

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONLE VETERINAIRE - ALGER
المدرسة الوطنية للبيطرة- الجزائر

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

THEME

**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**

**Présenté par : GHAOUI Hicham
MESSAOUDI Leila**

Soutenu le 01 / 07 /2008

Le jury :

- Président : Dr. Ainbaziz H.	Maître de Conférences	ENV- Alger
- Promoteur : Dr Temim-Kessaci S.	Maître de Conférences	ENV- Alger
- Examineur : Dr. Chorfi N.	Maître de Conférences	ENV- Alger
- Examineur : Dr. Berrama-Souames Z.	Maître assistante	ENV- Alger
- Examineur : Dr. Goucem R.	Maître assistant	ENV- Alger

Année universitaire : 2007/2008

Remerciements

Tout d'abord nous remercions dieu le tout puissant pour nous avoir guidés dans le bon chemin afin d'accomplir ce travail.

Notre reconnaissance va à notre promotrice Mme TEMIM-KESSACI S pour l'aide, le soutien, la patience dont elle a fait preuve à notre égard.

Nos remerciements vont également à Mlle AINBAZIZ H qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury, ainsi qu'à Mr GOUCEM R, Mme CHORFI et Mme BERRAMA-SOUAMES Z qui ont bien voulu examiner ce travail.

Nous tenons à remercier Mlle DAHMANI Amina & Mr BEDRANI Larbi ainsi que toute l'équipe technique de l'ITELV pour l'aide fournie durant toute la partie expérimentale, nous citerons particulièrement : Mr Boudina, Mr Fayçal, Mr Slimane et Mr Mourad.

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

DÉDICACES

Je dédie ce travail à ceux qui ont fait de moi ce que je suis et ne cessent pas de me soutenir et de me faire confiance : ma mère et mon père pour tout l'amour et le soutien que vous m'avez offert, je vous dis merci ...

Un jet d'encre ne suffira jamais à vous remercier

Je dédie également ce travail ;

A ma chère grand-mère et mon cher grand père car ils ont su me donner l'amour et l'éducation et même ma personnalité

A Mr HAFID D. qui a toujours été mon compère de près et de loin

A la lumière de mes moments durs Djamel et toute sa famille.

A madame Temim-Kessaci S à tout ce que elle m'a donné , sans avoir cessé à m'orienter vers la bonne voie et à me faire aimer le travail.

A toute ma famille Ghaoui et Essedik

A mes chers amis et amies de l'env qui je pourrai jamais oublier

A mon fatigant binôme qui n'a jamais cessé de me fatiguer en long et en large durant toutes ces dernières années, tant mieux tout fini.

A toutes personnes qui me tiennent à cœur, merci

Ghaoui Hicham

DÉDICACES

Je dédie ce mémoire aux plus affectifs, admirables éducateurs : mes parents car ils m'ont offert l'opportunité d'arriver à ce stade.

Je le dédie également :

A mes frères : Lamine et Abdou.

A mes sœurs : Lynda, Etoile, Sali et Mima.

A ma très chère grand- mère.

A mes oncles et tantes paternels maternels.

Et a Riad aussi.

Au docteur Hammoudi Ndjwa qui m'a beaucoup appris durant ma période de stage pratique, sans oublier Nora.

A mon binôme David Fashion.

Au personnel de l'ENV : M Fouzi, Mr lamri et sa femme Faiza, Ibrahim, djamel et Khaled.

A tout mes amis :

Mourad, Rafik, Farouk, Bechour Mourad, Adel, Larbi, Djamel qui m'ont aidé.

Saida, Karima, Fairouz, Asma, mazori, mimi, Minoushe, Malika, Assia, Ghania, Nissy, Sara majora et hacina.

Au groupe 06.

Et enfin a la 31^{ème} promotion de l'Ecole Nationale Vétérinaire.

Leila

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Effet de la température ambiante (Ta) sur les performances des poulets.....	7
Tableau 2. La quantité d'eau consommée par poule chez la souche Arbor Acres varie selon la température.....	8
Tableau 3. L'effet du stress thermique chronique et la restriction alimentaire à long terme sur les performances du poulet de chair.....	11
Tableau 4. Composition et caractéristiques des aliments utilisés durant l'essai (%).....	20
Tableau 5. Programme de prophylaxie durant toute la phase d'élevage.....	23
Tableau 6. Températures d'élevage (ambiante et aire de vie) et hygrométrie relative relevées au cours de la période expérimentale.....	25
Tableau 7. Consommation alimentaire moyenne (g/sujet) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retraits alimentaires diurnes et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.....	27
Tableau 8. Poids vif moyen et gain de poids moyen (g/sujet) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retraits alimentaires diurnes et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.....	28
Tableau 9. Indice de conversion (g/g) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retraits alimentaires diurnes et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.....	30
Tableau 10. Consommation d'eau moyenne (ml/sujet/j) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retraits alimentaires diurnes et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.....	31
Tableau 11. Taux de mortalité (%) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retraits alimentaires diurnes et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.....	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Représentation schématique des composantes de la thermogénèse et de la thermolyse chez les homéothermes.....	3
Figure 2. Evolution de la température corporelle moyenne de poulets de chair soumis entre 28 et 50 jours d'âge à deux températures ambiantes 32°C et 21°C.....	4
Figure 3. Zone de neutralité thermique.....	5
Figure 4. Réponses des volailles au stress thermique.....	6
Figure 5. Structure chimique de la vitamine C.....	13
Figure 6. Perturbations physiologiques provoquées par la chaleur et moyens de les corriger.....	16
Figure 7. Schéma du protocole expérimental.....	19
Figure 8. Schéma représentatif du bâtiment d'élevage.....	21
Figure 9. Températures (ambiante et aire de vie) et valeurs d'hygrométrie mesurées au cours de l'essai.....	26
Figure 10. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur la consommation alimentaire (g/sujet) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).....	27
Figure 11. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur le poids vif moyen (g) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).....	29
Figure 12. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur le gain de poids (g/sujet) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).....	29
Figure 13. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur l'indice de conversion (g/g) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).....	30
Figure 14. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur la consommation moyenne d'eau (ml/sujet/jour) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).....	31

Figure 15. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur la mortalité (%) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).....**32**

LISTE DES ABREVIATIONS

AA : Acides Aminés	Na : Sodium
Al : <i>Ad libitum</i>	NH₄Cl : chlorure d'ammonium
Ca : Calcium	NS : Non significatif
CH₄ : gaz de méthane	O₂ : Oxygène
cm : centimètre	P : Phosphore
CMV : Complexe Minéral et Vitamines	p : Probabilité
CO₂ : dioxyde de carbone	pH : potentiel hydrogène
Cu : cuivre	ppm : parties par million
EM : Energie Métabolisable	PV : Poids Vif
g : gramme	RF : Restricted feed = animaux restreints
GMQ : gain de poids moyen quotidien	S : Soufre
h : heure	S : significatif
H⁺ : proton d'hydrogène	SD : Déviation Standard
Hcl : acide chlorhydrique	SE : Erreur Standard
HCO₃⁻ : bicarbonate	T : Température
HR : Hygrométrie Relative	Ta : Température ambiante
IC : Indice de Consommation	Tci : Température critique inférieure
Iconv : Indice de conversion	Tcs : Température critique supérieure
ISA : Institut de Sélection Animale	vs : Versus
ITELV : Institut Technique des Elevages	W : Watt
J : Jour	Zn : Zinc
K : Potassium	ZNT : Zone de Neutralité Thermique
kg : kilogramme	°C : Degré Celsius
l : litre	* : multiplié
m : mètre	< : inférieure
m² : Mètre carré	> : supérieure
m³ : Mètre cube	% : pour cent
MG : Matière Grasse	
Mg : Magnésium	
mg : milligramme	
ml : millilitre	
Mn : Manganèse	
MRC : Maladies respiratoires chroniques	
n : effectif	

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE 1. Effet des températures ambiantes élevées sur la physiologie du poulet de chair.....	3
I. Rappels sur la thermorégulation des oiseaux.....	3
I.1. Homéothermie.....	3
I.2. Zone de neutralité thermique.....	5
II. Conséquences de l'exposition à la chaleur chez le poulet de chair.....	6
II.1. Impact sur la consommation alimentaire et la croissance.....	6
II.2. Impact sur la consommation de l'eau.....	7
II.3. Impact sur l'utilisation digestive.....	8
II.4. Impact sur l'équilibre acido-basique.....	8
CHAPITRE 2.moyens de lutte contre les effets de la chaleur ambiante.....	10
I. La mise à jeun.....	10
II. Apport en vitamine C.....	12
II.1. Définition de la vitamine C.....	12
II.2. Structure chimique et propriétés physico-chimiques de la vitamine C.....	12
II.3. Fonctions et rôles de la vitamine C.....	13
II.4. Effet de la vitamine C chez le poulet soumis à un stress thermique.....	15

MATERIELS ET METHODES

I. Lieu, durée et période de l'essai.....	18
II. Animaux.....	18
III. Traitement expérimentaux.....	18
IV. Aliment	20
V. Bâtiment d'élevage et conditions d'ambiance	20
V.1. Bâtiment.....	20
V.2. Conditions d'ambiance.....	21
VI. Equipements d'élevage.....	22
VI.1. Matériels d'alimentation.....	22
VI.2. Matériels d'abreuvement.....	22
VI.3. Matériels de chauffage.....	22
VI.4. La litière.....	23
VI.5. Matériel de pesée.....	23
VII. Programme de prophylaxie.....	23
VIII. Les paramètre mesurés	23
VIII.1. Mesures	23
VIII.2. Calculs.....	24
IX. Analyse statistique.....	24

RESULTATS

I. Conditions d'ambiance durant l'élevage.....	25
II. Effet sur l'ingéré alimentaire.....	27
III. Effet sur la croissance.....	28
IV. Effet sur l'indice de conversion.....	30
V. Effet sur la consommation d'eau.....	31
VI. Effet sur la mortalité.....	32

DISCUSSION ET CONCLUSION.....	34
--------------------------------------	-----------

Introduction

Générale

L'aviiculture est indéniablement la branche des productions animales qui a enregistré en Algérie le développement le plus remarquable au cours de ces quinze dernières années. Les filières avicoles algériennes abordent à présent une nouvelle phase. Leur essor est freiné par une contrainte majeure qui est la chaleur ambiante.

En effet, l'Algérie est un pays chaud où les pics de chaleurs peuvent atteindre les 40 – 45°C. Ces températures ambiantes élevées engendrent des pertes économiques notoires en termes de baisse de croissance et de mortalité.

L'exposition à la chaleur ambiante recouvre deux aspects différents selon la durée de l'exposition et l'amplitude de l'élévation de la température ambiante. Ainsi, une augmentation brutale et de courte durée (de l'ordre de quelques heures) induit chez le poulet de chair **un stress thermique aigu** qualifié de **coup de chaleur**. En revanche, une élévation modérée et généralement cyclique (entre 29 et 35°C, températures ambiantes plus fraîches la nuit) et sur une période prolongée (de quelques jours à quelques semaines), provoque **un stress thermique chronique**.

Selon le type de stress thermique, les réponses de l'animal diffèrent (TEMIM, 2000). Ainsi, le stress thermique aigu implique des changements immédiats et radicaux convergeant vers un seul objectif : la survie de l'animal. Dans ce cas, de fortes mortalités sont enregistrées dans les élevages. 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 (acclimatation). Dans ce cas là, les mortalités sont légèrement augmentées mais les performances de croissance sont altérées.

Les mesures à prendre face à l'élévation de la température ambiante sont d'ordre technique, génétique ou nutritionnel. Ces mesures sont à adapter au type de stress thermique auquel les poulets sont exposés. Parmi les solutions techniques, **la restriction alimentaire** pendant les périodes chaudes de la journée est devenue une pratique commune dans plusieurs zones d'élevage (KON et MACLEOD, 1999). Dans ce cas, le peu d'aliment ingéré fait baisser la température corporelle augmentant ainsi la capacité de survie de l'animal pendant le coup de chaleur. Par ailleurs, **l'apport de vitamine C**, connue pour ses effets thermogéniques et antistress, constituerait une solution nutritionnelle intéressante pour favoriser une meilleure thermotolérance des poulets exposés à la chaleur.

Le présent travail a pour but d'étudier, dans nos conditions locales, l'intérêt de l'application de la technique de restriction alimentaire diurne, en association avec l'apport de vitamine C (dans l'eau de boisson) pour améliorer les performances zootechniques du poulet de chair élevé en période estivale (stress thermique chronique).

La première partie de ce mémoire est consacrée à une étude bibliographique articulée sur deux chapitres traitant successivement des effets de l'élévation de la température ambiante sur la physiologie du poulet de chair, et des moyens de lutte dans ces conditions particulières. Pour ces derniers, nous nous focaliserons exclusivement sur les deux techniques testées dans notre expérimentation, à savoir : la mise à jeun et l'apport de vitamine C.

