



Faculté des Sciences Agro-vétérinaires et Biologiques
Département des Sciences Vétérinaires

MEMOIRE
DE FIN D'ETUDE

En vue de l'Obtention du Diplôme de Docteur Vétérinaire

Thème

Effet de l'augmentation
de la densité d'élevage sur
les performances zootechniques
chez le poulet de chair

Présenté par:

Mr. SELAMI Mohamed Abdennour

et

Mr. SIRINE Nabil

Soutenu le :Octobre 2013

Devant le jury:

o Président : Dr LOUNAS A. Maitre Assistant à USD Blida.

o Promoteur : Dr GHAOUI H. Maitre Assistant à ENSV.

o Examineur 1 : Dr NABI I. Maitre Assistant à USD Blida.

Promotion2013



Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet de l'augmentation de la densité d'élevage sur les performances zootechniques du poulet de chair. Au total, 1400 poussins d'1 jour de souche ISA F15, ont été répartis en 3 lots expérimentaux (6 répétitions chacun) de poids homogène : un groupe Témoin (**T12**) élevés à une densité de 12 sujets/m², un groupe **T15** élevé à une densité de 15 sujets/m² et un troisième groupe T18 élevé à une densité de 18 sujets/m².

Dans nos conditions expérimentales, augmenter la densité d'élevage de 12 à 15 s/m² n'a pas affecté la croissance, l'ingéré alimentaire ou l'indice de conversion, avec toutefois une réduction significative du gain de poids (-11%, $p < 0,001$), de l'ingéré (-16%, $P < 0,0001$), sans modification de l'indice de conversion (-5%, $P = 0,2$).

En conclusion, augmenter la densité d'élevage a réduit significativement l'ingéré alimentaire sans affecter la croissance. Ce résultat reste promoteur en vue de rentabiliser au maximum un élevage de poulet de chair mais on doit maîtriser parfaitement les conditions d'ambiances.

Mots clés : poulet de chair, densité d'élevage, performances zootechniques.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير زيادة كثافة التربية على أداء نمو الدجاج اللحم. تم تقسيم ما مجموعه 1400 كتكوت عمره يوم واحد سلالة F15 ISA، إلى ثلاث مجموعات تجريبية (6 مكررات لكل منها) ذات أوزان متجانسة: مجموعة شاهدة (T12) تمت تربيتها في كثافة 12 وحدة/م²، و مجموعة T15 تمت تربيتها في كثافة 15 وحدة/م²، ومجموعة ثالثة T18 تمت تربيتها في كثافة 18 وحدة/م².

تحت الظروف التجريبية لدينا، فإن زيادة كثافة التربية من 12-15 و/م² لم تؤثر على النمو، تناول الأغذية والتحويل الغذائي مع انخفاض دائم و ملحوظ في زيادة الوزن (-11%، $P > 0.001$)، تناول الأغذية (-16%، $P > 0.0001$) مع عدم تغير في التحويل الغذائي (-5%، $P = 0.2$).

وفي الختام، فإن زيادة كثافة التربية تؤدي إلى خفض كبير في استهلاك الأغذية دون أن يؤثر ذلك على النمو. لا تزال هذه النتيجة المطور لتعظيم العائد على مزرعة الدجاج اللحم ولكن يجب أن يتحكم تماما في الظروف البيئة الداخلية.

الكلمات الدالة : الدجاج اللحم ، كثافة التربية ، أداء الدواجن.

This study aims to evaluate the effect of increasing stocking density on growth performance of broilers. A total of 1400 chicks one day ISA strain F15, were divided into three experimental groups (6 replicates each) homogeneous weight: Witness a group (T12) high at a density of 12 subjects/m², high T15 group at a density of 15 subjects/m² T18 and a third group at a density of 18 subjects/m².

Under our experimental conditions, increase the stocking density of 12-15 s / m did not affect growth, feed intake and feed conversion, but with a significant reduction in weight gain (-11% , p <0.001), of ingestion (-16%, P <0.0001) with no change in feed conversion (-5%, P = 0.2).

In conclusion, increasing the stocking density significantly reduced feed intake without affecting growth. This result remains developer to maximize the return on a farm broiler but should perfectly control the conditions of environments.

Keywords: Broiler, Stocking density, performance livestock.

DEDICACE

A mes chers parents, pour m'avoir toujours encouragé et soutenu dans mes choix, pour m'avoir permis de faire ce beau métier. C'est grâce à vous (après ALLAH) si j'en suis là aujourd'hui, je suis fier de vous!

Merci pour tout. Je vous aime.

A mes chers frères et soeurs (Zakaria, Selma), pour leurs encouragements sans oublier les petits: Anes et Affaf

A mes grands-mères que j'aime beaucoup.

A toute ma famille, grands et petits pour leurs encouragements.

A tous mes oncles et mes tantes et à tous ceux et celles que j'aime et qui m'aiment.

A mon binôme Nabil que Dieu le garde, et sa famille.

A mes amis Adel, Yacine Touta, Djalal, Cherfouh, Abdelouahab, Yacine Chellali, Laid, Fouad, Walid, Abdelhak, Sebaâ, Lamri sans oublier tous mes amis de la cité universitaire de Blida.

A tous mes amis de l'Université de Tiaret

A tous mes amis de la Mosquée Ennour de Ain-Bessem.

A tous mes amis (es), pour leur soutien et pour les bons moments partagés ensemble.

R A C I A L I T É

A mes chers parents, pour m'avoir toujours encouragé et soutenu dans mes choix, pour m'avoir permis de faire ce beau métier. C'est grâce à vous (après ALLAH) si j'en suis là aujourd'hui, je suis fier de vous!

Merci pour tout. Je vous aime.

A mes chers frères et soeurs Mohamed ,Azedine, Ahmed, Fatiha, Chahrazed, Saida et Aicha pour leurs encouragements

A toute ma famille, grands et petits pour leurs encouragements.

A tous mes oncles et mes tantes et à tous ceux et celles que j'aime et qui m'aiment.

A mon binôme Abdennour que Dieu le garde, et sa famille.

A mes amis Adel, Yacine Touta, Yacine Chellali, Laid, Fouad, Walid, Abdelhak, Sebaâ, Lamri sans oublier tous mes amis de la cité universitaire de Blida.

A tous mes amis de l'Université de Tiaret

A tous mes amis (es), pour leur soutien et pour les bons moments partagés ensemble.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail :

Nous tenons à remercier DIEU Le Tout Puissant pour nous avoir préservé, donné la santé, et guide vers la connaissance et le savoir.

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu ».

Nous tenons vivement à remercier notre promoteur Dr GHAOUI Hicham, Maître assistant à l'ENSV pour avoir accepté la charge d'encadrer ce travail, son sérieux, sa rigueur, et sa patience.

A Monsieur LOUNAS A. Maître assistant à USD Blida Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de notre mémoire.

Nous remercions très respectueusement Dr NABI J. Maître assistant à USD Blida, qui nous a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements aux personnes ayant coopéré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Table des Matières

RESUME:	
DEDICACE:	
REMERCIEMENTS:	
TABLE DES MATIERES :	
LISTE DES FIGURES :	
LISTE DES TABLEAUX :	
INTRODUCTION :	2
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE :	4
Chapitre 01 : Généralités sur les conditions d'élevage de poulet de chair	
I.1. Densité d'occupation :	5
I.2. La litière :	6
I.3. le chauffage:	6
I.4. La température :	7
I.5 .La ventilation :	9
a) La ventilation statique « naturelle» :	9
b) La ventilation dynamique:	9
I.6. L'hygrométrie :	10
I.7. l'éclairage:	11
I.8. Les abreuvoirs:	11
I.9. Les mangeoires:	12
I.10. L'alimentation :	13
CHAPITRE 02 : Densité d'élevage : effets sur la croissance et la santé du poulet de chair	
II. Effets de la densité d'élevage sur les performances zootechniques	15
III. Effet de la densité d'élevage sur l'état sanitaire et le bien-être du poulet.....	20
IV. Influence de la densité d'élevage sur la qualité de la litière	23
PARTIE EXPERIMENTALE :	26
I. Lieu, durée et période de l'essai	26
II. Animaux	26
III. Aliment.....	27
IV. Bâtiment d'élevage et conditions d'ambiance	28

IV.1. Bâtiment	28
IV.2. Programme de température et éclairage.....	29
V. Equipements d'élevage	29
V.1. Le matériel d'alimentation.....	29
V.2. Matériels d'abreuvement	29
V.3. La litière.....	30
VI. Programme de prophylaxie	30
VII. Les paramètres mesurés.....	30
VII.1. Les performances zootechniques	30
VII.1.1. Poids vif moyen.....	30
VII.1.2. Gain de poids.....	31
VII.1.3. Ingéré alimentaire moyen.....	31
VII.1.4. Indice de conversion.....	31
VII.1.5. Taux de mortalité	31
VIII. Analyse statistique.....	32
RESULTATS :	33
I.Performances zootechniques.....	33
I.1. Mortalité.....	33
I.2. Poids vif, gain de poids	33
I.3. Consommation alimentaire	34
I.4. Indice de conversion	36
Discussion et Conclusion:	37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:	

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Circuits de l'air considéré comme bon : ventilation dynamique ou ventilation naturelle par dépression. (Villate ,2001)	10
Figure 2. Variations du poids vifs en fonction des densités d'élevage (Škrbić <i>et al.</i> 2007).....	17
Figure 3. Effet de la densité d'élevage sur le coût de la production (Feddes <i>et al.</i> 2002).....	17
Figure 4. Influence de la densité d'élevage sur le pourcentage de poulets atteints de dermatites au niveau du coussinet plantaire (pododermatites) et des tarsi à l'âge de 6 semaines (Arnould et Leterrier, 2011).....	21
Figure 5. Activités, en % de temps consacré à chaque comportement, de poulets élevés à des densités de 2 poulets/m ² et 15 poulets/m ² (Arnould et Leterrier, 2011).....	22
Figure 6. Conséquences pathologiques d'une mauvaise litière (Schéma personnel)	24
Figure 7. Schéma récapitulatif du protocole expérimental	27
Figure 8. Vues (extérieure et intérieure) du bâtiment d'élevage utilisé pour l'essai.....	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. les normes de densité en fonction de l'âge (Michel , 1990).....	5
Tableau 2. normes de température (Anonyme ,1999)	8
Tableau 3. Matériel d'alimentation pour poulet de chair (Anonyme, 1977)	13
Tableau 4. Effet de la densité d'élevage sur les performances zootechniques du poulet de chair (synthèse de plusieurs auteurs).	16
Tableau 5. Performances du poulet de chair, mâles et femelles, à 7 semaines d'âge, soumis à différentes densités d'élevage (Puron <i>et al</i> 1995).....	18
Tableau 6. Effet de la densité (sujets/m ²) sur la population bactérienne (Yardimci et Kenar 2008).....	25
Tableau 7. Présentation des 3 groupes expérimentaux.....	26
Tableau 8. Composition et caractéristiques des aliments utilisés durant l'essai (%).	27
Tableau 9. Les températures ambiantes appliquées selon l'âge des poulets.	29
Tableau 10. Programme de prophylaxie appliqué durant l'essai.....	30
Tableau 11. Taux de mortalité, par phase d'élevage et cumulé, des poulets élevés à différentes densités (12, 15 et 18 sujets/m ²) (Moyennes, n=6, SEM= erreur standard moyenne, NS=non significatif).....	33
Tableau 12. Poids vif moyen et gain de poids moyen, par phase d'élevage et cumulé, des poulets supplémentés en acides organiques (A) et des poulets témoins (T), élevés à différentes densités (12, 15 et 18 sujets/m ²) (Moyennes, n=6, SEM= erreur standard moyenne, NS=non significatif).	34
Tableau 13. Ingéré alimentaire moyen, par phase d'élevage et cumulé, par phase d'élevage et cumulé, des poulets élevés à différentes densités (12, 15 et 18 sujets/m ²) (Moyennes, n=6, SEM= erreur standard moyenne).....	35
Tableau 14. Indice de conversion par phase d'élevage et cumulé, des poulets élevés à différentes densités (12, 15 et 18 sujets/m ²) (Moyennes, n=6, SEM= erreur standard moyenne).	36



En Algérie, l'aviculture est indéniablement la branche des productions animales qui a enregistré le développement le plus remarquable au cours de ces quinze dernières années. Cette expansion s'est accompagnée d'une intensification du système d'élevage dont la réussite est tributaire d'une très bonne maîtrise des conditions d'élevage : animaux, aliment, bâtiment, ambiance... En effet, le système d'élevage intensif n'est pas sans inconvénients puisqu'il fragilise sensiblement le poulet et peut se répercuter négativement sur le bien-être et l'état sanitaire.

