparaison : Ce à quoi va être comparée l'intervention ou l'exposition (bien souvent à une autre intervention ou à l'absence d'action ou situation de référence). On compare dans le temps, dans l'espace, etc.

O : Outcomes(Conséquences) : Les effets mesurés sur la population. Qu'est-ce qui a pu être mesuré, évalué, pour juger des conséquences de l'intervention ou de l'exposition ?

IV.1.2. Rédaction des critères d'inclusion et d'exclusion

L'élaboration de critères d'inclusion et d'exclusion permettra d'effectuer une sélection des documents. Ce sont les critères sur la base desquels des études seront incluses dans la synthèse tels que le *design* des études (la durée, le type d'étude...), des précisions sur la population étudiée (âge, nombre, système éducatif...) ou le langage de publication (Page *et al.*, 2021). Chaque critère doit être défini de manière explicite

L'exclusion de ces critères peut engendrer des résultats ou des tailles d'effet jusqu'à deux fois plus élevés que lorsque ces critères sont adoptés. D'après Cheung et Slavin (2016), il existe une relation significative entre les caractéristiques méthodologiques des études incluses dans une revue systématique et les effets rapportés.

IV.1.3. Identification des études

a- Outils de recherche bibliographiques à consulter

Le recours à de multiples outils de recherche bibliographique est indispensable afin de maximiser les chances de recenser le plus d'études pertinentes possible (Counsell, 1997). Aucune base de données bibliographiques ne couvre la totalité des publications scientifiques internationales sur un thème donné (Zaugg *et al.*, 2014). Plusieurs bases de données doivent être consultées.

b- Planification des requêtes et identification des études

L'objectif de la planification des requêtes est de rendre la recherche la plus complète possible et de diminuer au maximum les biais de sélection. L'identification des études est basée sur une liste de mots clés et de synonymes qui sont généralement catalogués à partir des articles de référence (Kugley *et al.*, 2017). Une équation de recherche pourra être élaborée à l'aide des opérateurs Booléens (AND, OR, NOT). D'une base de données à l'autre, les équations de recherche peuvent varier car elles n'utilisent pas toutes les mêmes terminologies.

c- Criblage et sélection des études

Une fois la recherche d'articles réalisée et après avoir supprimé les doublons, il convient de procéder à un criblage qui repose sur une analyse sémantique des titres et résumés. Ainsi, l'analyste élimine les articles qui seraient trop éloignés de la question de recherche.

Lors de la sélection des travaux de recherche, il est important de lister les études exclues ainsi que les arguments qui président à cette décision de non-éligibilité. Pour faciliter l'organisation de ce travail de criblage et de sélection (Ouzzani *et al.*, 2016).

Ensuite, les articles les plus pertinents par rapport aux questions de recherche sont téléchargés et lus en intégralité pour déterminer leur pertinence au regard des critères définis précédemment. S'ils sont jugés pertinents, ils seront comptabilisés comme « articles éligibles ».

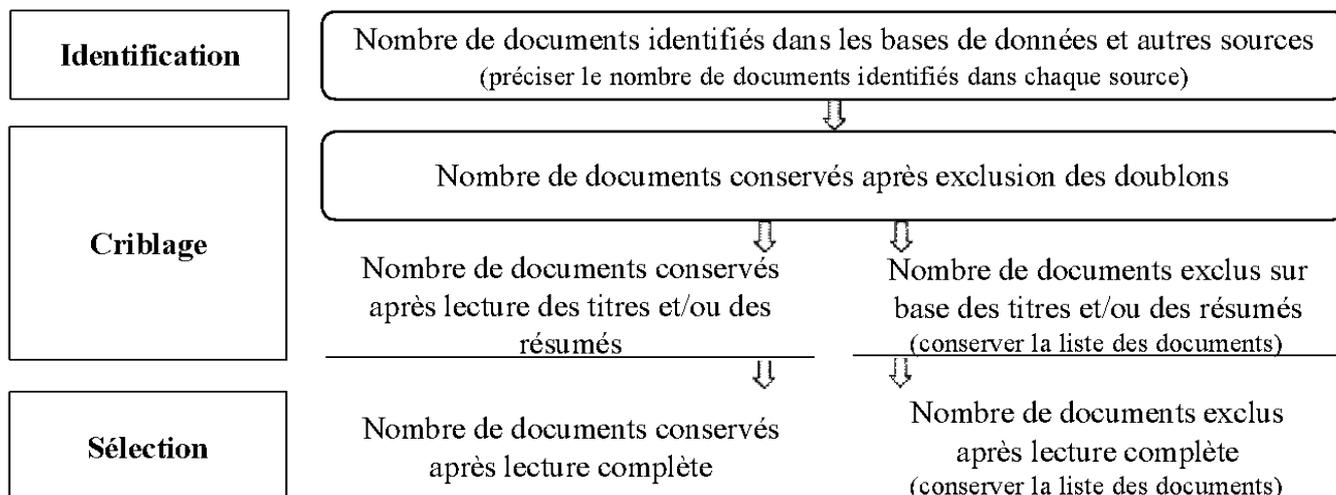


Figure 5 : Exemple d'un diagramme de flux représentant les différentes phases de la première étape de réalisation d'une revue systématique (Source : Moher *et al.*, 2009)

IV.2. Etape 2 : Extraction des données

L'étape d'extraction des données consiste à repérer et à collecter les données contenues dans les articles sélectionnés et qui permettent de répondre à la question initiale.

IV.2.1. Repérage des données pertinentes pour la revue systématique

À ce stade, toutes les études incluses dans la revue systématique sont identifiées et les analystes doivent procéder à l'extraction des données. Les données nécessaires à l'analyse des études peuvent être recueillies à l'aide d'un canevas. (Moher *et al.*, 2009).

Des logiciels de gestion de données ou de codage de textes (tel que Microsoft Excel et formulaire web...) permettent l'extraction et la transcription d'un grand nombre de données ainsi que la conception d'un tableau à double entrée pour y accéder facilement lors de leur synthèse.

IV.3. Etape 3 : Analyse de la qualité méthodologique des articles

La qualité est le degré auquel une étude emploie des mesures visant à minimiser les biais et les erreurs dans sa conception, sa conduite et ses analyses (Khan *et al.*, 2011)

Cette étape consiste donc à évaluer le potentiel de biais, la validité méthodologique et la généralisation de ces articles. Si les problèmes de conception ou de mise en œuvre ne sont pas reconnus, ils peuvent conduire à une mauvaise interprétation et fausser les conclusions (Cheung et Slavin, 2016). Pour bien évaluer un article, il faut comprendre quels biais sont susceptibles d'en impacter la qualité (Tableau 1).

Il s'agit notamment de savoir si l'influence du chercheur sur l'étude est prise en compte, si les participants sont représentés de manière adéquate, si la méthodologie choisie est appropriée pour atteindre les objectifs de la recherche et si cette méthodologie est respectée. Ce qui inclut de déterminer si elle s'applique à la collecte, la présentation, et analyse des données (Lockwood *et al.*, 2015).

Tableau 1 Les biais les plus susceptibles d'impacter la qualité

Biais au sein même de l'étude
Biais de sélection L'échantillon est-il représentatif de la population ?
Biais d'allocation Comment les participants ont-ils été répartis dans chaque groupe ? Quelqu'un a-t-il pu influencer la répartition ?
Biais d'attrition Est-ce qu'une partie des participants ont cessé de recevoir l'intervention ? Si oui, est-ce parce qu'ils ont abandonné l'étude ou alors ont-ils été exclus par les chercheurs ?
Biais de performance/biais de détection Les participants et les chercheurs savaient-ils qui recevait le traitement ou était-ce fait à l'aveugle ?
Biais d'intervention subséquente/simultanée Les participants ont-ils pu recevoir une autre intervention susceptible d'influencer les résultats ?
Biais dans la publication
Biais de rapport des résultats Tous les résultats devant être étudiés ont-ils été rapportés dans l'article ?
Biais d'analyse Les données de tous les participants ont-elles été analysées dans l'article ?
Biais de financement Le financement provient-il d'une source neutre ?

IV.4. Etape 4 : Synthèse des données

La synthèse est réalisée à partir des données extraites de chaque étude. Dans une revue systématique, les données peuvent être synthétisées de manière descriptive, semi-quantitative, quantitative ou méta-analyse.

Pour les études de cas, les études exploratoires et les études descriptives dans les revues systématiques, ils peuvent opter pour une synthèse descriptive ou semi-quantitative. (DixonWoods *et al.*, 2006 ; Zaugg *et al.*, 2014). L'analyse quantitative est possible si l'on part d'un corpus d'études relativement homogène et que l'on souhaite mener une méta-analyse impliquant des études comparatives.

IV.4.1. Synthèse descriptive

La synthèse descriptive consiste à décrire les résultats issus des analyses descriptives et/ou thématiques effectuées à partir des données extraites. C'est un exposé des caractéristiques des études présentant la méthodologie de chaque étude, l'objet de la recherche et ses résultats. Il s'agit d'associer ou de catégoriser les études de manière logique dans le but d'orienter les conclusions de la revue.

Selon Thomas et Harden (2008), les analystes peuvent tomber dans le piège de décontextualiser des données à l'extrême, comparant ainsi des données incomparables. Cela peut être dû notamment au fait que dans les synthèses descriptives, les analystes ne retournent pas aux données ou constats primaires des études, mais s'appuient sur les interprétations et les conclusions tirées dans les études incluses (Estabrooks *et al.*, 1994). Les analystes optant pour ce type de synthèse doivent être conscients des limites potentielles, les minimiser et les signaler dans une revue systématique.

IV.4.2. Synthèse semi-quantitative

Les analystes peuvent opter pour une synthèse semi-quantitative, c'est-à-dire que des données quantitatives peuvent être présentées, sans pour autant révéler des tailles d'effet. Elle indique par exemple si la pratique provoque un effet positif, négatif ou s'il ne provoque pas d'effet sur les mesures ciblées.