La deuxième partie du mémoire présente notre étude expérimentale qui a été menée en conditions réelles de chaleur estivale. 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.

Etude
Bibliographique

CHAPITRE 1

Effet des températures ambiantes élevées sur la physiologie du poulet de chair

II. Rappels sur la thermorégulation des oiseaux

I.1. Homéothermie

Les oiseaux au même titre que les mammifères sont des animaux homéothermes ce qui signifie qu'ils sont capables de maintenir une température interne quasi-constante dans les limites relativement larges de température ambiante.

Chez les homéothermes, la perte de chaleur est une conséquence inévitable de la température entre le corps et l'environnement. **Les pertes de chaleur** peuvent être divisées en pertes sensibles (chaleur qui élève la température de l'environnement) comprenant les pertes par conduction, convection et irradiation ; et les pertes de chaleur insensibles ou latentes (qui n'entraînent pas d'augmentation de la température de l'environnement), dues à l'évaporation d'eau au travers des voies respiratoire ou cutanée. **La production de chaleur** est liée au métabolisme de base, à l'activité physique et à la thermogénèse alimentaire (extrachaleur) (Figure 1).

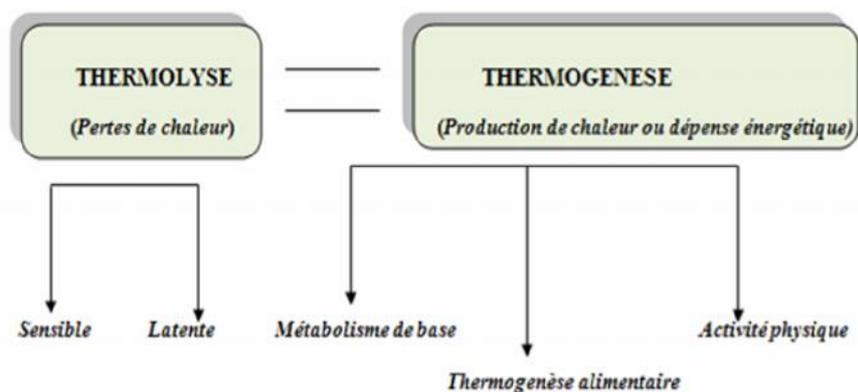


Figure 1. Représentation schématique des composants de la thermogénèse et de la thermolyse chez les homéothermes (TEMIM, 2000).

Les volailles ont en général une température corporelle plus élevée que les mammifères (41 à 42°C chez le poulet ; AINBAZIZ, 1996). Ceci pourrait les rendre comparativement moins sensibles au stress thermique (MELTZER, 1983). En fait, en raison de l'efficacité d'isolation thermique de l'emplumement et de l'absence de glandes sudoripares, les échanges entre le milieu interne et l'environnement sont difficiles, rendant les oiseaux très sensibles à la chaleur ambiante (GERAERT, 1991). Ainsi, au dessus d'une température ambiante de 32°C, il y a une rupture de l'équilibre entre production et perte de chaleur, entraînant une augmentation significative de la température rectale (SMITH et OLIVER, 1971)

Une étude d'envergure (432 poulets suivis individuellement) menée chez le poulet de chair à croissance rapide soumis à un climat chaud modéré (32°C vs 21°C entre 28 et 50 jours d'âge) montre une corrélation négative et significative entre la vitesse de croissance, la consommation et l'efficacité alimentaires, d'une part, et la température corporelle mesurée à partir de 35 jours d'âge, d'autre part, chez les poulets exposés à la chaleur et pas chez les poulets témoins élevés à 21°C (ZHOU et YAMAMOTO, 1997). Ce résultat, et la persistance de l'hyperthermie notée dans ces conditions, semblent indiquer, chez le poulet de chair en période de finition, un équilibre précaire entre croissance et régulation thermique en climat chaud. La température corporelle pourrait indiquer une adaptation individuelle plus ou moins efficace à la chaleur (DE BASILIO et PICARD, 2002).

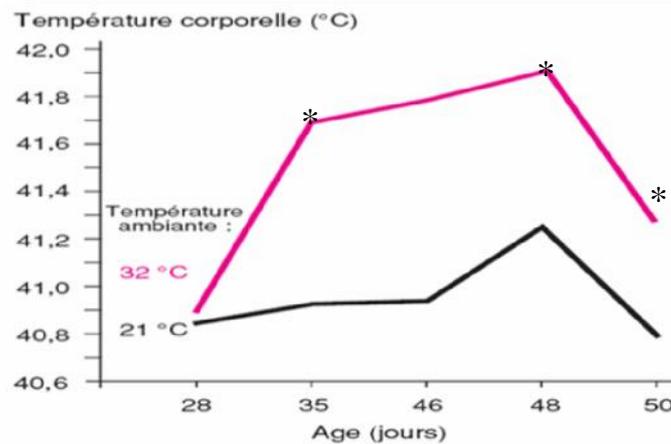


Figure 2. Evolution de la température corporelle moyenne de poulets de chair soumis entre 28 et 50 jours d'âge à deux températures ambiantes 32°C et 21°C (n = 216 poulets / température. *écart significatif entre les deux lots à p<0,05 (ZHOU et YAMAMOTO, 1997).

En conditions tempérées, environ 75% de la chaleur produite par l’oiseau sont éliminées par voie sensible (EL BOUSHY et VAN MARLE, 1978). Celles-ci peuvent être notablement augmentées par des modifications physiques (épilation) ou génétiques (génotype cou nu) de l’emplumement (MICHELS et al, 1985). En environnement chaud, les pertes de chaleur sensible diminuent et les pertes par évaporation deviennent plus importantes (EL BOUSHY et VAN MARLE, 1978). Des jeunes poulettes exposées à 32°C perdent 60% de leur chaleur totale par évaporation. Le halètement apparait vers 28-29°C chez le poulet et se traduit alors par une très forte augmentation de la fréquence respiratoire. Cette dernière s’accompagne cependant d’une diminution du volume inspiré aboutissant à une augmentation de la ventilation effective de seulement 5% (DAWSON, 1982).

I.2. Zone de neutralité thermique

La zone de neutralité thermique (ZNT) est définie comme la zone de la température d’élevage dans laquelle, pour un niveau alimentaire donné, la production de chaleur est minimale et la température corporelle maintenue constante (ROMIJN et LOCKHORST, 1966). Cette zone est délimitée par une température critique inférieure (T_{ci}) et une température critique supérieure (T_{cs}) (Figure 3).

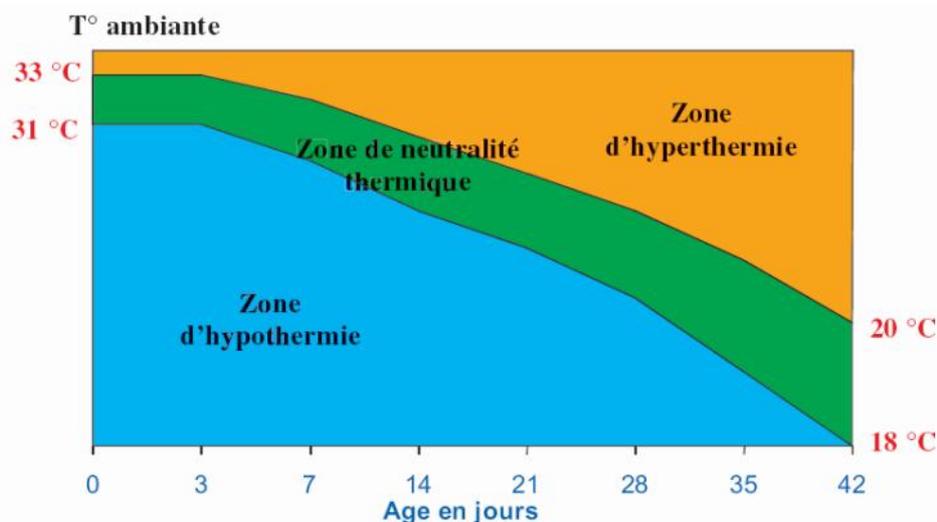


Figure 3. Zone de neutralité thermique (AMAND et al, 2004).

Les limites inférieures et supérieures de la ZNT dépendent fondamentalement des limites physiologiques des échanges thermiques et de l’efficacité des pertes de chaleur par évaporation (HILLMAN et al, 1985). La ZNT apparait relative : elle dépend, d’une part, de l’espèce, de la taille, de l’activité physique et de l’âge de l’animal et du niveau alimentaire et de la température ambiante, d’autre part (PADILHA, 1995). En effet, la température à

laquelle l'animal a été adapté modifie les températures critiques et notamment celle inférieure (Tci). Par ailleurs, à toute variation de la température ambiante, de part et d'autre de la ZNT, correspond un ajustement de l'équilibre thermogénèse-thermolyse. Il est observé une augmentation de la thermogénèse et une diminution de la thermolyse au froid, et inversement au chaud (KING ET FARNER, 1961).

II. Conséquences de l'exposition à la chaleur chez le poulet de chair

Les principales réactions du poulet face à l'élévation de la température ambiante sont résumées dans la figure suivante (Figure 4).

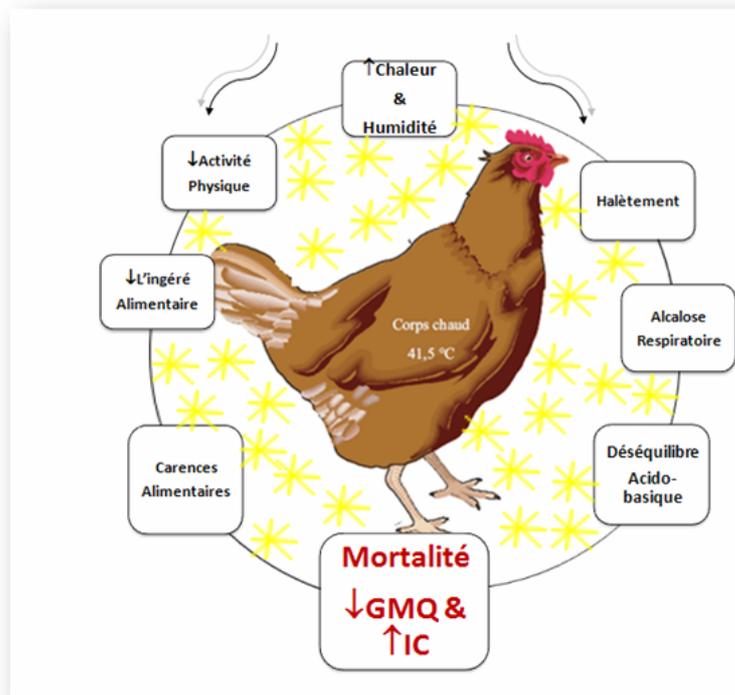


Figure 4. Réponses des volailles au stress thermique (schéma personnel).

II.1. Impact sur la consommation alimentaire et la croissance

La première conséquence de l'exposition à la chaleur est une réduction de l'ingéré alimentaire (HURWITZ et al, 1981) afin de réduire la production de chaleur métabolique (MITCHELL et GODDARD, 1990). La réduction d'ingéré est comprise entre 11% et 23% pour une augmentation de 10 °C de la température ambiante au-delà de 18-22°C. Cette baisse d'ingéré varie selon le sexe, l'âge et l'origine génétique du poulet (PADILHA, 1995). La

réduction de l'ingéré alimentaire au chaud entraîne un ralentissement de la croissance des poulets associée à une altération de leur indice de consommation (IC). Le tableau 1 récapitule les résultats de nombreuses études mesurant l'effet de l'élévation de la température ambiante sur l'ingéré alimentaire, le gain de poids et l'indice de consommation des poulets.

Tableau 1. Effet de la température ambiante (Ta) sur les performances des poulets de chair (adapté de Temim, 2000).