Pour réaliser leur potentiel génétique de croissance, les poulets de chair doivent avoir des conditions environnementales optimales. Tout écart par rapport à ces conditions peut entraîner une baisse des performances (Shanawany, 1988). La densité (nombre de sujets/m²) est un des facteurs clé à prendre en compte pour la réussite d'un élevage avicole. Le but ultime étant de maximiser le rendement en viande de poulet (charge : poids/m²) tout en empêchant l'altération des performances dues à la surpopulation.

Dans nos conditions d'élevage, la densité la plus communément utilisée est de l'ordre de 12 sujets/m². Or, pour augmenter la rentabilité économique par unité de surface d'élevage et réduire les coûts associés au travail, au logement, au combustible et aux équipements, il serait judicieux d'accroître la densité d'élevage jusqu'à un certain seuil qui d'après la littérature se situe aux alentours de 17,5 sujets/m² (Puron *et al*, 1995). D'après ces auteurs, au-delà de ce seuil, la rentabilité s'amointrit au regard de l'altération des performances et du nombre des carcasses déclassées.

En effet, les fortes densités ralentissent la croissance, mais une ventilation adéquate des bâtiments diminuent leur impact (Puron *et al*, 1995). Associées à d'autres facteurs de stress, tels que la chaleur, les densités élevées affectent la survie des sujets. En outre, dans ces conditions, l'incidence des maladies respiratoires peut augmenter par la présence d'agent infectieux. L'élévation de la densité peut également accroître les troubles locomoteurs et divers autres affections telles que les ampoules du bréchet et les dermatites de contact (Arnould et Leterrier, 2011).

Actuellement, il reste difficile de définir un seuil de densité au-delà duquel ces facteurs sont affectés, car l'impact de la conduite d'élevage sur ce seuil, notamment la capacité à avoir une ventilation adéquate est considérable (Arnould et Leterrier, 2007).

Dans ce contexte, le présent travail a pour objectif d'étudier, l'intérêt d'augmenter la densité d'élevage (12, 15 & 18 sujets /m²) sur les performances de croissance de poulet de chair.

La première partie de ce mémoire est consacrée à une étude bibliographique articulée sur deux chapitres traitant successivement des généralités sur la **densité d'élevage** et les **effets de la densité sur les performances zootechniques** du poulet de chair.

La deuxième partie du manuscrit présente notre étude expérimentale menée à la station d'élevage de l'ITELV de Baba Ali. Les méthodologies et protocoles utilisés seront d'abord détaillés, puis les principaux résultats seront décrits et discutés. Dans la conclusion générale, nous ferons le point des idées acquises au cours de cette étude et présenterons les perspectives qui en découlent.

Chapitre O1 : Généralités sur les conditions d'élevage de poulet de chair

Tout élevage doit mettre à la disposition des vétérinaires des informations sanitaires pour un meilleur suivi sous forme d'une fiche d'élevage :

- Mortalité : Quotidienne et cumulée.
- Poids: lors des pesées
- Livraisons d'aliment. Consommation d'eau.
- Teneur en ammoniac (NH_3) mesurée lors de la visite du technicien.
- Appréciation de l'état de la litière.
- Températures minimale et maximale
- Observation des événements imprévisibles :
 - Panne d'électricité, d'eau ou d'aliment.
 - Orages, paniques, étouffements (facteur de stress)
- Envoi d'animaux au laboratoire pour autopsie
- Traitements médicamenteux, etc....

La tenue rigoureuse de la courbe de croissance (trois pesées de 30 poulets/semaine) et de la fiche d'élevage permet d'alerter à temps le technicien qui aura les éléments objectifs d'analyse. Aussi, l'analyse et le traitement de l'ensemble des fiches d'élevage permettent la mise en évidence du ou des facteurs d'élevage susceptibles de lui être défavorable (s) et d'y remédier dans les plus brefs délais (susceptibles délais) (Michel, 1990).

En plus de la maîtrise de la conception du bâtiment, il faut prendre en considération d'autres paramètres parmi lesquelles : densité, litière, l'alimentation, l'hygrométrie.

I.1. Densité d'occupation :

La densité qui se définit comme étant le nombre de sujets par unité de surface est un paramètre important que l'aviculteur doit contrôler durant les différentes phases d'élevage. Les normes d'équipement, la qualité du bâtiment et les facteurs climatiques sont des critères premiers pour déterminer la densité en élevage. Cependant, d'autres facteurs doivent également être pris en considération tels que le bien être des animaux, le type de produit (type de marché, poids à l'abattage) et la qualité de l'éleveur qui reste un facteur déterminant (source internet 1).

La densité d'élevage est considérée comme l'un des plus importants facteurs environnementaux pour l'impact établi sur l'indice de conversion. Mis à part cette influence directe, la densité d'élevage affecte indirectement le microclimat au sein du parquet du poulet et interagit avec d'autres facteurs (Škrbić *et al.* 2007).

Le poulet de chair moderne avec les modifications génétiques acquises suite aux programmes de sélections effectués, n'apparaît pas influencé par le stress de la même manière que celui élevé au passé. De façon générale, les études portant sur la densité d'élevage ont montré que le poulet moderne a de meilleures performances de croissance quand on lui attribue plus d'espace. Ainsi, un poulet de chair doit avoir un espace nécessaire afin qu'il exprime son potentiel génétique et faire ainsi le meilleur usage de son alimentation (Puron *et al.* 1995). N'importe quelle déviation des conditions optimales d'élevage peut engendrer une baisse des performances (Feddes *et al.* 2002).

Tableau 01 : les normes de densité en fonction de l'âge (Michel , 1990)

Age en semaines	0-2	2-4	4-6	6-10
Densité/m ²	25	20	15	10

I.2. La litière :

De façon générale, la litière sert à isoler les poussins du contact avec le sol (microorganismes et froid) et à absorber l'humidité des déjections. Il est recommandé que la litière doive être saine, sèche, propre, absorbante, souple et constituée d'un matériel volumineux et non poussiéreux (exemple paille hachée et copeaux de bois). En effet, la qualité de la litière est le témoin des conditions d'élevage et de santé des poulets.

La litière doit être propre, sèche, bien absorbante et sans moisissure. Des problèmes de pattes peuvent se développer si les oiseaux sont placés sur du matériel glissant comme du papier ciré ou raboteux comme une litière contenant la litière croûtée et mouillée (Fernard ,1992). Si l'on utilise une litière de copeaux de bois, il faut épandre 5 cm de copeaux de bonne qualité sur le parquet d'élevage avant l'arrivée des sujets, puis augmenter la quantité de copeaux pour avoir une couche de 7,5 à 10 cm (Villate. , 2001). Il est recommandé de démarrer les sujets derrière une garde, sur des copeaux de bois plutôt que sur de la paille, notamment pendant les 10 premières jours (Julian , 2003).

Pendant les premiers jours, l'ingestion de paille peut provoquer des troubles digestifs occasionnant souvent la mort des poussins (Fernard ,1992) Quand les sujets sont plus âgés et que la garde a été retirée, les risques d'ingestion de paille sont fortement réduits et on peut utiliser une litière de paille, à condition que l'espace d'accès aux abreuvoirs soit suffisant et que l'éclairage soit d'une faible intensité uniforme pendant la période de croissance, l'état de la litière dépend de la température, de la ventilation .Il convient d'éviter une litière trop humide ou trop poussiéreuse (Julian ,2003).

I.3. le chauffage:

Démarrer le chauffage 24 heures avant l'arrivée des oiseaux pour que la litière soit chaude et sèche et que sa température corresponde à celle de la température ambiante. On peut utiliser divers types d'éleveuses. Les producteurs utilisaient autrefois des lampes thermiques, ainsi que des éleveuses aux mazouts, au bois et au charbon (Fernard, 1992).

La plupart des élevages en Europe utilisent maintenant un système de canalisations d'eau chaude alimenté par une chaudière centrale au mazout (Julian ,2003). Ce système de chauffage présente toutefois des inconvénients il risque de déshydrater les sujets et ceux-ci n'ont plus la possibilité de se rapprocher ou de s'éloigner de la source de chaleur pour ajuster leur température interne. Par ailleurs, la chaleur de la pièce risque de provoquer des dangers pour les sujets. (Julian ,2003). Le plancher est chauffé par de l'eau chaude qui circule dans des tuyaux de plastique enfouis dans le béton .L'eau chauffée par une chaudière à mazout passe dans un échangeur thermique qui envoie de l'eau à température moins élevée dans les tuyaux du plancher (Julian , 2003).

- Les bâtiments doivent être équipés par un matériel de réserves ; une génératrice d'électricité qui puisse, en cas de panne de courant, fournir l'électricité nécessaire aux services essentiels comme le chauffage, l'éclairage et la ventilation.
- Il faut installer dans le poulailler un système d'alarme à piles, qui se déclenche en cas de panne de courant ou de température excessive et qui est relié à l'habitation de l'exploitant (Julian. 2003).

I.4. La température :

La température de l'air ambiant est le facteur qui a la plus grande incidence sur les conditions de vie des volailles, ainsi que sur leurs performances. Les jeunes animaux sont les plus sensibles aux températures inadaptées, ceci est lié à leur difficulté d'assurer la thermorégulation durant les premiers jours de vie. Ainsi apparaissent les notions de température critique inférieure (TCI) et de température critique supérieure (TCS) qui délimitent une plage de température appelée zone de neutralité thermique (Anonyme, 1999).

La zone de neutralité thermique du poussin d'un jour est très étroite est comprise entre TCI=31 °C et TCS =33°C, Elle s'élargit au fur et à mesure que le plumage se développe et augmente son pouvoir isolant, permettant à l'oiseau de mieux réguler les transferts de chaleur

avec son environnement de vie .Le confort thermique des volailles est obtenu lorsque celles-ci, placées dans cette zone de neutralité thermique, maintiennent leur température corporelle constante (Anonyme, 1999).

En dessous de la TCl et au - delà de la TCS, les poulets sollicitent leurs mécanismes de thermorégulation afin de freiner l'évolution vers une situation d'hypothermie ou d'hyperthermie se traduisant alors par une diminution des performances, raison qui incite à faire démarrer les poussins dans d'excellentes conditions, dès les premiers jours .Les nombreuses enquêtes, observations de comportement, contrôles, mesures réalisées tant en stations qu'en élevages, permettent de recommander les normes citées dans le tableau 02 pour pouvoir assurer le démarrage , de l'élevage des poulets de chair, dans de bonnes conditions (Anonyme ,1999)

Tableau 02 : normes de température (Anonyme ,1999)

Age (jour)	Température sous chauffage	Température dans l'air de vie	Evolution de plumage
0à 3	38 °C	>28°C	duvet
3à7	35 °C	28 °C	Duvet+ ailles
7à 14	32 °C	28 °C	Ailes+ ailles
14à 21	29 °C	26 °C	Ailes+ dos
21à28	-	23à26 °C	Ailes+ dos+ bréchet
28à35	-	20à 23 °C	-
> 35	-	18à28 °C	-

I.5 .La ventilation :

La ventilation vise principalement à évacuer l'humidité et l'ammoniac du bâtiment, à maintenir un approvisionnement suffisant d'oxygène, à réduire le plus possible le niveau des gaz carbonique et à maintenir une température optimale 32°C. (Gauthier, 1990). Pour qu'il soit efficace, il faut surveiller attentivement le système de ventilation étant donné les fortes variations de température extérieure qui se produisent de temps en temps, et les besoins croissants de ventilation à mesure que les poulets prennent de l'âge. (Toudic, 2005)

On distingue deux types de ventilations:

a) La ventilation statique « naturelle » :

Elle se base sur le principe de différentes densités entre des masses d'air de températures différentes, aussi l'air froid entrant dans le bâtiment plus lourd, descend vers le sol se réchauffe et diminue de densité, en pratique la sortie d'air constitue l'emplacement d'extracteur ouvert en permanence, la régulation et le contrôle des débits s'effectuent par un lanterneau muni d'un châssis pivotant vers le bas ou des rideaux plastique, l'air froid entrant dans le bâtiment tombe vers le sol où il y a un risque très important de courant d'air froid direct sur les animaux. (Goucem, 2010)

b) La ventilation dynamique:

La ventilation mécanique d'un bâtiment réalisée au moyen de ventilateurs d'air, entraînés par des moteurs électriques, l'objectif principal est la maîtrise des débits d'air quelles que soient les conditions climatiques (vent, température, pression) et les phases de fonctionnements. Pour cela on distingue deux types de ventilation :

La ventilation par suppression : assez peu utilisée en aviculture qui consiste à introduire de l'air neuf pulsé dans le bâtiment à l'aide de ventilateur.