Ce type de synthèse donne un aperçu des études disponibles et de leurs résultats, plutôt que de montrer les effets réels des objets de recherche étudiés. La réalisation de tels travaux est donc importante mais n'est pas exempte de biais.

IV.4.3. Synthèse quantitative

La synthèse quantitative utilise des techniques statistiques avancées pour obtenir une mesure agrégée à partir de mesures statistiques similaires obtenues à partir d'au moins deux

études. Il peut être plus approprié de combiner les données provenant d'études qui ont des caractéristiques assez similaires.

IV.4.4. Synthèse méta-analyse

Une méta-analyse fait toujours partie d'une revue systématique et combine les données d'au moins deux études pour tirer des conclusions statistiques. Ces conclusions sont donc plus fiables que les résultats d'études individuelles. Cependant, il n'est pas toujours possible d'effectuer une méta-analyse. Les données doivent être assez homogènes, ou similaires, pour être combinées.

Pour estimer l'impact des pratiques, des interventions ou des programmes de recherche, les analystes peuvent effectuer une méta-analyse lorsque les données recueillies leur permettent de calculer les tailles d'effet. Par conséquent, une différence de moyennes standardisée (Cheung et Slavin, 2012 ; Pellegrini *et al.*, 2021), un coefficient de corrélation (Hjetland *et al.*, 2017) ou un risque relatif rapproché (Fitzpatrick et Burns, 2019) peut être utilisé comme taille d'effet dans une méta-analyse.

Selon Bøg et al (2018) il n'est pas rare de voir des revues systématiques appuyant leurs conclusions sur six études alors qu'elles portaient d'un corpus d'une trentaine d'études car les études pour lesquelles ils ne peuvent pas calculer la taille d'effet sont généralement exclues.

IV.5. Etape 5 : Script de rédaction d'une revue systématique de littérature

La qualité d'une revue systématique dépend fortement de sa rigueur méthodologique à toutes les étapes de sa construction et la rédaction du texte ne fait pas exception à cette règle. Il est nécessaire d'évaluer la qualité des données probantes pour chacun des résultats. Cette évaluation permettra de tirer des conclusions quant à la certitude des preuves présentées dans la synthèse. Pour la valorisation scientifique de la revue systématique, les analystes seront conduits à prendre en compte des recommandations spécifiques à chaque support de publication.

PARTIE
EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Effet du stress thermique sur les performances de croissance du poulet de chair : Etude systématique

Introduction

De nombreuses études de recherches ont été conduites pour mettre en évidence et comprendre les effets du stress thermique sur la production et la croissance du poulet de chair en conditions de laboratoire et/ou en conditions réelles. Ainsi, vu l'abondance et parfois les contradictions des résultats de recherche, il semblait important de disposer d'un bilan des différentes études réalisées sur le sujet et de le rendre disponible et accessible pour l'ensemble des acteurs du secteur de l'aviculture. Pour cela, nous avons opté pour une revue systématique de la littérature qui est une méthode rigoureuse et reproductible permettant d'identifier, évaluer et résumer objectivement les connaissances disponibles sur ce sujet.

L'objectif de ce travail est de fournir des données actualisées des dernières connaissances relatives aux effets de stress thermique aigu ou chronique sur la croissance du poulet de chair. Cette étude passe en revue les articles publiés au cours des 10 dernières années en évaluant la variation du poids vif, des gains de poids, de la conversion alimentaire et la mortalité des poulets en conditions de chaleur.

II. Matériel et méthodes

II.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 est l'impact des fortes chaleurs ambiantes qui surviennent de manière aiguë ou chronique (températures d'exposition, durée d'exposition) sur les paramètres de croissance du poulet de chair (poids vifs, gains de poids, la conversion alimentaire) ainsi que sur la mortalité des poulets ? ».

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

- **Population cible** : les différentes lignées ou souches de poulets de chair élevées (Cobb...) pour la consommation humaine.

- **Expositions aux facteurs** : Conditions climatiques et ambiantes auxquelles le poulet de chair est exposé (fortes températures d'exposition, important taux d'humidité relative).
- **Comparaison** : Les études expérimentales en milieu contrôlé (températures contrôlées) présentant un groupe contrôle ou témoins (conditions de thermo-neutralité) comparé à un groupe expérimental (soumis à un stress thermique). Les schémas d'études n'ayant pas de groupe témoins ont été exclus.
- **Outcomes (résultats)** : Les paramètres de croissance et la mortalité des poulets de chair mesurés

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 répondre aux critères suivants :

- 1) L'espèce animale : le poulet de chair en croissance-engraissement ;
- 2) Les articles de recherche
- 3) Les articles doivent présenter une méthodologie de recherche bien décrite ;
- 4) Les articles contiennent au moins une des valeurs pour les variables poids vif, gain moyen quotidien (GMQ), consommation alimentaire, conversion alimentaire (CI), et mortalité ;
- 5) Expériences menées dans des conditions de température contrôlée (T) ;
- 6) Au moins deux traitements thermiques appliqués (contrainte thermique vs conditions thermoneutres)
- 7) Les études publiées au cours des dix dernières années, de JANVIER 2012 à Juin 2022.

➤ **Les critères d'exclusion :**

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

- 1) Espèce aviaire autre que le poulet de chair (poule pondeuse, poule reproductrice, caille...);
- 2) Articles de synthèse, chapitres de livres, lettres de recherche et conférences.

- 3) Le protocole expérimental mal décrit (le génotype, l'âge des poulets, l'amplitude journalière de variation de température, la taille du groupe ou le temps d'exposition ne sont pas indiqués),
- 4) Absence de groupe témoin,
- 5) Contenu d'article inadéquat,
- 6) Articles non accessibles.

C. Identification des études

➤ Outils de recherche bibliographiques

Une seule source de données (Science Direct) a été explorée à partir du site Web de l'école Nationale Supérieure Vétérinaire, via la plateforme du CERIST qui regroupe un grand nombre de bases de données, en utilisant le lien suivant : <https://www.sndl.cerist.dz>.

Une recherche manuelle a aussi été effectuée dans les références des articles retenus.

➤ Identification des études

L'identification des études est basée sur une liste de mots clés relatifs aux termes :

- stress thermique (heat stress, thermoneutral),
- Poulet de chair (Broiler)
- Paramètres de croissance (growth performance)
- Mortalité (Mortality)

Pour l'équation de recherche nous avons utilisé l'opérateur Booléen (AND).

L'équation:("heat stress") AND (thermoneutral) AND (Broiler) AND ("growth performance") AND (Mortality).

➤ Criblage et sélection des études

Après avoir exclus les doublons, nous avons procédé à la sélection des études pertinentes. Cette opération s'est déroulée sur plusieurs étapes. Elle s'est appuyée sur les critères d'inclusion et d'exclusion précédemment définis et sur une analyse sémantique des titres et résumés. En effet, si le titre et le résumé ne comportaient pas d'informations suffisantes ou étaient très éloignés par rapport à la question de recherche, l'étude a été exclue. Ensuite, les articles les plus pertinents sont téléchargés et lus en intégralité pour déterminer leur pertinence au regard des critères définis précédemment. Ceux jugés pertinents, ont été comptabilisés comme « articles éligibles ». Le processus de sélection de la documentation pertinente est résumé par un diagramme de flux (Figure 6).

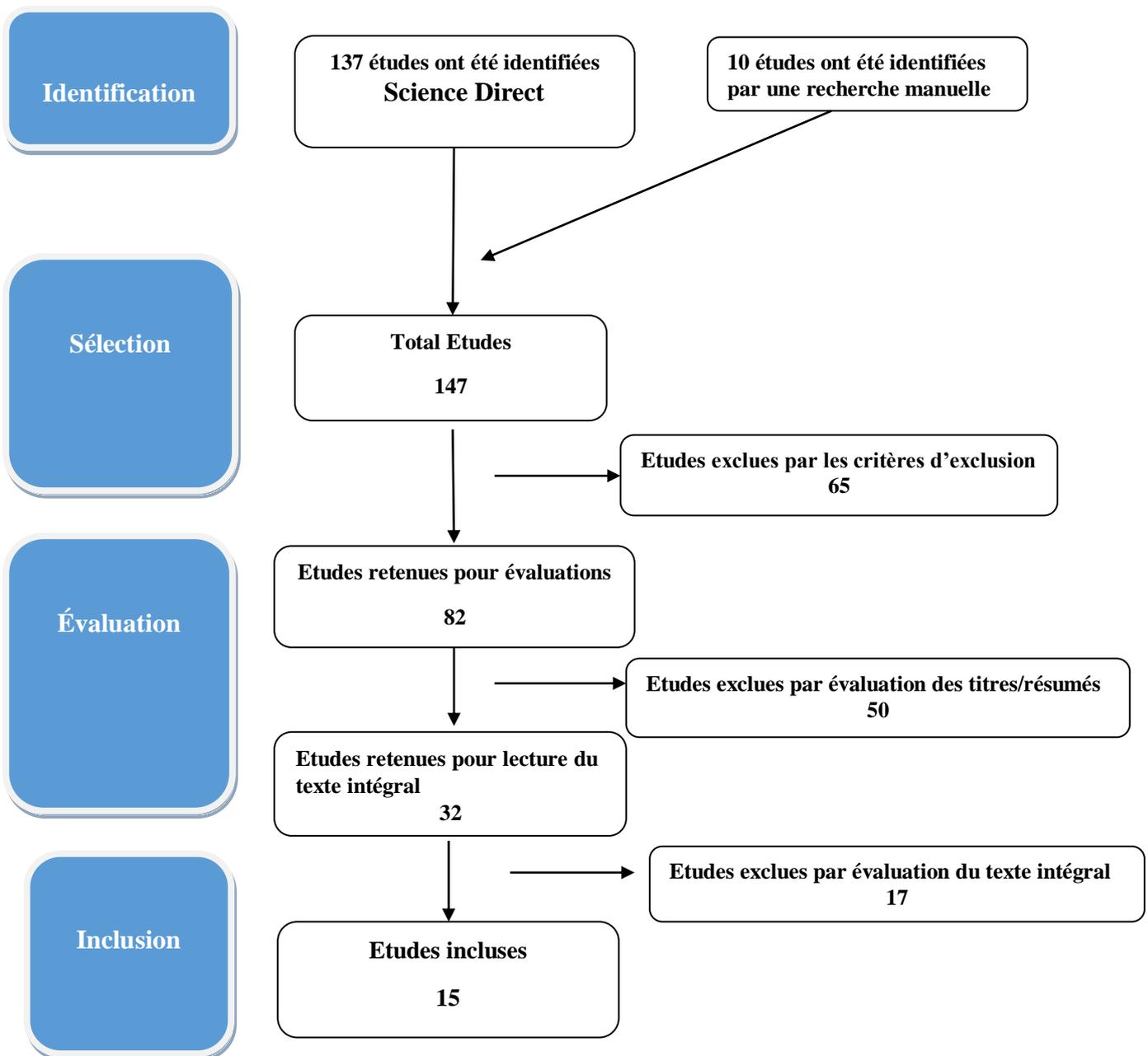


Figure 6 Diagramme de flux représente le processus de sélection de la documentation pertinente