Ta constante (°C) Contrôle/Expérimentale	Age (semaines)	Variations (%)			Auteurs
		Gain de poids	Ingéré	IC [§]	
22 / 32	0 à 6	-11	-13	-2,6	El Husseiny & Creger, 1980
24 / 35	1 à 4	-23	-25	-2,2	Cerniglia et al., 1983
24 / 35	1 à 8	-48	-47	+1,3	Cerniglia et al., 1983
22 / 32	2 à 4	-18	-14	+2,6	Padilha, 1995
25 / 35	3 à 6	-24	-22	+3	Chwalibog, 1989
18 / 27	3 à 7	-3	-5	-1,8	Reece & Mc Naughton, 1982
22 / 32	4 à 6	-46	-30	+23	Washburn & Eberhart, 1988
22 / 32	4 à 6	-41	-24	+38	Padilha, 1995
20 / 30	4 à 7	-17	-20	-3	Washburn & Eberhart, 1988
22 / 32	4 à 7	-47	-36	+23	Ain Baziz (1996)
24 / 34	4 à 7	--	-10	-	Smith & Teeter, 1987
24 / 30	4 à 8	-12	-11	+1,4	Deaton et al., 1978
20 / 32	5 à 7	-26	-22	+5,1	Dale & Fuller, 1978
20 / 30	5 à 8	-34	-23	+16	Yahav et al., 1995
22,5 / 30	5 à 8	-12	-12	0	Yahav et al., 1995
25 / 35	5 à 8	-62	-46	+42	Yahav et al., 1995

§ IC : indice de consommation

II.2. Impact sur la consommation de l'eau

La consommation quotidienne d'eau est pratiquement multipliée par presque deux lorsque la température passe de 21°C à 32°C alors qu'elle est multipliée par presque trois si la température passe de 21°C à 37°C (Tableau 2). Le rapport eau/aliment augmente lors de l'élévation de la température pour atteindre une valeur voisine de 8 à 37°C au lieu de 1,8 à 2 entre 18 et 20°C (CHAKROUNE, 2004).

Tableau 2. La quantité d'eau consommée par poule chez la souche Arbor Acres varie selon la température (CHAKROUNE, 2004).

Age en semaines	Quantité d'eau consommée (ml/j) selon la température		
	10°C	21°C	32°C
1	23	30	38
2	49	60	102
3	64	91	208
4	91	121	272
5	113	155	333
6	140	185	390
7	174	216	428
8	189	235	450

II.3. Impact sur l'utilisation digestive

La teneur en énergie métabolisable de l'aliment ne serait pas significativement affectée par la chaleur (EL HUSSEINY ET CREGER, 1980 ; GERART et al, 1992 ; ZUPRIZAL et al, 1993). Elle serait même légèrement augmentée en ambiance chaude (WALLIS ET BALNAVE, 1984 ; ZUPRIZAL et al, 1993).

Les fonctions d'absorption intestinale apparaissent peu modifiées au chaud. Néanmoins, la taille réduite des villosités et un poids inférieur de jéjunum induiraient une moindre absorption chez les poulets élevés au chaud (MITCHELL et CARLISLE, 1992). Par ailleurs, la vascularisation apparaît réduite au niveau des organes viscéraux et accrue au niveau périphérique pour tenter d'augmenter la thermolyse (WOLFENSON et al., 1981). Enfin, l'allongement du temps de transit digestif (133 minutes à 29-32°C contre 114 minutes à 20°C) chez des sujets âgés de 7 semaines faciliterait l'action des enzymes digestives dont l'activité est parfois diminuée au chaud (WILLSON et al, 1980).

Toutes ces modifications contradictoires suggèrent un effet globalement peu important de la chaleur sur l'utilisation digestive de l'aliment. La réduction de croissance au chaud semblerait donc plus liée à une modification de l'utilisation métabolique des nutriments qu'à leur digestion.

II.4. Impact sur l'équilibre acido-basique

L'hyperventilation pulmonaire provoque des perturbations de l'équilibre acido-basique. En effet, le halètement induit par l'hyperthermie s'accompagne toujours d'une réduction de la pression partielle de CO² et de la concentration en ions H⁺ (augmentation du pH sanguin)

aboutissant à une alcalose respiratoire (GERAERT, 1991). Celle-ci reste toutefois légère et fluctuante dans les conditions de stress thermique chronique (EL HADI & SYKES, 1982) puisque dans ces conditions, les poulets ne halètent pas continuellement mais présentent plutôt des cycles avec des phases de polypnée et des pauses ou phases de repos (TEETER et al, 1985).

L'alcalose respiratoire entraîne des perturbations dans l'homéostasie des différents électrolytes sanguins. Ce phénomène est accentué par les fluctuations du bilan hydrique correspondant à une augmentation des pertes évaporatives par voie respiratoire et par une consommation parfois accrue d'eau qui perturbe l'élimination urinaire (synthèse de TEMIM, 2000). Cette élimination d'eau peut entraîner une déshydratation ainsi qu'une fuite d'électrolytes sanguins (K, P, S, Na, Mg, Ca, Mn, Zn et Cu) (BELAY et al, 1992).

Si la température corporelle continue à augmenter, les oiseaux entrent dans un état de prostration et très vite des changements cellulaires irréversibles vont entraîner la mort. Souvent la cause ultime est la défaillance du système cardiovasculaire. Toutefois, certains auteurs mettent en cause d'autres mécanismes tels que l'insuffisance adrénocorticale aigue lorsque la température corporelle dépasse 44,5°C (TEMIM, 2000).

CHAPITRE 2

Moyens de lutte contre les effets de la chaleur ambiante

En élevage avicole, plusieurs solutions peuvent être préconisées pour lutter contre les effets de la chaleur ambiante. Certaines sont d'ordre technique, passant une gestion adaptée des principaux paramètres à risque (température, hygrométrie, débit de renouvellement et vitesse de l'air), éventuellement complétées par d'autres stratégies telles que une mise à jeun, une réduction de la densité d'élevage et une bonne gestion de l'abreuvement... D'autres solutions envisageables sont d'ordre génétique (utilisation de souches adaptées à la chaleur) ou nutritionnel (remaniement de la ration des poulets, apport d'additifs). Dans cette partie bibliographique, seules les techniques basées sur la mise à jeun et l'apport de vitamine C (dans l'eau de boisson) seront détaillées.

I. La mise à jeun

Cette technique, simple d'application, consiste à retirer l'aliment aux heures les plus chaudes de la journée et à le remettre aux périodes les plus fraîches (la nuit). Cette pratique vise à limiter la thermogénèse alimentaire pendant les pics de températures. En effet, il y a une corrélation positive entre la consommation d'aliment et la production de chaleur (VAN KAMPEN, 1997). Par conséquent, la présence d'aliment dans le tractus digestif de poulets exposés à de fortes températures ambiantes est nocive à leur thermorégulation.

D'après AIT BOULAHSEN (2005), le retrait de l'aliment pendant le jour et sa distribution pour une durée appropriée la nuit (de 18 heures à 8 heures) atténuerait significativement les effets dépressifs d'un stress thermique chronique sur les performances des poulets. De même, LIEW et al (2003) ont trouvé que la restriction de l'aliment a donné une croissance accélérée des poulets et une compensation complète du développement au 35^{ème} jour d'âge. En revanche, la restriction alimentaire appliquée, en conditions de chaleur, chez des poulets de chair entre le 6^{ème} et 12^{ème} jour d'âge, n'a pas d'effets significatifs sur le gain de poids ultérieur.

Une étude récente menée par ABU DIEYEH (2006) examine l'effet d'une restriction alimentaire diurne sur les performances zootechniques du poulet de chair âgés de 4 à 8 semaines et soumis à un stress thermique chronique. Dans cet essai, trois conditions de

température ont été testées : deux températures ambiantes constantes de 25 et 35°C (cellules à ambiance contrôlée) et une température naturelle variable entre 21 à 30°C (bâtiment ouvert). Deux niveaux de restriction alimentaire ont été ainsi évalués 75% et 50% de *l'ad libitum*. Les résultats sont mentionnés dans le tableau 3.

Tableau 3. L'effet du stress thermique chronique et la restriction alimentaire à long terme sur les performances du poulet de chair (ABU DIEYEH, 2006).

Paramètres	Traitements								
	Température naturelle variable (21-30°C)			Température ambiante chronique constante 25°C			Température ambiante chronique constante 35°C		
	<i>Ad libitum</i> (Al)	RF 75% (Al)	RF 50% (Al)	<i>Ad libitum</i> (Al)	RF 75% (Al)	RF 50% (Al)	<i>Ad libitum</i> (Al)	RF 75% (Al)	RF 50% (Al)
Poids vif (g/Sujet)	2050 ^a	1807 ^c	1321 ^g	2107 ^a	1755 ^d	1334,5 ^g	1847 ^b	1716 ^e	1375 ^f
Gain du poids (g/Sujet)	1358 ^a	1218 ^b	716,5 ^c	1544 ^a	1161 ^b	754,5 ^c	1178 ^b	1091 ^b	784 ^c
Aliment consommé (g)	3535 ^a	2673 ^d	1784 ^e	34,8 ^b	2673 ^d	1784 ^e	3042 ^c	2673 ^d	1784 ^e
Indice de conversion	2,59 ^a	2,19 ^{bc}	2,49 ^{abc}	2,19 ^c	2,29 ^{bc}	2,32 ^{bc}	2,60 ^a	2,45 ^{abc}	2,27 ^{bc}
Mortalité (%)	3,62 ^b	2,22 ^b	1,11 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	5,13 ^b	12,91 ^a	5,00 ^b	0,00 ^b

Par ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$).

D'après cette étude, quelque soit le niveau de la restriction alimentaire (50% ou 75%), la vitesse de croissance et le gain du poids des poulets entre 4 et 8 semaines d'âge sont significativement réduits. Le gain de poids des poulets élevés à 35°C et rationnés à 50% de *l'ad libitum* est supérieur à celui des poulets élevés à 25°C ou à la température naturelle variable entre 21 et 31°C. A la température ambiante de 35°C, l'indice de conversion alimentaire et la survie sont significativement améliorés avec l'augmentation du niveau de la restriction alimentaire. Par ailleurs, dans cette étude, la thermorésistance des poulets exposés à 40 °C à l'âge de 8 semaines est améliorée par la restriction alimentaire, comme l'indiquent la plus faible mortalité et la moindre augmentation de la température rectale des poulets rationnés (ABU DIEYEH, 2006).

Une autre étude récente de LOZANO et al (2006) réalisée chez des poulets de chair élevés, entre 28 et 42 jours d'âge en milieu tropical (température ambiante moyenne de 25°C ; humidité relative moyenne de 72%) compare l'impact du retrait de l'aliment pendant les phases les plus chaudes de la journée (09h00 à 16h00) à une distribution *ad libitum*. Entre 16h00 et 09h00, tous les poulets recevaient l'aliment commercial *ad libitum* et le poulailler était continuellement éclairé. Dans ces conditions, à l'âge de 41 jours, la température corporelle moyenne mesurée à 14h00 h chez les poulets mis à jeun (42,11°C) est significativement inférieure à celle mesurée chez les poulets témoins (42,56°C) ($p < 0,002$), leur conférant probablement une meilleure thermotolérance.

II. Apport en vitamine C

II.1. Définition de la vitamine C

La vitamine C, ou acide ascorbique, est une vitamine hydrosoluble qui représente un cofacteur enzymatique impliqué dans un certain nombre de réactions physiologiques (hydroxylation). Elle est requise dans la synthèse du collagène et des globules rouges et contribue au système immunitaire. Elle joue également un rôle dans le métabolisme du fer (Source Internet 2).

La vitamine C est absorbée en petite quantité dans la bouche et l'estomac et principalement, dans l'intestin grêle. Elle est éliminée par voie rénale. Dans l'organisme, elle est surtout présente dans le cristallin, les globules blancs, l'hypophyse, les glandes surrénales et le cerveau.

II.2. Structure chimique et propriétés physico-chimiques de la vitamine C

La vitamine C a une structure apparentée à celle des sucres à six atomes de carbone. Elle est constituée d'un cycle lactone portant une fonction ène-diol et de deux fonctions alcool (Figure 5). Il existe deux formes de vitamine C : lévogyre (L) et dextrogyre (D). Seule la forme lévogyre ou acide L-ascorbique est biologiquement active. L'élément fonctionnel important est la fonction ène-diol, qui par oxydation, donne naissance à l'acide déhydroascorbique. L'oxydation-réduction de l'acide ascorbique avec l'acide déhydroascorbique est la propriété chimique la plus importante de la vitamine C et la base de ses activités physiologiques et de sa stabilité

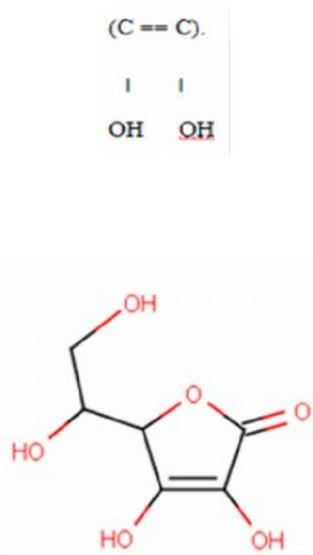


Figure 5. Structure chimique de la vitamine C (Source Internet 3).

L'acide ascorbique se présente sous l'aspect d'une poudre cristalline blanche ou très légèrement jaunâtre. Il est facilement soluble dans l'eau (300 g/l), peu soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther ou le chloroforme. L'acide ascorbique est stable à l'état solide, à l'abri de la lumière et de l'humidité. En revanche, en solution aqueuse, il s'altère très rapidement au contact de l'oxygène de l'air. Cette oxydation est accélérée par la chaleur, les bases et les ions métalliques (Source Internet 2).

