

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE SUPERIEUR D'EL-HARRACH-ALGER

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة- الحراش – الجزائر

**PROJET DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE**

THEME :

**Effet de la supplémentation alimentaire
en sélénium organique sur les performances
de croissance du poulet de chair élevé
au chaud**

Présenté par : Mr. ARRAR Mohamed Yazid

Mr. BOUDERROUMI Messaoud

Mr. ATTOU Mohamed

Soutenu le : 25/06/2014

Le jury :

Présidente : Pr. AIN BAAZIZ H, Professeur, ENSV, Alger

Promotrice : Pr. TEMIM S, Professeur, ENSV, Alger

Examineur 1 : Dr. SAHRAOUI L, Maître assistant A, ENSV, Alger

Examineur 2 : Dr. ABED M, Maître assistant B, ENSV, Alger

Année universitaire : 2013/2014

Remerciements

Ce travail a pu être mené à terme grâce aux conseils de Mme TEMIM S. que nous remercions vivement pour sa patience et son encouragement.

Nous remercions également :

Mlle AINBAZIZ, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury.

Mme SAHRAOUI L et Mm Abed M. Maitres assistantes à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire qui ont bien voulu examiner ce travail.

*Nous tenons à remercier le personnel de la bibliothèque de
L'E. N.S.V. d'Alger.*

L'équipe de l'ITELV pour toute leur aide durant toute la partie expérimentale, on citera :

Mr Fayçal TETAH et Mr Slimane.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Au nom de dieu le tout puissant et le très miséricordieux par la grâce duquel j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

♥ *Ma très chère mère, qui avait cru en moi avec toute la force d'une mère exemplaire, et ayant induit en ma profonde personne.*

♥ *Mon très cher père, qui ne s'est jamais lassé de me soutenir et de m'apporter son attention de père.*

♥ *Mes chers frères et adorables sœurs.*

♥ *A tous mes amis :*

*Particulièrement mes partenaires de PFE (moh et mosta)
et Alaa, Ahmed, Amino, Abdo, Amine.*

♥ *A tous mes amis de l'ENSV, dieux sais qu'ils sont nombreux.*

♥ *A tous ceux qui me sont chers ;
A tous je dédie ce modeste travail*

Messaoud bilfel

Dédicaces

*Au nom de Dieu le tout puissant et le très miséricordieux par la grâce
duquel j'ai pu réaliser ce modeste travail,*

Je dédie ce mémoire :

*Aux êtres les plus chers que j'ai dans ma vie **ma mère**
et **mon père**.*

*A mes frères : **Elyes** et sur tout **Razik**,*

*A mes chères sœurs ; **S ,N,F ,R,M,N***

*A mon trinome **billal** et **mosta***

*A mes chères amis ; **Abdo, Mino, issam, hakim ,houssine ,hicham ,maroua**
,raouia et surtout **sarah benb...***

*A mes camarades et tout les amis de l'ENSV , et sur tout de la promotion
2009.*

*A docteurs **issa manaà, tayeb azzem** et **noureldine***

A tous mes amies d'enfance et les collèges d'études

*Enfin à tous ceux qui m'ont aidée pendant ma carrière scolaire, à ceux qui
me veulent du bien et du bonheur*

MOHAMED.Y

Dédicaces

*Au nom de Dieu le tout puissant et le très miséricordieux
par la grâce duquel j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*Aux êtres les plus chers que j'ai dans ma vie,
ma mère et mon père*

Qui m'ont soutenu avec tout ce qu'ils ont ;

*A mes frères :houcine et sur tout touhami
A ma chère soeur; fatima
A tous mes amis :*

*Particulièrement mes partenaires de PFE
Billel et Moh Tadjenanet
et Samir, Amine, Ahmed & Karim*

*A tous mes amis de l'ENSV;
A Samir, Sarah qui nous ont énormément aidés*

*A tous ceux qui me sont chers ;
A tous je dédie ce modeste travail.*

Moh mosta

LA LISTE DES FIGURES :

Etude bibliographique :

Figure 1. Réponses des volailles au stress thermique.....	7
Figure 2. Classification et propriétés chimiques du sélénium	10
Figure 3. Formes organiques et inorganiques du sélénium.....	11
Figure 4. Equilibre chimique des formes de Se disponibles dans le sol.	12

Matériel et méthodes :

Figure5. Présentation de l'additif ALKOSEL.....	21
Figure 6. Vues du bâtiment d'élevage utilisé pour l'essai.....	22

Résultats :

Figure7 : Effet de la supplémentation en sélénium sur le poids vif et le gain de poids.....	27
Figure 8. Effet de la supplémentation en sélénium sur l'ingéré alimentaire des poulets.....	29
Figure 9. Effet de la supplémentation en sélénium sur l'indice de conversion des poulets.....	30

LA LISTE DES TABLEAUX

Etude bibliographique :

Tableau 1. Les principales formes chimiques du Sélénium.....11

Tableau 2 Incidence de la teneur en Se de la roche mère sur celle des plantes13

Tableau 3. Teneurs en sélénium de différents aliments13

Matériel et méthodes :

Tableau4 : Caractéristiques des aliments utilisés durant l'essai.....20

Tableau 5 : Programme de prophylaxie appliqué durant l'essai.....23

Résultats :

Tableau 6 : poids vif moyen et gain de poids moyen des poulets24

Tableau 7: ingère alimentaire moyen des poulets28

Tableau 8: indice de conversion des poulets29

Tableau 9: Index de production, Gain moyen quotidien, Indice de consommation et viabilité des poulets30

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
--------------------------	----------

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Le stress thermique chez le poulet de chair.....	3
I.1. Le stress thermique : définition.....	3
I.2. Effets du stress thermique sur les paramètres zootechniques.....	3
I.2.1. Effet sur l'ingère alimentaire et la croissance pondérale.....	3
I.2.2. Effet sur la consommation hydrique.....	5
I.2.3. Effet sur le taux de mortalité.....	5
I.3. Effets du stress thermique sur les paramètres physiologiques	5
I.3.1. Effet sur la température corporelle.....	5
I.3.2. Effet sur le métabolisme sanguin.....	6
I.3.3. Effet du stress thermique sur l'utilisation digestive des aliments	7
I.3.4. Effet du stress thermique sur le métabolisme glucidique	8
I.3.5. Effet du stress thermique sur le métabolisme protéique	8
I.3.6. Effet du stress thermique sur le contrôle hormonal	9
II. Le Sélénium : Propriétés et rôles physiologiques chez le poulet.....	9
II. 1. Généralités et propriétés physico-chimiques.....	9
II.2. Sources et formes du sélénium	11
II.2.1. Dans le sol.....	12
II.2.2. Dans la plante.....	13
II.2.3. Dans l'organisme animal	14

II.3. Rôles du sélénium dans l'organisme	14
III.3.1. Rôle Antioxydant ou anti-radicaux libres.....	14
II.3.2. Rôles du Se dans l'immunité.....	16
II.3.3. Autres rôles du sélénium.....	16
II.4. Modes d'Action au niveau cellulaire.....	17
II.4.1. Intervention du sélénium dans la respiration cellulaire.....	17
II.4.2. Protection des membranes.....	18

PARTIE EXPERIMENTAL

Matériels & méthodes

I. Objectif.....	19
II. Lieu, période et durée de l'essai	19
III. Animaux.....	19
IV. Traitements expérimentaux.....	19
V. Aliment.....	20
VI. Modalités de la supplémentation en sélénium.....	20
VII. Bâtiment d'élevage	21
VIII. Equipements d'élevage	22
IX. Programme de prophylaxie.....	23
X. Paramètres mesurés	24
X1. Poids vif moyen.....	24
X.2. Gain de poids	24

X.3. Ingéré alimentaire.....	24
X.4. Indice de conversion alimentaire.....	24
X.5. Taux de mortalité	25
X.6. Index de production.....	25
XI. Étude statistique.....	25
I. Poids vif et gain de poids.....	26
II. Consommation alimentaire.....	28
III. Indice de conversion alimentaire	29
IV. Effet sur la mortalité.....	30
V. Etude économique	30
<i>DISCUSSION ET CONCLUSION.....</i>	<i>32</i>

REFERENCES

A

u cours de ces dernières décennies, l'aviculture nationale a connu une expansion indéniable. Celle-ci est néanmoins freinée par une contrainte majeure qu'est la température ambiante élevée.

De par sa localisation géographique, l'Algérie est considérée comme un pays chaud où les pics de température atteignent parfois les 40-45°C en été. Ces températures ambiantes élevées induisent des pertes économiques considérables en termes de chute de croissance et de forte mortalité.

En effet, les températures ambiantes (T_a) chaudes provoquent chez l'animal un **stress thermique** (ST) dont le type diffère selon la durée d'exposition et l'amplitude de l'élévation de la T_a . Ainsi, lors d'élévation brutale et de courte durée (quelques heures), le poulet subit un **stress thermique aigu**, qualifié de coup de chaleur. Lors d'élévation modérée, généralement cyclique (entre 29 et 35°C, T_a plus fraîche la nuit) et sur une période prolongée (de quelques jours à quelques semaines), le **stress thermique** est dit **chronique**.

Les réponses de l'animal diffèrent selon le type de stress thermique. Le stress thermique aigu implique des changements immédiats et radicaux convergeant vers un seul objectif : la survie de l'animal. En revanche, lors de stress thermique chronique, les changements sont relativement faibles, sur une assez longue période, jusqu'à atteindre un nouvel état d'équilibre (homéostasie) qui permet à l'animal de s'adapter à son nouvel environnement (acclimatement). Dans ce cas, la survie des poulets est légèrement affectée mais la croissance est fortement ralentie (TEMIM 2000).

Pour pallier les effets négatifs de la chaleur, diverses solutions ont été explorées. Celles-ci sont à adapter au type de stress thermique considéré. Lors de stress thermique aigu, les mesures sont essentiellement techniques (gestion adaptée des paramètres d'ambiance : température, hygrométrie, renouvellement d'air, densité d'élevage, retrait d'aliment...). Lors d'exposition chronique à la chaleur, les solutions à envisager sont plutôt d'ordre génétique ou nutritionnel, passant par une modification de la composition de la ration alimentaire (taux de protéines, acides aminés, concentration en énergie ...) (PADILHA et al., 1995 ; AIN BAZIZ, 1996 ; TEMIM et al., 2000) ou l'ajout de différents types d'additifs : vitamines, électrolytes, probiotiques et oligoéléments notamment le sélénium pour ses vertus anti-oxydante.