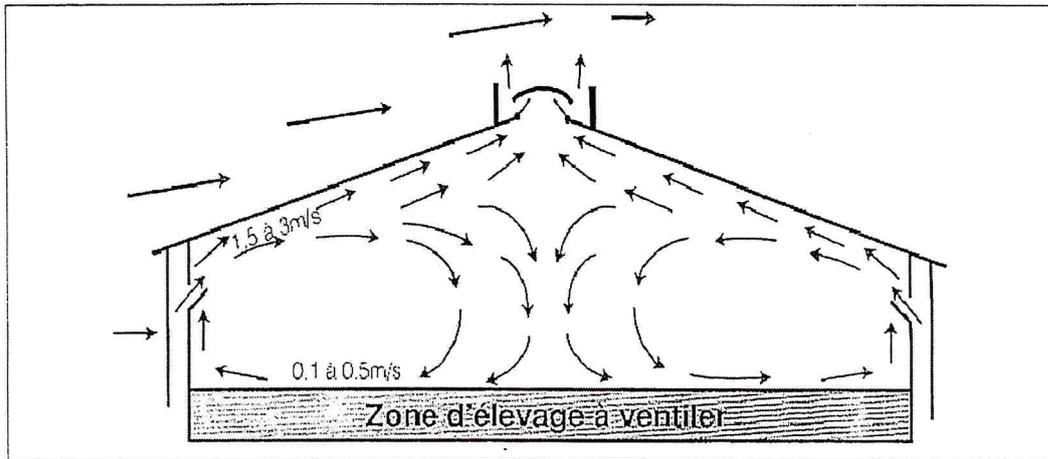


Figure 1 : Circuits de l'air considéré comme bon : ventilation dynamique ou ventilation naturelle par dépression. (Villate ,2001)

I.6. L'hygrométrie :

Le respect des normes d'hygrométrie favorise la croissance, permet d'éviter les problèmes respiratoires, de maintenir une bonne qualité de la litière et d'améliorer la qualité du poulet. (Anonyme ,2004). L'humidité de l'air est une donnée importante, qui influe sur la zone de neutralité thermique des animaux.

Aux températures élevées, une augmentation de l'humidité ambiante, accentue l'effet néfaste de la chaleur et une atmosphère sèche conduit à l'obtention d'une litière poussiéreuse qui irrite les voies respiratoires et dissémine les injections microbiennes.

Aux basses températures, une humidité relative importante provoque la condensation de l'eau dans les plumes et dans les litières, ce qui aggrave l'action du froid.

L'humidité de l'air conditionne en outre, l'état de la litière. La densité de poussière et la durée de la survie de la charge microbienne .le degré hygrométrique acceptable doit se situer entre le 55-70%. (Sudreau ,1979).

I.7. l'éclairage:

L'intensité doit être élevée pendant la première semaine d'âge à $3w/m^2$, puis on commence à diminuer de $1,5w/m^2$ jusqu'à l'abattage, la variation de l'intensité lumineuse conduit à l'apparition des troubles d'élevage lorsque :

- l'intensité est faible on constate le picage.
- l'intensité est forte on constate le cannibalisme.

La durée d'éclairage en élevage de poulet de chair est de 23/24h.(anonyme.1977)

I.8. Les abreuvoirs:

Il faut s'assurer que tous les sujets boivent au cours des 24 premières heures pendant les premiers jours, on utilise généralement des abreuvoirs simples de 4.5 litres à remplissage manuel .sinon l'usage d'abreuvoirs satellites (type plateau) pour une réduction de la main-d'œuvre est possible .ces abreuvoirs sont reliés les uns aux autres et sont alimentés à la source d'eau par des tuyaux flexibles. Ce système permet de placer les abreuvoirs à des distances variables de la source de chaleur quand une partie de la pièce seulement est chauffée. Dans le cas où l'ensemble de la pièce serait chauffée, il est préférable d'utiliser dès le départ des abreuvoirs en forme de cloche Il existe plusieurs types d'abreuvoirs automatiques. Dans le cas des abreuvoirs en forme d'auge, il faut prévoir un espace d'un centimètre de bordure par sujet. Pour les abreuvoirs circulaires, on peut se contenter de 0.5 cm environ par sujet.

Les récents modèles d'abreuvoirs à bec permettent d'avoir entre 10 et 12 sujets par unité. L'usage d'abreuvoirs à becs nécessite une première opération avant l'arrivée des poussins d'un jour, elle consiste à faire passer un balai sur les becs pour déclencher l'écoulement de l'eau et fournir une quantité suffisante d'eau propre contenant le moins possible de minéraux. Il est préférable d'installer un filtre, à élément filtrant pérotinien remplaçable, d'une capacité suffisante, et procéder au changement de l'élément filtrant aussi souvent que l'exige la teneur de l'eau en minéraux et en substances organiques.

La désinfection des abreuvoirs deux ou trois fois par semaine à l'aide d'un désinfectant iodé, chloré ou à base d'ammoniums quaternaires est de règle (Michel, 1990).

Les abreuvoirs doivent être : toujours à la bonne hauteur des oiseaux, Ceci nécessite leur ajustement fréquent au niveau de leur dos ce qui permet aux poussins de renverser moins l'eau des abreuvoirs et donc de mouiller moins leur litière.

I.9. Les mangeoires:

Pendant les premiers jours, il est important de placer les mangeoires et les abreuvoirs à des distances variées de la source de chaleur pour permettre aux poussins de s'alimenter et de s'abreuver quelle que soit la distance qui les sépare de celle-ci (Michel ,1990).

Les éleveurs utilisent plusieurs types de mangeoires automatiques, l'espace d'accès qu'il faut prévoir dépend en partie du type de mangeoire utilisée.

En règle générale, il faut prévoir :

- 2cm par sujet ayant entre 1 et 14 jours (phase de démarrage).
- 2.5cm entre 15 et 45 jours (phase de croissance).
- 3 cm de 45 à 60 jours (phase de finition) (**tableau 03**) (Anonyme, 1977).

Concernant les mangeoires circulaires, l'espace qui leur est nécessaire peut être réduit de 20% car ce type de mangeoire peut accueillir un nombre plus grand de poussins qu'une mangeoire longitudinale (Beaumant ,2004).

Tableau 3 : Matériel d'alimentation pour poulet de chair (Anonyme, 1977)

MATERIEL	AGE	TYPE	NB pour1000 Sujets
Mangeoires	1-14 jours	A la place ou en complément du matériel « adulte » : plateaux de démarrage ou, les deux premiers jours, alvéoles à œufs ou papier fort non lisse.	10
	Après 14 jours	Assiettes avec ou sans réserve. Chaîne linéaire.	14-15
Abreuvoirs	1-14 jours	A la place ou en complément du matériel « adulte » : abreuvoirs siphoniques manuels ou mini-abreuvoirs automatiques.	10
	Après 14 jours	Abreuvoirs cylindrique automatiques.	

Un espace insuffisant peut contribuer à une plus forte incidence du syndrome de la hanche galeuse (picage) (Beamant ,2004).

I.10. L'alimentation :

Les frais d'aliment représentent 50 % environ des coûts de production, il importe donc de lui accorder une attention particulière (Anonyme, 1977)

La consommation d'aliment augmente rapidement avec l'âge des sujets, raison pour laquelle on doit assurer:

- Des quantités suffisantes pour leur permettre une croissance correspondant à leur potentiel génétique.
- fur et à mesure que les sujets grandissent et cela pour empêcher le gaspillage des aliments (Julian ,2003)

Par ailleurs, les exigences alimentaires des sujets en croissance rapide nécessitent un équilibre précis des substances nutritives composant l'aliment, en prenant en considération le niveau d'énergie métabolisable et la teneur en protéines brutes, ainsi que le rapport énergie / protéines.

Il faut ajouter à l'aliment de base des substances nutritives tels que les grams de céréale, des compléments de protéines (Farine de poisson) et des compléments minéraux et vitaminiques afin de corriger les carences alimentaires. (Fernard ,1992).

La présentation des aliments a une grande influence sur le niveau d'ingestion. Des recherches ont révélé que l'indice de conversion des aliments destinés aux poussins (granulométrie) (Julian, 2003).

Les mangeoires trop pleines peuvent occasionner le gaspillage d'aliments, c'est la raison pour laquelle on doit les remplir aux 2/3.

CHAPITRE 2

Densité d'élevage : effets sur la croissance et la santé du poulet de chair

II. Effets de la densité d'élevage sur les performances zootechniques

L'effet de la densité d'élevage sur la croissance, la mortalité et le rendement de carcasse a fait l'objet de nombreuses études (Tableau 3). D'après Estevez (1999), un espace de vie inférieur à un certain seuil (généralement fixé aux environs de 14-16 sujets/m²) compromet considérablement la productivité et le bien être du poulet. Plusieurs études ont également démontré que des densités excessives entraînent des baisses des performances avec une réduction de la croissance en fin d'élevage et une dégradation de l'homogénéité des poids vif des sujets. Ces densités élevées sont également associées à une augmentation de l'indice de consommation, de la mortalité, du nombre de saisies et du taux de carcasses déclassées (Cravener *et al.* 1992 ; Eckert *et al.* 2002 ; Skrbic *et al.* 2009 ; Tayeb *et al.* 2011).

Tableau 4. Effet de la densité d'élevage sur les performances zootechniques du poulet de chair (synthèse de plusieurs auteurs).

Densités (sujets/m ²) (durée du cycle d'élevage) (sexe des poulets)	Effets observés par rapport aux témoins [#]	Auteurs
10, 12, 14, 15, 16, 17 & 18 (49 jours d'élevage) (mâles)	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Poids vif (≈ -3% pour 18 s/m² vs. 10 s/m²) ↘ Ingéré alimentaire (≈ -3,7% pour 18 s/m² vs 10 s/m²) → Indice de Conversion → Mortalité ↗ Charge en kg/m² et la MB jusqu'à 17 mâles/m²) 	Puron <i>et al.</i> , 1995
11, 13, 15, 16, 17, 18, 19 & 20 (49 jours d'élevage) (femelles)	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Poids vif (≈ -1,5% pour 20 s/m² vs. 11 s/m²) ↘ Ingéré alimentaire (≈ -3,9% pour 20 s/m² vs 11 s/m²) → Indice de Conversion → Mortalité ↗ Charge en kg/m² et la MB jusqu'à 19 femelles/m²) 	Puron <i>et al.</i> , 1995
21, 20 & 18 cm ² /sujet (49 jours d'élevage) (mâles)	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Poids vif ↗ Indice de Conversion ↗ Mortalité ↘ Rendement de carcasse 	Bilgili & Hess, 1995

[#] ↗ : augmentation, ↘ : diminution, → : pas de variation, MB : marge bénéficiaire, NS : non significatif.

En revanche d'autres auteurs n'ont mentionné aucun changement significatif des performances du poulet de chair soumis à des densités élevées (PARKHURST *et al.*, 1977 ; BEREMSKI, 1987; MIZUBUTI *et al.*, 1994).

Le poids corporel reste néanmoins le principal paramètre visible affecté par les variations des densités d'élevage. En effet, plusieurs auteurs ont montré une diminution du poids vif du poulet lors de densités d'élevage élevées (Lewis *et al.* 1997 ; Edriss *et al.* 2003 ; Çiçek *et al.* 2004 ; Mendes *et al.* 2004 ; Mortari *et al.* 2004).

Selon l'étude de Škrbić *et al.* (2007) (Figure 1), à une densité de 16 sujets/m², le poids corporel des sujets à 7 semaines d'âge est nettement plus faible que celui des sujets élevés sous une densité de 12 sujets/m². Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Cravener *et al.* (1992) et ceux de Edriss *et al.* (2003).