II.2. Etape 2 : Extraction des données

Après les différentes étapes de sélection, les données des articles retenus ont été extraites dans un tableur Excel. Les informations collectées sont : le nom du premier auteur, l'année de publication, la souche de poussin, le nombre et l'âge du poussin pour l'expérience, la température pour le groupe de stress thermique et le groupe témoin, la période d'exposition, la durée de l'expérience, toutes les données numériques relatives aux paramètres de la croissance le poids vif, le gain de poids journalier, la consommation alimentaire, l'indice de conversion alimentaire ainsi que les données sur le nombre et/ou le taux de mortalité enregistré durant toute la période expérimentale (Annexe 1).

Résultats

I. Processus de sélection des études

Les résultats de l'identification des données par l'utilisation de la formule de recherche ont permis d'obtenir 137 études à partir de la base de données électronique « Science Direct ». Cependant 10 études ont été identifiées par une recherche manuelle au niveau de la liste des références des articles. 65 études ont été exclues sur la base des critères d'exclusion définis au préalable, 50 autres articles ont été éliminés après avoir consulté les titres et les résumés. Dans cette dernière étape, toute étude qui s'éloignait de notre question de recherche a été exclue. Les 32 études restantes ont été téléchargées et consultées. 17 autres articles ont été éliminés essentiellement par manque de données métriques ou protocole mal expliqué. Au final 15 études ont été retenues pour mener cette revue systématique de la littérature (Souhail *et al.*, 2013 ; Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ; Sahin *et al.*, 2016 ; Abdelqader et Al-fataftah, 2016 ; Sahin *et al.*, 2017 ; Luo *et al.*, 2018 ; Ramiah *et al.*, 2019 ; Awad *et al.*, 2020 ; Hosseini-Vashan *et al.*, 2020 ; Ruff *et al.*, 2020 ; Dao *et al.*, 2021 ; Hu *et al.*, 2021 ; Kikusato *et al.*, 2021 ; Calik *et al.*, 2022 ; Sarsour et Persia, 2022) les détails sont présentés dans la figure (6).

II. Description des caractéristiques des études incluses

II-1. Souches des poulets de chair

Un bilan numérique des différentes souches de poulets utilisées dans les études retenues en fonction du type de stress appliqué est présenté dans le **tableau 2**

Tableau 2 Souches des poulets utilisées dans les études de stress thermique

Souches de Poulets	Types de stress thermique		
	STA	STC	
		Cyclique	Continu
Arbor Acres	0	1	1
Hubbard	1	1	1
Cobb 500	3	0	1
Ross 308	4	1	1
Ross 708	0	1	0
Gallus gallus domesticus	0	0	1

STA: stress thermique aigue. STC: stress thermique chronique

Sur les 15 études incluses dans cette revue systématique, 6 différentes souches ont fait objet de recherche sur le stress thermique et ses effets sur la croissance au cours des 10 dernières années (Souhail *et al.*, 2013 ; Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ;Sahin *et al.*, 2016 ;Abdelqader et Al-fataftah, 2016 ; Sahin *et al.*, 2017 ; Luo *et al.*, 2018 ; Ramiah *et al.*, 2019 ; Awad *et al.*, 2020 ; Hosseini-Vashan *et al.*, 2020 ; Ruff *et al.*, 2020 ; Dao *et al.*, 2021 ; Hu *et al.*, 2021 ; Kikusato *et al.*, 2021 ; Calik *et al.*, 2022 ; Sarsour et Persia, 2022). Avec 5 souches synthétiques à savoir Arbor Acres, Hubbar, Cobb500, Ross 308 et Ross 708 et une seule souche rustique (*Gallus gallus domesticus*). Les 6 souches ont été utilisées au moins une fois pour le STC, cependant seules Hubbard, Cobb 500 et Ross 308 ont été sujets à des études de STA ou coup de chaleur (Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ; Sahin *et al.*, 2016 ; Sahin *et al.*, 2017 ; Awad *et al.*, 2020 ; Dao *et al.*, 2021 ; Calik *et al.*, 2022 ; Sarsour et Persia, 2022 ; Sahin *et al.*, 2016). Sur les 9 études sur le stress thermique chronique, 4 souches (Arbor Acres, Hubbard, Ross 308 et Ross 708) ont été contraintes à des fortes températures cycliques contre 5 (Arbor Acres, Hubbard, Cobb 500, Ross 308 et *Gallus gallus domesticus*) à des expositions continues.

II- 2. Le Genre du poulet de chair

La répartition du sexe de poulets de chair utilisé dans les études incluses en fonction du type de stress appliqué, est présentée dans le **tableau 3**

Tableau 3 Genre des poulets utilisées dans les études de stress thermique

Genre	Types de Stress Thermique		
	STA	STC	
		Cyclique	Continu
Mâle	6	3	3
Femelle	0	0	0
Mixte	1	0	1

STA : stress thermique aigue. STC:stress thermique chronique

Notre analyse a révélé que 14 études sur 15 ont précisé le sexe des poulets de chair utilisés dans les essais expérimentaux relatifs aux effets du stress thermique sur les performances de croissance (Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ; Sahin *et al.*, 2016 ; Abdelqader et Al-fataftah, 2016 ; Sahin *et al.*, 2017 ; Luo *et al.*, 2018 ; Ramiah *et al.*, 2019 ; Awad *et al.*, 2020 ; Hosseini-Vashan *et al.*, 2020 ; Ruff *et al.*, 2020 ; Dao *et al.*, 2021 ; Hu *et al.*, 2021 ; Kikusato *et al.*, 2021 ; Calik *et al.*, 2022 ; Sarsour et Persia, 2022). La seule étude n'ayant pas précisé le sexe des animaux a été réalisée par Souhil *et al.*, en 2013.

Toutefois, aucune des 14 études n'a été réalisée sur des femelles seules. En revanche, 2 expérimentations ont été faites sur sexe mélangé (mâles et femelles), une en conditions de stress thermique aigu (Sahin *et al.*, 2017) et une en condition de stress thermique chronique (Souhail *et al.*, 2013).

Les 12 études utilisant les mâles seuls sont équitablement réparties en fonction du type de stress étudié (6 : STA ; 6 STC avec 3 en exposition cyclique et 3 en continue).

II-3. Phase d'élevage testée

Tableau 4 Phase d'élevage de l'exposition thermique

Phases d'élevage	Types de stress thermique		
	STA	STC	
		Cyclique	Continu
Démarrage	0	0	0
Croissance	0	0	0
Finition	6	3	3
Démarrage + Croissance	0	0	0
Croissance + finition	0	1	1
Démarrage + croissance + finition		0	1

STA: stress thermique aigu. STC : stress thermique chronique

Toutes les études incluses dans cette revue systématique ont bien précisé dans leurs protocoles, la phase d'élevage, au cours de laquelle, le traitement thermique a été effectué. Cette analyse a permis de mettre en évidence qu'au cours de ces 10 dernières années, la phase d'élevage qui a suscité le plus d'intérêt pour ce sujet est la phase de finition du poulet de chair avec 12 études sur 15 (Souhail *et al.*, 2013 ; Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ; Abdelqader et Al-fataftah, 2016 ; Sahin *et al.*, 2017 ; Ramiah *et al.*, 2019 ; Awad *et al.*, 2020 ; Hosseini-Vashan *et al.*, 2020 ; Ruff *et al.*, 2020 ; Dao *et al.*, 2021 ; Hu *et al.*, 2021 ; Calik *et al.*, 2022 ; Sarsour et Persia, 2022) dont 6 études sont menées pour explorer les effets des coups de

chaleur pendant cette phase critique et 6 autres pour l'exploration de l'impact des fortes chaleurs chroniques ou cycliques sur les paramètres de croissance. Aucune étude n'a appliqué un traitement thermique pendant la phase de démarrage seule, croissance seule ou les deux ensembles. Deux études ont appliqué un traitement thermique chronique continu, une de la phase de croissance jusqu'à la fin finition (Kikusato *et al.*, 2021) et une autre durant toutes les phases d'élevage (Sahin *et al.*, 2016).

II-4. Température d'exposition

Les valeurs des températures des différents traitements thermiques (thermoneutralité et stress thermique) utilisées dans les travaux de recherches relatifs aux effets du stress thermique sur les paramètres de croissance du poulet de chair au cours des 10 dernières années, sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 Températures d'exposition des poulets de chair en conditions de thermoneutralité et stress thermique

Température d'exposition	Thermoneutralité	Stress thermique
21 – 24 °C	12	
25 – 28 °C	3	
29 – 32 °C		2
33 – 37 °C		13

TN : groupe de thermoneutralité. ST : groupe de stress thermique

Les résultats ont révélé que les 15 études retenues dans cette RS ont mentionné la température d'exposition des groupes témoins et des groupes expérimentaux.