Le sélénium (Se) est un élément essentiel pour la santé des oiseaux. Il fait partie du groupe des oligoéléments. Il est reconnu comme ayant des propriétés antivirales et anticarcinogènes. Il joue également un rôle important dans la fonction reproductrice, le développement, l'immunocompétence et le vieillissement (SURAI, 2002). Le Se est essentiel à l'activité de l'enzyme glutathion peroxydase (GSH-Px) (ROTRUCK *et al.*, 1973) qui est considérée comme

l'une des premières lignes dans la défense antioxydante des cellules des tissus aviaires. En effet, la GSH-Px catabolise les peroxydes d'hydrogène et les hydroperoxydes lipidiques formés durant le métabolisme et la dismutation des radicaux superoxydes (JAESCHKE, 1995),

Certains auteurs (MAHMOUD et EDEN 2003, MAHMOUD et EDENS 2005, HABIBIAN et al 2013) suggèrent que la supplémentation alimentaire en sélénium organique confère une résistance au stress oxydant induit par l'exposition aux températures ambiantes élevées et améliore la réponse immunitaire (NIU et al 2009). Cette résistance aux facteurs de stress serait due à un état d'oxydo-réduction amélioré des poulets supplémentés en sélénium. Qu'en est-il dans nos conditions d'élevage de poulet de chair en période estivale?

Dans ce contexte, nous nous proposons d'étudier l'effet d'une supplémentation alimentaire en sélénium organique sur les performances de croissances du poulet de chair élevé au chaud (conditions de stress thermique chronique).

La première partie de ce mémoire est consacrée à une étude bibliographique articulée sur deux chapitres : le premier traitera des effets du stress thermique (ST) sur la physiologie du poulet de chair ; le second abordera les propriétés générales ainsi que les effets bénéfiques du sélénium.

La deuxième partie présentera notre étude expérimentale menée en conditions réelles de chaleur estivale. Les méthodologies et les protocoles utilisés seront d'abord globalement décrits puis les résultats seront présentés et discutés. La conclusion générale fera le point des idées acquises et des perspectives qui en découlent.

Etude bibliographique

I. Le stress thermique chez le poulet de chair

I.1. Le stress thermique : définition

Le stress thermique est la somme des forces extérieures à un animal homéotherme qui agissent pour modifier la température corporelle par rapport à l'état normal (YOUSEF 1984). Ce stress a pour conséquent une situation de déséquilibre dans l'organisme à cause de plusieurs modifications complexes du système endocrinien en réponse aux besoins immédiats de l'animal. Selon la durée et l'intensité de l'exposition des poulets à des fortes températures, le stress thermique est divisé en deux types, aiguë (qualifié aussi de coup de chaleur) et chronique (DE BASILO et PICARD 2002).

Le stress thermique aigu, ou coup de chaleur, est observé lors de températures ambiantes très élevées pendant un temps relativement bref. Sa principale conséquence est une augmentation de mortalité, souvent par étouffement (GERAERT 2006). Ce type de stress implique des changements immédiats et radicaux qui convergent vers un seul objectif : la survie de l'animal (TEMIM 2000).

Le stress thermique chronique concerne une exposition à une température ambiante élevée chronique durant quelques jours et jusqu'à plusieurs semaines. Les conséquences principales sont représentées par une baisse des performances des poulets. Dans ce cas, la mortalité n'est que légèrement augmentée, alors que les performances de production sont très affectées (TEMIM 2000).

I.2. Effets du stress thermique sur les paramètres zootechniques

I.2.1. Effet sur l'ingère alimentaire et la croissance pondérale

Une température chaude peut entraîner de remarquables réductions de la consommation alimentaire des animaux, ce qui pourrait expliquer la diminution des performances de croissance. En effet, cette baisse d'ingestion alimentaire entraîne chez l'animal une diminution de la production de chaleur interne lui permettant de mieux maintenir son homéostasie (YUNIS et CAHANER 1999). La consommation alimentaire moyenne des poulets de chair soumis à un stress thermique diminue de 13% à 38% par rapport à ceux élevés en zone de neutralité thermique (BORDAS 1986, WAIBEL et MACLEOD 1995; MENDES et al. 1997, VELDKAMP et al. 2000).

Cette baisse de consommation entraîne un ralentissement de la croissance des poulets associée à une altération de leur indice de consommation, quel que soit leur origine génétique (GERAERT et al 1993).

MITCHELL et GODDARD (1990) ont rapporté que les poulets élevés à 30°C ont des performances de croissance inférieures à celles des poulets élevés à 22°C, même lorsque leurs rations sont identiques. Les recherches effectuées par d'autres auteurs (GERAERT 1991,

PADILHA et al 1996, TEMIM et al 1999, TESSERAUD et TEMIM 1999) ont confirmé ces résultats en montrant que la chaleur entraîne chez le poulet de chair un ralentissement de la croissance qui serait lié à un effet direct de la chaleur ambiante sur la physiologie du poulet en plus de son effet indirect via la baisse d'ingéré alimentaire.

Certains travaux ont rapporté que la croissance du mâle peu être améliorée lorsque les températures ambiantes avoisinent les 20°C (+ 0,1 % par Degrés). Par contre, les températures ambiantes supérieures à 20°C ont ralenti la croissance de -1% par accroissement de 1°C. Les femelles sont en général un peu moins sensibles à la température que les mâles (LARBIER et al. 1993).

Une élévation de la température ambiante (Ta) dans l'intervalle de 27 à 30°C entraine une diminution moyenne de l'ingéré de l'ordre 1,4% par degré d'augmentation, et une baisse de gain de poids de 10 à 20%. Au-delà de 30°C, la chute d'ingéré atteint 2,2% par degré d'élévation de la Ta et celle de gain de poids est de 2,5% par degré d'augmentation (TEMIM 2000).

L'âge et le poids vifs des animaux en début d'exposition au stress thermique jouent un rôle important. Ainsi, les résultats d'une étude réalisée sur des poulets exposés à 32°C entre 2 et 4 semaines d'âge ont révélé une diminution de 14% pour l'ingéré alimentaire avec un indice de consommation inaltéré par rapport à des poulets plus âgés (4 et 6 semaines d'âge) et exposés à une même température ambiante (Geraert et al 1996).

1.2.2. Effet sur la consommation hydrique

Lors d'un stress thermique, l'augmentation de la consommation d'eau semble un comportement majeur des poulets pour améliorer les performances (BALNAVE et OLIVA 1990). Les oiseaux exposés à une haute température ambiante consomment 2,5g d'eau pour 1g d'aliment comparé avec seulement 1,5g d'eau pour 1g d'aliment sous une température ambiante normale (CAHANER 2003). Cette augmentation de la consommation d'eau est sensible dès 20°C (BOUZOUAIA 1992) et le rapport eau sur aliment augmente pour atteindre une valeur voisine de 8 à 37°C au lieu de 1,8-2 entre 18-20°C (CHAKROUN 2004).

1.2.3. Effet sur le taux de mortalité

Une température ambiante élevée constitue l'un des facteurs de mortalité les plus importants aussi bien dans les pays à climat tempéré (lors d'un coup de chaleur en période estivale) que dans les pays à climat tropical (MAHMOUD et al. 1996).

La mortalité par coup de chaleur peut être très élevée. Elle représente 5% des mortalités dans le monde d'après LAZARO (2003). Certaines études ont montré que la mortalité par coup de chaleur peut dépasser les 10% de l'effectif de départ (GOGNY et SOUILEM 1991). Elle est due généralement à une défaillance cardiaque associée à des troubles nerveux consécutifs à Talc alose et Thypoxie chronique (BOUZOUAIA, 1992).

1.3. Effets du stress thermique sur les paramètres physiologiques

1.3.1. Effet sur la température corporelle

Les poulets ont une température interne de 41°C à 42°C. Lorsque les mécanismes de thermorégulation n'arrivent pas à maintenir des conditions de température centrale (corporelle) normale, on parle soit d'hypothermie lorsque la température centrale est trop basse, soit d'hyperthermie lorsque la température centrale est trop élevée (ROMIJN et LOCKHOSRT 1966).

Lors d'hyperthermie, l'animal ne parvient plus à éliminer suffisamment de calories, en particulier par évaporation, le bilan calorique devient positif et par voie de conséquence, la température interne s'élève. Cette élévation conduit à son tour à une augmentation de la production de chaleur par l'animal. L'organisme est alors entraîné rapidement dans une succession de phénomènes métaboliques qui aboutissent à la mort. La température critique maximum est en moyenne de 46°C. L'hyperthermie devient très nette en général vers une température ambiante de 42°C. Toutefois, au-dessus de 30°C, la température interne devient déjà sensible à la température externe, l'accroissement étant de l'ordre de 0,15°C par degré (LARBIER et LECLERCQ 1993).

1.3.2. Effet sur le métabolisme sanguin

Le stress thermique aigu entraîne une augmentation importante du taux d'adrénaline qui est un facteur majeur de la glycogénolyse puis le relais pris par les glucocorticoïdes pour un stress de longue durée, donc une hyperglycémie lors du stress est le résultat de plusieurs phénomènes : - une glycogénolyse au niveau du foie ; - une néoglucogenèse à partir des acides aminés issues des protéines musculaires, de glycérol et acides gras issues du tissu adipeux (triglycérides).

Aussi, l'augmentation du rythme respiratoire entraîne une modification d'équilibre acido-basique du sang avec l'installation d'une alcalose respiratoire puis d'une alcalose sanguine. Les principales réactions du poulet face à l'élévation de la température ambiante sont résumées dans la figure suivante (**Figure 1**).

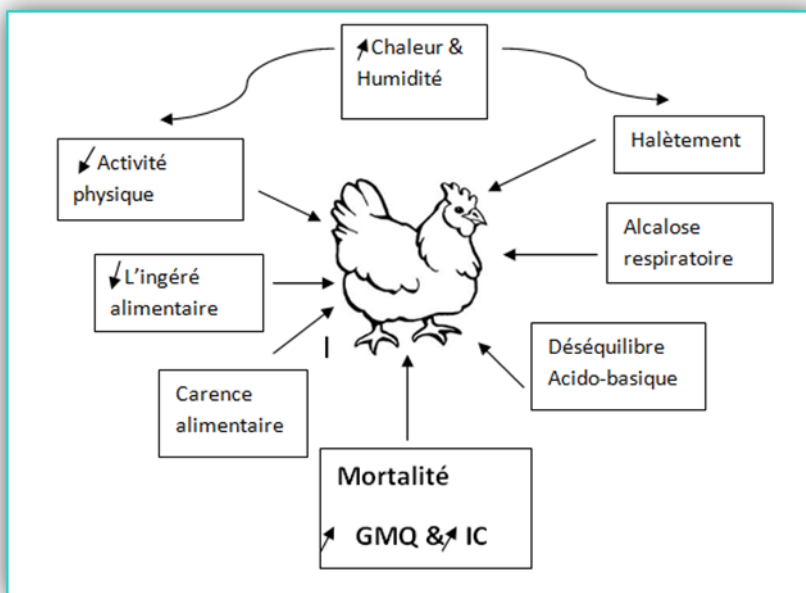


Figure 1. Réponses des volailles au stress thermique (GHAOUI, 2009)

I.3.3. Effet du stress thermique sur l'utilisation digestive des aliments

Les différentes études portant sur l'utilisation digestive des aliments chez le poulet élevé dans une ambiance chaude révèlent une grande variabilité des résultats. L'exposition chronique à la chaleur entraînerait des effets néfastes sur l'aptitude du poulet à digérer son aliment, aptitude mesurée par l'énergie métabolisable (LARBIER et al, 1993). Ainsi certains auteurs rapportent que l'énergie métabolisable (EM) de l'aliment n'est pas significativement modifiée au chaud et serait même légèrement augmentée (TEMIM, 2000). En revanche, d'autres expériences révèlent une diminution de l'EM au chaud (GERAERT et al, 1997).