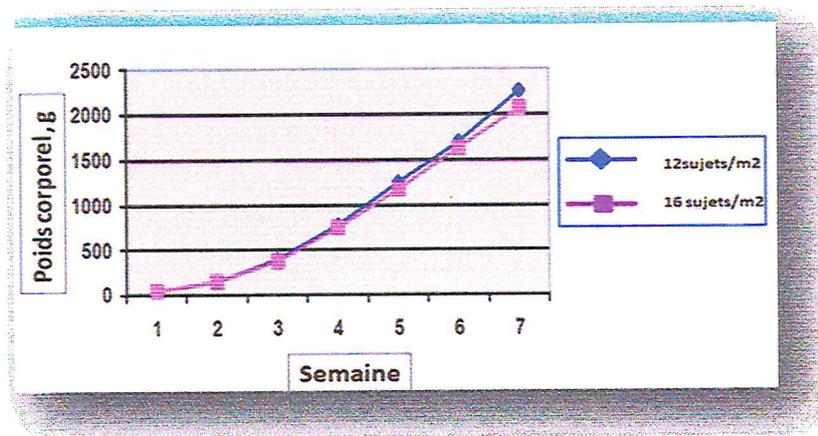


Figure 2. Variations du poids vifs en fonction des densités d'élevage (Škrbić *et al.* 2007)

Feddes *et al.* (2002) a démontré que pour une densité élevée (12-14-17-23 sujet/m²), le poids corporel et le poids de la carcasse étaient réduits. Cependant l'uniformité du poulet (apprécié par le rapport entre l'indice de consommation et le poids vif, en %) a été meilleure et le taux de mortalité inchangé. Selon ces auteurs, le coût total de la production (en dollars/kg) est réduit lors de densités supérieures à 30 45 Kg/m² (Figure 2).

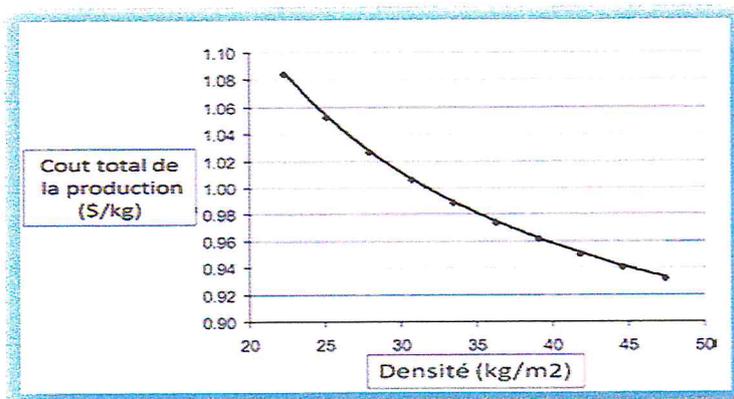


Figure 3. Effet de la densité d'élevage sur le coût de la production (Feddes *et al.* 2002)

D'après les résultats de l'étude menée par Puron *et al.* (1995) (Tableau 4), il semble, d'une part, que les meilleures densités pour mâle et femelle du poulet de chair sous un environnement contrôlé sont de 17 et 19 sujet/m² respectivement. La charge (en kg/m²) et les

marges de profit ont augmenté et l'élévation de la densité jusqu'à 17 mâles et 19 femelles /m². D'autre part, le poids vif et la consommation alimentaire déclinent quand les densités augmentent alors que l'indice de conversion et la mortalité restent similaires à toute densité.

Tableau 5. Performances du poulet de chair, mâles et femelles, à 7 semaines d'âge, soumis à différentes densités d'élevage (Puron *et al* 1995).

Densité (Sujets/m ²)	Sexe	Poids corporel (g)	Aliment Ingéré (g)	Indice de Conversion	Mortalité (%)	Charge (kg/ m ²)
Essai 01						
10	M	2604 ^b	5200 ^b	2,02	6,74	24,2 ^a
12	M	2544 ^{ab}	5016 ^b	2,00	7,68	28,0 ^b
14	M	2453 ^a	4933 ^a	2,02	8,21	31,6
11	F	2193	4522	2,02	4,89	22,8 ^a
13	F	2119	4336	2,01	4,61	26,3 ^b
15	F	2096	4308	2,02	4,74	30,0
Essai 02						
14	M	2509	5260	2,11	4,73	33,5 ^a
15	M	2517	5264	2,12	4,67	36,0 ^{ab}
16	M	2486	5167	2,08	5,40	37,6 ^b
15	F	2132	4625	2,14	4,00	30,3 ^a
16	F	2102	4584	2,10	4,69	32,5 ^{ab}
17	F	2102	4585	2,13	3,53	34,5 ^b
Essai 03						

^{a-b} Par colonne, les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes (P<0,05)

A des densités allant de 10 à 20 sujet/m², Puron *et al* (1995), ont observé une réduction linéaire du poids corporel et de la consommation d'aliment, mais aucune différence de l'indice de conversion et de la mortalité, n'a été mentionnée à sept semaines d'âge. Afin de maximiser le rendement, ces auteurs ont recommandé une densité de 17 et 19 sujet/m² pour les poulets de chair mâles et femelles, respectivement.

Selon Puron *et al.* (1995), les densités élevées induisent la baisse des performances en relation avec de nombreux autres facteurs. Un des facteurs clés impliqués est la **température ambiante élevée** au sein du microclimat du poulet. En cas de densités élevées, le courant d'air au niveau de l'animal circule moins induisant une diminution de la dissipation de la chaleur

corporelle dans l'air. Un autre facteur associé aux densités élevées et contribuant à la baisse des performances en affectant la qualité de l'air pur est le **renouvellement inadéquat de l'air**. Ceci augmente le taux d'ammoniac et minimise l'accès aux mangeoires et aux abreuvoirs. Enfin, la quantité d'aliment ingérée, l'efficacité alimentaire, la viabilité et dans quelques cas la qualité de la carcasse sont affectées par la diminution de l'espace de vie.

Par ailleurs, Castello (1990) a pu établir les critères suivants :

- Dans le cas d'une ventilation naturelle, le passage d'une densité d'élevage de 10 poulets/m² à celle de 12 poulets/m², n'affecte aucun des paramètres de croissance.
- Dans les mêmes conditions de ventilation naturelle, l'élévation de la densité à 14 ou 15 poulets/m² peut déjà induire une certaine réduction de la croissance (variant de 1 à 3% selon les expériences) sans modification de l'indice de consommation. Ce dernier paramètre est même amélioré au cours de certains essais car la liberté de mouvement des volailles étant restreinte, leur dépense énergétique s'en trouve limitée.
- Dans un local à ventilation naturelle, il n'est absolument pas souhaitable d'atteindre 15 poulets/m². En effet, bien que l'efficacité alimentaire n'en soit pas affectée, pour les raisons ci-dessus mentionnées, la croissance diminue de 2 à 5% par rapport à celle obtenue avec des densités plus faibles de 10 à 12 poulets/m². Ceci est principalement lié à l'état de la litière qui se dégrade nettement dans ces conditions.
- Dans le cas de ventilation naturelle, avant même que ne soit atteinte la densité de 15 poulets/m², certains facteurs subissent en effet des variations : L'état de la litière se dégrade, les possibilités de coups de bec et/ou l'arrachage des plumes augmentent, la formation d'ampoules au bréchet augmente en raison du mauvais état de la litière et les volailles refusées à l'abattoir sont plus nombreuses.
- En revanche, parmi les aspects favorables à considérer, il faut citer : la diminution des frais de chauffage par poulet, car une plus grande quantité de chaleur est produite par unité de surface du local et éventuellement une augmentation du rendement économique de l'exploitation tant en raison de ce qui précède que par une meilleure répartition des charges d'amortissement.
- Dans un local à ventilation forcée situé en zone méditerranéenne, on essaie d'atteindre des densités de 18 à 20 poulets/m² qui sont celles couramment adoptées dans les exploitations commerciales de poulets de chair de Grande Bretagne et des pays du Nord de l'Europe (Castello 1990).

- Lorsque, dans ces locaux, on essaie d'atteindre des densités beaucoup plus élevées, jusqu'à 27 poulets/m², la croissance diminue davantage mais pas de façon excessive, en général jusqu'à 4 - 6%, alors que l'efficacité alimentaire ne subit pas de modification ou même s'améliore légèrement.

Enfin, il convient également de tenir compte des points complémentaires ci-dessous :

- La zone dans laquelle est située l'exploitation : sur les côtes, et en raison de leur climat, on peut atteindre des densités plus élevées que dans les zones montagneuses de l'intérieur du pays.
- Les conditions du local : toujours à l'intérieur de chaque type, plus les conditions d'isolation et de ventilation sont parfaites plus les densités peuvent être élevées.
- Toute augmentation de densité implique une augmentation proportionnelle d'équipement du local, mangeoires et abreuvoirs, de la ventilation et de la quantité de litière.

III. Effet de la densité d'élevage sur l'état sanitaire et le bien-être du poulet

Les essais relatifs à l'étude de l'impact de la densité d'élevage sur le comportement et la santé du poulet sont nombreux mais les résultats obtenus varient selon les auteurs (Arnould et Leterrier, 2011).

Les fortes densités combinées à la présence d'agents infectieux augmentent l'incidence des maladies respiratoires. Elles provoquent aussi des ampoules au bréchet, des dermatites de contact (Figure 3), notamment aux articulations tarsiennes, ainsi que davantage de problèmes locomoteurs (Arnould et Leterrier, 2011).

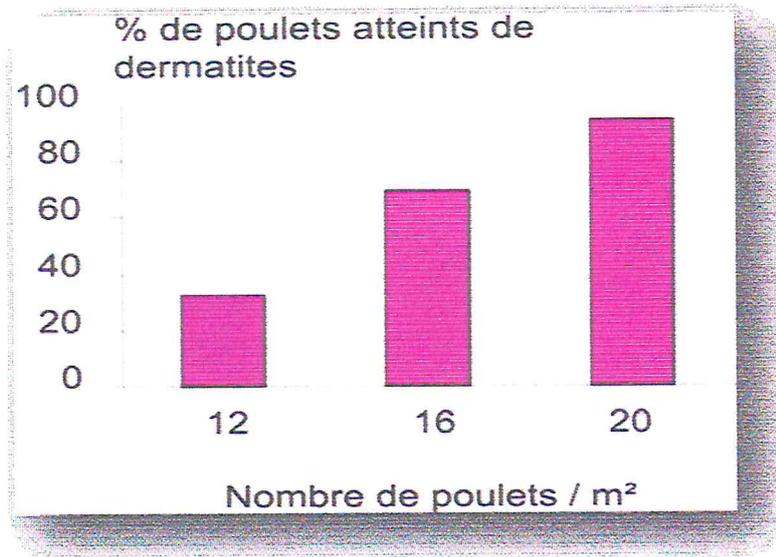


Figure 4. Influence de la densité d'élevage sur le pourcentage de poulets atteints de dermatites au niveau du coussinet plantaire (pododermatites) et des tarsi à l'âge de 6 semaines (Arnould et Leterrier, 2011).

L'impact que l'environnement propre du bâtiment a sur le rendement des poulets de chair à des densités élevées, ne peut pas être directement ressorti. Une étude récente conduite par Dawkins *et al.* (2004) a examiné l'effet de la densité d'élevage sur le bien être du poulet, des densités de 30, 34, 38, 42, 46 kg/m² ont été comparées. Mis à part l'enregistrement des conditions d'ambiance à l'intérieur du bâtiment (température, humidité relative, taux d'ammoniaque, intensité lumineuse et moisissure de la litière), le bien être du poulet a été estimé selon la mortalité, le niveau de corticostérone (hormone des stress), l'accentuation « Force/Structure » osseuse des pattes et l'aptitude à la marche. D'après cette expérimentation, à des densités élevées, le poulet a évolué lentement, a été plus bousculé et son aptitude à la marche était très réduite. Il a été conclu que les densités élevées affectent le bien être du poulet.

Quand la densité d'élevage augmente, les poulets diminuent le temps qu'ils consacrent à la marche. Ce temps est sévèrement affecté pour un chargement de 42 kg/m² comparé à des chargements plus faibles (variant de 4 à 30 kg/m²). Une comparaison entre des chargements de 24 et 32 kg/m² ou de 30 et 36 kg/m², en élevage commercial, montre que le temps dévolu à la marche est faible aux chargements les plus forts (Arnould et Leterrier, 2011) (Figure 4).