II.3. Fonctions et rôles de la vitamine C

➤ Rôle dans l'immunité

La vitamine C contribue au maintien de la fonction immunitaire, elle active la cicatrisation des plaies et participe à la formation des globules rouges. Les globules blancs, gardiens de l'immunité, contiennent près de 60 fois plus de vitamine C que le plasma sanguin. Différents travaux ont pu démontrer que des concentrations élevées en vitamine C induisaient une meilleure mobilisation des globules blancs et des neutrophiles leur permettant ainsi de s'attaquer beaucoup plus facilement aux bactéries. La vitamine C est également indispensable à la synthèse d'anticorps. Elle possède en outre un effet antiviral à fortes doses en favorisant la

synthèse et l'activité de l'interféron qui empêche la pénétration du virus dans la cellule (Source Internet 3).

➤ **Effet sur le métabolisme**

La vitamine C intervient dans des centaines de processus métaboliques. Une de ces principales fonctions est d'aider le corps à fabriquer le collagène, une protéine essentielle à la formation du tissu conjonctif de la peau, des ligaments et des os (Source Internet 3).

La vitamine C régule le métabolisme des lipides. Une administration prolongée à des doses suffisantes contribue à résorber les problèmes d'hypercholestérolémie et de triglycérides du sang. Cette vitamine accélère en effet de façon directe la conversion du cholestérol en acides biliaires. C'est la principale voie utilisée par l'organisme pour se débarrasser du cholestérol en excès (Source Internet 3).

L'acide ascorbique joue un rôle dans le métabolisme des ions métalliques du fait de ces propriétés de réduction et chélation. Cela peut se traduire par une amélioration de l'absorption des minéraux provenant du régime alimentaire et leur mobilisation et distribution dans tout le corps. Elle favorise l'absorption du fer non hème présent dans la nourriture et agit en réduisant le fer ferrique au pH acide dans l'estomac et en formant des complexes avec les ions de fer qui restent en solution à des conditions alcalines dans le duodénum. Elle tend aussi à réduire les effets toxiques des métaux de transition dans le corps (Source Internet 2).

La vitamine C permet la synthèse de certaines amines cérébrales (dopamine, noradrénaline, adrénaline) médiateurs d'importance capitale dans la transmission de l'influx nerveux entre les neurones.

Les interrelations de la vitamine C et des vitamines B sont connues car les niveaux dans les tissus et l'excrétion urinaire de la vitamine C sont affectés chez les animaux présentant des déficits de thiamines(B1), de riboflavine(B2), d'acide pantothénique(B5), de folacine et de biotine. La vitamine C agit en modifiant la forme de la folacine en dérivé tétrahydro, une forme réduite. Elle peut également affecter la capacité du corps à stocker la folacine. Quand la vitamine C est déficitaire, l'utilisation de folacine et de vitamine B12 présente des dysfonctions qui se traduisent par une anémie (Source Internet 3).

➤ **Rôles de la vitamine C lors de stress**

Des conditions de stress affectent la synthèse de la vitamine C. Dans ce cas, l'administration de cette vitamine semble être conseillée.

KOLB (1984) a résumé les différents types de stress qui sembleraient augmenter les besoins et réduire la capacité des animaux à synthétiser la vitamine C :

- ✓ **Conditions alimentaires** : carences énergétiques, carences en protéines, en vitamines E, en sélénium, en fer...etc.
- ✓ **Stress de production ou de performance** : production ou performances élevées (taux de croissance rapide...).
- ✓ **Stress lié au transport, à la manipulation des animaux et à un changement d'environnement** : animaux menés ou transportés dans des camions ou au marché, animaux placés dans un nouveau milieu...
- ✓ **Température** : stress lié à une température ambiante élevée ou au froid.
- ✓ **Maladies infectieuses et parasitaires** : la fièvre et les infections réduisent le taux d'acide ascorbique dans le sang, alors que les parasites, notamment ceux du foie, perturbent la synthèse de l'acide ascorbique et augmentent les besoins en vitamine C.

D'une manière générale, toute agression chimique et tout traumatisme physique utilise un surcroît d'acide ascorbique. La vitamine C, très présente dans les glandes surrénales, est indispensable à la formation de la noradrénaline et de l'adrénaline, hormones servant à la mobilisation rapide d'énergie en cas d'alerte. Le stress entraîne une sécrétion accrue d'hormones stéroïdes dans la corticosurrénale en même temps que l'effondrement du taux d'acide ascorbique et de cholestérol dans le tissu surrénalien.

II. 4. Effet de la vitamine C chez le poulet soumis à un stress thermique

➤ Effet sur les performances de croissance

Certains auteurs rapportent que lors de stress thermique, l'addition de vitamine C à l'aliment augmente l'ingéré et améliore la croissance des poulets (MECKEE et al, 1995). L'ajout de 250mg/kg de PV d'acide ascorbique améliore les performances de poulet de chair en climat chaud.

En revanche, d'autres auteurs ne trouvent pas de différence significative de la consommation alimentaire mais signalent une amélioration du gain de poids et de l'indice de conversion chez des poulets supplémentés en vitamine C et élevés au chaud (STILLBORN et al, 1988). De la même manière, l'ajout de vitamine C dans l'eau de boisson, à la dose de 20 à 40mg/poulet/jour, n'a pas d'effet significatif ($P > 0,05$) sur l'ingéré alimentaire mais améliore

le gain de poids (de 3 à 6 semaines d'âge) et l'indice de conversion des poulets élevés en ambiance chaude (VATHANA et al, 2002).

➤ **Effet sur la mortalité :**

Plusieurs études montrent que l'addition de vitamine C dans l'eau de boisson (MCKEE et HARRISON, 1995) ou dans l'aliment réduit significativement le taux de mortalité des poulets soumis au stress thermique. Dans l'étude de VATHANA et al (2002), le taux de mortalité est compris entre 2,2% et 5,6% pour les poulets expérimentaux supplémentés en vitamine C contre 8,9% pour les témoins.

En bref, les perturbations physiologiques provoquées par la chaleur ainsi que les moyens testés pour les corriger sont récapitulés dans la figure 6.

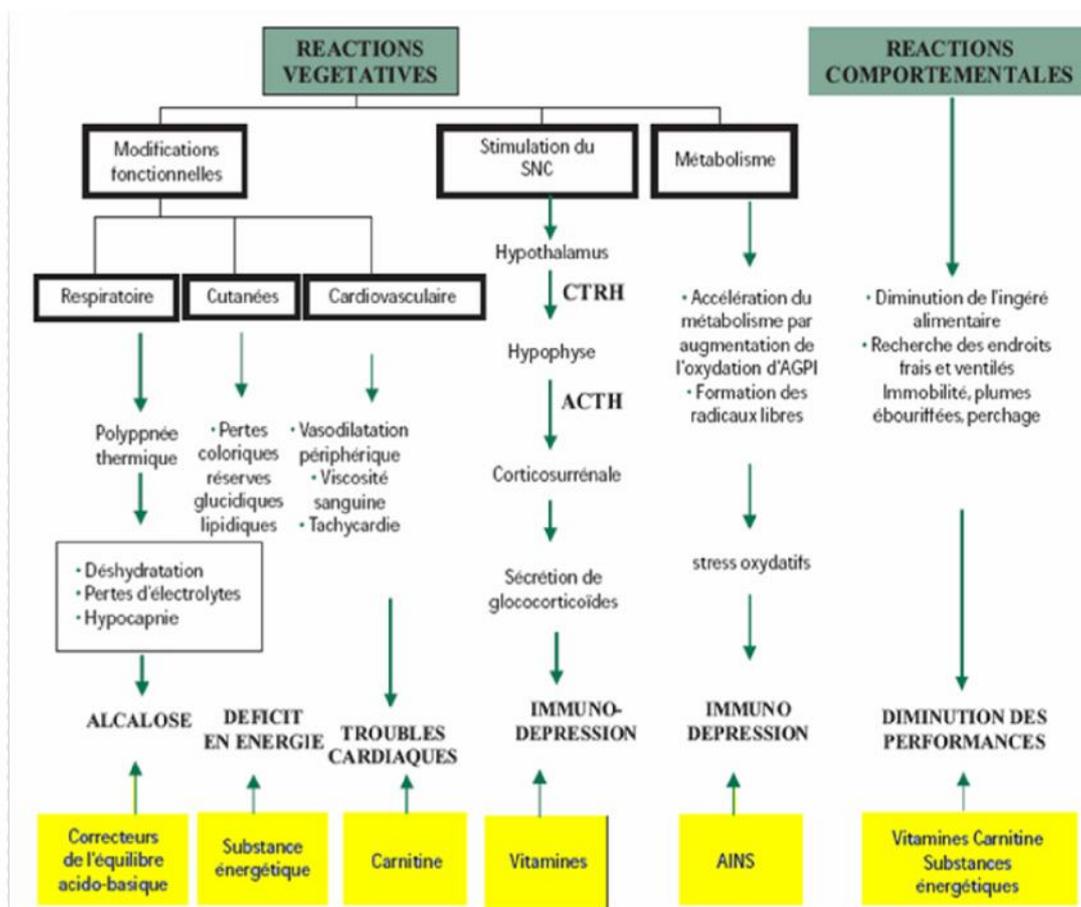


Figure 6. Perturbations physiologiques provoquées par la chaleur et moyens de les corriger (AIT BOULAHSEN, 2005)

En conclusion de cette étude bibliographique,

✓ L'exposition à des températures ambiantes élevées entraîne chez le poulet de chair un ralentissement de la croissance dû à une importante réduction de la consommation et à un effet direct (propre) de la chaleur sur les mécanismes physiologiques de l'animal. La chute de croissance au chaud est associée à une diminution de l'efficacité et du dépôt protéique, et au contraire une accumulation de lipides dans les tissus adipeux (abdominal, intermusculaire et surtout sous-cutané). Ces modifications suggèrent de profonds changements métaboliques et endocriniens.

✓ Dans les conditions de stress thermique, l'application de la restriction alimentaire diurne ainsi que l'apport supplémentaire de vitamine C semblent atténuer les effets dépressifs des températures ambiantes élevées sur la mortalité et la croissance des poulets. Qu'en est-il lors de conditions naturelles de fluctuation de la température estivale dans nos élevages locaux ? L'association de ces deux techniques aurait-elle un effet bénéfique cumulé ?

Matériels & Méthodes

Notre travail a pour objectif d'évaluer, dans nos conditions locales, l'effet de l'addition de vitamine C dans l'eau de boisson en association avec le retrait diurne de l'aliment, sur les performances zootechniques du poulet de chair élevé en période estivale (ambiance chaude).

I. Lieu, durée et période de l'essai

Ce travail a été réalisé au niveau de la station expérimentale monogastrique de l'ITELV (Institut Technique de l'Elevage Station) de Baba Ali (Alger).

La période expérimentale s'étalait du 06 au 27 septembre 2007. Elle était précédée d'une période pré expérimental de 28 jours (du 09 août au 05 septembre 2007) où les poulets étaient soumis à des conditions standards d'élevage.

La durée du traitement (apport de vitamine C et retrait de l'aliment) était de 3 semaines couvrant la période allant du milieu de la phase croissance d'élevage jusqu'à la fin de la phase de finition des poulets.

II. Animaux

L'essai a été réalisé avec **440** poussins chair d'un jour de souche **ISA 15** provenant d'un même couvoir. La souche ISA est une souche d'origine française, de type demi lourde, de plumage blanc possédant des grandes pattes de couleur jaune foncé.

A la mise en place, les poussins sont triés, pesés et divisés en 2 groupes (n = 220) de poids homogène ($40,7 \pm 0,6$ g). Chaque groupe est ensuite réparti en 4 lots de 55 sujets (1 lot pour chaque parquet): soit une densité de 16,51 sujets/m². Au cours des premières 48 heures, les sujets morts sont pesés et remplacés par un sujet de même poids. Tous les animaux sont alors élevés dans les mêmes conditions standards jusqu'à la 4^{ème} semaine d'âge.

A l'âge de 28 jours, les poulets sont pesés, triés et sexés pour être répartis en 2 groupes expérimentaux de 176 poulets chacun: un **groupe Témoin (T)** et un **groupe Supplémenté en vitamine C et restreint (CR)**. Chaque groupe de poulet (n=176) est alors divisé en 4 lots de 44 poulets chacun (22 mâles et 22 femelles ; soit une densité de 13,21 sujets/m²).