BONNET et al (1997) rapportent qu'une exposition chronique à 32°C ne modifie pas l'énergie métabolisable d'une ration à base de Maïs-soja, alors que celle d'un aliment à base de blé- pois-graisse est significativement diminuée dans ces même conditions. En effet, la digestibilité des protéines et des acides aminés est affectée par l'augmentation de la température (de 21°C à 32°C). Une altération de la digestibilité de différents composants des aliments (protéines, matières grasses et amidon) chez des poules et de la rétention protéique chez des dindons âgés de 16 semaines exposés à une température élevée est souvent observée (BONNET et al, 1997 ; WAIBEL et MACLEOD, 1995). La digestibilité des sucres ne semble pas affectée par les températures ambiantes élevées. La transformation de l'énergie alimentaire non lipidique en lipides corporels est diminuée au chaud et donc la lipogenèse de novo à partir des glucides du régime est réduite. En revanche, il a été constaté que les poulets élevés au chaud déposent plus les lipides alimentaires en lipides corporels notamment avec les régimes très énergétiques (AIN BAZIZ, 1996). L'engraissement des poulets exposés au chaud proviendrait donc plus d'un dépôt des acides

gras d'origine alimentaire que d'une lipogenèse de novo. L'adiposité accrue des poulets au chaud peut aussi provenir d'une utilisation plus faible des réserves lipidiques pour la couverture des besoins énergétiques.

I.3.4. Effet du stress thermique sur le métabolisme glucidique

Les glucides représentent la principale source de nutriments énergiques chez le poulet. Les lipides déposés proviennent donc essentiellement d'une synthèse de novo à partir des glucides alimentaires. La diminution de croissance et l'engraissement observés au chaud suggèrent des modifications de l'utilisation du glucose et de son contrôle par l'insuline (TESSERAUD et TEMIM 1999). Les premières mesures de concentration en glucose dans le sang avaient révélé au chaud une glycémie à jeun peu changée et au contraire une tendance à l'augmentation à l'état nourri, l'insulinémie n'étant pas modifiée par la chaleur dans les deux cas (à jeun ou nourri) (PADILHA 1995 ; GARRIGA et al 2005). Les tests de sensibilité à l'insuline exogène (PADILHA 1995 ; GERAERT et al 1996) semblent indiquer que le poulet exposé au chaud présenterait à jeun, une diminution de la réponse à l'insuline sans modification de la glycémie et de l'insulinémie basales. A l'état nourri, la glycémie plus élevée sans modification de l'insulinémie chez les poulets au chaud par rapport aux témoins suggère également un état d'insulinorésistance (GERAERT et al, 1996). Le taux plus élevé de corticostéroïdes et de glucagon rapportés par GARRIGA et al (2005) pourrait aussi expliquer l'augmentation du glucose sanguin en conditions de chaleur.

I.3.5. Effet du stress thermique sur le métabolisme protéique

Peu de travaux rendent compte de l'effet des températures ambiantes sur le renouvellement protéique tissulaire aussi bien chez les mammifères que chez les oiseaux. Chez le poulet, il semble que les vitesses de la protéosynthèse et de la protéolyse soient toutes deux réduites par la température (TEMIM 2000). Dans les études de AOYAGI et al (1988) et HAYASHI et al (1992), les taux de protéosynthèse et de protéolyse musculaires sont diminués de 30 et 85% respectivement entre 20 et 30°C, chez les poulets à l'âge de 25 jours. TEMIM (2000) a montré que l'altération du dépôt protéique au chaud était associée à une baisse des potentiels de synthèse musculaires, indépendamment de la réduction de la consommation alimentaire. D'après cette étude, le renouvellement protéique musculaire est ralenti au chaud.

I.3.6. Effet du stress thermique sur le contrôle hormonal

Les modifications du contexte hormonal lors d'exposition chronique à la chaleur ont suscité peu d'études. Les quelques données disponibles (GERAERT et al, 1996 ; YUNianto et al, 1997 ; GARRIGA et al, 2005) indiquent toutefois les mêmes changements du profil endocrinien sous

II. Le Sélénium : Propriétés et rôles physiologiques chez le poulet

Le sélénium est un métalloïde du groupe de l'oxygène, non-métal de symbole Se, de numéro atomique 34 et de masse atomique 78,96. Il appartient au groupe 16 (ou VIA) de la classification périodique (Figure 2) (SHRIVER, 2001). C'est un élément rare, présent très souvent à l'état de traces dans les sulfures naturels où il se substitue au soufre. Six isotopes existent à l'état naturel dont les nombres de masse sont voisins de 74, 76, 77, 78, 80 et 82.

Figure 2. Classification et propriétés chimiques du sélénium
(adapté de ZUMDAHL, 1999).

D'un point de vue chimique, le Se est proche du soufre et est apparenté au tellure. Comme le soufre, il est allotropique et se présente donc sous diverses formes (SHRIVER, 2001): le sélénium rouge amorphe (doué de propriétés photoconductrices), le sélénium vitreux (formé par

refroidissement brutal du sélénium liquide) et le sélénium gris (variété thermodynamiquement stable, utilisée pour ses propriétés semi-conductrices).

Le sélénium est capable de réagir avec de nombreux éléments pour donner des composés présentant une grande analogie avec les composés correspondants du soufre. Cependant, l'affinité du sélénium pour l'oxygène est plus faible que celle du soufre. Seuls 2 oxydes sont bien connus : dioxyde de sélénium (SeO₂) et trioxyde de sélénium (SeO₃) (LAUWERYS, 2003).

Sur le plan physiologique, le sélénium fait partie des oligoéléments définis comme étant des éléments minéraux existant à dose infinitésimale dans les l'organisme vivant. Ces éléments entrent dans la constitution ou participent au fonctionnement de biocatalyseurs (enzymes), et sont qualifiés, par (OUAGUENI et YEKKOUR, 2009)., d'éléments traces essentiels : « Quand leur carence se traduit objectivement par des troubles fonctionnels et quand leur apport à doses physiologiques prévient ou guérit ce trouble » (ROUSSELET, 1991).

Ces éléments traces essentiels peuvent faire partie de molécules organiques identifiées dont la fonction est connue par exemple comme les enzymes. C'est le cas du sélénium avec la glutathion peroxydase. La teneur en Se dans l'organisme est étroitement dépendante de l'alimentation et de l'origine géographique de celle-ci.

II.2. Sources et formes du sélénium

Dans la nature, le sélénium est retrouvé aussi bien dans le sol, les plantes, l'eau et les organismes vivants, à différentes teneurs. D'un point de vue chimique, il peut être sous forme organique ou inorganique selon sa source (Tableau 1 et Figure 3).

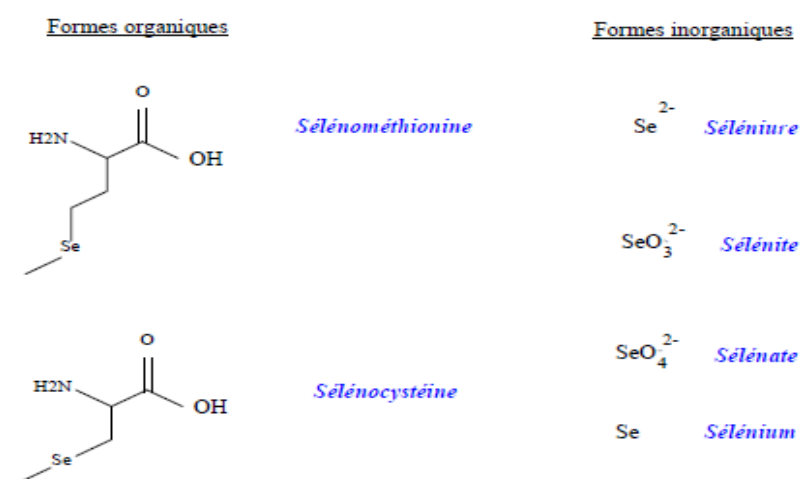


Figure 3. Formes organiques et inorganiques du sélénium

Tableau 1. Les principales formes chimiques du Sélénium (OUAGUENI et YEKKOUR, 2009)

Formes	Nom	Formules Chimiques
Organiques	Sélénocystéine	Se-CH ₂ CHNH ₂ COOH
	Sélenométhionine	CH ₃ CH ₂ Se(CH ₂) ₂ CHNH ₂ COOH
	Diméthylsélénium	(CH ₃) ₂ Se
	Diméthyldisélénium	(CH ₃) ₂ Se ₂
	Se-méthylsélénométhionine	(CH ₃) ₂ Se(CH ₂) ₂ CHNH ₂ COOH
	Se-méthylsélénocystéine	MeSeCH ₂ CHNH ₂ COOH
Inorganiques	Sélénate	H ₂ SeO ₄
	Sélénite	H ₂ SeO ₃
	Sélénium	H ₂ Se
	Sélénium élémentaire	SeO

II.2.1. Dans le sol

Le sol provient de la destruction de la roche mère dont la concentration en sélénium détermine celle des sols. Les sols sélinifères (les plus riches en sélénium) proviennent des roches sédimentaires et métamorphiques. Les sols dont la teneur en sélénium est faible sont qualifiés de sol séléniprives (CESARINI, 2004).

Dans le sol, le sélénium est surtout présent sous forme inorganique, à savoir : les sélénures (Se²⁻), le sélénium élément (SeO), les sélénites (SeO₃²⁻) et les sélénates (SeO₄²⁻) (Tableau 1). La figure 4 montre l'équilibre chimique entre les différentes formes de Se disponibles dans le sol et leurs assimilation par les plantes. La présence de ces 4 formes inorganiques est fonction du pH, de l'aération, de l'humidité du sol et de la pluviosité (OUAGENI ET YEKKOUR, 2009). Le sol peut également renfermer des formes qui proviennent soit des amendements réalisés par l'homme soit de la décomposition des plantes accumulant le sélénium.