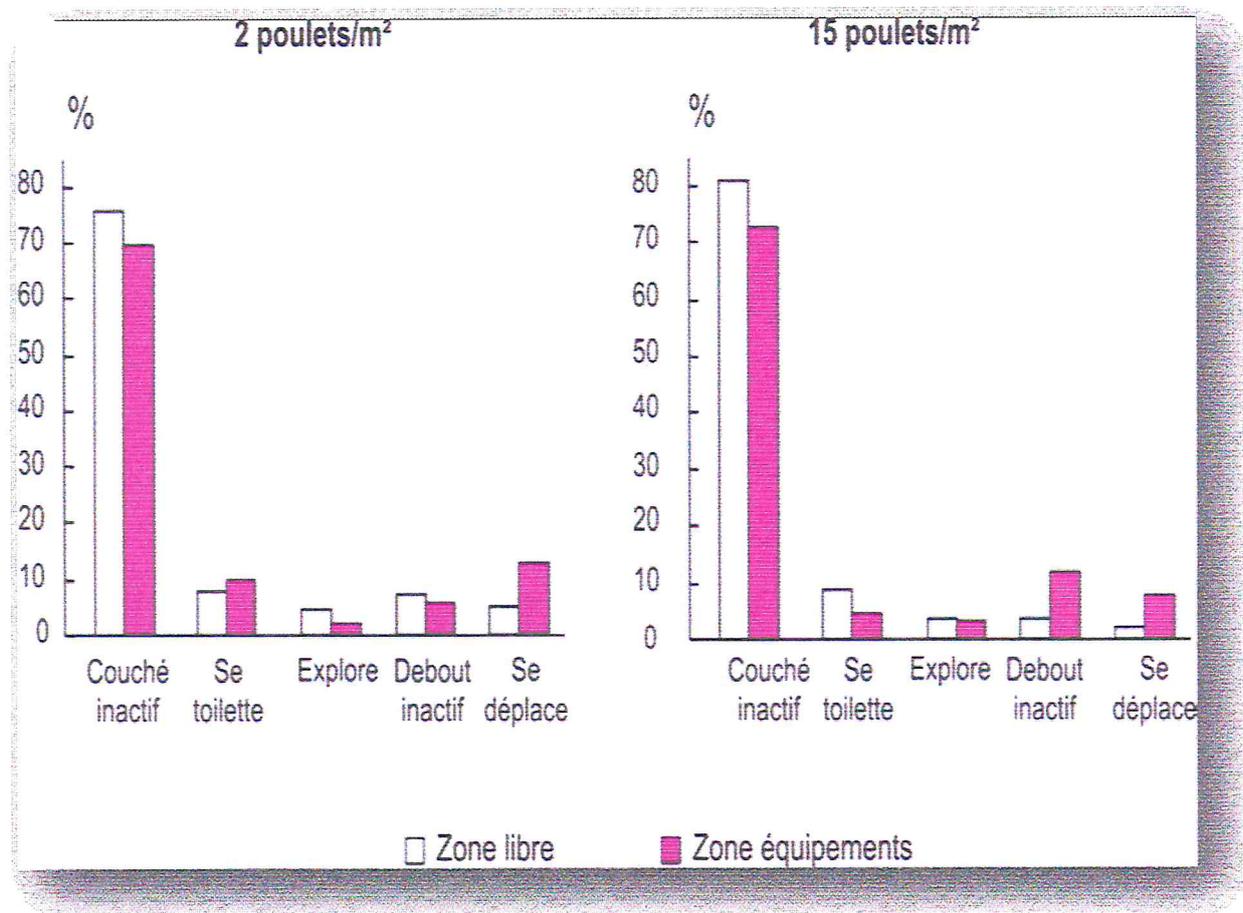


Figure 5. Activités, en % de temps consacré à chaque comportement, de poulets élevés à des densités de 2 poulets/m² et 15 poulets/m² (Arnould et Leterrier, 2011).

Finalement, les densités les plus fortes ont toujours un effet délétère sur le comportement des poulets, même si les chargements comparés varie selon les auteurs (par exemple : 25 kg/m² comparé à 30 kg/m² ou 30 kg/m² comparé à 36 kg/m²). Aux densités les plus fortes l'activité locomotrice, l'activité générale et le temps consacré au toilettage (fonction d'entretien du plumage) sont toujours diminués, alors que la fréquence des dérangements observés (le mal-être du poulet) sur les poulets au repos est augmentée (Arnould et Leterrier, 2011).

Bien que tous ces effets aient été démontrés, il est difficile de définir précisément un seuil au-delà duquel tous ces facteurs sont affectés. En effet, l'impact de la conduite d'élevage sur ce seuil est considérable. Par exemple, pour une densité d'élevage identique, les résultats obtenus sur la croissance ou sur les lésions cutanées dépendront en particulier de la capacité à avoir une ventilation adéquate (Dawkins *et al.*2004).

IV. Influence de la densité d'élevage sur la qualité de la litière

De façon générale, la litière sert à isoler les poussins du contact avec le sol (microorganismes et froid) et à absorber l'humidité des déjections. Il est recommandé que la litière doive être saine, sèche, propre, absorbante, souple et constituée d'un matériel volumineux et non poussiéreux (exemple paille hachée et copeaux de bois). En effet, la qualité de la litière est le témoin des conditions d'élevage et de santé des poulets.

Les causes de la mauvaise litière sont : sol humide ou froid, litière insuffisante, non absorbante, trop tassée, forte densité par rapport à l'âge des poulets, mauvaise qualité de l'eau, microbisme, matériel d'abreuvement non réglé ou mal réparti, ventilation insuffisante ou mauvais circuit d'air, ambiance froide, problème pathologique, aliment (Source internet 1). Les conséquences d'une mauvaise litière sont illustrées dans le schéma suivant (Figure 5) :

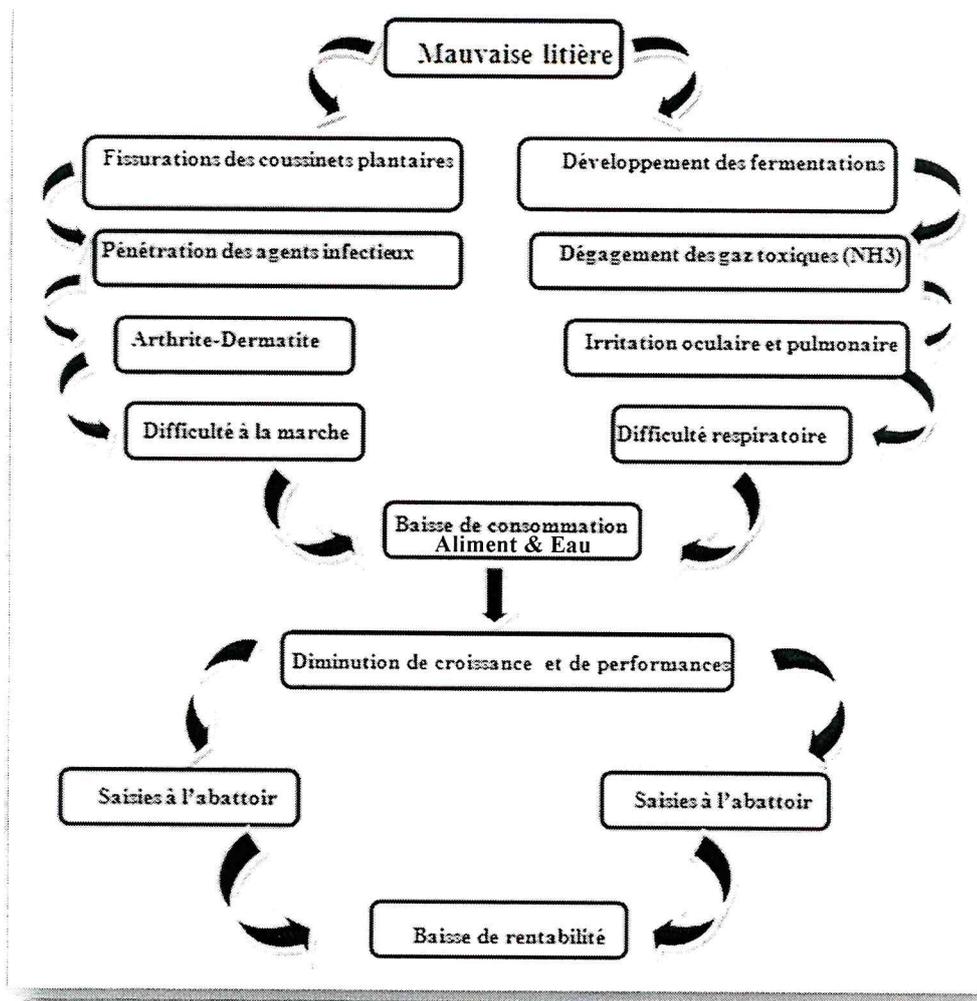


Figure 6. Conséquences pathologiques d'une mauvaise litière (Schéma personnel)

Le poulet de chair n'exprime pas son potentiel génétique dans un environnement pauvre. La qualité de l'environnement intérieur du bâtiment est amplement dépendante de la qualité de la litière. La litière est un biotope idéal pour la prolifération bactérienne et la production de l'ammoniac. Les deux facteurs influençant la qualité de la litière sont le fumier et l'humidité (Ritz *et al* 2005). La présence des bactéries dans la litière contribue largement à la contamination des carcasses par l'augmentation de la charge bactérienne de la peau et des plumes (Bennett *et al*, 2003).

L'une des conséquences les plus importantes lors d'une élévation de la densité, c'est le changement de l'ambiance à l'intérieur du bâtiment. Comme décrit précédemment, une densité élevée s'accompagne habituellement par une augmentation de la température, de l'humidité, et aussi de CO² et du taux d'ammoniac. Un taux élevé de l'ammoniac (25 à 50 ppm) augmente l'incidence de l'inflammation des sacs aériens.

Une humidité élevée et une litière moisie augmentent également l'incidence des ampoules du bréchet, les brûlures du jarret et les dermatites des pattes. Néanmoins l'importance des effets de la densité dépend des facteurs techniques (qualité de la ventilation et le système de refroidissement) ainsi que des facteurs du management (condition de la litière et le programme lumineux). Cela veut dire que l'augmentation du nombre des sujets dans un bâtiment bien équipé pourrait avoir un minimum d'effets négatifs en les comparant avec un bâtiment défectueux (Estevez, 1999).

L'effet de la densité d'élevage sur la charge microbienne de la litière du poulet de chair a été examiné par Yardimci et Kenar (2008) (Tableau 6). D'après ces auteurs, il n'y a pas une différence significative entre les deux groupes élevés à des densités différentes (10 - 13 sujet/m² et 14-17 sujet/m²).

Tableau 6. Effet de la densité (sujets/m²) sur la population bactérienne (Yardimci et Kenar 2008)

	Groupe 1 (10-13 s/m ²), n=20		Groupe 2 (14-17 s/m ²), n=20		Test de Student (p=)
	X	ES	X	ES	
Coliformes (10⁶)	3,1	0,70	2,4	1,64	0,51
Salmonelles(10⁴)	3,1	0,57	3,3	0,63	1,00
Moisissures Levures (10⁵)	0,9	0,16	1,3	0,35	0,41
Staphylocoques (10⁵)	7,5	1,27	7,1	1,66	0,85
Clostridies (10⁶)	3,1	1,01	3,2	0,89	0,95
<i>E. coli</i> (10⁴)					

Thaxon *et al* (2003), ont rapporté que le nombre des bandes d'élevage utilisant la même litière n'a pas altéré significativement la population microbienne de la litière ce qui veut dire que pour les bactéries aérobies et anaérobies coliformes, staphylocoques, levures ; il n'y a pas de corrélation entre le nombre des bandes d'élevage et la population bactérienne de la litière. D'après cette étude, la variation de la densité d'élevage de 10 à 17 sujet/m² n'a pas affecté la charge bactérienne de la litière



Notre essai a pour objectif d'évaluer, dans nos conditions locales, l'effet de l'augmentation de la densité d'élevage sur les paramètres zootechniques du poulet de chair.

I. Lieu, durée et période de l'essai

Cet essai a été réalisé au niveau de la station expérimentale des monogastriques de l'Institut Technique des Elevages (ITELV) de Baba-Ali, Alger.

La période expérimentale s'étalait du 14 mars au 04 mai 2013 soit une durée d'élevage complet de 49 jours.