En condition de thermoneutralité, les températures d'exposition oscillaient entre 21 °C et 28°C. Cependant, 80% de ces études ont appliqué des températures de thermoneutralité de 21 à 24°C (Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ; Sahin *et al.*, 2016 ; Abdelqader et Al-fataftah, 2016 ; Sahin *et al.*, 2017 ; Ramiah *et al.*, 2019 ; Awad *et al.*, 2020 ; Hosseini-Vashan *et al.*, 2020 ; Ruff *et al.*, 2020 ; Dao *et al.*, 2021 ; Hu *et al.*, 2021 ; Kikusato *et al.*, 2021 ; Sarsour et Persia, 2022) contre 20% qui ont conduit les poulets sous des températures allant de 24 à 28°C (Souhail *et al.*, 2013 ; Luo *et al.*, 2018 ; Calik *et al.*, 2022).

En condition de stress thermique les températures variaient entre 29 et 37°C. avec une grande majorité des études (13/15) qui a appliqué de fortes températures (33 à 37°C) (Souhail *et al.*, 2013 ; Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ; Sahin *et al.*, 2016 ; Sahin *et al.*, 2017 ; Luo *et al.*, 2018 ; Ramiah *et al.*, 2019 ; Awad *et al.*, 2020 ; Hosseini-Vashan *et al.*, 2020 ; Ruff *et al.*, 2020 ; Dao *et al.*, 2021 ; Kikusato *et al.*, 2021 ; Calik *et al.*, 2022 ; Sarsour et Persia, 2022) contre une minorité (2/15) ou la contrainte thermique variaient de 29 à 32°C (Abdelqader et Al-fataftah, 2016 ; Hu *et al.*, 2021).

III. Description des paramètres de croissance en conditions de stress thermique

Les variations des paramètres sont exprimées en % de détérioration ou d'amélioration par rapport aux témoins.

III-1. Réduction de poids vif

Les taux de réduction du poids vifs en fonction du type de stress thermique sont présentés dans le tableau 6

Tableau 6 Taux de réduction du poids vifs en fonction du type de stress thermique

Taux de diminution du Poids vif	Stress Thermique		
	STA	STC	
		Cyclique	Continu
< 20%	3	2	2
20 – 40%	3	2	1
> 40%			1

STA: stress thermique aigue. STC : stress thermique chronique

Les 15 études retenues dans cette RS ont évalué la variation du poids vif entre les groupes témoins conduits en conditions de thermoneutralité et les groupes expérimentaux soumis aux contraintes des fortes chaleurs. Cependant 14 études ont rapporté une altération significative du poids vif des poulets de chair soumis à un stress thermique. En effet, 7 études sur 14 ont montré une baisse de poids des groupes expérimentaux de moins de 20% par rapport aux groupes témoins. Sur ces 7 études, 4 sont menées en condition de STC et 3 en conditions de STA. Une diminution significative entre 20 et 40% est recensé dans 6 études dont 3 sous l'effet du STC et les 3 autres en condition de STA. Une seule étude réalisée par Ruf *et al.*,

(2021) qui a montré une diminution du poids de 42% (annexe 1). Cette dernière étude a été menée en condition de stress chronique continu.

Par ailleurs, une seule étude sur les 15 incluses dans cette RS qui n'a enregistré aucune différence de poids entre les deux groupes de poulets de chair (Dao *et al.*, 2021). Cette dernière a été réalisée en conditions de stress thermique aigue.

III-2. Baisse de la consommation alimentaire

Les taux de réduction de la consommation alimentaire en fonction du type de stress thermique sont présentés dans le tableau 7

Tableau 7 Taux de réduction de la consommation alimentaire en fonction du type de stress thermique

Taux de réduction de la consommation alimentaire	Types de stress thermique		
	STA	STC	
		Cyclique	Continu
< 10	3	1	
10 - 20	2	1	1
> 20			2

STA: stress thermique aigue. STC: stress thermique chronique

11 études sur 15 ont évalué l'effet du stress thermique sur la consommation alimentaire du poulet de chair. Mise à part les travaux menés par Dao *et al.*, (2021) qui n'ont révélé aucune différence significative entre les témoins et les poulets soumis à un stress thermique aigue, les 10 autres études ont montré une baisse significative de la consommation alimentaire liée aux fortes chaleurs. Ainsi, les 5 travaux en conditions de STC, 2 ont enregistré une réduction de l'ingéré alimentaire de plus de 20%, 2 entre 10 et 20% et 1 moins de 10% par rapport aux témoins. En revanche aucune des 5 autres études menée en STA n'a enregistré une baisse au-delà des 20%.

Un seul essai (Dao *et al.*, 2021) a montré une réduction de 6% de la consommation alimentaire dans des conditions de stress thermique aigue, cet effet n'est pas significatif.

Les 4 restantes études (Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ; Luo *et al.*, 2018 ; Ramiah *et al.*, 2019 ; Hu *et al.*, 2021) n'ont étudié l'effet de stress thermique sur la réduction de consommation alimentaire.

III-3. Augmentation d'indice de conversion alimentaire

Les taux d'augmentation de l'indice de conversion alimentaire en fonction du type de stress thermique sont présentés dans le tableau 8

Tableau 8 Taux d'augmentation de l'indice de conversion alimentaire en fonction du type de stress thermique

Taux d'augmentation de l'indice de conversion alimentaire	Type de stress thermique		
	STA	STC	
		Cyclique	Continu
<10	2	1	2
10 - 20	3	1	
>20	1	1	1

STA: stress thermique aigue. STC: stress thermique chronique

14 études sur 15 ont évalué l'indice de conversion alimentaire. Seules 2 études sur 14 qui n'ont enregistré aucun effet du stress thermique sur ce paramètre ((Luo *et al.*, 2018 ; Dao *et al.*, 2021). Les 12 autres études (Souhail *et al.*, 2013 ; Al-Fataftah et Abdelqader, 2014 ; Sahin *et al.*, 2016 ; Abdelqader et Al-fataftah, 2016 ; Sahin *et al.*, 2017 ; Ramiah *et al.*, 2019 ; Awad *et al.*, 2020 ; Hosseini-Vashan *et al.*, 2020 ; Ruff *et al.*, 2020 ; Kikusato *et al.*, 2021 ; Calik *et al.*, 2022 ; Sarsour et Persia, 2022) ont rapporté une croissance significative de l'IC par le stress thermique. 5 essais ont enregistré une augmentation de moins de 10%. 2 de ces essais sont réalisées sous l'effet d'un STA et 3 sous l'effet d'un STC (1 : cyclique ; 1 : continu). Les plus fortes altérations (augmentation de plus de 20%) ont été enregistrées dans 3 études (1 : STA ; 1 : STC cyclique ; 1 STC continu),

Seule l'étude de Hu *et al.*, (2021) qui n'a pas évalué l'effet de stress thermique sur l'indice de conversion alimentaire.

III-4. Taux mortalité

Sur les 15 études retenues dans cette RS, seules 3 ont évalué la mortalité des poulets de chair au cours d'un stress thermique. Un seul essai sur les 3 (Abdelqader et Al-fataftah, 2016) a montré un effet significatif du stress thermique aigue sur le taux de mortalité. Cette dernière était de 10% pour le groupe en thermoneutralité contre 31% pour le groupe qui a subi un coup de chaleur.

Les 2 autres essais (Awad *et al.*, 2020 ; Hosseini-Vashan *et al.*, 2020) n'ont enregistré aucune variation significative de la mortalité entre les poulets élevés en thermoneutralité et ceux soumis aux conditions de stress thermique.

Conclusion

A l'issu de cette revue systématique de la littérature des 10 dernières années relative à l'impact du stress thermique sur la croissance et la mortalité des poulets de chair :

- L'analyse des caractéristiques des 15 articles inclus dans cette RS a révélé :
 - 2 grands groupes d'études dont le premier rassemble les études expérimentales sur le stress thermique aigu et le second les études sur le stress thermique chronique cyclique et continu.
 - Les souches commerciales sont les plus utilisées dans ces travaux par rapport aux souches rustiques. Ceci est probablement dû au fait que ces dernières sont génétiquement plus résistantes.
 - La phase finition de l'élevage est la période la plus concernée par ces études. Ceci peut être dû au fait que c'est la phase d'élevage où le poulet est plus sensible à la chaleur.
 - Les mâles seuls sont le plus utilisés.
 - Les températures d'exposition à la chaleur les plus utilisées varient entre 33 et 37°C. Ces dernières dépassent de loin les températures des limites supérieures du confort thermique du poulet ce qui les expose aux vraies contraintes de la chaleur.
- L'analyse des paramètres de croissance et la mortalité des poulets a indiqué que la majorité des études montre une baisse des performances de croissance lors des deux types de stress thermique. La mortalité est rarement relevée par la plupart des études.