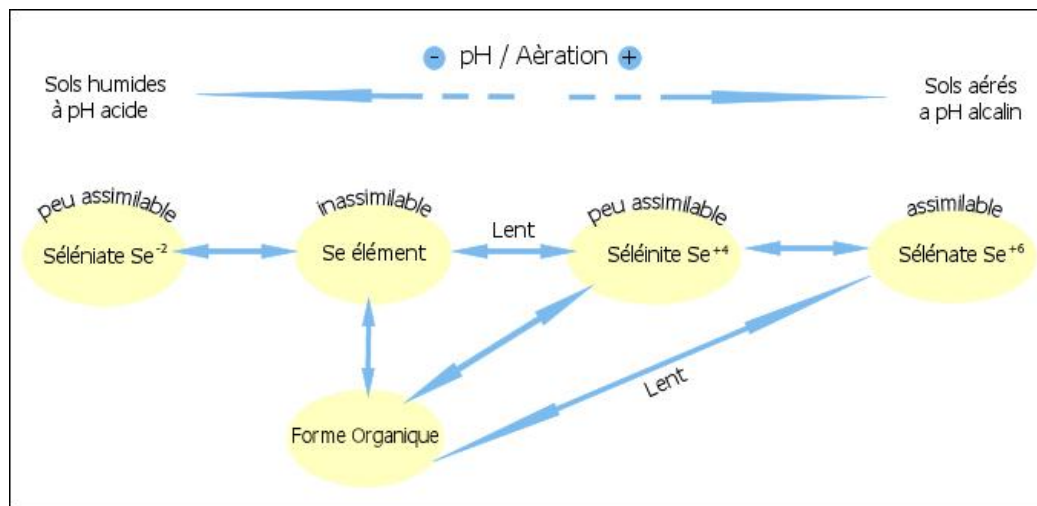


Figure 4. Equilibre chimique des formes de Se disponibles dans le sol
(adapté de DUCREUX, 2003).

II.2.2. Dans la plante

La teneur en sélénium des plantes dépend de leur capacité à accumuler cet élément, de la nature du sol sur lequel elles poussent (sélénifère ou séléniprive, caractéristique de la région), et de la forme de sélénium disponible (organique ou inorganique) (Tableau 2).

Tableau 2 Incidence de la teneur en Se de la roche mère sur celle des plantes
(adapté de DUCREUX, 2003).

Teneur en Se de la roche mère	Nature de la décomposition de la roche mère	Pluviométrie de la région	Forme du Se	Teneur en Se de la plante
Forte	Sols drainés a pH basique	Régions sub-humides (<500mm/an)	Sélénate et composés organiques	Riche en Se, jusqu'à la toxicité pour les animaux
Forte	Sols ± acides	Régions humides (>500mm/an)	Complexes l'égèrement solubles d'oxyde ferrique de sélénite	Teneur suffisante en Se pour éviter les carences Pas de toxicité pour les animaux
Faible	Indifférente	Régions	indifférente	Faible

		humides ou sèches		Carence chez les animaux
--	--	-------------------	--	--------------------------

Au niveau de la plante, le sélénium se trouve dans les zones de haute activité, puis au cours de la sénescence, il quitte les feuilles et les tiges. L’herbe jeune et les repousses sont enrichies en tous les oligoéléments et en particulier en sélénium, pour décroître ensuite avec l’âge. De manière générale, les plantes utilisées pour l’alimentation animale ont de faibles capacités d’accumulation du Se (Tableau 3). Les légumineuses absorbent beaucoup moins que les graminées (BLOOD et HENDERSON, 1976).

Tableau 3. Teneurs en sélénium de différents aliments
(DEMANGEON, 2007).

Aliments	Teneur moyenne en sélénium (mg/kg de MS)				
	Richy (1978)	INRA (1988)	INRA (1989)	INRA (2002)	Paragon (1995)
Herbe de prairie	0,24	/	0,05-0,07	/	/
Blé vert	0,30	/	/	/	/
Pois fourragers	0,32	/	/	0,15	0,18
Ensilage de maïs	0,16	/	0,035	/	/
Ensilage d’herbe fraîche	0,19	/	/	/	/
Foin de prairie	0,14	/	0,050	0,2	/
Foin de luzerne	0,37	0,03	/	0,25	/
Paille	0,16	/	/	/	/
Orge	0,09	0,02	/	0,11	0,15
Avoine	0,14	0,04	/	0,19	0,30
Blé	0,11	0,04	/	0,12	0,06
Farine d’extraction de soja	0,40	0,2	0,2	0,2	0,10
Farine d’extraction d’arachide	0,32	0,6	0,2	0,51	0,10
Farine d’extraction de colza	0,15	0,07	0,4	1,1	1

Urée	0,10	/	/	/	/
Pulpe sèche de betterave	0,16	0,03	/	0,11	0,03
Luzerne début de floraison	0,23	/	/	/	/

II.2.3. Dans l'organisme animal

Le Se est un élément trace naturellement présent dans l'organisme mais sa teneur moyenne varie selon l'origine géographique, les apports alimentaires, l'âge et l'état sanitaire de l'individu.

Dans l'organisme, le sélénium est retrouvé sous forme libre et sous forme liée à des protéines plasmatiques sanguines. Ces deux formes ne peuvent pas être différenciées par les dosages biologiques. La forme inorganique correspondant au séléniate est retrouvée uniquement au niveau des mitochondries et du réticulum endoplasmique (DUCREUX, 2003). Par ailleurs, la teneur en Se varie également en fonction de la forme de Se ingérée. Enfin, la forme organique a une biodisponibilité plus élevée que la forme inorganique (DUCREUX, 2003).

II.3. Rôles du sélénium dans l'organisme

III.3.1. Rôle Antioxydant ou anti-radicaux libres

Lors de la respiration aérobie, l'oxygène qui est essentiel à la production d'énergie peut être également nocif en induisant la production de formes réactives connues sous le nom de radicaux libres (AGARWAL, 2005). Lorsque le niveau de ces dernières dépasse le système antioxydant du corps, le stress oxydant apparaît. Les radicaux libres sont des atomes, molécules ou fragments de molécules possédant un électron non apparié, dit « électron célibataire », situé sur leur orbital externe : cet électron est à l'origine de leur grande instabilité et réactivité : leur demi-vie est très courte. En effet, celle-ci est liée à leur très grande avidité à acquérir un autre électron, afin d'obtenir une paire d'électrons sur leur couche externe, les rendant plus stables. Ceci les amène à interagir avec d'autres molécules, pouvant être des constituants cellulaires et engendrer ainsi des dommages (REICHL, 2004). Ces espèces oxygénées activées sont toxiques pour l'intégrité cellulaire : ce sont l'anion superoxyde ($O_2^{\cdot-}$), le radical hydroxyle ($\cdot OH$), le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), les hydroperoxydes ($ROOH$), l'oxyde nitrique (NO) et le dioxygène (O_2) (CALLEJAS, 2009). Mise à part leur fonction dans la phagocytose, d'autres fonctions des radicaux libres ont été découvertes récemment. Ils participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à la destruction par apoptose des cellules tumorales, au cycle cellulaire, à la différenciation cellulaire, à la régulation de la dilatation capillaire, au fonctionnement de certains neurones (notamment ceux de la mémoire), à la fécondation de l'ovule et enfin à la régulation des gènes (phénomène appelé contrôle redox des

gènes). Dans ces circonstances normales, on dit que la balance antioxydants/prooxydants est en équilibre. Si tel n'est pas le cas, que ce soit par déficit en antioxydants ou par suite d'une surproduction énorme de radicaux, l'excès de ces derniers est appelé « stress oxydant » (FAVIER, 2003).

Pour se protéger de ces attaques oxydatives, les cellules possèdent, d'une part, des défenses enzymatiques, telles que : les SuperOxydes Dismutases (SOD), la catalase, la Glutathion-peroxydase (GSH-Px), la Glutathion-S-transférase, et d'autre part, des défenses non enzymatiques comme la vitamine C, la vitamine A, la vitamine E, la taurine et le glutathion (REICHL, 2004).

Le Se joue un rôle fondamental en tant que cofacteur biologique de la glutathion peroxydase dans la lutte contre les radicaux libres. Le Se, le glutathion GSH et la vitamine E sont capables de piéger et de neutraliser la plupart des radicaux libres et leurs effets toxiques. Chez les mammifères, le Se sous forme de sélénocystéine constitue le site actif de la glutathion peroxydase. Cette enzyme localisée à la fois dans le cytosol et les mitochondries a pour rôle de réduire, en présence de glutathion réduit, un grand nombre de peroxydes. Elle agit sur le peroxyde d'hydrogène, les hydroperoxydes de stérols et de stéroïdes, de prostaglandines et d'acides gras libres. Elle protège ainsi les membranes cellulaires, les acides nucléiques, les protéines contre la dégradation par les radicaux libres. C'est pour l'instant le seul rôle indiscutable attribuable au Se, cependant seulement 33 % à 40 % du Se est sous forme glutathion peroxydase (OUAGUENI et YEKKOUR, 2009).

La glutathion peroxydase est une enzyme d'un poids moléculaire de 84000 Daltons, formée de quatre sous-unités contenant chacune un atome de sélénium incorporé dans une molécule de sélénocystéine (dans laquelle l'oxygène du groupement hydroxyle de la sérine est remplacé par le sélénium). La glutathion peroxydase est présente dans les liquides extracellulaires et dans les cellules au niveau du cytosol et des mitochondries. Elle assure la transformation des hydroperoxydes organiques, lipidiques notamment, de type ROOH en ROH (FAUTOME, WORD, 1982).

La GSH-Px est localisée dans le cytoplasme et les mitochondries, la fraction cellulaire rouge du sang présente la plus grande activité. Chez la vache l'activité GSH-Px se trouve à 98% dans les érythrocytes, 0,7% dans le plasma et 0,7% dans les leucocytes. Aussi, les leucocytes périphériques présentent une activité beaucoup plus importante que les érythrocytes. Cette forte activité dans les leucocytes peut être en relation avec la forte activité phagocytaire de ces cellules. Il existe une corrélation positive entre la teneur sanguine en sélénium et l'activité GSH-Px. Ainsi, la quantité de GSH-Px dans les érythrocytes peut être un bon indicateur des quantités de sélénium présentes dans l'organisme des bovins. Comme la teneur sanguine en sélénium, la quantité de GSH-Px dépend des apports alimentaires et de la forme ingérée (BUTLER et al., 1982).

II.3.2. Rôles du Se dans l'immunité

Le sélénium est nécessaire à une réponse immunitaire normale. Le statut en sélénium d'un animal peut affecter l'immunité de médiation humorale et cellulaire et donc la résistance aux maladies infectieuses (NEMEC , 1990).

II.3.3. Autres rôles du sélénium

Le Se intervient dans la désiodation de l'hormone thyroïdienne T4. L'iodothyronine 5'-désiodase de type I (5'-DI) contient une sélénocystéine. Cette enzyme catalyse la conversion de T4 en T3 dans la thyroïde. Chez l'animal de laboratoire, un régime pauvre en Se diminue l'activité de la 5'-DI hépatique, alors que son activité est inchangée dans la thyroïde. Dans une situation de carence en Se , la 5'-DI thyroïdienne devient prioritaire sur les autres enzymes séléno-cystéinodépendantes, les glutathion peroxydases (HOTZ et al, 1997). Enfin, le sélénium est capable de former des complexes avec certains métaux comme l'argent, le mercure, le cadmium, etc. Ces complexes jouent un rôle dans la détoxification de ces métaux mais rendent le sélénium moins disponible. Le sélénium est également un oligoélément indispensable pour la croissance de certaines cellules in vitro (DEMANGEON, 2007).