III. Traitement expérimentaux

Pour étudier l'effet de la supplémentation en vitamine C associée à la restriction alimentaire chez le poulet élevé au chaud, nous comparons deux traitements expérimentaux : un groupe (T) **Témoin** recevant un aliment classique *ad libitum* et une eau de boisson

normale ; et un groupe (**CR**) soumis à une **restriction alimentaire** diurne et abreuvé avec une **eau additionnée de vitamine C** (167mg/l d'eau)

La restriction alimentaire et l'addition de vitamine C dans l'eau de boisson couvrent la période allant de la mi-croissance jusqu'à l'abattage (de J28 à J49). L'impact de ces deux traitements est évalué sur l'évolution des paramètres de croissance, de la consommation d'eau et de la mortalité. Le dispositif expérimental et les mesures effectuées sont récapitulés dans le schéma suivant (Figure 7).

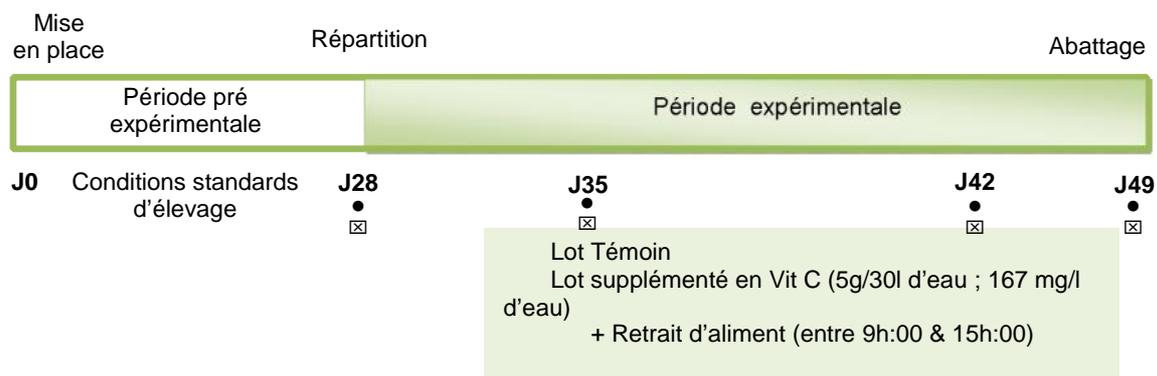


Figure 7. Schéma du protocole expérimental

(●: pesée du poids vif ; ☒: pesée du refus alimentaire).

➤ Modalités de la restriction alimentaire

En pratique, la restriction alimentaire est appliquée entre le 28^{ème} et le 49^{ème} jour d'élevage chez le groupe CR et consistait à retirer les mangeoires entre 9h00 et 15h00, soit une mise à jeun de 6 heures. Les mangeoires sont ensuite remises à leur place entre 15h00 et 9h00. Le groupe témoin est quant à lui alimenté *ad libitum*.

➤ Modalités de l'addition de vitamine C dans l'eau de boisson

Durant la période expérimentale, la vitamine C est additionnée à l'eau de boisson des poulets du groupe CR à raison de 167mg/l d'eau. En pratique, chaque jour, une dose de 5grammes de vitamine C est pesée et dissoute dans 3 litres d'eau courante puis distribuée le matin à 10h00 à chaque parquet. Une fois cette quantité d'eau additionnée de vitamine C est consommée, l'eau courante est redistribuée *ad libitum*. Le groupe témoin est abreuvé à volonté avec une eau courante et ce durant toute la période expérimentale.

IV. Aliment

Les poulets des 2 groupes ont reçu les mêmes aliments de base, sous forme de farine et fabriqués par l'ONAB. Les trois aliments correspondent à chaque période d'élevage, à savoir : un aliment de démarrage distribué entre j1 et j10 ; un aliment de croissance distribué entre j11 et j42 et un aliment de finition donné entre j43 et j49. Les caractéristiques de ces aliments sont présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 4).

Tableau 4. Composition et caractéristiques des aliments utilisés durant l'essai (%).

	Aliment Démarrage	Aliment Croissance	Aliment Finition
<i>Matières Premières (%)</i>			
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
<i>Caractéristiques (valeurs calculées)</i>			
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.

V. Bâtiment d'élevage et conditions d'ambiance

V.1. Bâtiment

Les poulets des deux groupes (T et CR) ont été élevés dans un même bâtiment afin de s'assurer de conditions environnementales similaires (Température, hygrométrie).

Le bâtiment a une capacité globale de 1000 sujets. Il est de type obscur à ambiance contrôlée, divisé en 18 parquets de 3,33 m² qui sont répartis en 2 blocs de 9 parquets, disposés de part et d'autre d'un couloir de service central. Ce bâtiment est équipé d'une boîte de contrôle des conditions d'ambiance (température et ventilation) et des humidificateurs (Figure 8).



Figure 8. Schéma représentatif du bâtiment d'élevage.

V.2. Conditions d'ambiance

La ventilation du bâtiment est dynamique. Elle est assurée par un extracteur qui assure l'entrée de l'O₂ aux animaux et évacue le CO₂, CH₄ et l'ammoniac. L'humidification est assurée par un système de pad cooling (humidificateurs), lequel permet de rafraîchir la température interne du bâtiment par temps chaud.

L'éclairage est assuré par des lampes de 60 watts soit 7 W/m^2 . Pendant les deux premiers jours, il est important de maintenir une durée d'éclairement maximale 24 heure sur 24 heure avec une intensité assez forte de 5 watt/ m^2 pour favoriser la consommation d'eau et d'aliment. Ensuite, l'intensité est réduite progressivement à partir des 7^{ème} jours d'âge pour atteindre les $0,7 \text{ watt/ m}^2$. Le chauffage est assuré par des radiants. Durant tous l'essai, les températures sous radiant et ambiante sont prélevées quotidiennement toutes les 2 heures entre 8h00 et 16h00.

VI. Equipements d'élevage

VI.1. Matériels 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 réglée selon la taille des poulets, du 11^{ème} jour jusqu'à l'abattage.

VI.2. Matériels d'abreuvement

Durant la partie pré-expérimentale (de J0 à J28), 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 28^{ème} jour. Leur remplissage se fait manuellement.

A partir du 28^{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.

VI.3. Matériels de chauffage

Le bâtiment est chauffé à l'aide des radiants à gaz butane à raison d'un radiant par trois lots en 1^{ère} âge et à raison de deux radiants pendant la période expérimentale (j28-j49). Un des radiants est disposé à l'entrée du bâtiment ; l'autre à la sortie. Le contrôle de la température est réalisé avec 5 thermomètres à mercure placés à 30 centimètres du sol pour mesurer la température au niveau de l'aire de vie des poussins. Pour enregistrer la température ambiante du bâtiment et l'hygrométrie, un thermomètre électronique est placé plus haut au milieu du bâtiment (au niveau du couloir central).

VI.4. 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 mais des rajouts ont été effectués pour l'ensemble des parquets.

VI.5. Matériel de pesée

Une balance automatique d'une portée de 60 kg a été utilisée pour peser l'aliment et les animaux.

VII. Programme de prophylaxie

Les différents actes de prévention prophylactique sont enregistrés dans le tableau 5:

Tableau 5. Programme de prophylaxie durant toute la phase d'élevage.

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 (souche vaccinale HB1)	Eau de boisson
7	Vitamine (AD3E+C)	Eau de boisson
14	Vaccination contre la maladie de Gumboro (Souche Vaccinale D78)	Eau de boisson
17	Traitement anticoccidien pendant 05 jours selon les lots (voir protocole)	Eau de boisson
21	Rappel de vaccination contre la maladie de Newcastle (souche vaccinale la Sota)	Eau de boisson
32	Rappel de vaccination contre la Maladie de Gomboro	Eau de boisson
33	Rappel de traitement anti-coccidien pendant 5 jours	Eau de boisson

VIII. Les paramètres mesurés

VIII.1. Mesures

L'expérimentation a durée 49 jours divisés comme suit : une phase de démarrage de J1 à J10 ; une phase de croissance de J11 à J42 et une phase de finition de J43 à J49.

Le suivi des performances zootechniques repose sur les points suivants :

- ✓ La pesée des aliments distribués et des refus, au début et à la fin de chaque phase ; ce qui nous permet de calculer la consommation par phase et l'indice de conversion.
- ✓ La pesée massale des animaux à chaque fin de phase ce qui nous permet de calculer le gain de poids moyen par lot et par phase.
- ✓ La consommation quotidienne d'eau
- ✓ L'enregistrement quotidien des mortalités

VIII.2. Calculs

- **L'ingéré alimentaire** déterminée comme suit :

$$\text{Aliment consommé (g)} = (\text{Aliment distribué} - \text{Aliment refusé}) / \text{Nombre de sujets.}$$

- **Le poids vif moyen (g)** est défini comme étant le rapport entre le poids total du lot en (g) et le nombre de sujets du même lot.

$$\text{Poids vif du poussin (poulet)} = \text{Poids global du lot} / \text{Effectif du même lot}$$

- **Le gain de poids** est calculé par la différence de poids vif au début et à la fin de chaque phase.

$$\text{Gain de poids} = \text{Poids vif final} - \text{Poids vif initial}$$

- **Indice de conversion (IConv)** est le rapport qui permet d'évaluer l'efficacité alimentaire. Il correspond à la quantité d'aliment mise à la disposition de l'animal exprimée en Kg sur le gain de poids.

$$\text{IConv (g/g)} = \text{Consommation d'aliment par sujet (g)} / \text{Gain de poids(g).}$$

- **Le taux de mortalité (%)** correspond au nombre des poussins ou poulets morts par phase par rapport à l'effectif au début de phase :

$$\text{Taux de mortalité} = (\text{Nombre de morts} / \text{Effectif départ}) * 100.$$

$$\text{Nombre de mort} = \text{Effectif départ} - \text{Effectif final de chaque phase.}$$

IX. 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 la taille de l'effectif).

Les résultats sont soumis à une analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) afin de déterminer l'effet de la supplémentation en vitamine C dans l'eau de boisson associée à la mise à jeun diurne sur les paramètres considérés. Le seuil de signification choisi est d'au moins 5%.

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

Résultats

Dans cet essai, nous comparons deux groupes de poulets de chair élevés au chaud (entre J28 et J49) : un lot témoin **T** nourris et abreuvé à volonté et un groupe **CR** soumis à une restriction alimentaire diurne (entre 9h00 et 15h00) et recevant une eau de boisson supplémentée en vitamine C (167mg/ml d'eau).

I. Conditions d'ambiance durant l'élevage

Les conditions d'ambiance (températures, ambiante et aire de vie, et hygrométrie) relevées durant l'essai sont présentées dans la figure 9 et le tableau 6.

Tableau 6. Températures d'élevage (ambiante et aire de vie) et hygrométrie relative relevées au cours de la période expérimentale.

Heures de mesure	8h	10h	12h	14h	16h
Période de l'essai					
Température ambiante (°C)					
J28 - J35	28,1	29,2	31,0	31,5	30,1
J35 - J42	27,3	30,8	33,1	32,6	31,3
J42 - J49	27,3	29,5	30,7	31,4	29,7
Température aire de vie (°C)					
J28 - J35	28,8	30,2	32,0	32,2	31,2
J35 - J42	29,1	31,2	33,6	33,2	31,5
J42 - J49	28,6	30,2	31,5	32,1	30,0
Hygrométrie relative (%)					
J28 - 35J	74,1	57,9	57,1	59,2	58,4
J35 - J42	87,4	75,1	54,9	57,6	64,1
J42 - J49	85,3	76,0	62,3	63,4	61,9

Nous pouvons relever qu'au cours de toute la période expérimentale (de J28 à J49), la température ambiante était en moyenne de 30°C ; celle de l'aire de vie était d'environ 31°C. L'hygrométrie relative était de 79,8%.

Par ailleurs, un pic de température est noté au 39^{ème} et au 40^{ème} jour d'élevage. En effet, ces deux jours là, la température ambiante a dépassé les 35,6°C entre 12h et 16h avec une hygrométrie relative d'environ 47,5%.