II. Animaux

Trois milles (1400) poussins chair **d'1 jour** (sexes mélangés), de souche **ISA F15 Hubbard**, provenant d'un même couvoir (Dar El Beida, SIFAAC Sarl : Société Industrielle Fabricant d'Aliments et Accoureur), ont été triés, pesés et divisés en 3 groupes de poids homogène ($44,6 \pm 0,2$ g), désignés comme suit (Tableau) :

Tableau7. Présentation des 3 groupes expérimentaux.

Groupes	Désignation	Densité d'élevage	Nombre de sujets (n→)	Nombre de répétitions
Groupe 1	T12	12 sujets/m ²	360	6 x 60 sujets
Groupe 3	T15	15 sujets/m ²	450	6 x 75 sujets
Groupe 5	T18	18 sujets/m ²	540	6 x 90 sujets

Un lots hors essai (HE) comportant **150 sujets**, a été également constitué pour remplacer la mortalité quotidienne durant la période d'élevage. En pratique, au cours de tout l'essai, les sujets morts sont pesés et remplacés par un sujet de même poids provenant des lots hors essai correspondant. Ceci permet d'assurer les mêmes densités que celles initiales tout le long de la période d'élevage.



Mesures effectuées	n=	J0	J10	J28	J42	J49
Poids vif [§]	6	+	+	+	+	+
Refus d'aliment [§]	6	+	+	+	+	+
Mortalité	6	Relevé quotidien durant tout l'essai				

Figure 7. Schéma récapitulatif du protocole expérimental

([§] Mesures collectives ; [#] Mesures individuelles ; n= nombre de répétitions pour chaque mesure).

III. Aliment

Durant tout l'essai, l'ensemble des poulets a été nourri, *ad libitum*, avec 3 types d'aliments standards successifs, correspondant à chaque phase d'élevage, à savoir :

- Aliment «Démarrage» distribué entre J1 et J10
- Aliment «Croissance» distribué de J11 à J42
- Aliment «Finition» distribué entre J43 et J49

Ces aliments ont été fabriqués par l'Unité d'Aliment Bétail (UAB) de Baba Ali d'Alger et ont été fournis sous forme de farine ; leurs composition et caractéristiques (calculées) sont présentées ci-dessous (Tableau 10).

Tableau 8. Composition et caractéristiques des aliments utilisés durant l'essai (%).

	Aliment Démarrage	Aliment Croissance	Aliment Finition
Matières Premières (%)			
Maïs	60,90	64,80	68,80
Son de blé	5,90	5,00	6,00
Tourteau de soja	29,10	27,00	21,80
Calcaire	0,57	1,20	1,30
Phosphate Bicalcique	1,50	1,00	1,10
Méthionine	0,03	-	-
Antistress	1,00	-	-
CMV D-C [§]	1,00	1,00	-
CMV F [§]	-	-	1,00
Caractéristiques (valeurs calculées)			
EM (kcal/kg)	2800	2900	2930
Protéines brutes (%)	21	19	17

[§] CMV D-C : complément minéral et vitaminique pour les phases de démarrage et de croissance,
CMV F : complément minéral et vitaminique pour la phase de finition.



IV. Bâtiment d'élevage et conditions d'ambiance

IV.1. Bâtiment

Tous les poulets ont été élevés dans un même bâtiment afin de s'assurer de conditions environnementales similaires (programme lumineux, température, hygrométrie, ...).

Le bâtiment d'élevage utilisé (Figure 10) est de type obscur à ambiance contrôlée ayant une superficie de 296,1 m². Il est divisé en 2 blocs de 36 parquets de 5,72m², disposés de part et d'autre d'un couloir de 2,2m de large et d'un SAS comprenant un lieu de dépôt d'aliments, une citerne d'eau et une armoire de contrôle des facteurs d'ambiance (température et ventilation) et des humidificateurs.

La ventilation est dynamique, assurée par des clapets pour l'entrée d'air et l'extraction des gaz est réalisée par cinq extracteurs (3 petits et 2 grands).

Le chauffage du bâtiment est réalisé par des radiants. L'éclairage est assuré par 8 néons (1 pour 2 parquets) et 1 lampe par parquet.

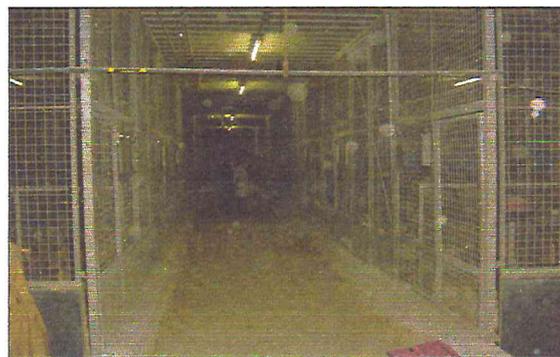
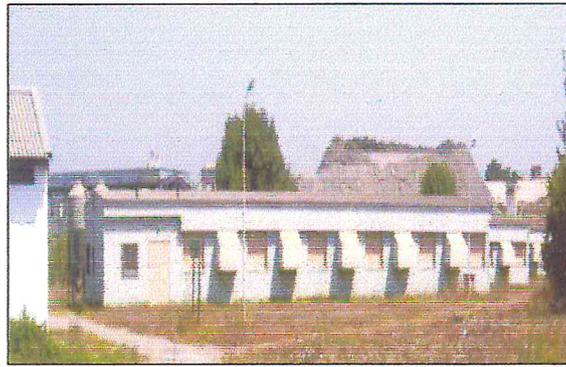


Figure 8. Vues (extérieure et intérieure) du bâtiment d'élevage utilisé pour l'essai.



IV.2. Programme de température et éclairage

Le programme de température appliqué est celui préconisé pour la souche de poulet utilisée (Tableau 11). Durant tout l'essai, la température d'élevage a été contrôlée.

Tableau 9. Les températures ambiantes appliquées selon l'âge des poulets.

Age des sujets (en semaines)	Température ambiante (°C)
1	32-34
2	30-32
3	26-29
4 – 5	24-25
6 – 7	20-22

Durant tout l'essai, l'éclairage était de 24heures avec une intensité maximale à 100% de son potentiel (3watt/m²).

V. Equipements d'élevage

V.1. Le matériel d'alimentation

Trois types de mangeoires, adaptés à l'âge des animaux ont été utilisés dans cet essai : des assiettes circulaires en plastique pendant les 6 premiers jours ; des mangeoires linéaires du 7^{ème} au 11^{ème} jour d'âge et des trémies suspendues au plafond dont la hauteur est réglées selon la taille des poulets, du 11^{ème} jour jusqu'à l'abattage.

V.2. Matériels d'abreuvement



Au départ de l'élevage, des abreuvoirs siphoides sont utilisés, à raison d'un abreuvoir par parquet du 1^{er} au 11^{ème} puis de deux abreuvoirs par parquet du 12^{ème} au 24^{ème} jour. Leur remplissage se fait manuellement.

A partir du 24^{ème} jour d'âge et jusqu'à la fin de l'élevage (J49), des abreuvoirs sur pied à niveau constant sont utilisés et dont la capacité est de 25 litres. Leur remplissage se fait manuellement à l'aide d'entonnoirs.

Concernant les abreuvoirs utilisés pendant les périodes de distribution des acides organiques, ils étaient adaptés aux phases d'élevage : abreuvoirs siphoides au démarrage puis des abreuvoirs à pieds en croissance et finition.

V.3. La litière

Elle est composée de paille d'une épaisseur de 15 cm, répartie sur sol cimenté et recouvert d'un peu de chaux. Durant toute la période d'élevage, la litière n'a pas été changée.

VI. Programme de prophylaxie

Les différents actes de prévention prophylactique sont enregistrés dans le tableau 12:

Tableau 10. Programme de prophylaxie appliqué durant l'essai.

Age en jour	Vaccination et traitement	Mode d'administration
1	Anti-stress pendant 05 jours	Eau de boisson
4	Vaccination contre la maladie de Newcastle et bronchite infectieuse (HB1)	Eau de boisson
7	Vitamines (AD3E+C)	Eau de boisson
14	Vaccination contre la maladie de Gumboro (D78)	Eau de boisson
17	Traitement anticoccidien pendant 05 jours (COCCIDIOPAN)	Eau de boisson
21	Rappel de vaccination contre la maladie de Newcastle (LA Sota)	Eau de boisson
32	Rappel de vaccination contre la Maladie de Gumboro	Eau de boisson
33	Rappel de traitement anticoccidien pendant 5 jours	Eau de boisson

VII. Les paramètres mesurés

VII.1. Les performances zootechniques

VII.1.1. Poids vif moyen



Tous les poulets ont été pesés à J1, J10, J28, J42 et 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.

$$\text{Poids vif moyen (g)} = \text{Poids total des sujets (g)} / \text{Nombre des sujets}$$

VII.1.2. Gain de poids

Le gain de poids est estimé par différence entre le poids vif moyen final et initial de la période considérée.

$$\text{Gain de poids (g)} = \text{Poids Vif Moyen Final (g)} - \text{Poids Vif Moyen Initial (g)}$$

VII.1.3. Ingéré alimentaire moyen

La quantité 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. L'ingéré alimentaire moyen par sujet est obtenu en divisant la quantité moyenne d'aliment consommé sur le nombre de sujets présents.

$$\text{Quantité moyenne d'aliment consommé (g/s)} = \frac{(\text{Quantité d'aliment distribué} - \text{refus})}{\text{Nombre de poussins présents}}$$

VII.1.4. Indice de conversion

Les indices de conversion sont calculés pour chaque phase d'élevage, comme suit :

$$\text{Indice de Conversion} = \text{Ingéré alimentaire (g)} / \text{gain de poids (g)}$$

VII.1.5. 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 :

$$\text{Taux de mortalité (\%)} = \text{nombre de poulets morts} \times 100 / \text{effectif présent en début de phase}$$



VIII. Analyse 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, selon les cas le nombre de répétition pour les mesures collectives (performances zootechniques) ou le nombre d'animaux pour les mesures individuelles (rendement de carcasse, dénombrement de la flore coliforme, MS de la litière).

L'homogénéité de la variance entre traitements a été vérifiée par le test de Bartlett qui s'est avéré non significatif. Les résultats ont alors été soumis à une analyse de variance à 2 facteurs (ANOVA 2) afin de déterminer l'effet de l'augmentation de la densité d'élevage sur les performances zootechniques considérées. Le seuil de signification choisi est d'au moins 5%. Les différences entre traitements ont été ensuite comparées avec le test de Bonferroni. Le seuil de signification choisi est d'au moins 5%.

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

Dans cet essai, nous examinons l'effet de l'augmentation de la densité d'élevage (12, 15 ou 18 sujets/m²), sur les paramètres zootechniques, au cours d'un cycle complet d'élevage (49 jours).

I. Performances zootechniques

I.1. Mortalité

Les taux de mortalité enregistrés durant l'essai chez les 3 lots expérimentaux sont mentionnés dans le tableau et illustrés par la figure. L'analyse statistique (ANOVA à 2 facteurs) montre qu'il n'y a pas d'effet du facteur « Densité » sur la mortalité relevée durant la phase de démarrage et de croissance ou sur la mortalité globale. En revanche, en période de finition, il y a un effet « Densité » significatif sur les taux de mortalité ($P < 0,05$). En effet, entre J42 et J49, aucune mortalité n'est enregistrée chez les poulets des lots T15).

Tableau 11. Taux de mortalité, par phase d'élevage et cumulé, des poulets élevés à différentes densités (12, 15 et 18 sujets/m²) (Moyennes, n=6, SEM= erreur standard moyenne, NS=non significatif).

Densité (sujets/m ²)	12	15	18
Démarrage (J1-J10)	1,67 ^a	1,33 ^a	1,11 ^a
Croissance (J10-J42)	1,67 ^a	1,11 ^a	1,11 ^a
Finition (J42-J49)	0,56 ^{ab}	0,00 ^b	0,74 ^a
Cumulé (J1-J49)	3,89 ^a	2,44 ^a	2,96 ^a

^{a-b} Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$).

I.2. Poids vif, gain de poids

Les valeurs moyennes de poids vif et gain de poids mesurés durant l'essai sont reportés dans le tableau.

D'après l'analyse statistique (ANOVA2), l'effet du facteur « densité » est significatif sur le poids vif enregistré à J49 et sur le gain de poids cumulé ($P < 0,0001$).



Tableau 12. Poids vif moyen et gain de poids moyen, par phase d'élevage et cumulé, des poulets supplémentés en acides organiques (A) et des poulets témoins (T), élevés à différentes densités (12, 15 et 18 sujets/m²) (Moyennes, n=6, SEM= erreur standard moyenne, NS=non significatif).