II.4. Modes d'Action au niveau cellulaire

II.4.1. Intervention du sélénium dans la respiration cellulaire

La respiration cellulaire a lieu dans les mitochondries grâce à la chaîne respiratoire constituée par une série de systèmes transporteurs d'hydrogène intervenant dans un ordre déterminé par leur potentiel d'oxydo-réduction.

L'énergie libérée par ce transport est mise en réserve sous forme d'ATP (Adénosine Tri Phosphate) synthétisé par absorption de phosphate organique. Lors de carence en sélénium, les lésions biochimiques observées traduisent un blocage au niveau du cycle de Krebs. Il y a en effet, élévation du taux plasmatique de ces acides (lactique pyruvique et alphacétoglutarique).

Le rôle du sélénium semble être spécifique au niveau de la décarboxylation oxydative de l'acide alphacétoglutarique. Cette décarboxylation a lieu en 5 étapes (OUAGUENI et YEKKOUR, 2009):

Acide alpha-cétoglutarique + TPP/E1 $\rightarrow$ Succinyl-TPP + CO₂

Succinyl-TPP + acide lipoïque oxydé/E2 $\rightarrow$ Succinyl-lipoate

Succinyl-lipoate + CoA-SH $\rightarrow$ Succinyl-S-CoA + lipoïque réduit

Acide lipoïque réduit + FAD⁺ $\rightarrow$ E3 $\rightarrow$ Acide lipoïque oxydé + FADH₂

FADH₂ + NAD⁺ $\rightarrow$ FAD⁺ + NADH₂

TPP : Thiamine Pyro-Phosphate

CoA-SH : Coenzyme A

E1 : acide alpha-cétoglutarique-déshydrogénase

E2 : dihydrolipoyl-transacetylase

E3 : dihydrolipoyl-déshydrogénase E2 : dihydrolipoyl-transacetylase

E3 : dihydrolipoyl-déshydrogénase

II.4.2. Protection des membranes

Le sélénium par l'intermédiaire de la GSH-Px dont il est le centre actif, catalyse la destruction de l'eau oxygénée, des peroxydes d'acides gras ainsi que d'autres peroxydes qui provoquent des altérations oxydatives intracellulaire. Les perturbations membranaires qui résultent d'une altération de la fluidité interfèrent avec un bon nombre de fonction cellulaire. En effet, la peroxydation diminue l'activité de certaines enzymes enchâssées dans la bicouche lipidique et de récepteurs humoraux. Cette perturbation est due en fait à l'altération des protéines par la formation de pontages entre elles et les lipides. Les protéines qui constituent les membranes sont elles aussi altérées, entraînant la perte de leur activité spécifique. Les acides nucléiques sont également soumis à la dégradation par les radicaux libres, à l'origine de mutation et de carcinogenèse (M1LAD et al., 2001)

Matériels & méthodes

I. Objectif

Le but de notre étude est d'évaluer l'effet d'une supplémentation alimentaire en sélénium organique sur les performances de croissances du poulet de chair élevé au chaud.

II. Lieu, période et durée de l'essai

L'essai a été réalisé au niveau de la station expérimentale des Monogastrique de l'institut technique des élevages (ITELV) De Baba Ali, Alger. Il s'est déroulé du 12 mai 2013 au juin 2013 soit un cycle d'élevage complet de 49 jours

III. Animaux

Un effectif de 750 poussins d'un jour de souche ISA F15 Hubbard (sexes mélangés), issus d'un même couvoir (Dar El Beida, SIFAAC : Société Industrielle d'Aliment et Accoureur) ont été pesés, triés et divisés en 2 groupes de 360 sujets de poids moyen homogène ($41,68 \text{ g} \pm 0,98$). Chaque groupe est ensuite réparti dans 6 parquets à raison de 60 sujet par parquet soit une densité de 12 poussins/m^2 . La répartition des lots au sein du bâtiment a été réalisée de manière à avoir une disposition homogène des sujets selon les traitements et régimes étudié. Chaque sujet mort au cours des premières 48 heures a été pesé et remplacé par un autre de même poids.

IV. Traitements expérimentaux :

Dans cet essai, nous comparons les deux traitements suivants :

- **un groupe T** de poulets témoins nourris avec un aliment complet standard (aliment de base) durant tout le cycle d'élevage.
- **un groupe Se** de poulet recevant le même aliment de base supplémenté en sélénium organique à la dose de 0,4ppm d'additif.

Chaque groupe comporte 6 répétitions (6 parquets de 60 sujets).

V. Aliment

L'aliment est de type farineux, fabriqué par le groupe avicole de l'EST « Filiale du groupe ONAB » Unité d'Oum El Bouaghi. Tous les animaux reçoivent 3 types d'aliments standards adaptés aux trois phases d'élevage, à savoir : un aliment « démarrage » distribué entre J1 et J10 ; un aliment « croissance » distribué entre J11 et J42 et un aliment « Finition » distribué entre J43 et J49. L'aliment est fourni *ad libitum* au même titre que l'eau de boisson et ce

durant toute la période d'élevage. Les caractéristiques des aliments sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau4 : Caractéristiques des aliments utilisés durant l'essai.

Aliment	Période de distribution	EM (kcal/kg)	TP (%)
Démarrage	J1 – J10	2700	20
Croissance	J11 – J42	2900	19
Finition	J43 – J49	2930	17

VI. Modalités de la supplémentation en sélénium

La complémentation alimentaire en sélénium a été appliquée, pour le groupe **Se**, de la mise en place (J1) jusqu'à l'abattage (J49).

L'additif utilisé pour cet essai est **ALKOSEL® R397**, produit par le groupe LALLEMAND NUTRITION ANIMALE (Canada), distribué par la Sarl VETAM (Algérie) et autorisé en tant qu'additif nutritionnel sur toutes espèces animales dans plusieurs pays, notamment en Europe (autorisation CE N°3b8.11) et en Algérie.



Figure5. Présentation de l'additif ALKOSEL

De façon générale, ALKOSEL® R397 est une levure inactive spécifique (*Saccharomyces cerevisiae* NCYC R397) contenant un oligo-élément essentiel : le sélénium, présent sous forme de L(+) sélénométhionine. Le produit est obtenu par fermentation en présence de doses déterminées de sélénium. Cette souche spécifique de levure absorbe le sélénium et le transforme en L(+) sélénométhionine et autres composés sélénites hautement biodisponibles par des processus biochimiques. La sélénométhionine est la forme naturelle de sélénium rencontrée dans les plantes mais à des concentrations très faibles. Ce sélénium organique présente une biodisponibilité optimale pour les animaux.

La teneur garantie en sélénium total d'**ALKOSEL**^{® R397} est de 2000ppm $\pm$ 200ppm dont plus de 98% sous forme organique. La dose utilisée dans cet essai est celle préconisée par le fabricant soit 200g d'ALKOSEL/tonne d'aliment : dose équivalente à 0,4mg de Sélénium par kilogramme d'aliment.

VII. Bâtiment d'élevage

L'essai a été réalisé dans un bâtiment à condition d'ambiance contrôlée, ayant une superficie de 296,1m². Ce dernier est divisé en deux blocs de 18 parquets de 5,27 m² de surface chacun, disposés de part et d'autre d'un couloir central (Figure 6).

La ventilation est dynamique, assurée par des clapets pour l'entrée d'air et l'extraction des gaz est réalisée par cinq extracteur (3 petits et 2 grands). Chaque parquet contient une mangeoire et un abreuvoir et le chauffage est assuré par un radian à gaz butane .



Figure 6 : Vues (extérieure et intérieure) du bâtiment d'élevage utilisé pour l'essai

VIII. Equipements d'élevage

- **Le matériel d'alimentation utilisé** est adapté à l'âge des animaux : des assiettes pendant les 11 premières jours et des trémies suspendues dont la hauteur est réglable selon la taille des poulets , du 11^{ème} jours jusqu'à l' âge d'abattage . des mangeoires linéaires sont rajoutées pour optimiser l'accès aux mangeoires .

-**Le matériel d'abreuvement** du 1^{er} âge correspond à 2 abreuvoirs siphoniques à remplissage manuel. Un abreuvoir 2^{ème} âge siphonique automatique est installé à partir du 11^{ème} jour.

-**La litière** est composée de sciure de bois d'une épaisseur de 10 cm, répartie sur un sol cimenté et chaulé. Au démarrage, les poussins sont rassemblés dans des nids au centre du parquet, ensuite, durant le reste de l'élevage, tout l'espace est utilisé. La litière a été étalée de façon uniforme pour conserver la chaleur et absorber l'humidité des fientes.

- **Matériel de chauffage** : Nous avons utilisé des radiants à gaz butane à raison d'un radiant par trois lots en 1ère âge et à raison de deux radiants pendant la période expérimentale. Un des radiants est disposé à l'entrée du bâtiment, l'autre à la sortie.

Le contrôle des variations de la température ambiante estivale est réalisé avec 5 thermomètres à mercure placés à une hauteur moyenne de 1 mètre et demi du sol. Pour enregistrer la température ambiante du bâtiment et l'hygrométrie, un thermo-hygromètre est placé à la même hauteur au milieu du bâtiment (au niveau du couloir central).

IX. Programme de prophylaxie

Le Protocole prophylactique suivi lors de cet essai figure dans le tableau 5. L'ensemble des vaccins et traitements utilisés ont été administrés *per os* (dans l'eau de boisson).

Tableau 5 : Programme de prophylaxie appliqué durant l'essai.

Age en (jr)	Vaccinations	Mode d'administration
1	Anti-stress Linco-spectin®10V 1g/L (J1-J8)	Eau de boisson
6	Anti-coliforme et E. Coli + vaccin contre la maladie de Newcastle (souche vaccinale HB1) Colistine 0.25ml/L (J6-J8)	Eau de boisson
9	Vitamine (AD3E +C) Supra.vitaminol 10ml /20L (J9-J14)	Eau de boisson
14	Vaccin contre la maladie de Gumboro (souche D78)	Eau de boisson
17	Traitement anti coccidien pendant 02 jours CEVAZURIL® (toltrazuril) 270ml//500L	Eau de boisson
21	Rappel de vaccination contre la maladie de Newcastle (souche vaccinale la Sota)	Eau de boisson
31	Rappel Traitement anticoccidien pendant	Eau de boisson

	02jours	
	CEVAZURIL® (toltrazuril)	
	270ml//500L	

X. Paramètres mesurés

X.1. Poids vif moyen

Tous les poulets ont été pesés à J1, J10, J42 , J49 (pesées collectives par parquet). Pour chaque âge, le poids moyen individuel est obtenu en divisant le poids total des animaux de chaque parquet sur l'effectif des poulets pesés.