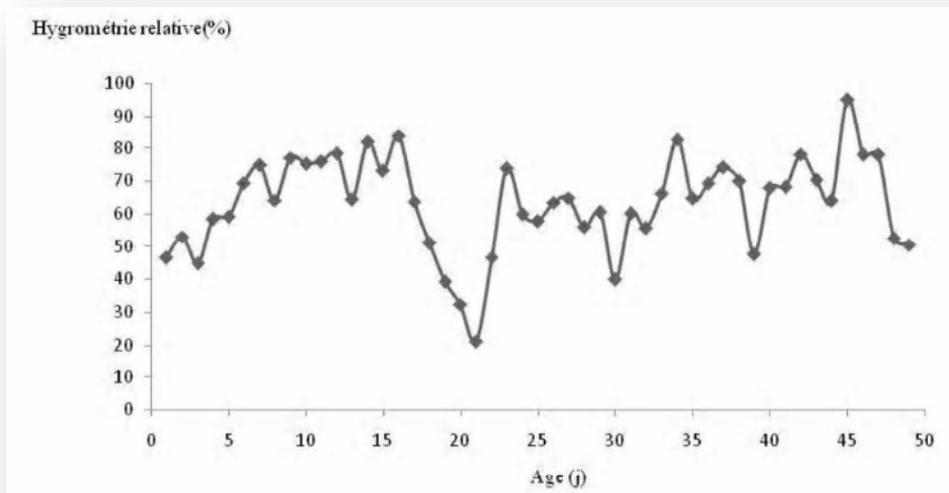
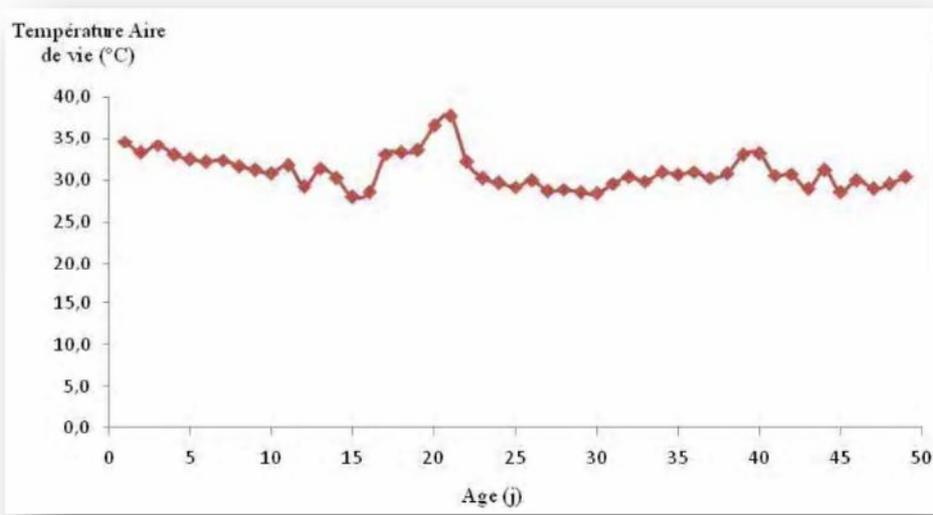
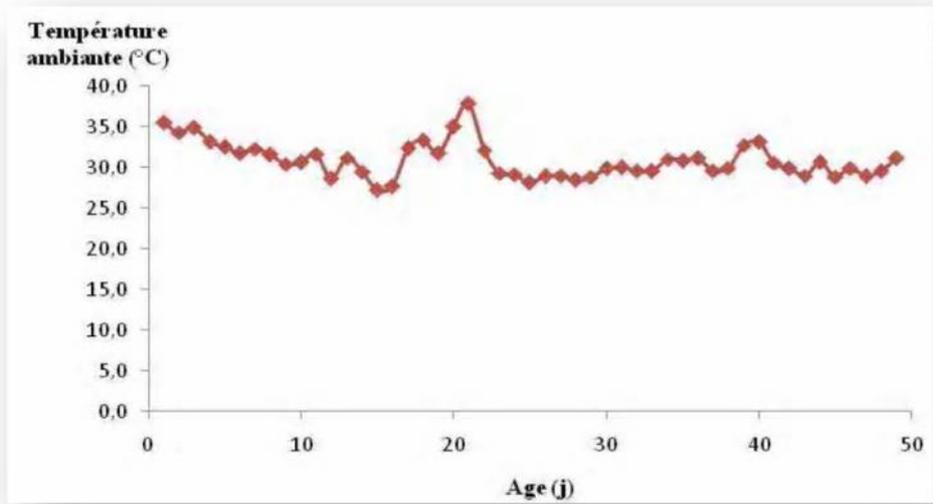


Figure 9. Températures (ambiante et aire de vie) et hygrométrie relative mesurées quotidiennement au cours de l'essai (valeurs moyennes par jour)

II. Effet sur l'ingéré alimentaire

La quantité d'aliment consommée durant la période expérimentale par les lots T et CR est indiquée dans le tableau 7 et illustrée dans la figure 10.

Nos résultats montrent que durant toute la période d'élevage, la mise à jeun diurne associée à l'ajout de vitamine C dans l'eau de boisson, n'a pas significativement modifié la consommation alimentaire des poulets expérimentaux par rapport aux témoins.

En fait, de légères baisses de consommation étaient mêmes enregistrées chez les poulets du lot CR par rapport au lot T : - 6% (P=0,17) entre J28 et J35, - 3% (P=0,8) entre J35 et J42 et - 7% (P=0,5) entre J42 et J49 (phase de finition) ; soit une différence de 5% dans la consommation globale entre les deux lots au terme de l'essai (P=0,35).

Tableau 7. Consommation alimentaire moyenne (g/sujet) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retraits alimentaires diurne et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.

	Lot T	Lot CR	ANOVA (p=)
Ingéré alimentaire moyen (g)			
J28 - J35	800 \pm 9	752 \pm 29	0,17
J35 - J42	791 \pm 68	766 \pm 38	0,86
J42 - J49	949 \pm 42	887 \pm 83	0,50

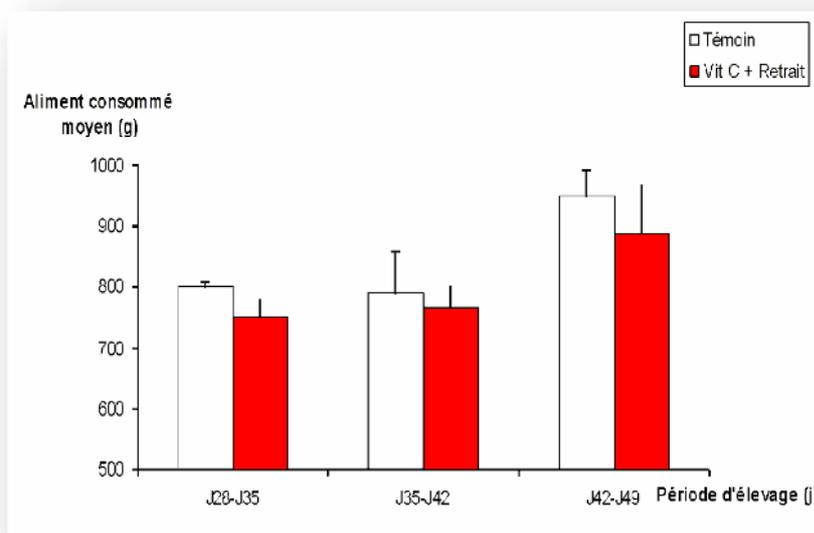


Figure 10. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur la consommation alimentaire (g/sujet) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).

III. Effet sur la croissance

Les poids vif et les gains de poids mesurés au cours de notre essai sont regroupés dans le tableau 8 et illustré dans les figures 11 et 12.

Dans nos conditions expérimentales, l'ajout de la vitamine C associé à la mise à jeun diurne n'a pas permis d'améliorer la croissance des poulets. En effet, nous enregistrons des poids vif comparables entre les lots T et CR durant tout l'essai. A J49, les poids vifs des poulets témoins et expérimentaux étaient d'environ $1703 \text{ g} \pm 66$.

Entre J28 et J35, les gains de poids des poulets témoins et expérimentaux sont comparables : variation non significative de 4% entre les deux ($P=0,69$). En revanche, entre J35 et J42, le gain de poids des poulets du lot CR est significativement plus faible que celui des témoins : baisse de 24% ($p<0,05$). Par la suite, durant la période de finition (de J42 à J49), le gain de poids des poulets recevant la vitamine C et rationnés est augmenté de 17% par rapport aux témoins ($P=0,4$). En considérant la période globale, le gain de poids cumulé entre J28 et J49 est identique entre les deux lots : $745 \text{ g} \pm 43$.

Tableau 8. Poids vif moyen et gain de poids moyen (g/sujet) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retrait alimentaire diurne et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.

	Lot T	Lot CR	ANOVA (p=)
Poids vif moyen (g)			
à J28	958 ± 9	958 ± 46	0,99
à J35	1258 ± 15	1246 ± 63	0,86
à J42	1413 ± 21	1364 ± 63	0,48
à J49	1702 ± 47	1704 ± 86	0,99
Gain de poids moyen (g)			
J28-J35	300 ± 23	288 ± 17	0,69
J35-J42	155 ± 10	$117,5 \pm 10$	<0,05
J42-J49	290 ± 38	340 ± 47	0,44

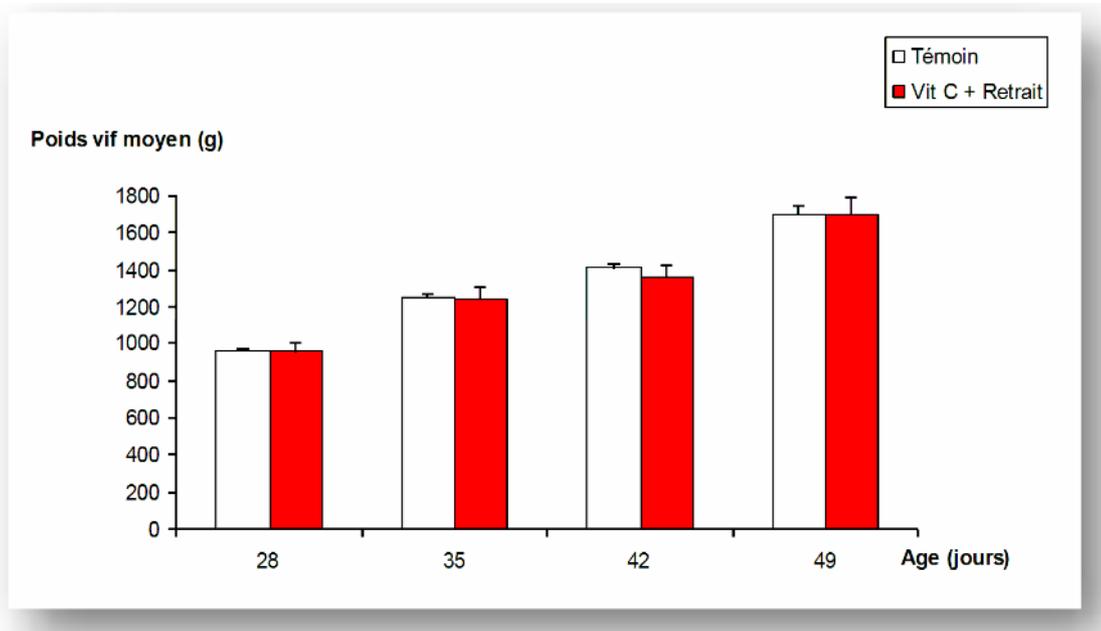


Figure 11. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur le poids vif moyen (g) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).

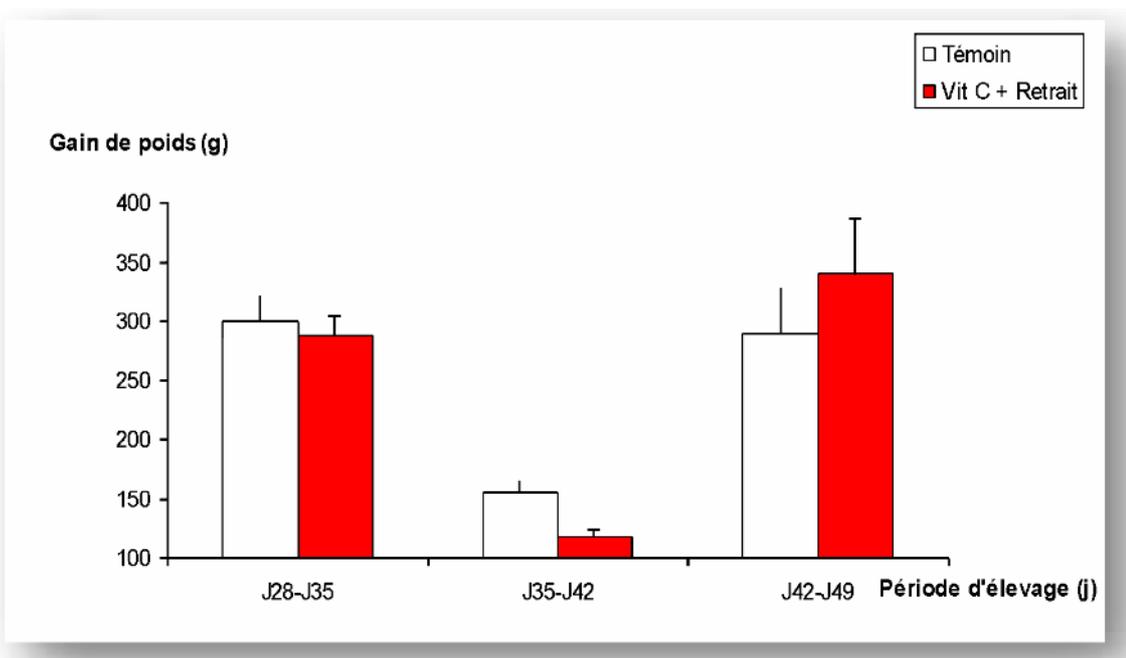


Figure 12. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur le gain de poids (g/sujet) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).