Références bibliographiques

- 1) **Abdelqader, a., a.r. Al-fataftah, 2016.**Effect of dietary butyric acid on performance, intestinal morphology, microflora composition and intestinal recovery of heat-stressed broilers. *Livestock science* 183 78–83.
- 2) **Al-fataftah, a. R. A., & abu-dieyeh, z. H. M, 2007.** Effect of chronic heat stress on broiler performance in jordan. *International journal of poultry science*, 6, 64–70. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.64.70>
- 3) **Al-fataftah, a. R., a. Abdelqader, 2014.** Effects of dietary bacillus subtilis on heat-stressed broilers performance, intestinal morphology and microflora composition. *Animal feed science and technology* 198 279–285
- 4) **Amand g., aubert c., bourdette c., bouvarel i., chevalier d., dusanter a., franck y, guillou m, hassouna m, le biavan r., mahe f., prigent jp., robin p., 2004.**La prevention du coup de chaleur en aviculture. *Sciences et techniques avicoles - hors-serie - mai 2004 b2004*
- 5) **Ashrae, a, 2017.** Standard 55-2017. Thermal environmental conditions for human occupancy
- 6) **Attia ya, al-harathi ma, el-shafey as, rehab ya 2017.** Enhancing tolerance of broiler chickens to heat stress by supplementation with vitamin e, vitamin c and/or probiotics. *Ann anim sci* 17 (4)1155-1169
- 7) **Awad, e. A., m. Najaa, z. A. Zulaikha, i. Zulkifli, and a. F. Soleimani, 2020.** Effects of heat stress on growth performance, selected physiological and immunological parameters, caecal microflora, and meat quality in two broiler strains. *Asianaustralas j. Anim. Sci.* 33:778–787.
- 8) **Bahry, m. A., h. Yang, p. V. Tran, p. H. Do, g. Han, h. M. Eltahan, v. S. Chowdhury, and m. Furuse, 2018.** Reduction in voluntary food intake, but not fasting, stimulates hypothalamic gonadotropin-inhibitory hormone precursor mrna expression in chicks under heat stress. *Neuropeptides* 71 :90–96. Doi: 10.1016/j.npep.2018.09.001
- 9) **Bedrani l., 2009.** Impact de la technique d’acclimatation precoce sur la croissance et l’etat sanitaire du poulet de chair elevee en ambiance chaude. *Memoire de magister en sciences veterinaires, ecole nationale veterinaire, el harrach (alger).* 91 pages.
- 10) **Berrama z., 2018.** Stress thermique chez le poulet de chair : mise au point de solutions techniques et nutritionnelles. *Ecole nationale superieure veterinaire – alger.*
- 11) **Bøg, m., filges, t. Et jørgensen, a. M. K, 2018.**deployment of personnel to military operations: impact on mental health and social functioning. *Campbell systematic reviews*, 14(1), 1-127. Doi: <https://doi.org/10.4073/csr.2018.6>

- 12) **Calik, a., n. K. Emami, m. B. White, m. C. Walsh, l. F. Romero, and r. A. Dalloul, 2022.** Influence of dietary vitamin e and selenium supplementation on broilers subjected to heat stress, part i: growth performance, body composition and intestinal nutrient transporters. *Poultry science* 101:101857.
- 13) **Canals, m., rosenmann, m. And bozinovic, f, 1989.** Energetics and geometry of huddling in small mammals. *J. Theoretical biology.*, 141(2): 181-189.
- 14) **Cangar, o., j. M. Aerts, j. Buyse, and d. Berckmans, 2008.** Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. *Poult. Sci.* 87:2493–2499. Doi:10.3382/ ps.2007-00326
- 15) **Caracelli, v. J. Et cooksy, l. J, 2013.** Incorporating qualitative evidence in systematic reviews: strategies and challenges. *New directions for evaluation*, 2013(138), 97-108. Doi:<https://doi.org/10.1002/ev.20061>.
- 16) **Chalmers, i, 2005.** If evidence-informed policy works in practice, does it matter if it doesn't work in theory? *Evidence & policy. A journal of research, debate and practice*, 1(2), 227-242. Doi:<https://doi.org/10.1332/1744264053730806>.
- 17) **Charles, d. R., 2002.** Responses to the thermal environment. In d. A. Charles, & a. W. Walker (eds.), *poultry environment problems, a guide to solutions* (pp. 1–16). Nottingham university press.
- 18) **Cheung, a. C. K. Et slavin, r. E, 2012.**How features of educational technology applications affect student reading outcomes: a meta-analysis. *Educational research review*, 7(3), 198-215. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2012.05.002>
- 19) **Cheung, a. C. K. Et slavin, r. E, 2016.**how methodological features affect effect sizes in education. *Educational researcher*, 45(5), 283-292. Doi: <https://doi.org/10.3102/0013189x16656615>
- 20) **Comito, r. W., w. O. Reece, d. W. Trampel, and k. J. Koehler, 2007.** Acid-base balance of the domestic turkey during thermal panting. *Poult. Sci.* 86:2649–2652. Doi:10.3382/ps.2007-00248
- 21) **Cooper c.e. And geiser, f, 2008.** The "minimal boundary curve for endothermy" as a predictor of heterothermy in mammals and birds: a review. *Journal of comparative physiology b-biochemical systemic and environmental physiology*, 178(1), 1-8.
- 22) **Daghir n. J, 2008.** Poultry production in hot climate 2nd ed wallingford; cab int', p 1–377.

- 23) **Dao, h. T., n. K. Sharma, e. J. Bradbury, r. A. Swick, 2021.** Effects of l-arginine and l-citrulline supplementation in reduced protein diets for broilers under normal and cyclic warm temperature. *Animal nutrition* 7 927-938.
- 24) **Darras, v.m.; van der geysten, s.; kühn, e.r, 2000.** Thyroid hormone metabolism in poultry. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*4, 13–20.
- 25) **De basilio v., et picard m., 2002.** La capacite de survie des poulets a un coup de chaleur est augmentee par une exposition precoce a une temperature elevee. *Production animale*. 15: 235-246.
- 26) **De basilio v., oliveros i., vilariño m., diaz, leon ja. & picard m., 2001.** Interet de l'acclimatation precoce dans les conditions de production des poulets de chair au venezuela. *Medecine veterinaire des pays tropicaux*, 54 (2), pp 159-167.
- 27) **De souza, l. F. A., espinha, l. P., de almeida, e. A., lunedo, r., furlan, r. L., & macari, m, 2016.** how heat stress (continuous or cyclical) interferes with nutrient digestibility, energy and nitrogen balances and performance in broilers. *Livestock science*, 192, 39–43. [https:// doi.org/10.1016/j.livsci.2016.08.014](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.08.014)
- 28) **Dixon-woods, m., agarwal, s., jones, d., young, b. Et sutton, a, 2005.** Synthesising qualitative and quantitative evidence: a review of possible methods. *Journal of health services research & policy*, 10(1), 45-53.
- 29) **Dixon-woods, m., bonas, s., booth, a., jones, d. R., miller, t., sutton, a., shaw, r., smith, j. Et young, b, 2006.** How can systematic reviews incorporate qualitative research? A critical perspective. *Qualitative research*, 6.
- 30) **Estabrooks, c. A., field, p. A. Et morse, j. M, 1994.** Aggregating qualitative findings: an approach to theory development. *Qualitative health research*, 4(4), 503-511. Doi: <https://doi.org/10.1177/104973239400400410>
- 31) **Farag, m. R., and m. Alagawan, 2018.** Physiological alterations of poultry to the high environmental temperature. *J. Therm. Biol.* 76 :101–106. Doi: 10.1016/j.jtherbio.2018.07.012
- 32) **Farrell d.j., 1988.** The energy metabolism of poultry: present and future perspectives. 18th world's poult. Cong., 04-09/ g /1988, nagoya, japan, jap. Poultry Sci. Ass., 85-91.
- 33) **Fathi, m. M., galal, a., el-safty, s., & mahrous, m, 2013.** Naked neck and frizzle genes for improving chickens raised under high ambient temperature: i. Growth performance and egg production. *World's poultry science journal*, 69(04), 813–832.

<https://doi.org/10.1017/>

s0043933913000834

- 34) **Fedde, m. R, 1998.** Relationship of structure and function of the avian respiratory system to disease susceptibility. *Poult. Sci.* 77 :1130–1138. Doi :10.1093/ps/77.8.1130
- 35) **Fitzpatrick, d. Et burns, j, 2019.** Single-track year-round education for improving academic achievement in u.s. K-12 schools: results of a metaanalysis. *Campbell systematic reviews*, 15(3), e1053. Doi: <https://doi.org/10.1002/cl2.1053>
- 36) **Furlan rl., faria filho de., rosa ps. & macari m, 2004.** Does low-protein diet improve broiler performance under heat stress conditions? *Brazilian journal of poultry science*, 2, pp 71-79.
- 37) **Geraert p.a., 1991.** Metabolisme energetique du poulet de chair en climat chaud. *Inra production animale*. 4 (3): 257-267.
- 38) **Geraert p.a., padilha j.c.f., et guillaumin s., 1996.** metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. *British journal of nutrition* 75: 195- 204
- 39) **Gore, g. C., & jones, j, 2015.** Systematic reviews and librarians: a primer for managers. *Partnership: the canadian journal of library and information practice and research*, 10(1). <https://doi.org/10.21083/partnership.v10i1.3343>.
- 40) **Gough, d, 2015.** Qualitative and mixed methods in systematic reviews. *Systematic reviews*, 4(1), 181. Doi:<https://doi.org/10.1186/s13643-015-0151-y>.
- 41) **Grant mj, booth a, 2009.** A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health inf librj* 26:91—108.
- 42) **Gregory, n. G, 2010.** How climatic changes could affect meat quality. *Food res. Int.* 43:1866–1873.
- 43) **He, x., z. Lu, b. Ma, l. Zhang, j. Li, y. Jiang, g. Zhou, and f. Gao, 2018.** Effects of chronic heat exposure on growth performance, intestinal epithelial histology, appetite-related hormones and genes expression in broilers. *J. Sci. Food agric.* 98:4471–4478.
- 44) **Higgins jp, thomas j, chandler j, et al., editors, 2019.** *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions.* John wiley & sons.
- 45) **Hillman p.e.; scott n.r. Et van tienhoven a., 1985.** Physiological responses and adaptations to hot and cold environments (124-136). In: yousef m.k., ed. *Stress physiology in livestock, vol iii poultry, crc press, boca raton (usa).* 2-71.

