

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BATNA 1

INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

Filière

Production animale

Option

Aviculture

Présenté par :

M^r. Boussaâda Tarek

THEME

**Facteurs de réussite d'un bon démarrage
du poulet de chair**

JURY

Président : N. Alloui

Examineur : N. Kaboul

Examineur : O. Bennoune

Rapporteur : D. Ouachem

Grade et Université

Prof - Université de Batna 1

M.C.A - Université de Batna 1

M.C.A - Université de Batna 1

M.C.A - Université de Batna 1

Année universitaire : 2015/2016

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Normes de températures du poulet de chair avec un chauffage en ambiance	04
Tableau 02 : Normes de températures du poulet de chair avec un chauffage localisé	05
Tableau 03 : La composition chimique des aliments utilisés	38
Tableau 04 : Caractéristiques nutritionnelles et recommandations alimentaires des aliments servis (EM, PB, Acides Aminés)	39
Tableau 05 : Plan de prophylaxie appliqué	40
Tableau 06 : Effets de la taille des particules sur les performances de croissance	41
Tableau 07 : Effets du poids du poussin d'un jour sur les performances de croissance	47
Tableau 08 : Effets de la transition alimentaire sur les performances de croissance	53

Liste des Figures

Figure 01: Facteurs affectant le confort des animaux	02
Figure 02: Méthode de mesure de la longueur du poussin	10
Figure 03: Evaluation de la vitalité du poussin.	11
Figure 04: Evaluation de l'état de l'ombilic.	12
Figure 05: Evaluation de l'état des articulations.	12
Figure 06: Evaluation de l'état de bec.	13
Figure 07: Evaluation de l'état de l'abdomen.	13
Figure 08: Complexe avicole Salem (Wilaya de Biskra).	35
Figure 09: Dimensions et disposition des batteries d'élevage du poulet de chair.	36
Figure 10: Vue latérale de la batterie d'élevage du poulet de chair.	37
Figure 11: Dimensions et aménagement des cages d'élevage.	37
Figure 12: La mise en place des poussins en cages d'élevages.	37
Figure 13: Effet de la taille des particules sur le poids vif.	42
Figure 14: Effet de la taille des particules sur l'indice de consommation.	42
Figure 15: Effet de la taille des particules sur l'ingéré alimentaire.	42
Figure 16: Effet du poids du poussin d'un jour sur le poids vif.	48
Figure 17: Effet du poids du poussin d'un jour sur l'indice de consommation.	48
Figure 18: Effet du poids du poussin d'un jour sur l'ingéré alimentaire.	48
Figure 19: Effet de la transition alimentaire sur le poids vif.	54
Figure 20: Effet de la transition alimentaire sur l'indice de consommation.	54
Figure 21: Effet de la transition alimentaire sur l'ingestion de l'aliment.	54

Liste des Abréviations

CB	Cellulose brute
DGM	Diamètre géométrique moyen
EM	Energie métabolisable
GP	Gain de poids
GMQ	Gain moyen quotidien
IC	Indice de consommation
Kcal	Kilocalories
MG	Matière grasse
MM	Matière minérale
MS	Matière sèche
MAT	Matières azotées totales
PB	Protéine brute

Sommaire

INTRODUCTION

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

APPERCU SUR LES PRINCIPAUX FACTEURS DE REUSSITE DE LA PHASE DE DEMARRAGE

1/ Facteurs d'ambiance.....	2
1.1/ Température.....	3
1.2/ Humidité.....	5
1.3/ Ventilation.....	6
1.4/ Mouvements de l'air.....	6
1.5/ Eclairage.....	6
1.6/ Litière et ammoniac.....	7
1.7/ Poussières.....	8
2/ Qualité du poussin d'un jour.....	9
2.1/ Longueur du poussin.....	9
2.2/ Pasgar© Score.....	11
3/ Conditions d'incubation favorables à la production de poussins de qualité.....	14
3.1/ Incubation.....	14
3.1.1/ Préchauffage.....	14

3.1.2/ Température d'incubation	14
3.1.3/ Humidité d'incubation.....	16
3.1.4/ Retournement	17
3.1.5/ Environnement gazeux	17
3.2/ Ecllosion	18

CHAPITRE II

PARTICULARITES DE LA PREMIERE SEMAINE DE VIE DU POUSSIN

1/ Utilisation du résidu vitellin.....	20
2/ Développement de tractus digestif	21
3/ Croissance et développement musculaire	23
4/ Mise en place de système immunitaire	24