Densité	12	15	18
Poids Vif (g)			
J1	45 ^a	44 ^a	45 ^a
J10	240 ^a	245 ^a	243 ^a
J28	1146 ^a	1086 ^{ab}	1049 ^b
J42	1774 ^a	1822 ^a	1762 ^a
J49	2525 ^a	2446 ^a	2274 ^b
Gain de poids (g)			
Démarrage (J1-J10)	195 ^a	201 ^a	198 ^a
Croissance (J10-J42)	1534 ^a	1577 ^a	1519 ^a
Finition (J42-J49)	751 ^a	624 ^a	512 ^a
Cumulé (J1-J49)	2480 ^a	2402 ^a	2230 ^b
ANOVA 2 (P=)			
Poids vif	Densité		
J10	NS		
J28	0,14		
J42	NS		
J49	<0,001		
Gain de poids			
Démarrage (J1-J10)	NS		
Croissance (J10-J42)	NS		
Finition (J42-J49)	0,07		
Cumulé (J1-J49)	<0,001		

^{a-b} Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P<0,05).

I.3. Consommation alimentaire

Les quantités d'aliment consommées durant l'essai par les poulets des différents lots expérimentaux sont présentées dans le tableau.



D'après l'analyse statistique, l'effet « Densité » est significatif sur l'ingéré quelque soit la phase d'élevage considérée et sur l'ingéré cumulé en fin d'essai ($P < 0,001$).

Tableau13. Ingéré alimentaire moyen, par phase d'élevage et cumulé, par phase d'élevage et cumulé, des poulets élevés à différentes densités (12, 15 et 18 sujets/m²) (Moyennes, n=6, SEM= erreur standard moyenne).

Densité	12	15	18
Ingéré (g)			
Démarrage (J1-J10)	359 ^a	338 ^d	330 ^b
Croissance (J10-J42)	2471 ^{ab}	2661 ^b	2212 ^a
Finition (J42-J49)	1417 ^b	1214 ^d	1071 ^c
Cumulé (J1-J49)	4246 ^a	4214 ^b	3613 ^a

	ANOVA 2 (P=)
	Densité
Démarrage (J1-J19)	<0,001
Croissance (J10-J42)	<0,001
Finition (J42-J49)	<0,001
Cumulé (J1-J42)	<0,001

^{a-b-c} Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$).



I.4. Indice de conversion

L'indice de conversion (IC) relevé durant l'expérimentation est présenté dans le tableau.

L'analyse de variance à 2 facteurs montre qu'il ya un effet « Densité » significatif sur l'indice de conversion en phase de Démarrage ($P < 0,001$) et sur l'IC cumulé (-3% en moyenne).

Ainsi, les poulets élevés aux densités de 15 ou 18 s/m^2 présentent des IC significativement plus faibles que ceux élevés à la densité standard de 12 s/m^2 : -9% en moyenne ($P < 0,001$).

Tableau14. Indice de conversion par phase d'élevage et cumulé, des poulets élevés à différentes densités (12, 15 et 18 sujets/ m^2) (Moyennes, $n=6$, SEM= erreur standard 3moyenne).

Densité	12	15	18
Ingéré (g)			
Démarrage (J1-J10)	1,84 ^{ab}	1,68 ^{cd}	1,67 ^{bc}
Croissance (J10-J42)	1,65 ^a	1,72 ^a	1,47 ^a
Finition (J42-J49)	2,16 ^a	2,09 ^a	2,58 ^a
Cumulé (J1-J49)	1,71 ^a	1,75 ^a	1,63 ^a
	ANOVA 2 (P=)		
	Densité		
Démarrage (J1-J10)	<0,001		
Croissance (J10-J42)	NS		
Finition (J42-J49)	NS		
Cumulé (J1-J49)	0,04		

^{a-b-c} Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$).



Notre objectif, dans cet essai, était d'étudier, l'effet de l'augmentation de la densité d'élevage, sur les performances zootechniques du poulet de chair.

Aspects méthodologiques...

... du facteur « Densité d'élevage »

Dans cette étude, les poulets de chair sont élevés à 3 densités différentes : **12, 15 ou 18 sujets/m²**. La première correspond à la densité communément utilisée dans les élevages locaux en relation avec la diversité des conditions d'élevage rencontrées sur le terrain. L'application de densités supérieures permettraient d'optimiser la rentabilité des élevages sous réserve d'assurer des conditions adéquates (maîtrise de l'ambiance, équilibre alimentaire, hygiène et prophylaxie...). Afin de répondre à cet objectif, nous avons opté pour deux densités plus élevées à savoir **15 et 18 sujets/m²**.

Le choix de ces 2 densités découle d'essais antérieurs réalisés au sein de l'ITELV (rapport d'activités de l'année 2006), montrant que la densité intermédiaire de 15 s/m² induisait de meilleures performances de croissance par rapport à la densité de 12 s/m² appliquée sur le terrain et que, la densité de 18 s/m² dégageait, quant à elle, une charge exprimée en kg /m² supérieure à la densité 12 s/m² et ce malgré un poids vifs plus faible en fin d'élevage.

Effet de la densité d'élevage...

... sur les performances zootechniques

Dans nos conditions expérimentales, en comparaison avec la densité témoin, la densité intermédiaire de 15 s/m² n'affecte pas significativement la croissance des sujets contrairement à la densité supérieure de 18 s/m² où l'on note une diminution du gain de poids cumulé de 10%. Cette baisse est surtout prononcée en phase de finition (-32% ; P=0,07).

Nos résultats concordent avec ceux obtenus dans d'autres études (Puron *et al.*, 1995 ; Diego *et al.* 1995 ; Feddeset *al.*, 2002), où il a été rapporté que le poids vif était significativement réduit lors des densités élevées allant de 10 sujet/m² à 20 sujet/m². Ceci pourrait confirmer l'effet délétère des densités sur les performances de croissance.

Le ralentissement de la croissance aux plus fortes densités d'élevage, enregistré dans notre étude, serait lié à la baisse de consommation alimentaire. En effet, l'augmentation de la densité de 12 à 18 s/m² a significativement altéré l'ingéré alimentaire durant toutes les phases l'élevage (-15% ; P<0,001) alors que la densité intermédiaire de 15 s/m² n'a eu d'impact que sur la consommation alimentaire des poulets en phase de finition (-14% ; P<0,001). Ceci pourrait être lié à un moindre accès des poulets aux mangeoires et par conséquent au phénomène compétitif qui se produit entre les sujets.

La baisse d'ingéré induite par l'élévation de la densité, observée dans cet essai, a été également rapportée par d'autres auteurs (Thompson *et al.* 1972 ; Feddeset *al.* 2002 ; Tayebet *al.* 2011). Puron *et al.* (1995) montrent l'existence d'une réduction linéaire de l'ingéré alimentaire du poulet de chair lorsque la densité d'élevage augmente de 10 à 20 sujet/m².

Dans nos conditions, étant donné que la baisse de consommation cumulée (-15%) est plus importante que celle de la croissance (-10%), l'indice de conversion calculé en fin d'essai pour la densité la plus élevée, tend à être réduit : -5% (P=0,19). Ceci traduirait, relativement, une meilleure efficacité de transformation alimentaire à la densité de 18 s/m².

Enfin, nos résultats montrent qu'à la fin de l'essai, l'élévation de la densité d'élevage de 12 à 18 s/m², avec ou sans ajout d'acides organiques, a permis d'obtenir des charges en kg/m² nettement supérieures à celles des témoins et ce malgré la baisse de croissance induite. En effet, des augmentations significatives (P<0,0001) de l'ordre de 19% et 32% sont enregistrées entre la densité standard des poulets témoins ou supplémentés, et celles de 15 et 18 s/m², respectivement.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Shanawany (1988) et Puron *et al.* (1995). D'après ces auteurs, le déclin de la vitesse de croissance induit par l'élévation de la densité d'élevage est compensé par les profits générés par l'augmentation de la charge en kg



par unité de surface allouée au poulet, mais ce jusqu'à un certain seuil de chargement (17,5 ou 18 s/m²) au-delà duquel il n'y a plus de bénéfice.

....En conclure

Dans nos conditions d'essai, augmenter la densité d'élevage de 12 à 15 s/m² n'a pas affecté la croissance, l'ingéré alimentaire ou l'indice de conversion. Tout de même, lors une augmentation de la densité d'élevage de 12 à 18 s/m². De ce fait, augmenter la densité d'élevage n'est pas un inconvénient mais il faut parfaitement maîtriser les conditions d'ambiance afin d'éviter tout écart lors l'augmentation de la densité d'élevage.

A

- Abd El-Hakim, A. S., Cherian G. and Ali M. N. Use of organic acids, herbs and their combination to improve the utilization of commercial low protein broiler diets. *International Journal of Poultry Science* 8(1):14-20, (2009)
- Adil S., Banday T., Gulam Ahmad Bhat, Masood Saleem Mir, and Manzoor Rehman, Effect of Dietary Supplementation of Organic Acids on Performance, Intestinal Histomorphology, and Serum Biochemistry of Broiler Chicken. *Veterinary Medicine International*, Volume 2010: 479485, (2010)
- Anjum Muhammad S. and Chaudhry Abdul S., using enzymes and organic acids in broiler diets, *International Journal of Poultry Science* 47: 97-105, (2010).
- Arnould C., C. Leterrier, E. Baeza, Innovation to improve the sustainability of poultry production systems: Program of the Joint Research and Development Unit BIRD / JRA Tuesday 29th March, (2011)
- Avinash D. Better Eggshell quality with a gut acidifier, *poultry international*, April 2005 (URL: http://www.stocarstvo.com/ishrana/Better_eggshell_quality_with_a_gut_acidifier.htm)

B

- Bearson, S., Bearson, B. & Foster, Acid stress responses in enterobacteria. *FEMS Microbiol. Letters*. 147: 173-180. J. W. (1997)
- Bennett, D.D., Higgins, S.E., Moore, R.W., Beltran, R., Caldwell, D.J., Byrd, J.A. and Hargis, B.M. Effects of lime on *Salmonella enteritidis* survival in vitro. *Livestock of Applied Poultry Research*. 12: 65-68. (2003)
- Berchieri, A., Jr. & Barrow, P. A. Reduction in incidence of experimental fowl typhoid by incorporation of a commercial formic acid preparation (Bio-Add™) into poultry feed. *Poultry Science*, 75:339-341. (1996)
- Beremski, C.H. Rearing broiler at different stocking densities and lengths of fattening. Basic production characteristics. *Zhivotnov dni Nauki*, 24:20-25. (1987)
- Berrang ME, Smith DP and Hinton A Jr. Organic acids placed into cloaca to reduce *Campylobacter* contamination of broiler skin during defeathering. *Journal of Applied Poultry Research* : 287-291, (2006)

Références bibliographiques

Bilgili, S. F., and J. B. Hess. Placement density influences broiler carcass grade and meat yields. *Journal of Applied Poultry Research*, 4:384–389. (1995)

Brian D. Fairchild. Broiler Production Systems: The ideal stocking density, *Poultry Science*, - (2005)

(URL: <http://www.thepoultrysite.com/articles/322/broiler-production-systems-the-ideal-stocking-density>)

Brul S., Coote P. Preservative agents in foods. Mode of action and microbial resistance mechanisms. *International Journal of Food Microbiology*, 50, 1-17. (1999)

Brzoska F et Steck K. Effect of probiotic, prebiotic and acidifier on body weight of broiler chickens, feed conversion and carcass meat composition. *Annals of Animal Science*, 7: 279-288. (2007)

Byrd, J.A., Hargis, B.M., Caldwell, D.J., Bailey, R.H., Herron, K.L., McCreynolds, J.L., Brewer, R.L., Anderson, R.C., Bischoff, K.M., Callaway, T.R. & Kubena, L.F. Effect of lactic acid administration in the drinking water during preslaughter feed withdrawal on salmonella and campylobacter contamination of broilers. *Poultry Science*, 80: 278–283. (2001)

C

Canibe N., Engberg R.M., Jensen B.B.. An overview of the effect of organic acids on gut flora and gut health. In: *Proceedings of Workshop On Alternatives To Feed Antibiotics And Anticoccidials In The Pig And Poultry Meat Production*. (2001)
(URL: <http://www-afac.slu.se/Slutl%20program%20Workshop%20Norge.pdf>)

Castello José A. Optimisation de l'environnement des poulets de chair dans les conditions climatiques de l'Espagne, Séf. A 1 n "7, - L'aviculture en Méditerranée. (1990)

Çelik K., Mine Mutluay, Effects of probiotic and organic acid on performance and organ weights in broiler chicks. *Archiva Zootechnica* vol. 10, 51 (2007)

Cherrington, C. A., Hinton, M., Mead, G. C. & Chopra, I. Organic acids: Chemistry, Antibacterial activity and practical applications. *Advances in Microbial Physiology*, 32:87-107. (1991)

Çiçek T., Kiliç S., Çalışlar S., Karaman M., Gürbüz Y.: Effects of cage and floor housing in different stocking densities on performance and some carcass characteristics of japanese quails. XXII World's Poultry Congress, Istanbul-Turkey, 8-13 June 2004, Book of abstracts, 423. (2004)

Références bibliographiques

Cravener T.L., Roush W.B., Mashaly M.M.: Broiler production under varying population densities. *Poultry Science*, 71, 427-433. (1992)

D

Dawkins, M. S., C. A. Donnelly and T. A. Jones, Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature* 427:342-344. (2004)

Dibner JJ, P. Butin. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism , *Journal of Applied Poultry Research*, 11:453-463, (2002)

E

Eckert N. H. , J. T. Lee, D. Hyatt, S. M. Stevens, S. Anderson, P. N. Anderson, R. Beltran, G. Schatzmayr, M. Mohnl and D. J. Caldwell. Influence of probiotic administration by feed or water on growth parameters of broilers reared on medicated and nonmedicated diets. *Poultry Science*, 53: 115- 131. (2002).