- 46) **Hjetland, h. N., brinchmann, e. I., scherer, r. Et melby-lervåg, m, 2017.** Preschool predictors of later reading comprehension ability: a systematic review. *Campbell systematic reviews*, 13(1), 1-155. Doi: <https://doi.org/10.4073/csr.2017.14>
- 47) **Hosseini-vashana, s. J., m. Safdari-rostamabada, a. H. Pirayb, h. Sarir, 2020.** The growth performance, plasma biochemistry indices, immune system, antioxidant status, and intestinal morphology of heatstressed broiler chickens fed grape (vitis vinifera) pomace. *Animal feed science and technology* volume 259, 114343.
- 48) **Hu, h.,x. Bai,k. Xu,c. Zhang,and l chen, 2021.** Effect of phloretin on growth performance, serum biochemical parameters and antioxidant profile in heat-stressed broilers. *Poultry science* 100:101217
- 49) **Huang s, yang h, rehman mu, tong z, 2018.** Acute heat stress in broiler chickens and its impact on serum biochemical and electrolyte parameters. *Indian journal of animal research* 52 :683-686.
- 50) **Jahan, n., naveed, s., zeshan, m. Et tahir, m. A, 2016.** How to conduct a systematic review: a narrative literature review. *Cureus*, 8(11). Doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.864>
- 51) **Khan, k. S., kunz, r., kleijnen, j., & antes, g, 2011.***systematic reviews to support evidence-based medicine: how to review and apply findings of healthcare research* (2nd ed.). Hodder annold. [Trouvez le document en version papier](#)
- 52) **Khan, r. U., naz, s., nikousefat, z., selvaggi, m., laudadio, v., & tufarelli, v, 2011.**Effect of ascorbic acid in heat-stressed poultry. *World's poultry science journal*, 68(3), 477–490. <https://doi.org/10.1017/s004393391200058x>
- 53) **Kikusato, m., g. Xue, a. Pastor, t. A. Niewold, and m. Toyomizu, 2021.** Effects of plant-derived isoquinoline alkaloids on growth performance and intestinal function of broiler chickens under heat stress. *Poultry science* 100:957–963.
- 54) **Kloda, lorie a. And bartlett, joan c, 2013.**formulating answerable questions: question negotiation in evidence-based practice. *Journal of the canadian health libraries association*, vol. 34, n. 2, pp. 55-60.
- 55) **Kugley, s., wade, a., thomas, j., mahood, q., jørgensen, a.-m. K., hammerstrøm, k. Et sathe, n, 2017.** Searching for studies: a guide to information retrieval for campbell systematic reviews. *Campbell systematic reviews*, 13(1), 1-73. Doi: <https://doi.org/10.4073/cmg.2016.1>

- 56) **Lara, I. J., and M. H. Rostagno, 2013.** Impact of heat stress on poultry production. *Animals (basel)* 3:356–369.
- 57) **Lockwood, C., Munn, Z. Et Porritt, K, 2015.** Qualitative research synthesis: methodological guidance for systematic reviewers utilizing metaaggregation. *International journal of evidence-based healthcare*, 13(3), 179-187. Doi: <https://doi.org/10.1097/xeb.0000000000000062>
- 58) **Lozano C., de Basilio V., Oliveros I., Alvarez R., Colina I., Bastianelli D., Yahav S. Et Picard M., 2006.** Is sequential feeding a suitable technique to compensate for the negative effects of tropical climate in finishing broilers? *Animal research*. 55: 71-76.
- 59) **Luo, J., J. Song, I. Liu, B. Xue, G. Tian, and Y. Yang, 2018.** Effect of epigallocatechin gallate on growth performance and serum biochemical metabolites in heat-stressed broilers. *Poultry science* 97:599–606.
- 60) **MacLeod M.G. Et Geraert P.A., 1988.** Energy metabolism in genetically fat and lean birds and mammals. In: Leanness in domestic birds. Leclercq B. & Whitehead. C.C eds Butterworths, Sevenoaks (GB). 109-120.
- 61) **MacLeod M.G., 1984.** Factors influencing the agreement between thermal physiology measurements and field performance in poultry. *Arch. Vet med, Leipzig*, 38: 399 – 410
- 62) **Mack, I. A., J. N. Felver-Gant, R. L. Dennis, and H. W. Cheng, 2013.** Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poult. Sci.* 92:285–294. Doi:10.3382/ps.2012-02589
- 63) **Maison, P., 2010.** La meta-analyse sur données résumées. *Recherche en soins infirmiers*, 101(2), 18-24.
- 64) **Marai IFM, El Darawany AA, Fadiel A, Abdel Hafez Mam 2007.** Physiological traits as affected by heat stress in sheep: a review. *Small ruminant research* 71:1–12
- 65) **Marchini, C. F. P., Café, M. B., Araujo, E. G., & Nascimento, M. R. B. M, 2016.** Physiology, cell dynamics of small intestinal mucosa, and performance of broiler chickens under heat stress: a review. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 29(3), 159–168. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v29n3a01>
- 66) **Marder, J., and Z. Arad, 1989.** Panting and acid-base regulation in heat stressed birds. *Comp. Biochem. Physiol. A. Comp. Physiol.* 94:395–400. Doi:10.1016/0300-9629(89)90112-6
- 67) **Marsden, A., and T. R. Morris. 1987.** Quantitative review of the effects of environmental temperature on food intake, egg output and energy balance in laying pullets. *Br. Poult. Sci.* 28:693–704. Doi:10.1080/00071668708417005

- 68) **McEwen, b. S., & Akil, h, 2020.** Revisiting the stress concept: implications for affective disorders. *Journal of neuroscience*, 40(1), 12–21. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0733-19.2019>
- 69) **Merat, p, 1990.** Effets associés et utilisation de gènes majeurs réduisant la taille chez la poule domestique. *Inra productions animales*, 3(2), 151–158. [ffhal-00895897. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895897](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895897)
- 70) **Moberg, g. P, 2000.** Biological response to stress: implications for animal welfare. In g. P. Moberg, & j. A. Mench (eds.), *the biology of animal stress* (pp. 1–21). Cabi publishing. Isbn 9780851993591, <https://doi.org/10.1079/9780851993591.0001>
- 71) **Moher, d., Liberati, a., Tetzlaff, j., Altman, d. G. Et the prisma group, 2009.** Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the prisma statement. *Plos medicine*, 6(7). Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- 72) **Môreki j.c., 2008.** Feeding strategies in poultry in hot climates. Non-ruminants division, département of animal production. Poultry today. 0601.
- 73) **Munn z, Stern c, Aromataris e, Lockwood c, Jordan z, 2018.** What kind of systematic review should i conduct? A proposed typology and guidance for systematic reviewers in the medical and health sciences. *Bmc medical research methodology*.
- 74) **Mutaf, s., n. S. Kahraman, and m. Z. Firat, 2009.** Intermittent partial surface wetting and its effect on body-surface temperatures and egg production of white and brown domestic laying hens in antalya (turkey). *Br. Poult. Sci.* 50:33– 38. Doi:10.1080/00071660802592399
- 75) **N'dri a.l., 2006.** Etude des interactions entre genotype et environnement chez le poulet de chair et la poule pondeuse. These de doctorat. Departement des sciences animales. Institut national agronomique paris-grignon. 225 pages.
- 76) **Nambiema, a., j. Fouquet b, j. Guilloteau b, a. Descatha, 2021.** La revue systematique et autres types de revue de la litterature : qu'est-ce que c'est, quand, comment, pourquoi ? Archives des maladies professionnelles et de l'environnement volume 82, issue 5, pages 539-552.
- 77) **Oakley, a, 2002.** Social science and evidence-based everything: the case of education. *Educational review*, 54(3), 277-286.
- 78) **Oke, o. E, 2018.** Evaluation of physiological response and performance by supplementation of *curcuma longa* in broiler feed under hot humid tropical climate.

Tropical animal health and production, 50(5), 1071– 1077.
<https://doi.org/10.1007/s11250-018-1532-8>

- 79) **Oke, o. E., alo, e. T., oke, f. O., oyebamiji, y. A., ijaiya, m. A., odefemi, m. A., kazeem, r. Y., soyode, a. A., aruwajoye, o. M., ojo, r. T., adeosun, s. M., & onagbesan, o. M, 2020.** Early age thermal manipulation on the performance and physiological response of broiler chickens under hot humid tropical climate. *Thermal biology*, 88, 102517. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102517>
- 80) **Olanrewaju, h. A., purswell, j. L., collier, s. D., & branto, s. L, 2010.** Effect of ambient temperature and light intensity on physiological reactions of heavy broiler chickens. *Poultry science*, 89, 2668–2677. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00806>
- 81) **Ouzzani, m., hammady, h., fedorowicz, z. Et elmagarmid, a, 2016.** Rayyan. A web and mobile app for systematic reviews. *Systematic reviews*, 5(1), 210. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- 82) **Ozbey, o., & ozcelik, m, 2004.** The effect of high environmental temperature on growth performance of japanese quails with different body weight. *International journal of poultry science*, 3, 468–470. <https://doi.org/10.3923/ijps.2004.468.470>
- 83) **Padilha j.f.c., 1995.** Influence de la chaleur sur le metabolisme energetique et sa regulation chez les poulets en croissance. These de doctorat de l'universite de tours. 205 pages
- 84) **Page, m. J., moher, d., bossuyt, p. M., boutron, i., hoffmann, t. C., mulrow, c. D., shamseer, l., tetzlaff, j. M., akl, e. A., brennan, s. E., chou, r., glanville, j., grimshaw, j. M., hróbjartsson, a., lalou, m. M., li, t., loder, e. W., mayo-wilson, e., mcdonald, s., ... mckenzie, j. E, 2021.**Prisma 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372. Doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- 85) **Pawar, s. S., b. Sajjanar, v. D. Lonkar, k. P. Nitin, a. S. Kadam, a. V. Nirmale, m. P. Brahmane, and s. K. Bal, 2016.** Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 4 :332–341.
- 86) **Pellegrini, m., lake, c., neitzel, a. Et slavin, r. E, 2021.**effective programs in elementary mathematics: a meta-analysis. *Aera open*, 7, 1-29. Doi: <https://doi.org/10.1177/2332858420986211>