III. Effet sur l'indice de conversion

Le tableau 9 et la figure 13 présentent les indices de conversion mesurés au cours de l'expérimentation. Entre J28 et J35, les poulets du lot CR présentent un indice de conversion de 2,6 contre 2,7 chez les témoins ; soit une différence non significative de -0,1 point entre les deux lots. En revanche, entre J35 et J42, l'indice de conversion des poulets du lot CR tend à être plus élevé que celui du lot T : +1,3 points par rapport aux témoins (P=0,10). Durant la période de finition, les poulets CR ont un indice de conversion réduit par rapport aux témoins : 2,8 contre 3,4 (baisse de 0,6 points, P=0,32). Globalement, entre J28 et J49, l'indice de conversion cumulé est de 3,2 chez les poulets recevant la vitamine C et mis à jeun contre 3,4 chez les témoins ; soit une amélioration de 0,2 point par rapport aux témoins.

Tableau 9. Indice de conversion (g/g) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retrait alimentaire diurne et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.

	Lot T	Lot CR	ANOVA (p=)
Indice de conversion moyen (g/g)			
J28 - J35	2,7 \pm 0,7	2,6 \pm 0,1	0,70
J35 - J42	5,2 \pm 0,6	6,5 \pm 0,4	0,10
J42 - J49	3,4 \pm 0,4	2,8 \pm 0,5	0,32

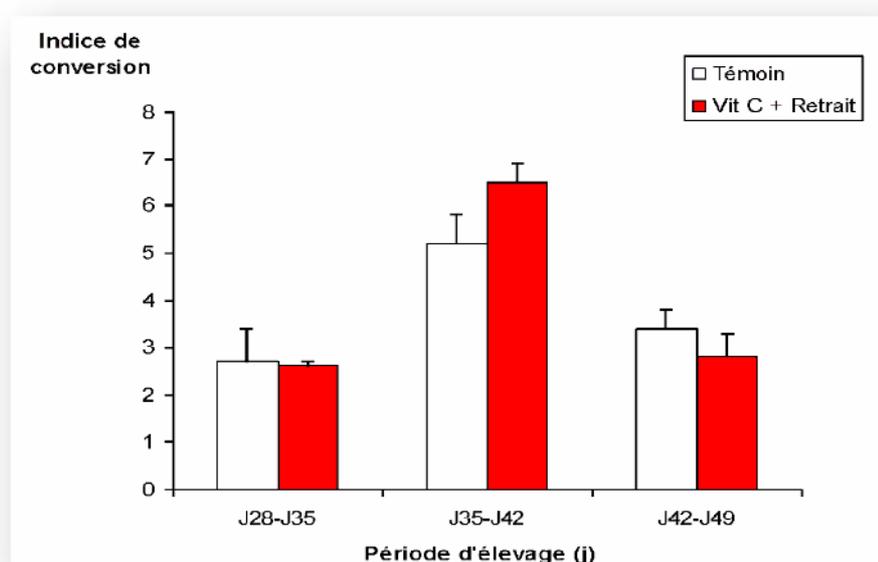


Figure 13. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur l'indice de conversion (g/g) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).

IV. Effet sur la consommation d'eau

Les quantités d'eau bues par les poulets témoins et ceux supplémentés en vitamine C et mis à jeun figurent dans le tableau 10 et sont illustrées dans la figure 14.

Nos résultats montrent qu'en début d'essai, entre J28 et J35, les poulets des deux lots ont consommé la même quantité d'eau : 269 ± 8 ml/sujet/jour en moyenne. Par contre, durant la période J35-J42, la quantité d'eau bue par les poulets du lot C est significativement réduite par rapport à celle des témoins : -13%, $P < 0,05$. Une baisse comparable de consommation d'eau est aussi notée en période de finition : -14% entre les lots CR et T ($P = 0,14$).

En définitive, la quantité globale d'eau consommée durant toute la période expérimentale par les poulets supplémentés en vitamine C et rationnés semble plus faible que celle des poulets témoins : réduction de 10% entre les deux lots ($P = 0,09$).

Tableau 10. Consommation d'eau moyenne (ml/sujet/j) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retrait alimentaire diurne et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.

	Lot T	Lot CR	ANOVA (p=)
Consommation (ml/s/j)d'eau			
J28 - J35	271 ± 9	$268 \pm 6,58$	0,80
J35 - J42	283 ± 13	$248 \pm 4,3$	<0,05
J42 - J49	370 ± 14	319 ± 27	0,14
Cumulée	924 ± 33	835 ± 32	0,09

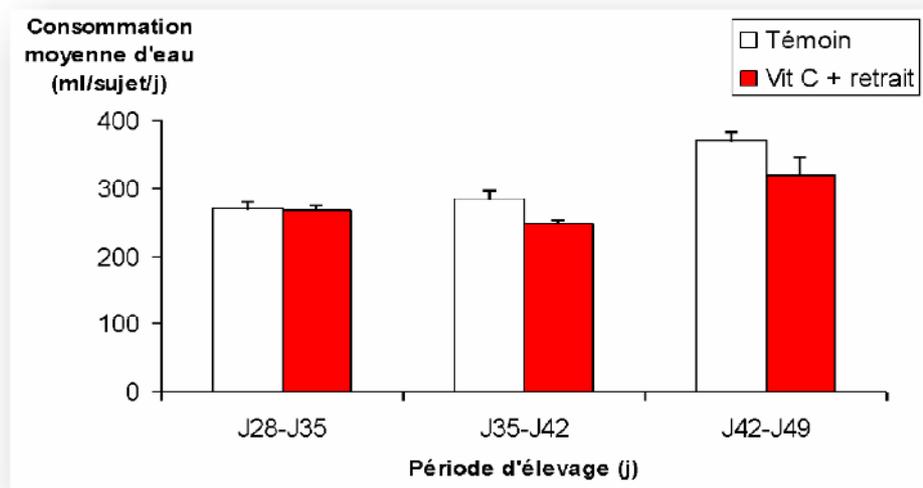


Figure 14. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de la l'aliment sur la consommation moyenne d'eau (ml/sujet/jour) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).

V. Effet sur la mortalité

Les taux de mortalité recensés durant toute la période expérimentale sont notifiés dans le tableau 11 et illustrés dans la figure 15.

Pour les deux lots, aucune mortalité n'est enregistrée durant la période d'élevage allant de J28 à J35. Par la suite, entre J35 et J42, la mortalité relevée chez les poulets du lot CR est de 1,15% contre 1,13% chez les témoins. En période de finition, le taux de mortalité est deux fois plus élevé dans le lot CR comparativement au lot T (1,27% vs 0,59%).

Tableau 11. Taux de mortalité (%) de poulets de chair élevés au chaud témoins (lot T) ou soumis à une retrait alimentaire diurne et abreuvés avec une eau supplémentée en vitamine C (lot CR), moyennes \pm SE, n=4.

	Lot T	Lot CR	ANOVA (p=)
Mortalité (%)			
J28 - J35	0,0 \pm 0,0	1,1 \pm 6,7	0,13
J35 - J42	1,13 \pm 1,13	1,15 \pm 0,60	0,99
J42 - J49	0,59 \pm 0,06	1,27 \pm 0,72	0,50

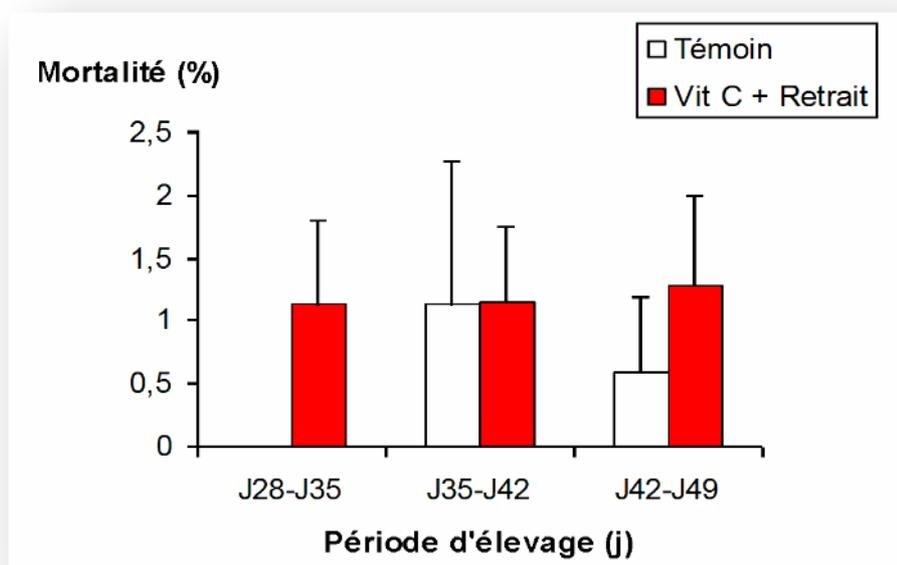


Figure 15. Effet de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson associée au retrait de l'aliment sur la mortalité (%) des poulets de chair élevés au chaud (moyennes \pm SE, n=4).

Discussion & Conclusions

Dans cet essai, nous avons évalué l'intérêt de l'application de la restriction alimentaire diurne en association avec la supplémentation en vitamine C chez le poulet élevé dans nos conditions estivales locales. Plus précisément, nous avons mesuré l'effet de l'ajout de l'acide ascorbique dans l'eau de boisson (à raison de 167mg/l d'eau) associé à un retrait de l'aliment (entre 9h00 et 15h00, soit une durée de 6heures) sur la croissance, l'ingéré alimentaire, la consommation d'eau et la mortalité de poulets soumis à un stress thermique chronique entre 28 et 49 jours d'âge.

D'après les prélèvements de la température ambiante et celle d'aire de vie des animaux effectués pendant toute la durée de la période expérimentale, nous avons constaté que les valeurs enregistrées étaient en moyenne de 30-31°C avec des variations diurnes oscillant entre 27°C et 33°C. Signalons qu'il y a eu un pic de température dépassant les 35,6°C au 39^{ème} et 40^{ème} jour d'élevage. Globalement, la température à laquelle étaient soumis les poulets est supérieure à celle préconisée à cet âge (température de thermoneutralité : 20-22°C entre 4 et 6 semaines d'âge). De ce fait, nos poulets étaient soumis à un stress thermique chronique durant toute la période testée. L'hygrométrie relative était également au dessus des normes d'élevage : 79,8% en moyenne alors que la norme est d'environ 65-70% ; avec une valeur de 47,5% lors du pic de température relevé à J39-J40. Ces conditions d'ambiance sont défavorables pour l'élevage des poulets.

A notre connaissance, la supplémentation en vitamine C et la restriction alimentaire diurne n'ont jamais été testées en même temps chez les poulets de chair soumis à un stress thermique chronique.

Dans nos conditions expérimentales, le traitement associant une supplémentation en vitamine C dans l'eau de boisson et un retrait de l'aliment pendant les périodes les plus chaudes de la journée n'a pas eu d'effet positif sur la croissance des poulets. Les poids vifs des sujets en fin d'élevage étaient comparables dans les deux lots. Le gain de poids des poulets expérimentaux était similaire à celui enregistré chez les animaux témoins. La consommation alimentaire globale était cependant légèrement réduite (-5%) chez les poulets recevant la vitamine C et restreints, comparativement aux témoins. De ce fait, l'indice de conversion qui traduit l'efficacité de transformation alimentaire est légèrement amélioré par le traitement associant l'ajout de vitamine C et la mise à jeun diurne. Cet effet positif devrait être ultérieurement précisé sur un plus grand effectif.

D'après les données bibliographiques, l'amélioration de la consommation alimentaire n'est pas toujours retrouvée lors d'application de la mise à jeun (LOZANO et al, 2006) ou de l'ajout de vitamine C (STILLBORN et al, 1988). MCKEE et HARISSON (1997) ont également constaté que la supplémentation de l'acide ascorbique dans l'aliment du poulet soumis à une température de 34°C n'a pas donné d'effet positif sur les paramètres zootechniques (Gain de Poids, Ingéré et IC).

Par contre, d'autres études rapportent un effet améliorateur de la croissance induit par ces deux traitements appliqués individuellement (ABU DIEYEH, 2006).

Dans nos conditions d'essai, l'association de la mise à jeun diurne et de la supplémentation en vitamine C n'a pas donné l'effet positif escompté. Ceci pourrait s'expliquer par l'altération significative du gain de poids enregistrée entre J35 et J42 chez les poulets CR par rapport aux témoins (-24%, $P < 0,05$). Cette baisse est probablement en relation avec l'apparition d'une MRC au sein de ce lot à cette période là. Mais il est intéressant de signaler que par la suite, le gain de poids de ces poulets redevient supérieur à celui des témoins (+17%), leur permettant ainsi de compenser leur retard de croissance et d'atteindre un même poids final à J49.