Poids vif moyen (g) = Poids total des sujets (g)/ Nombre des sujets

X.2. Gain de poids

Le gain de poids est estimé par différence entre le poids vif moyen final et initial de la période considérée. Il est déterminé à la fin de chaque phase d'élevage (démarrage, croissance et finition) et à l'abattage (gain de poids cumulé) selon la formule suivante :

Gain de poids (g)= poids vif moyen final (g) – poids vif moyen initial (g)

X.3. Ingéré alimentaire

La quantité moyenne d'aliment consommé est calculée, pour chaque phase d'élevage (démarrage, croissance et finition), par différence entre la quantité d'aliment distribuée en début et le refus mesuré à la fin de chaque phase. A fin d'estimer la quantité réelle d'aliment consommée, selon la formule suivante :

Quantité moyenne d'aliment consommé (g) =
(quantité d'aliment distribué-refus) × durée de phase (jr)/ nombre de poussins présents

La consommation cumulée moyenne (g) correspond à la somme des quantités moyennes d'aliment consommé aux trois phases d'élevage.

X.4. Indice de conversion alimentaire

L'indice de conversion (IC) est calculé pour chaque phase d'élevage et pour la période globale du cycle d'élevage (IC cumulé), comme suit :

Indice de conversion = ingéré alimentaire (g) / poids vif (g)

X.5. Taux de mortalité

La mortalité a été enregistrée chaque jour (en matinée) durant toute la période de l'essai. Le taux de mortalité est calculé comme suit :

Taux de mortalité (%) = nombre de poulet mort $\times 100$ / effectif présent en début de phase

X.6. Index de production

Ce paramètre est calculé en considérant le gain de poids moyen quotidien (GMQ), la viabilité et l'indice de consommation, selon la formule suivante :

$IP = (GMQ \times Viabilité) / (Indice \text{ de consommation} \times 10)$.

Viabilité = 100% - Taux de mortalité

GMQ = gain de poids / nombre de jours

XI. Étude statistique

Les différents résultats sont décrits par la moyenne et l'erreur standard (SE, calculée à partir de la déviation standard SD selon la formule $SE = SD/n^{0,5}$; n étant le nombre de répétitions). Afin de déterminer l'effet de la supplémentation en sélénium sur les paramètres considérés, les moyennes sont comparées deux à deux par le test T de Student. Le seuil de signification choisi est d'au moins 5% ($p < 0,05$).

Toutes ces analyses sont effectuées à l'aide du programme StatView (Abacus Concepts, 1996, Inc., Berkeley, CA94704-1014, USA).

Résultats

Dans notre étude, nous évaluons l'effet de supplémentation alimentaire en sélénium organique sur les performances de croissances du poulet de chair élevé au chaud.

I. Poids vif et gain de poids :

Les valeurs moyenne de poids vifs et de gain de poids mesures durant l'essai sont reportées dans le tableau 6 et illustrées par les figures 7.

Tableau 6 : poids vif moyen et gain de poids moyen des poulets élevés au chaud et nourris avec un aliment standard (lot témoin) ou supplémenté en Sélénium (lot Se) (moyennes $\pm$ SE ; n= 6 répétitions de 60 sujets ; SE=erreur standard).

Lot	Témoin	Se	Test T (p=)
Poids Vif (g)			
J1	41,91 $\pm$ 1,07	41,46 $\pm$ 0,88	0,446
J11	192,80 $\pm$ 10,18	191,38 $\pm$ 5,73	0,771
J42	1981,99 $\pm$ 60,5	1869,63 $\pm$ 167,84	0,153
J49	2351,45 $\pm$ 52,38	2136,58 $\pm$ 168,44	0,01
Gain de poids(g)			
Démarrage (1-J10)	150,89 $\pm$ 9,97	149,92 $\pm$ 5,98	0,842
Croissance (J11-J42)	1789,19 $\pm$ 57,03	1678,25 $\pm$ 164,42	0,149
Finition (J43-J49)	369,46 $\pm$ 11,18	266,95 $\pm$ 17,09	0,0001
Cumulée (J1-J49)	2309,54 $\pm$ 89,23	2095,12 $\pm$ 168,92	0,014

À la mise en place, les poussins ont des poids homogènes : 41,75 $\pm$ 0,36 g en moyenne. A j10, le poids des sujets supplémentés en additif n'est pas modifié par rapport à celui des sujets témoins (-1% ; P=0,77). De même, à j42, la baisse du poids des poulets supplémentés n'est pas significative (-

6%, $P=0,15$). En revanche, à j49, le poids des sujets supplémentés est significativement réduit par rapport au poids des témoins : -9%, $P<0,01$.

Ainsi, le gain de poids en phase de démarrage chez les animaux supplémentés n'est pas significativement modifié par rapport à celui des témoins (-1% ; $P=0,84$) alors qu'il semble inférieur en période de croissance (- 7% ; $P=0,15$) et est davantage réduit en phase de finition (- 28%, $P<0,01$) par rapport aux sujets témoins. Aussi, à la fin de l'essai, le gain de poids cumulé est significativement plus faible chez les poulets supplémentés par rapport aux témoins (-9% ; $P<0,05$).

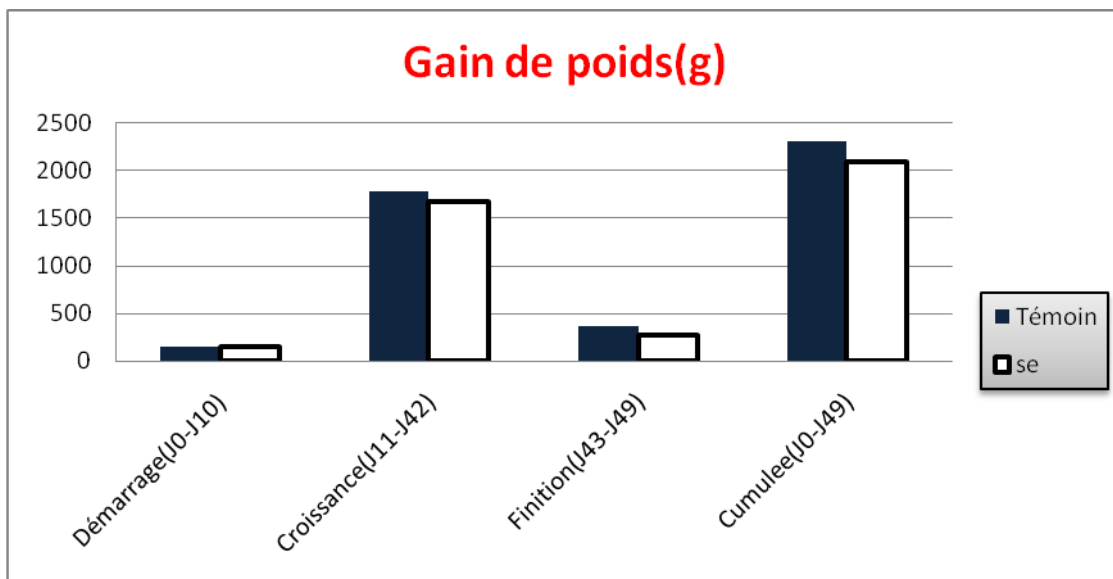
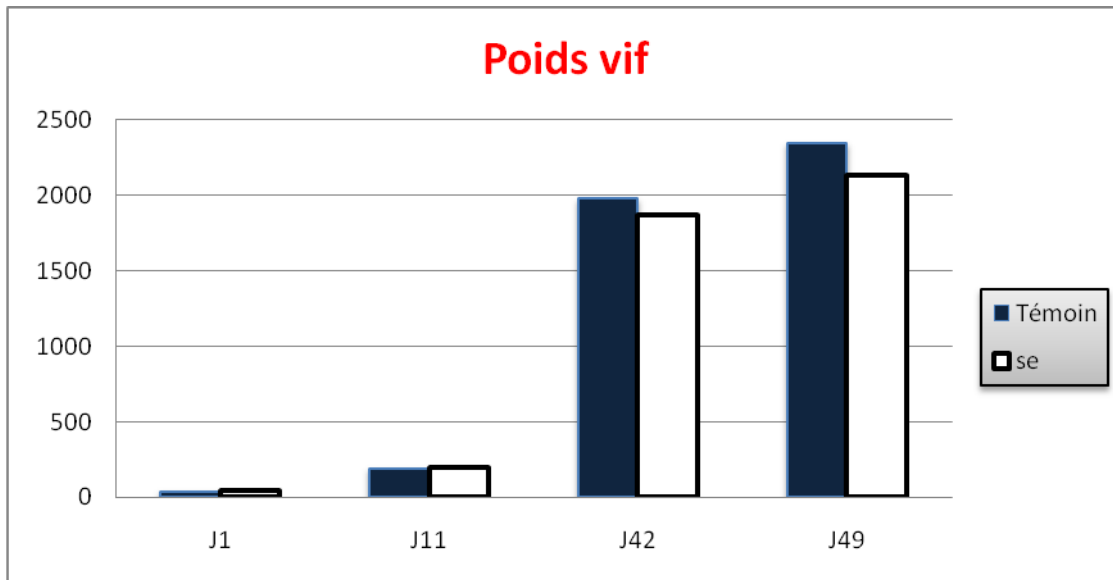


Figure7 : Effet de la supplémentation en sélénium sur le poids vif et le gain de poids des poulets élevés au chaud (moyennes ; $n=6$).

II. Consommation alimentaire :

Les quantités d'aliments consommées durant l'essai par les poulets des deux lots expérimentaux sont représentées dans le tableau 7 et la figure 8.

Tableau 7: ingère alimentaire moyen des poulets élevés au chaud et nourris avec un aliment standard (lot témoin) ou supplémenté en Sélénium (lot (Se) (moyennes $\pm$ SE ; n= 6 répétitions de 60 sujets ; SE=erreur standard).

Lot	Témoin	Se	Test T (p=)
Ingéré alimentaire(g)			
Démarrage (J1-J10)	264,60 $\pm$ 9,65	269,99 $\pm$ 8,33	0,325
Croissance (J11-J42)	3932,42 $\pm$ 74,65	3851,94 $\pm$ 206,85	0,195
Finition (J43-J49)	1315,90 $\pm$ 44,88	1228,45 $\pm$ 23,36	0,352
Cumulée (J1-J49)	5512,92 $\pm$ 89,23	5350,38 $\pm$ 228,67	0,136

Quelque soit la période d'élevage considérée, les poulets supplémentés en Se ont un ingéré alimentaire qui n'est pas significativement modifié par rapport à celui des témoins : +2% en période de démarrage (P=0,325) ; - 2% en phase de croissance (P=0,195) et -7% en phase de finition (P=0,35).