- 87) **Pereira df, naas a, salgado da, gaspar cr, bighi ca, penha nij 2007.** correlations among behavior, performance and environment in broiler breeders using multivariate analysis. *Revista brasileira de ciencia avicola* 9 :207–213
- 88) **Picard m, sauveur b, fenardji f, angulo i, mongin p 1993.** ajustements technico-economiques possibles de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *Inra prod anim* 6(2) : 87-103
- 89) **Pollock, a. Et berge, e, 2018.** how to do a systematic review. *International journal of stroke: official journal of the international stroke society*. Vol. 13, n° 2, pp. 138-156.
- 90) **Puron, d., santamaria, r., & segura, j. C, 1994.** Effect of sodium bicarbonate, acetylsalicylic and ascorbic acid on broilers performance in tropical environment. *Journal of applied poultry research*, 3, 141–145. <https://doi.org/10.1093/japr/3.2.141>
- 91) **Quinteiro-filho, w.m.; gomes, a.v.s. ; pinheiro, m.l. ; ribeiro, a. ; ferraz-de-paula, v. ; astolfi-ferreira, c.s. ; ferreira, a.j.p. ; palermo-neto, j, 2012.** Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with salmonella enteritidis. *Avian pathol.*41, 421–4127.
- 92) **Ramiah, s. K., e. A. Awad, s. Mookiah, and z idrus, 2019.** Effects of zinc oxide nanoparticles on growth performance and concentrations of malondialdehyde, zinc in tissues, and corticosterone in broiler chickens under heat stress conditions. *Poultry science* 98:3828–3838.
- 93) **Rey, o, 2006.** Qu'est-ce qu'une « bonne » recherche en education ? Institut français de l'education.
- 94) **Romijn c., lockhorst w., 1966.** Heat regulation and energy metabolism in the domestic fowl. In *physiology of the fowl*, 211-227. Ed c. Horton smith and e.c. Anorso, oliver & boyd edinburg london.
- 95) **Ruff, j., t. L. Barros, g. Tellez, jr. J. Blankenship, h. Lester, b. D. Graham, c. A. M. Selby, c. N. Vuong, s. Dridi, e. S. Greene, x. Hernandez-velasco, b. M. Hargis, and g. Tellez-isaias, 2020.** Research note: evaluation of a heat stress model to induce gastrointestinal leakage in broiler chickens. *Poultry science* 99:1687–1692.
- 96) **Sacre, m., lafontaine, d. & toczek, m.-c, 2021.** Comprendre et concevoir des revues systematiques de la litterature en sciences de l'education et de la formation. *Nouveaux cahiers de la recherche en education*, 23(2), 1–27.

- 97) **Sahin, k., c. Orhan, m. Tuzcu, n. Sahin, a. Hayirli, s. Bilgili, and o. Kucuk, 2016.** Lycopene activates antioxidant enzymes and nuclear transcription factor systems in heat-stressed broilers. *Poultry science* 95:1088–1095.
- 98) **Sahin, k., sahin, n., kucuk, o., hayirli, a., & prasad, a. S, 2009.** Role of dietary zinc in heat stress poultry: a review. *Poultry science*, 88, 2176–2183. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00560>
- 99) **Sahin, n., a. Hayirli, c. Orhan, m. Tuzcu, f. Akdemir, j. R. Komorowski, and k. Sahin, 2017.** Effects of the supplemental chromium form on performance and oxidative stress in broilers exposed to heat stress. *Poult. Sci.* 96:4317–4324.
- 100) **Sarsour, a. H., and m. E. Persia, 2022.** Effects of sulfur amino acid supplementation on broiler chickens exposed to acute and chronic cyclic heat stress. *Poultry science* 101:101952.
- 101) **Saussez, f. Et lessard, c, 2009.** Entre orthodoxie et pluralisme, les enjeux de l'éducation basée sur la preuve. *Revue française de pédagogie*, 168, 111-136. Doi:<https://doi.org/10.4000/rfp.1804>.
- 102) **Sayed, m. A. M., & downing, j, 2015.** Effects of dietary electrolyte balance and addition of electrolyte–betaine supplements in feed or water on performance, acid–base balance and water retention in heat-stressed broilers. *British poultry science*, 56, 195–209. <https://doi.org/10.1080/00071668.2014.995594>
- 103) **Sohail, m. U., a. Ijaz, m. S. Yousaf, k. Ashraf, h. Zaneb, m. Aleem, and h. Rehman, 2010.** Alleviation of cyclic heat stress in broilers by dietary supplementation of mannan oligosaccharide and lactobacillus-based probiotic: dynamics of cortisol, thyroid hormones, cholesterol, c-reactive protein, and humoral immunity. *Poult. Sci.* 89:1934–1938.
- 104) **Sohail, m. U., a. Ijaz, m. Younus, m. Z. Shabbir, z. Kamran, s. Ahmad, h. Anwar, m. S. Yousaf, k. Ashraf, a. H. Shahzad, and h. Rehman, 2013.** Effect of supplementation of mannan oligosaccharide and probiotic on growth performance, relative weights of viscera, and population of selected intestinal bacteria in cyclic heat-stressed broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 22 :485–491
- 105) **Song, z. H., k. Cheng, x. C. Zheng, h. Ahmad, l. L. Zhang, and t. Wang, 2018.** Effects of dietary supplementation with enzymatically treated artemisia annua on growth performance, intestinal morphology, digestive enzyme activities, immunity, and antioxidant capacity of heat-stressed broilers. *Poult. Sci.* 97:430– 437.

- 106) **Sykes a.h., 1977.** Nutrition-environment interactions in poultry. In nutrition and the climatic environment, hare sign w., swan h. And lewis d. Eds, butterworths, sevenoaks (gb) 17-30.
- 107) **Teeter, r. G., m. O. Smith, f. N. Owens, s. C. Arp, s. Sangiah, and j. E. Breazile, 1985.** Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. *Poult. Sci.* 64:1060– 1064.
- 108) **Tesseraud, s., temim, s., guillaumin, s., michel, j., peresson, r., & chagneau, a. M, 1999.** Nutrition proteique du poulet de chair en ambiance chaude. In *3emes journees de la recherche avicole, st malo ; 1999/03/23-25.* Ed. Itavi paris, 205–208.
- 109) **Thomas, j. Et harden, a, 2008.** Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *Bmc medical research methodology*, 8(1), 45. Doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45>
- 110) **Tzschentke, b., m. Nichelmann, and t. Postel, 1996.** Effects of ambient temperature, age and wind speed on the thermal balance of layer-strain fowls. *Br. Poult. Sci.* 37:501–520. Doi:10.1080/00071669608417881
- 111) **Viriden, w. S., & kidd, m. T, 2009.** physiological stress in broilers: ramifications on nutrient digestibility and responses. *Journal of applied poultry research*, 18, 338–347. <https://doi.org/10.3382/japr.2007-00093>
- 112) **Wan, x., ahmad, h., zhang, l., wang, z., & wang, t, 2018.** Dietary enzymatically treated *artemisia annua* l. Improves meat quality, antioxidant capacity and energy status of breast muscle in heat-stressed broilers. *Journal of the science of food and agriculture*, 98, 3715–3721. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8879>
- 113) **Williams, a., e. Audsley, and d. Sandars, 2006.** Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main report. Defra research project is0205. Cranfield university and defra, bedford.
- 114) **Yahav, s., a. Straschnow, d. Luger, d. Shinder, j. Tanny, and s. Cohen, 2004.** Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poult. Sci.* 83:253–258. Doi:10.1093/ps/83.2.253
- 115) **Yahav, s., straschnow, a., plavnik, i., & hurwitz, s, 1997.** Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. *Poultry science*, 76(4), 627–633. <https://doi.org/10.1093/ps/76.4.627>
- 116) **Youssef, a.; exadaktylos, v.; berckmans, d.a, 2015.** Towards real-time control of chicken activity in a ventilatedchamber. *Biosyst. Eng.* 135, 31–43.

- 117) **Zaugg, v., savoldelli, v., sabatier, b. Et durieux, p, 2014.** Ameliorer les pratiques et l'organisation des soins : methodologie des revues systematiques. *Sante publique*, 26(5), 655-667.
- 118) **Zhang, c., x. H. Zhao, l. Yang, x. Y. Chen, r. S. Jiang, s. H. Jin, and z. Y. Geng, 2017.** Resveratrol alleviates heat stress-induced impairment of intestinal morphology, microflora, and barrier integrity in broilers. *Poult. Sci.* 96:4325–4332.