Par ailleurs, la supplémentation en acide ascorbique en association avec le retrait de l'aliment aux heures les plus chaude de la journée, tend à réduire la consommation globale d'eau d'environ 10% ($P = 0,09$). Ceci traduirait un impact positif de la vitamine C sur la thermogénèse du poulet (KOLB, 1984).

Concernant la mortalité recensée dans nos conditions expérimentales, il est à noter, que durant la période de finition, un plus grand nombre morts était enregistré dans le lot supplémenté en vitamine C et restreint comparativement au témoin. Néanmoins, à l'autopsie, ces poulets morts présentaient des lésions de coccidioses.

En conclusion de cette étude....

Notre travail a contribué à évaluer, lors de conditions d'élevage estivales, l'impact d'un traitement associant une addition de vitamine C dans l'eau de boisson et un retrait d'aliment aux heures les plus chaudes, sur les performances zootechniques du poulet de chair.

Dans nos conditions expérimentales, l'association de la vitamine C et du retrait de l'aliment n'a pas eu l'effet escompté, à savoir, un effet additif sur l'amélioration des performances. Le retrait d'aliment durant 6 heures a du limiter l'effet améliorateur de la vitamine C sur la consommation alimentaire, et par conséquent sur la croissance du poulet soumis au stress thermique chronique.

Toutefois, les poulets supplémentés en vitamine C semblent avoir bénéficié de l'effet hypothermique de l'acide ascorbique comme pourrait le suggérer leur moindre consommation d'eau comparativement aux témoins.

L'étude de l'impact de l'addition de vitamine C et de la restriction alimentaire diurne sur les performances zootechniques du poulet de chair soumis au stress thermique mérite d'être poursuivie sur un plus grand effectif. De plus il semble nécessaire d'explorer les modifications physiologiques du poulet de chair soumis au stress thermique induites par ces traitements.

*Références
Bibliographiques*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Abu- Dieyeh ZHM., 2006 : Effect of chronic heat stress and long-term feed restriction on Broiler Performance. International Journal of Poultry, Science 5 (2), 185-190.

Ain Baziz H., 1996 : Effet d'une température ambiante élevée sur le métabolisme lipidique chez le poulet en croissance. Thèse de doctorat de l'Université de Tours, 147 pages.

Ait-Boulahcene ., 2005 : Revue scientifique technique et économique du secteur avicole en Tunisie- n 34 .

Amand G., Aubert C., Bourdette C., Bouvarel I., Chevalier D., Dusanter A., Franck Y, Guillou M, Hassouna M, Le Biavan R., Mahe F., Prigent JP., Robin P., 2004. La prévention du coup de chaleur en aviculture. Sciences et Techniques Avicoles - Hors série - Mai 2004.

B

Belay T., Wiernusz CG., et Teeter RG.,1992 :Mineral balance and urinary and fecal mineral excretion profile of broiler housed in thermoneutral and heat-distressed environments. Poultry Science, 71, 1043-7.

C

Chakroun C., 2004 : les effets de la chaleur en aviculture. Volaille de Tunisie Revue scientifique, technique du secteur avicole en Tunisie_N°- 33_ Septembre 2004. (<http://www.gipaweb.com.tn>).

D

Dawson WR., 1982 : evaporative losses of water by birds. Comparative biochemistry and physiologie, 71A, 495-509.

De basilio B ., Picard M ., 2002 : La capacité de survie des poulets a un coup de chaleur est augmentée par une exposition précoce a une température élevée. INRA production Animale, 15 (4), 235-245.

E

EL Boushy AR et Van marle AL., 1978 : The effect of climate on poultry physiology in tropics and their improvement. World's poultry science j, 34, 155-71.

El Hadi H., Sykes AH., 1982: Thermal panting and respiratory alkalosis in the laying hen.Br Poultry Science, 23, 49-57.

El Husseiny O et Creger CR., 1980 : The effect of ambient temperature on carcass energy gain in chickens. Poultry Science, 59, 2307-11.

G

Geraert P., 1991 : Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. INRA Prod Anim ,4(3) ,257-67.

Gerart PA., Guillaumin S et Zuprizal., 1992 : Research note: effect of high ambient temperature on dietary metabolisable energy values in genetically lean and fat chickens. Poultry Science,71, 2113-6.

H

Hillman PE., Scott NR et Van Tienhoven A., 1985 : physiological responses and adaptation to hot and cold environments. In stress physiology in livestock. Volume 3. Poultry,2-71.

Hurwitz S., Weiselberg M., Eisner U., Bartov I., Riesenfeld G., Sharvit M., Niv A et Bornstein S.,1980: The energy requirements and performance of growing chickens and turkeys as effected by environmental temperature. Poultry science, 59, 2290-2299.

K

King JR., Farner DS., 1961 : Biology and comparative physiology of birds. Marshall, A.J. (ed) volume2, 215-288.Academic press, New York, USA.

Koh K et MG Macleod, 1999 : Effects of ambient temperature on heat increment of feeding and energy retention in growing broilers maintained at different food intakes. Br. Poultry. Science, 40, 511-516.

Kolb E., 1984 : Recent knowledge concerning the biochemistry and significance of ascorbic acid. Z Gesamte Inn Med. 15,39(2), 21-7.

L

Liew PK., Zulkifli I., Hair-Bejo M., Omar AR et Israf AF., 2003: Effects of Early Age Feed Restriction and Heat Conditioning on Heat Shock Protein 70 Expression, Resistance to Infectious Bursal Disease and Growth in Male Broiler Chickens Subjected to Heat Stress. Poultry Science, 82,1879–1885.

M

Mckee JS., Harrison PC et Riskowski GL., 1997 : Effects of Supplemental Ascorbic Acid on the Energy Conversion of Broiler Chicks During Heat Stress and Feed Withdrawa. Poultry Science, 76, 1278–1286.

Meltzer A., 1983 : Themoneutral zone and resting metabolic rate of broilers. British Poultry science, 24, 471-476.

Michels H., Herremans M et Dcuypere E., 1985 : Light-dark variations of oxygen consumption and subcutaneous temperature in young *Gallus domesticus* : influence of ambient temperature and depilation. Journal of thermal biology, 10, 13-20.

Mitchell M et Carlisle AJ., 1992 : The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). Comparative biochemistry and physiology, 101A, 137-142.

Mitchell MA et Carlisle AJ., 1992 : The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*).Comparative Biochemistry and physiology, 101A, 137-142.

Mitchell MA et Goddard C., 1990 : Some endocrine reponses during heat stress induced depression of growth in young domestic fowls. Proceed. Nutrition Society, 49, 129A.

P

Padhila JFC., 1995 : influence de la chaleur sur le métabolisme énergétique et sa régulation chez les poulets en croissance. Thèse de doctorat de l'université de Tours, 205 pages.

R

Romijn C et Lockhorst W., 1966 : Heat regulation and energy metabolism in the domestic fowl. In Physiology of the fowl, 211-227, Ed. C. Horton Smith and E.C. Anorso, Oliver et boyd Edinburg, London.

S

Sinurat AP., Balnave D., 1985 : Effect of dietary amino acids and metabolisable energy on the performance of broilers kept at high temperatures. British Poultry Science, 26, 117-128.

Smith AJ et Oliver., 1971: Some physiological effects of high environmental temperatures on the laying hen. Poultry science, 50, 912-925.

T

Teeter RG., Smith MO., Owens FN., Arp SC., Sangiah S et Breazile JE., 1985 : Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. Poultry Science, 64, 1060-4.

Temim S., 2000 : Effet de l'exposition chronique à la chaleur et de 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

Van Kampen M., 1997 : Physical factors affecting energy expenditure, in Morris, TR. and Freeman BM.(Eds)Energy Requirements of poultry, pp.47-59 (Edinburgh, British Poultry Science,Ltd).

W

Wallis IR et Balnave D., 1984 : The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acids in growing broiler chickens.Br Poultry Science, 25, 401-7.

Willson EK., Pierson FW., Hester PV., Adams RL et Stadelmen WJ.,1980: The effects of high environmental temperature on feed passage time and performance traits of white pekin ducks.Poultry science, 59, 2322-2330.

Wolfenson D., frei YF., Snapir N et Berman A., 1981 : Heat Stress effects on capillary blood flow and its redistribution in the laying hen. Pflugers arch, 390,86-93.

Z

Zhou W., Yamamoto S., 1997 : Effects environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers.Br.poultry science, 38,107-114.

Zuprizal, Larbier M, Chagneu AM et Geraert PA., 1993 : Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. Poultry science, 72, 289-95.

Sources Internet

Source 1 (tableau 2)

<http://www.gipaweb.com.tn>

Source 2

http://fr.wikipedia.org/wiki/vitamine_C

Source 3

[http :](http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=vitamine_C)

[/www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=vitamine_C](http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=vitamine_C)

[ps](#)

Source 4(Lozano., 2006)

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=article_URL et _ud=B6wwwR-4pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=article_URL&_ud=B6wwwR-4pdf)

Source 5(Vathana., 2002)

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=Article_URL et _udi=B6 Top- 4k7wJB](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=Article_URL&_udi=B6Top-4k7wJB)

Annexes

Listes des annexes :

1. Bâtiment d'élevage
2. Relevés de température aire de vie
3. Relevés de température ambiante et hygrométrie
4. Relevés de mortalité
5. Sexage
6. Distribution de l'aliment
7. Supplémentation en vitamine C dans l'eau de boisson
8. Autopsie

ANNEXE



Bâtiment d'élevage



Relevés de température aire de vie



Relevés de température ambiante et hygrométrie



Relevés de mortalité



Sexage



Distribution de l'aliment



Supplémentation en vitamine C dans l'eau de boisson



Autopsie

Résumé

L'objectif de cet essai est d'évaluer l'impact de l'addition de la vitamine C dans l'eau de boisson en association avec le retrait d'aliment, sur les performances zootechniques du poulet de chair élevé en ambiance chaude entre (J28 et J49). Nos résultats ont montré que la restriction alimentaire diurne et la supplémentation en vitamine C n'a pas permis d'améliorer significativement la consommation alimentaire, la croissance et l'indice de conversion des poulets et n'a pas réduit la mortalité. En revanche, dans nos conditions expérimentales, l'association de la restriction alimentaire et l'ajout en vitamine C dans l'eau de boisson semble diminuer la consommation d'eau (-10%, P=0.09) en relation probablement avec l'action thermogénique de la vitamine C. Les modifications physiologiques induites par la vitamine C et la restriction alimentaire chez le poulet de chair soumis au stress thermique chronique devront être précisées.

Mots clés : Poulet de chair, Stress thermique chronique, vitamine C, restriction alimentaire, Performances zootechniques, Mortalité, chaleur ambiante.

Abstract

The aim of this study is to investigate the impact of adding vitamin C in drinking water in association with the diurnal fast feeding on broiler performances reared, between 28 and 49 days old, under chronic heat stress. Our results show that the diurnal feed restriction and vitamin C supplementation did not improve food consumption, growth rate and feed conversion ratio of chickens and also did not reduce mortality. However, in our experimental conditions, the association of food restriction and the addition of vitamin C in drinking water appears to decrease water consumption (-10%, p= 0.09) which is probably related to the known thermogenic action of vitamin C. The physiological changes induced by vitamin C and diurnal fast feeding in broilers subject to chronic heat stress should be further clarified.

Keywords: Broilers, Chronic heat stress, vitamin C, food restriction, growth performances, mortality, ambient temperature.

المخلص

الهدف من هذه التجربة هو تقييم مدى فعالية اضافة الفيتامين ج في ماء الشرب بالاشترار مع نزع الطعام على فعالية الانتاج عند دجاج اللحم, مربي في الحرارة بين 28 و 49 يوم. النتائج المحصل عليها بينت بان زيادة الفيتامين ج مع نزع الطعام في النهار لم تسمح بتحسين الاستهلاك الغذائي, النمو معامل التحويل الدجاج و ايضا لم يخفض الوفيات. غير ان في شروطنا التجريبية الجمع بين نزع الطعام في النهار و زيادة الفيتامين ج في ماء الشرب اعطى نقص في ماء الشرب بمعدل (-10%) باحتمال ان يكون له علاقة بمفعول حراري للفيتامين ج. التغييرات الفيزيولوجية الناتجة عن الفيتامين ج ونزع الطعام عند دجاج اللحم معرض للضغط الحراري المزمّن يجب ان تدقق.

الكلمات الدالة:

دجاج اللحم, الضغط الحراري, التغذية, فيتامين ج, نزع الطعام, فعالية الانتاج, الوفيات, الحرارة.