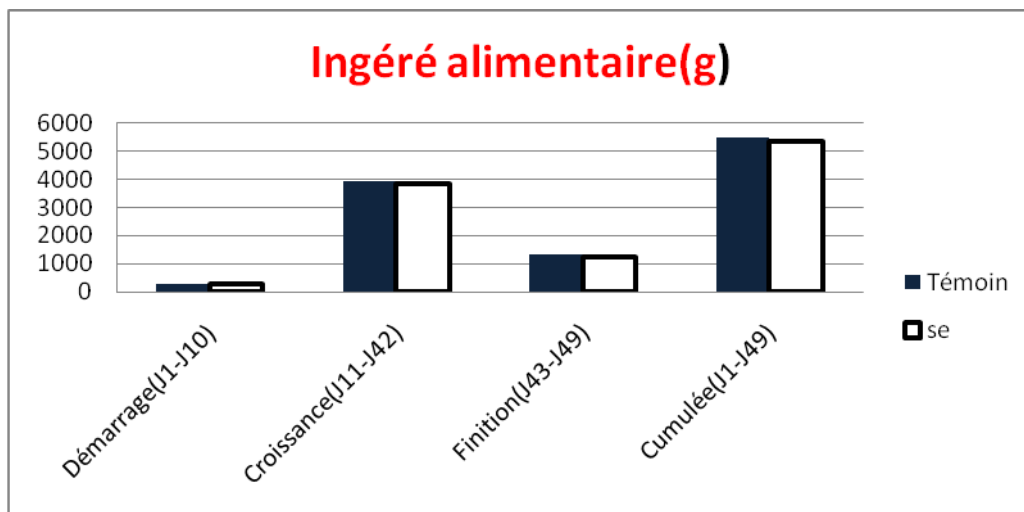


Figure 8. Effet de la supplémentation en sélénium sur l'ingéré alimentaire des poulets élevés au chaud (moyennes ; n=6).

III. Indice de conversion alimentaire :

Les indices de conversion (IC) déterminés durant l'expérimentation sont présentés dans le tableau et la figure

Tableau 8: indice de conversion(IC) des poulets élevés au chaud et nourris avec un aliment standard (lot témoin) ou supplémenté en Sélénium (lot Se) (moyennes $\pm$ SE ; n= 6 répétitions de 60 sujets ; SE=erreur standard).

Lot	Témoin	Se	Test T (p=)
IC			
Démarrage (1-J10)	1,76 $\pm$ 0.06	1,80 $\pm$ 0.06	0,227
Croissance (J11-J42)	2,20 $\pm$ 0.09	2,31 $\pm$ 0.16	0,209
Finition (J43-J49)	3,57 $\pm$ 0.21	4,62 $\pm$ 0.27	0,197
Cumulée (J1-J49)	2,39 $\pm$ 0,07	2,56 $\pm$ 0,15	0,027

Quelque soit la phase d'élevage, aucun écart significatif n'est enregistré entre les indices de conversion des lots supplémentés : +2% en phase de démarrage ($P=0.227$) ; +5% en croissance ($P=0.21$) et +29% en finition ($P=0.197$).

Si l'on considère la période globale de l'étude, les indices de conversions cumulés sont significativement augmentés chez les poulets supplémentés en Se comparés aux témoins : +7% ($P<0,05$).

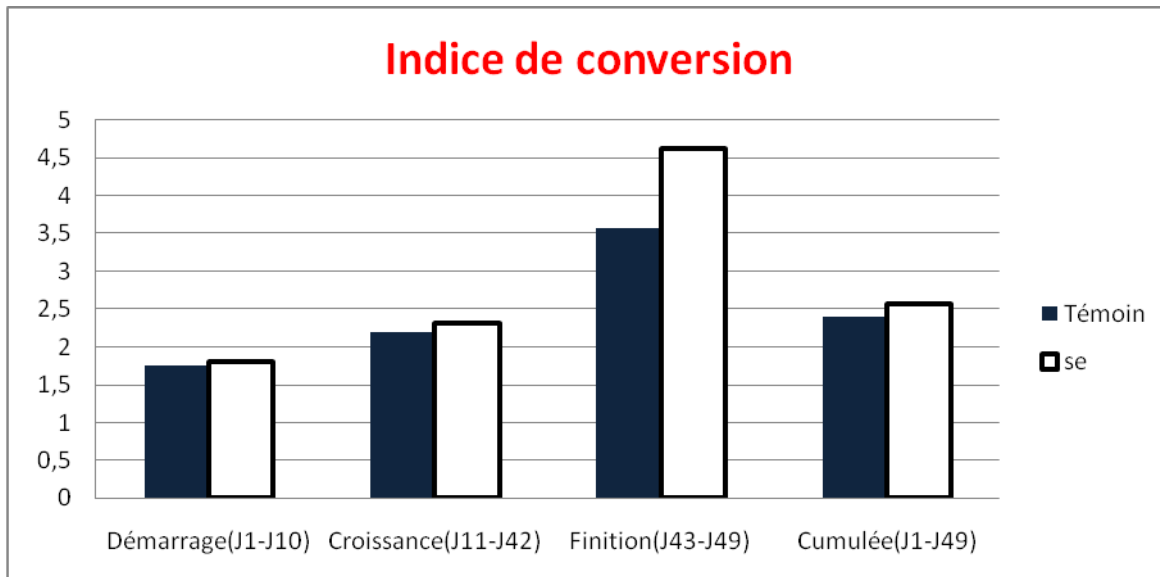


Figure 9. Effet de la supplémentation en sélénium sur l'indice de conversion des poulets élevés au chaud (moyennes ; $n=6$).

IV. Effet sur la mortalité

Les taux de mortalité enregistrés durant l'essai sont identiques chez les 2 lots expérimentaux, soit une mortalité cumulée de $1,11 \pm 1,36$ %.

V. Etude économique

Le tableau 9 représente les valeurs moyennes de l'index de production (IP) calculés à la fin de l'essai, chez les 2 lots, à partir du gain moyen quotidien (GMQ), de la viabilité (%) et de l'indice de consommation.

Tableau 9: Index de production(IP), Gain moyen quotidien(GMQ), Indice de consommation et viabilité des poulets élevés au chaud et nourris avec un aliment standard (lot témoin) ou supplémenté en Sélénium (lot Se) (moyennes $\pm$ SE ; $n= 6$ répétitions de 60 sujets ; SE=erreur standard).

	Témoin	Se	Test T (p=)
GMQ (g/j)	47,13±1,08	42,76±3,45	0,0141
Viabilité(%)	98,89±0,6	98,89±0,6	-
Indice de consommation	2,35±0,07	2,51±0,14	0,026
IP	198,37±10,43	168,86±21,78	0,013

D'après l'analyse statistique, le GMQ est significativement diminué chez les poulets supplémentés en Se comparés aux témoins (-5% ; P=0.001). En revanche, la viabilité est comparable entre les deux lots alors que l'indice de consommation est significativement augmenté (+7% ; P<0.05) chez les poulets supplémentés. Aussi, l'indice de production est significativement réduit (-15%, P<0.05) chez les poulets supplémentés par rapport à celui des témoins.

Discussion & conclusion

Dans cette étude, nous avons évalué l'effet de la supplémentation alimentaire en sélénium organique sur les performances de croissances du poulet de chair élevés au chaud. Plus précisément, nous avons mesuré l'impact d'un ajout de 0,4ppm de sélénium organique à un aliment standard, durant toute la période d'élevage (J0-J49), sur la mortalité, la croissance, l'ingéré et l'indice de conversion alimentaires du poulet soumis aux fluctuations naturelles de la température ambiante estivale.

Durant toute la période de la supplémentation, la température ambiante (T_a) diurne et celle de l'air de vie des poulets était en moyenne de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ (données présentées en annexe). Cette température est supérieure à celle préconisée pour l'élevage du poulet entre 4 et 6 semaines d'âge (T_a de thermoneutralité : $20\text{-}22^\circ\text{C}$) (GERAERT et al. 1991). Par conséquent, l'ensemble des sujets était en condition de stress thermique chronique.

Dans cette étude, la supplémentation en sélénium organique a débuté dès l'âge de 1 jour et a duré jusqu'à la fin du cycle d'élevage (J49) afin de constituer un stock endogène de Se dès le jeune âge et qui serait disponible pour l'animal lors de stress thermique ultérieur.

Dans nos conditions, la supplémentation alimentaire en Se n'a pas eu l'effet positif escompté en termes d'amélioration de la croissance de poulets élevés au chaud, tel observé par MAHMOUD et EDENS (2003 et 2005). En effet, nos résultats révèlent plutôt une baisse du gain de poids global induite par l'additif (-9%, $P < 0,05$) et qui pourrait être liée à la dose utilisée.

En outre, d'après nos données, l'ajout de 0,4ppm de Se dans l'aliment du poulet a légèrement réduit la consommation alimentaire (-3%, $P = 0,14$).

Finalement, dans nos conditions expérimentales, l'addition de 0,4ppm de Se à l'aliment a significativement altéré l'indice de conversion cumulé (+7%, $P < 0,05$).

HABIBIAN et al (2013) ne trouvent pas également d'amélioration significative de la croissance, de la consommation ou de l'indice de conversion alimentaires chez les poulets supplémentés avec 0,5 ou 1 mg/kg de Se dans l'aliment et exposés à des conditions de stress thermique cyclique ($23,9^\circ\text{C}$ et 37°C).

De même, NIU et al (2009) ont comparé deux doses de supplémentation alimentaire en Se : 0,2 ou 0,4mg/kg chez des poulets élevés en conditions de thermoneutralité ($23,9^\circ\text{C}$) ou soumis à des températures amiantes élevées de façon cyclique ($23,9^\circ\text{C}$ et 38°C). D'après ces auteurs, le poids vif et l'ingéré alimentaire ne sont pas modifiés par l'additif sélénique mais l'indice de conversion est significativement amélioré avec la dose de 0,2 mg/kg. Ces auteurs rapportent également une

meilleure réponse immunitaire chez les poulets supplémentés en Se et soumis au stress thermique (NIU et al 2009).

Concernant la mortalité enregistrée dans notre essai, aucune différence n'a été révélée pour la mortalité des deux lots, témoin et supplémenté au cours de toute la période d'élevage. Signalons tout de même que globalement, la survie des poulets était bonne dans nos conditions d'essai comparativement aux conditions de terrain.

L'index de production a été calculé pour les 2 groupes expérimentaux. Cette variable synthétique permet de mettre en évidence la rentabilité d'un élevage en portant une appréciation globale sur ses performances technico-économiques. Cet index, intègre le gain de poids moyen, l'indice de consommation et le taux de viabilité. Il est considéré comme **médiocre** s'il est inférieur ou égal à 50 ; **moyen** s'il est compris entre 50 et 100 ; **acceptable** lorsqu'il est compris entre 100 et 150 et **bon** lorsqu'il est entre 150 et 250 (LAIFAOUÏ *et al*, 2005). Dans notre essai, les index de production obtenus dans les deux lots dépassent les 150. Ils sont donc considérés comme bons avec un léger avantage pour le lot témoin (198 vs.168).