Annexes

Article	L'étude	Titre de la publication	Année de publication	Épave de poulet de chair	Sexe	nombre de poulet par point de l'expérience	U.Seg des points pendant période (J)	Température	Temp exp	Durée d'exposition	% humidité	Type de stress	PV (g)	PV exp (g)	Différence de poids %	P _{signif} (P < 0.05)	CA (g)	CA exp (g)	la différence % de poids	Différence de poids (g)	P _{signif} (P < 0.05)	CA (g)	CA exp (g)	CA (g/jour)	CA exp (g/jour)	la différence % de poids	Différence de poids (g)	P _{signif} (P < 0.05)	Mort (n)	Mort (%)	la différence de poids (g)	P _{signif} (P < 0.05)							
1	Hu et al.	Effect of phloretin on growth performance.	2021	Asher Acres	mixte	60	23-43	20	23	30.5	24 jour	chronique (continu)	2110	1702	328	-18	<0.05	NF	NF	NF	NF	361	265	153	130	-15	456	<0.05	NF	NF									
2	Luo et al.	Effect of epigallocatechin gallate on growth performance and serum biochemical metabolites in heat stressed broilers	2018	Asher Acres	male	48	14-35	21	28°C	35°C (7:00-19:00) 28°C (19:00-7:00)	12h/jour	NF	Chronique (cyclique)	1680	1510	170	-11	0.013	1.91	1.98	4	-0.07	0.31	NF	NF		NF	NF	NF	NF									
3	Sahai et al.	Effect of supplementation of mannan oligosaccharide and probiotic on growth performance, relative weight of viscera, and population of selected intestinal bacteria in cyclic heat-stressed broilers	2013	Hibbard	NF	50	23-43	20	28°C	35+2°C (10:00-18:00)	8h/jour	75±5%	Chronique (cyclique)	1924	1510	414	-27	<0.05	1.82	2.24	23	-0.42	P < 0.05	3482	3390	175	170	-3	102	<0.05	NF	NF							
4	Avad et al.	Effects of heat stress on growth performance, selected physiological and immunological parameters, caecal microflora, and meat quality in two broiler strains	2020	Cobb 500 et Ross 308	male	60	23-35	13	23°C	34°C (6h/jour)	NF	NF	Age	2065	2263	212	-10	<0.001	1.66	1.82	10	-0.16	<0.001	3697	3494	204	289	-5	203	<0.001	10	31.4	214	<0.001					
5	Khanou et al.	Effects of plant-derived isochlorogenic acid on growth performance and intestinal function of broiler chickens under heat stress	2021	Ross 308 Galus domestica	male	90	14-43	28	22+4°C	33±0°C	NF	35±52%, exp 23-74%	Chronique continu	3031	2428	603	-25	<0.001	1.88	2	6	-0.12	<0.001	4059	3186	145	114	-22	873	<0.001	NF	NF							
6	Sansour et Peria	Effects of sulfur amino acid supplementation on broiler chickens exposed to acute and chronic cyclic heat stress	2022	Ross 708	male	162	26-35	7	22.2°C	33.3°C (6h/jour, 27.8°C 18h/jour à 13.3°C) suivie de 18h/jour à 27.8°C	NF	Chronique cyclique	2129	1997	132	-7	<0.01	1.76	1.86	6	-0.1	<0.01	NF	NF		NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF		
7	Al-Farah et Abdelqader	Effects of dietary Bacillus subtilis on heat stressed broilers performance, intestinal morphology and microflora composition	2014	Hibbard	male	120	21-35	14	21 ± 2 °C	35 ± 1°C (9:00-14:00)	3h/jour	64 ± 2%	Age	2030	1842	388	-24	0.052	1.73	2.47	43	-0.74	0.026	NF	NF		NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF		
8	Ramahi et al.	Effects of zinc oxide nanoparticles on growth performance and concentrations of malondialdehyde, zinc in tissues, and corticosterone in broiler chickens under heat stress conditions	2019	Cobb 500	male	60	23-43	20	25 ± 1°C	34 ± 1°C (10:00-18:00)	6h/jour	75-90%	Age	2072	2298	274	-11	<0.001	2.06	2.24	9	-0.18	0.008	4768	4529	238	228	-5	229	0.002	10	16.7	67	>0.05					
9	Colli et al.	Influence of dietary vitamin E and selenium supplementation on broilers subjected to heat stress. Part I: Growth performance, body composition and intestinal nutrient transporters	2022	Cobb	male	160	26-35	7	25 ± 1°C	35 ± 1°C (10:00-14:00)	4h/jour	<5%	Age	2105	2022	81	-4	0.002	1.68	1.77	5	-0.09	<0.001	3156	3055	101	142	-2	61	0.042	0	4.47			0.383				
10	Sahin et al.	Lycopene activates antioxidant enzymes and nuclear transcription factor systems in heat-stressed broilers	2016	Ross 308	male	30	11-43	41	22°C	34°C (9:00-17:00)	8h/jour	65-75%	Age	2080	1656	424	-26	0.0008	1.85	2.05	11	-0.2	0.0001	3778	3316	462	41	-12	462	0.0008	NF	NF							
11	Ruff et al.	Research Note: Evaluation	2020	Cobb 500	male	160	21-43	21	24°C	35°C	NF	55 ± 5%	Chronique continu	2021	1687	1234	-73	<0.05	1.48	1.94	31	-0.46	<0.05	4903	3461	233	165	-29	1442	<0.05	NF	NF							
12	Abdelqader et al.	Effect of dietary butyric acid on performance, intestinal morphology, microflora composition and intestinal recovery of heat-stressed broilers	2016	Hibbard	male	32	21-34	13	21 ± 1°C	32 ± 1°C	NF	63 ± 2%, exp 64 ± 2%	Chronique continu	2000	2500	220	-9	<0.001	1.82	1.96	8	-0.14	0.023	NF	NF		NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	
13	Dao et al.	Effects of L-arginine and L-citrulline supplementation in reduced protein diets for broilers under normal and cyclic warm temperature	2021	Ross 308	male	72	21-35	14	24°C	33 ± 1°C	6h/jour	NF	Age	1885	1760	125	-7	>0.05	1.59	1.63	3	-0.04	>0.05	2668	2707	205	193	-6	161	>0.05	NF	NF							
14	Hosseini-Voshari et al.	The growth performance, plasma biochemistry indices, immune system, antioxidant status, and intestinal morphology of heat-stressed broiler chickens fed grape (Vitis vinifera) pomace	2020	Ross 308	male	50	25-43	27	21 °C	21 à 21.34 °C, 6 h à 27 ± 1 °C, et 21 à 24.21 °C	8h/jour	5%	Chronique cyclique	2338	1937	401	-21	0.001	1.84	2.03	10	-0.19	0.023	2668	2659	110	98	-11	329	0.005	NF	NF							
15	Sahin et al.	Effects of the supplemental chromium firm on performance and oxidative stress in broilers exposed to heat stress	2017	Ross 308	mixte	600	23-43	20	22 ± 2°C	34 ± 2°C (8:00-17:00)	8h/jour	NF	Age	2059	1625	434	-27	0.0000	1.79	1.99	11	-0.2	0.0001	3669	3224	103	161	-12	445	0.0000	NF	NF							

Résumé

Le stress thermique est un problème majeur qui affecte les performances des poulets et entraîne d'importantes pertes économiques. Malgré le grand nombre d'articles publiés sur ce sujet, 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 de l'exposition au stress thermique sur les performances de croissance des poulets de chair par rapport à ceux maintenus dans des conditions normales. L'identification des documents a été effectuée dans la base de données « Science Direct » et par une recherche manuelle. Les articles de recherches publiés entre 2012 et 2022 ont été sélectionnés sur la base des critères de sélection puis évalués. Un total de 15 études sur 147 a été inclus. L'analyse des caractéristiques des 15 articles a révélé que la majorité des études utilisent des mâles de souches commerciales avec une exposition à des températures allant de 33 à 37 °C pendant la phase de finition. L'analyse des paramètres de croissance a montré que le stress thermique réduit le poids vifs (14 études), la consommation alimentaire (10 études) et augmente l'indice de conversion alimentaire (9 études). La mortalité est rarement évaluée par les études (1 étude)

Mots-clés : Revue systématique, stress thermique, thermoneutralité, poulets de chair, performance de croissance, mortalité.

Abstract

Heat stress is a major problem which affects the performance of chickens and can result in significant economic losses. Despite the numerous articles published on this subject, the variability of results on performance parameters is high. It remains difficult, however, to draw general conclusions. For this reason, the objective of the present systematic review is to evaluate the effects of heat stress exposure on broilers compared to those under normal conditions. The identification of the documents was carried out in the database “Science Direct” and by a manual search. Research articles published between 2012 and 2022 were selected on the basis of the selection criteria and then evaluated. A total of 15 of 147 studies were included. Analysis of the characteristics of the 15 articles revealed that the majority of the studies used males of commercial strains with exposure to temperatures ranging from 33 to 37°C during the finishing phase. Growth parameters analysis of growth has shown that heat stress reduces live weight (14 studies), food consumption (10 studies) and increases feed conversion index (9 studies). Mortality is rarely assessed by studies (1 study)

Keywords: Systematic review, heat stress, thermoneutrality, broilers, growth performance, mortality.

الملخص

الإجهاد الحراري مشكلة كبيرة تؤثر على أداء الدجاج وتؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة. على الرغم من العدد الكبير من المقالات المنشورة حول هذا الموضوع، إلا أن تباين نتائج الأداء لا يزال مرتفعاً. ومع ذلك، من الصعب استخلاص استنتاجات عامة. لهذا الغرض، الهدف من هذه المراجعة المنهجية للأدبيات هو تقييم التأثير الحقيقي للتعرض للإجهاد الحراري على أداء نمو دجاج التسمين مقارنة بتلك التي يتم الحفاظ عليها في ظل الظروف العادية. تم التعرف على الوثائق في قاعدة البيانات "ساينس دايركت" وعن طريق البحث اليدوي. تم اختيار المقالات البحثية المنشورة بين عامي 2012 و2022 على أساس معايير الاختيار ثم تقييمها. تم تضمين ما مجموعه 15 من 147 دراسة. كشف تحليل خصائص المقالات الخمسة عشر أن غالبية الدراسات استخدمت ذكوراً من السلالات التجارية مع تعرضهم لدرجات حرارة تتراوح من 33 إلى 37 درجة مئوية خلال مرحلة التثقيب. أظهر تحليل معاملات النمو أن الإجهاد الحراري قلل من الوزن الحي (14 دراسة)، واستهلاك الغذاء (10 دراسات) وزيادة مؤشر تحويل العلف (9 دراسات). نادراً ما يتم تقييم الوفيات من خلال الدراسات (دراسة واحدة)

الكلمات المفتاحية: المراجعة المنهجية، الإجهاد الحراري، الحياد الحراري، دجاج التسمين، أداء النمو، النفوق.