Edriss M.A., Davoodvandi S., Pourreza J. The Effect of stock density on the prediction of performance and carcass traits in broiler chickens. *Proceedings XVIth European Symposium on the Quality of Poultry*. (2003)

Estevez, I. *Density: How It Can Affect the Behavior and Health of Your Birds*. Maryland Cooperative Extension, University of Maryland. Fact Sheet 758. (1999)

F

Feddes J. J. R., E. J. Emmanuel, M. J. Zuidhof. : Broiler Performance, Bodyweight Variance, Feed and Water Intake, and Carcass Quality at Different Stocking Densities, *Poultry Science*. (2002)

Ferd, D.J. The effect of microflora on gastrointestinal pH in the chick, *Poultry Science*, 53: 115- 131. (1974)

Février, C., Gotterbarm, G. , Jaghelin-Peyraud, Y., Lebreton, Y., Legouevéc , F. & Aumaitre, A. Effects of adding potassium diformate and phytase excess for weaned piglet. In: *Digestive physiology of pigs*, Ed. by Lindberg J E, Ogle B, CABI publishing, p 136-138.

G

- Gabriel I., S. Mallet, P. Sibille. La microflore digestive des volailles : facteurs de variation et conséquences pour l'animal. INRA Productions Animales, 18 (5), 309-322. (2005)
- Ghalib A. Al-Kassi et Aqeel Mohssen M. Comparative study between single organic acids effect and synergetic organic acids effect on broiler performance. Pakistan journal of nutrition; 8(6): 896-899, (2009)
- Gheisari A.A., Heidari M. Effect of dietary supplementation of protected organic acids on ileal microflora and ptoein digestibility in broiler chickens. In: 16th Symposium of poultry research, (2005)
- Gimenez, R., Nunez, M.F., Badia, J., Aguilar, J. & Baldoma, L.. The gene yjcG, cotranscribed with the gene acs, encodes an acetate permease in Escherichia coli. Journal of Bacteriology, 185, 6448 _ 6455. (2003)

H

- Hernandez F.; V. Garcia ; J. Madrid ; J. Orengo ; P. Català ; M. D. Megias. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens, British Poultry Science, Volume 47 , pages 50 – 56. (2006)
- Hinton, A. Jr., Buhr, R: J. & Ingram, K. D. Reduction of Salmonella in the crop of broiler chickens subjected to feed withdrawal. Poultry Science, 79:1566-1570. (2000)
- Hume, M. E., Corrier, D. E., Ivie, G. W. & Deloach, J. R. Metabolism of [14 C], propionic acid in broiler chicks. Poultry Science, 72:786-793. (1993)

I

- Izat, A. L., Tidwell, N. M., Thomas, R. A., Reiber, M. A., Adams, M. H., Colberg, M. & Waldroup, P. W. Effects of a buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on the microflora of the intestine and carcass. Poultry Science, 69:818-826. (1990)

K

Références bibliographiques

Kwon, Y. M. et Ricke, S. C. Induction of acid resistance of *Salmonella typhimurium* by exposure to short-chain fatty acids. *Applied and Environmental Microbiology* 64: 3458-3463. (1998)

L

Lewis P.D., Perry G.C., Farmer L.J., Patterson R.L.S.: Responses of Two Genotypes of Chicken to the Diets and Stocking Densities Typical of UK and "Label Rouge" Production Systems: 1. Performance, Behaviour and Carcass Composition. *Meat Science*, Vol. 45, No. 4, 501-516. (1997)

Lin, J., Lee I. S., Frey J., Slonczewski J. L. And Foster J. W., Comparative analysis of extreme acid survival in *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri*, and *Escherichia coli*. *Journal of Bacteriology*. 177:4097-4104. (1995)

M

Maribo, H., B. B. Jensen et M. S. Hedemann. Different doses of organic acids to piglets. *Danish Bacon and Meat Council*, no. 469. (2000).

Mathew, A. G., Sutton, A. L., Scheidt, A., Bforsyth, D. M., Patterson, J. A. et Kelly D. T. Effects of a propionic acid containing feed additive on performance and intestinal microbial fermentation of the weanling pig. In: *Proceedings of the Vth International Symposium on Digestive Physiology in pigs*. Wageningen, Netherlands, 24-26 April 1991. *Eaap Publication No. 54*, pp.464-469. (1991)

Mehmet Levent Ozduven, Hasan Ersin Samli, Aylin Aagma Okur, Fisun Koc, Hasan Akyurek, Nizamettin Senkoçlu, Effects of mannanoligosaccharide and/or organic acid mixture on performance, blood parameters and intestinal microbiota of broiler chicks. *Ital.J.Anim.Sci.* vol. 8, 595-602. (2009)

Mizubuti, I.Y., Fonseca, N.A.N., Pinheiro J.W., Waine and Pinheiro, J. Performance of two commercial broiler lines kept at different housing densities on different types of litter. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 23: 476-484. (1994)

Moharrery A. and Mahzonieh M. Effect of malic acid on visceral characteristics of coliform counts in small intestine in the broiler and layer chickens. *International Journal of Poultry Research*: 17:761-774 (2005)

Mortari A.C., Rosa A.P., Zanella I., Neto C.B., Visentin P.R., Brites L.B.P.: Performance of broilers reared in different population density, in winter, in South Brazil. *Ciência Rural* 32(3). (2002)

Mroz, Z., Jongbloed, A. W., Von Der Weij-Jongbloed, R., et Øverland, M. Effects of adding potassium diformate and phytase excess for weaned piglet. In: *Digestive*

Références bibliographiques

physiology of pigs, Ed. by Lindberg J E, Ogle B, CABI publishing, p 305-307. (2001)

Murray *et al*, 2008: Murray J.H.: Kiotechagil acidifiers natural antagonists to harmful microbes checkmate for antimicrobial resistance;
(URL <http://www.agil.com/documents/KiotechagilAcidifiers.pdf>)

O

Owens B, Tucker L, Collins MA and McCracken KJ. Effects of different feed additives alone or in combination on broiler performance, gut microflora and ileal histology. *British Poultry Science*, 49:202-212. (2008)

P

Parkhurst, C.R., Baughman, G.R., Thaxton, J.P., Garlich, J.D. and Edens, F.W. A comparison of broiler grown in environmentally modified and conventional housing at different population densities:1. Production performance and economic analysis. *Poult. Sci.*, 56: 883-885,(1977)

Patanen KH, Z. Mroz. Influence of Three Different Organic Acids on Broiler Performance. URL: <http://scialert.net/fulltext/?doi=ajpsaj.2010.7.11&org=10>

Paul S K, G Samanta, G Halder and P Biswas. Effect of a combination of organic acid salts as antibiotic replacer on the performance and gut health of broiler chickens, *Poult. Sci.* 8(1):14-20. (2007)

Puron D., Santamaria R., Segura J.C., Alamilla J.L. Broiler performance at different stocking densities. *Journal of Applied Poultry Research*, 4:55-60, (1995)

R

Risley, C. R., Kornegay, E. T., Lindemann, M. D & Weakland, S. M. Effects of organic acid with and without a microbial culture on performance and gastrointestinal tract measurements of weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 35: 259-270. (1991)

Références bibliographiques

- Risley, C. R., Kornegay, E. T., Lindemann, M. D., Wood C. M & Eigel, W.N. Effect of feeding organic acids on selected intestinal content measurements at varying times postweaning in pigs. *Journal of Animal Science* 70: 196-206. (1992)
- Risley, C. R., Kornegay, E. T., Lindemann, M. D., Wood C. M. & Eigel, W. N. Effect of feeding organic acids on gastrointestinal digesta measurements at various times postweaning in pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Canadian Journal of Animal Science*, 73: 931-940. (1993)
- Ritz, C. W., Fairchild, B. D. and Lacy, M.P. Litter quality and broiler performance. Cooperative Extension Service-The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin, 1267. (2005)
- Russell & Diez-Gonzalez, 1998: Russell J B and Diez-Gonzalez F. The effects of fermentation acids on bacterial growth. *Advance Microbiology and Physiology* 39: 205-234. (1998)

S

- Saklani-Jusforgues, H., Fontan, E. & Goossens, P. L. Effect of acidadaptation on *Listeria monocytogenes* survival and translocation in a murine intragastric infection model. *FEMS Microbiol. Letters*. 193: 155-159, (2000)
- Samanta M and Biswas P Effect of feeding probiotic and lactic acid in the performance of broilers. *Indian Journal of Poultry Science* 30: 145 – 147. (1995)
- Shanawany, **M.M.**, Broiler performance under high stocking densities. *British. Poultry Science*. 29:43-52, (1988)
- Škrbić Z, Z. Pavlovski, M. Lukić. Body mass and dynamics of growth of broiler chickens of different genotype in improved rearing conditions, *Biotechnology in Animal Husbandry* 23 (5-6), p 347 – 356 , (2007)

T

- Talebi E., A. Zarei et M.E. Abolfathi. Influence of three different organic acids in broiler performance. *Asian journal of poultry science*, 4(1); 7-11, (2010)
- Tayeb,I T. Siamand N. H, Merkhani M. M, Shawkat A M. Sadeq, Gulizar I .A, Asia M.H, Effects of various stocking density on productive performance and some physiological traits of broiler chicks, *Research Opinions In Animal & Veterinary Sciences* , 2011, 1(2), 89-93,(2011)

Références bibliographiques

Thaxton, Y. V., T, Balzli C. L. and Tankson J. D. Relationship of Broiler. Journal of Applied Poultry Research, 12:81–84 (2003)

Thomlinson, J. R. & Lawrence, T. L. J. Dietary manipulation of gastric pH in the profilaxis of enteric disease in weaned pigs. Some field observations. Veterinary Record, 109: 120-122. (1981)

Thompson, J. L. & Hinton, M. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on salmonellas in the crop. British Poultry Science 38: 59-65. (1997)

V

Viola ESand Vieira SS. Supplementation of organic and inorganic acidifiers in diets for broiler chickens: performance and intestinal morphology. Revista Brasileira de Zootecnia, 36: 1097-1104. (2007)

Vogt, H., Matthes, S., Harnisch, S. Der Einfluss organischer Säuren auf die Leistungen von Broilern und Legehennen. Archiv für Geflügelkunde, 45: 221-232. (1981)

W

Waldroup, A., Kaniawato, S. & Mauromoustakos, A. Performance characteristics and microbiological aspects of broiler fed diets supplemented with organic acids. Journal of Food Protection, 58: 482-489. (1995)

Y

Yardimci et Kenar . Effect of stocking density on litter microbial load in broiler chickens. Archiva Zootechnica. 11:3, 75-81, 75 (2008)

Source internet 01: [http:// www.avicultureaumaroc.com](http://www.avicultureaumaroc.com)

Source Internet 02: http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_carboxylique

Source internet 03 : <http://www.faidherbe.org/site/cours/dupuis/acides.htm>