Conclusion

De par le présent travail, nous avons essayé de déterminer l'effet de la supplémentation alimentaire en sélénium organique sur les performances de croissances du poulet de chair élevé au chaud (période estivale). Il ressort de notre expérimentation que l'ajout de 0,4ppm de sélénium organique à l'aliment chez des poulets soumis à un stress thermiques chronique ($30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) n'a pas donné les effets positifs escomptés à savoir l'amélioration des différents paramètres zootechniques : croissance, consommation et indice de conversion alimentaire. Des études ultérieures devraient tester des doses de supplémentation inférieures en sélénium organique chez les poulets soumis au stress thermique et placés en conditions sanitaires moins favorables que celles du présent essai.

REFERENCES

A

Ain Baziz H., 1996. Effet d'une température ambiante élevée sur le métabolisme lipidique chez le poulet en croissance. Thèse de doctorat, université de tours, 147p.

Aoyagi Y , Tasaki I, Okumura JI & Muramatsu T . (1988) .Effect of low ambient temperature on protein turnover and heat production in chicks. *Comp biochem physiol*, 89A, '433-6.

B

Balnave D & Oliva A. 1990. Responses finishing broilers at high temperatures to Dietary methionine source and supplementation levels. *Australian journal of Agricultural Research*, 41, 557-64

Bonnet S, Geraert PA, Lessire M, Carre B & Guillaumin S. , 1997. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poultry Science*, 76, pp 857-863.

Bordas A .1936. Performances de pondeuses naines (dw) ou de taille normal (dw+) à température contrôlée et en nyctémères de 24 ou 26 heures. 7ème EUR. *Poult.Conf.*, Paris, France, 24-28 Août 1986, 1, 176-180.

Bouzouaia M., Zootechnie aviaire en pays chaud. Manuel de pathologie aviaire. Edition chaire de pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour. 1992.

C

Cahaner., 2003. Breeding broilers for heat tolerance. Zaragoza (Spain), 26 - 30 may 2003.

Charkroun C., 2004. Les effets de la chaleur en aviculture. *Volaille de Tunisie Revue scientifique technique du secteur avicole en Tunisie*-N°33 Septembre 2004.

D

De Basilio V. & Picard M., 2002. Acclimatation précoce : la capacité de survie des poulets à un coup de chaleur est-elle augmentée par une exposition à une température élevée à l'âge de 5 jours ?. *INRA Production Animale*, 15, pp 235-245.

G

Garriga C., Hunter RR., Amant C. & Planas JM., 2006. Heat stress increases apical glucose transport in the chicken jejunum. *American Journal of Physiology-regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 195, pp 195-201.

Geraert P. A., Bonnet S., Lessire M., Carre B. & Guillaumin s., 1997. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poultry Science*, 76, pp 857-863.

Geraert PA., 1991. Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. *INRA Production Animale*, 4, pp 257-267.

Geraert PA., Guillaumin S, Leclercq B., 1993. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? *British Poultry Science*, 34, pp 643-653.

Geraert PA, Padilha JC & Guillaumin s, (1996). Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: Growth performance, Body composition and energy retention. **Br J Nutr** 75,195-204.

Ghaoui H., 2009 étude des effets de l'addition de vitamine c dans l'eau de boisson associée à la mise à jeun sur les performances zootechniques du poulet de chair élevé au chaud.

Gogny et Souilem., 1991. Le stress thermique en élevage avicole : Aspect Physio pathologiques et déductions thérapeutiques. *Revue Med Vété*, 142 : 808.

Geraert PA, 2006 , Etude des interactions entre génotype et environnement chez le poulet de chair et la poule pondeuse.

H

Herremans M, Buyse J , Leenstra FR , Beuving G, Berghman L & Decuypere E(1992). Growth hormone response to TRH in male broiler chickens selected for

Body weight gain or food conversion and reared at either a moderate or A high ambient temperature. *Reprod nutr Dev* , 32 , 135-41.

Hayashi K, Kaneda S , Otsuka A & Tomita Y. (1992). Effects of ambient temperature Thyroxine on protein turnover and axygen consumption in chicken squeletal Muscle . In Mulder R (ed) . proceeding 19th world's poultry congress , Amsterdam : ponsen & looijen, vol 2, pp 93-6.

Habibian M, Ghazi S, Moeini MM, Abdolmohammadi A (2013) Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broilers reared under thermoneutral or heat stress conditions.

L

Larbier et Leclercq., 1992 .Nutrition et alimentation des volailles. INRA éditions, Paris, 1992.

M

Mahmoud K.Z., Beck M.M., Scheideler S.E., Forman M.F., Anderson K.P., Kachman S.D. 1996. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationship in the hen. *Poult. Sci.* 75, 1555-1562.

Mendes A.A., Watkins S.E., England J.A., Saleh E.A., Waldroup A.L., Waldroup P.W.1997. Influence of dietary lysine levels and arginine: lysine rations on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age.*Poult. Sci.* 76, 472-481.

Mitchell ET Goddard (1990).Some endocrine responses during heat stress induced depression of grow in young domestic fowls. *Proc. Nutr. Soc*, 49: 120-128.

N

Niu Z, Liu F, Yan Q, Li L. (2009) Effects of different levels of selenium on growth performance and immunocompetence of broilers under heat stress.

P

Padilha JFC., 1995. Influence de la chaleur sur le métabolisme énergétique et sa régulation chez les poulets encroissance. Thèse de Doctoratdel'Université deTours,p.205.

R

Romijn C ET Lokhorst w., 1996.heat regulation and energy metabolism in the Domestic fowl. In physiology of the fowl, 211-227, Ed, c. Horton Smith and E.C. Anorso, Olivier et Boyd Edinburg, London.

T

Temim s., Changneau AM., Gudlaumin S., Michel j., Peresson R., Geraert PA. & Tesseraud S., 1999. Effect of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chicken. *Reproduction Nutrition Development*, 39, pp 145-156.

Tesseraud S. & Temim S., 1999. Modifications métaboliques chez le poulet de chair en climat chaud : conséquences nutritionnelles. In : *1NRA Production Animale*, 12(5), pp 353-363.

Temim s., 2000 effet de l'exposition chronique à la chaleur et l'ingéré protéique sur le métabolisme protéique sur le métabolisme du poulet de chair en finition .Thèse de doctorat de l'université de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille, 109 pages.

V

Veldkamp T., Kwakkel R.P., Ferket P.R., Simons P.C., Noordhuizen J.P.,

PijpersA.2000.Effects of ambient temperature, arginine-to-lysine ratio, and electrolyte balance on performance, carcass, and blood parameters in commercial male turkeys. *Poult. Sci.* 79, 1608-1616.

W

Waibel P.E., MacLeod M.G. 1995. Effect of cycling temperature on growth, energy metabolism and nutrient retention of individual male turkeys. *Br. Poult. Sci.* 36, 39-49.

Y

Youssef.,1984 .Stress Physiology in livestock.Vol.I Basic principles-Boca Raton: CRC Press.-Inc-2.

Yunis, R., Cahaner, A., 1999. The effects of naked neck (Na) and frizzle (F) genes on growth and meat yield of broilers and their interactions with ambient temperatures and potential growth rate. *Poultry. Sci.* 78,1347-1352
Yunianto VD , Hayashi K , Kaneda S, Ohtsuka A & Tomita Y .(1997). Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens . *Br J Nutr* ,77 , 897-909 .

Résumé :

L'objectif de cet essai est d'évaluer l'effet de la supplémentation alimentaire en sélénium organique sur les performances zootechniques des poulets de chair élevés au chaud. Au total, 720 poussins d'un jour sont répartis en 2 groupes (6 répétitions de 60 sujets) et nourris avec un aliment standard sans additif (lot témoin) ou le même aliment de base supplémenté avec 0,4 ppm de Se (lot sélénium) et ce durant un cycle complet d'élevage 49j où la température ambiante diurne moyenne était de $30\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Dans nos conditions, la complémentation alimentaire en sélénium organique n'a pas amélioré la croissance (-9%, $P<0,05$) et la consommation d'aliment (-3%, $P=0,14$) et a significativement altéré l'indice de conversion (+7%, $P<0,05$). De plus, les taux de mortalité enregistrés dans cet essai étaient quasi-identiques chez les poulets témoins ou supplémentés en Se organique : $1,11\pm 1.36\%$.

De tels résultats suggèrent que la dose utilisée n'est peut-être pas adéquate dans ces conditions de stress thermique.

Mots clés : Sélénium organique, Poulet de chair, Performances zootechniques, stress thermique.

Summary:

The objective of this trial is to evaluate the effect of dietary supplementation with organic selenium on growth performance of chicken reared under high ambient temperatures. A total of 720 one-d-old chicks are divided into 2 groups (6 replicates of 60 birds) and fed with a standard diet without additive (control group) or with the same diet supplemented with 0.4 ppm Se (selenium group) during 49 days where ambient temperature was about $30\pm 1^{\circ}\text{C}$. In our conditions, the dietary supplementation with organic Se did not enhance the growth (-9%, $P<0.05$) and feed intake (-3%, $P = 0.14$) and has significantly increased the feed conversion ratio (+7%, $P < 0.05$). In addition, the mortality rates were similar in the control and supplemented groups : $1,11\pm 1.36\%$.

Such results suggest that the used dose of Se was not appropriate

Keywords: organic selenium supplementation, Broilers, Food, Fattening performance, thermal stress

المخلص :

الهدف من هذه التجربة هو تقييم مدى فعالية إضافة السيلينيوم العضوي في غذاء دجاج اللحم المربي خلال الفترات الحارة وتأثيره على نتائج فعالية الإنتاج . في مجموع 720 فرخ بعمر يوم واحد مقسمة إلى مجموعتين (6 تكرارات من 60 فرخ) تغذوا بوجبة غذائية أساسية بدون إضافات (مجموعة شاهدة) أو نفس الغذاء الأساسي المضاف إليه 0.4 mpp من السيلينيوم (مجموعة السيلينيوم) حيث دامت فترة التربية 49 يوم أين كانت درجة الحرارة المحيطة بمعدل 30 ± 1 درجة مئوية.

خلال تجربتنا المضاف الغذائي من السيلينيوم لم يحسن النمو ($9\% < 0.05$ -P). مع تناقص استهلاك الغذاء ($3\% = 0.14$ -P) لكنه لم يحسن في معدل التحول ($7\% < 0.05$ +P). زيادة على ذلك أن معدلات الوفيات المسجلة في تجربتنا شبه متطابقة مع معدلات الوفيات المسجلة عند المجموعة الشاهدة ($1.11\pm 1.36\%$)

ومن خلال هذه النتائج يتبين أن الجرعات المضافة ربما قد تكون ليست مناسبة لهذا الإجهاد الحراري الكلمات المفتاحية: السيلينيوم العضوي. دجاج اللحم. التغذية. فعالية الإنتاج. الإجهاد الحراري .