CHAPITRE III

IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION DE DEMARRAGE

1/ Rappels sur les besoins nutritionnels du poulet	26
1.1/ Besoin en énergie	26
1.2/ Besoin en protéines	27
1.3/ Besoin en minéraux et en vitamines.....	27
1.4/ Besoin en eau.....	28
2/ Composition et effet de l'aliment de démarrage	29
3/ Stimulation de la consommation d'aliment chez les poussins	29
4/ Formes physiques de l'aliment	30
4.1/ Aliment farineux.....	30
4.2/ Aliment granulé ou en miette	30

5/ Taille des particules de l'aliment	31
5.1/ Effets sur le processus digestif	31
5.2/ Effets sur les performances	32
6/ Transition alimentaire	33
6.1/ Changement de formule	33
6.2/ Changement de forme	33
6.3/ Changement de couleur	34

PARTIE EXPERIMENTALE

Objectifs	35
-----------------	----

Premier essai : Effets de la taille des particules de l'aliment de démarrage sur les performances du poulet de chair

Objectif	36
I/ Matériel et méthodes	36
I.1/ Bâtiment	36
I.2/ Animaux	38
I.3/ Aliments	38
I.4/ Paramètres mesurés	39
I.5/ Méthodes analytiques	40
I.6/ Plan de prophylaxie	40
I.7/ Analyse statistique	41
II/ Résultats et discussions	41
III/ Conclusion	45

Deuxième essai : Effet du poids du poussin d'un jour sur les performances du poulet

Objectif.....	46
I/ Matériel et méthodes	46
I.1/ Animaux	46
I.2/ Aliments et plan de prophylaxie	46
I.3/ Paramètres mesurés	47
I.4/ Analyse statistique	47
II/ Résultats et discussions	47
III/ Conclusion	51

Troisième essai : Effet de la transition alimentaire sur les performances du poulet

Objectif.....	52
I/ Matériel et méthodes	52
I.1/ Animaux	52
I.2/ Aliment et plan de prophylaxie	52
I.3/ Paramètres mesurés	52
I.4/ Analyse statistique	53
II/ Résultats et discussions	53
III/ Conclusion	56
Conclusion générale	57

INTRODUCTION

L'aviculture est une activité économique à forte intensité financière, vecteur d'emplois mais aussi, facteur important d'apport de protéines dans l'alimentation humaine et notamment dans les pays sous-développés. En Algérie, le besoin important en protéines animales motivé par la démographie galopante a été couvert en grande partie par l'activité avicole. Ainsi, le niveau de consommation moyen de viandes blanches favorisé par la filière chair a été estimé entre 8 et 9 kg/hab/an (**Alloui, 2011 ; Mouhous et al., 2015**), loin de la consommation moyenne dans le monde (13.6 kg/hab/an) rapportée par **Mette (2014)**. Cependant, l'écart est important comparativement aux consommations moyennes rapportées par **Gonzalo (2011)** aux pays du Golf (59 kg), aux USA (42.6 kg), au Brésil (39.4 kg) et en Espagne (30.5 kg). Les études menées ces dernières années dans certaines régions du pays (**Alloui, 2011; Kaci, 2013**) ont montré que les élevages étaient gouvernés par des conditions d'élevage moins favorables au poulet pour extérioriser son potentiel de croissance dans des délais courts. En effet, la durée moyenne du cycle d'élevage relevée dans l'enquête de **Kaci (2013)** dépasse les 60 jours et ne justifie ni le poids vif de 2562 g ni le gain de poids de 43 g/j réalisés. L'origine de cette contre-performance a été attribuée à des contraintes en relation avec la qualité des infrastructures de base, à l'alimentation, aux pathologies et d'autres d'ordre technique et organisationnel. Cependant, l'impact de la période de démarrage et la qualité du poussin d'un jour sur les performances du poulet n'ont pas été évoqués dans les différentes enquêtes, or des études ont montré l'importance de ces facteurs dans l'obtention de performances optimales à l'âge d'abattage (**Picard, 2003 ; Tona et al., 2003 ; Bergoug et al., 2013**).

A cet effet, on se propose dans le cadre de ce mémoire d'étudier à travers trois essais les effets de facteurs favorables au bon démarrage et la réalisation des performances recherchées en élevage du poulet de chair. Le premier essai est consacré à l'étude de l'effet de la taille des particules de l'aliment sur les performances de démarrage et le poids d'abattage. Dans la seconde expérience, nous étudierons l'effet du poids du poussin d'un jour sur les performances de croissance du poulet. Dans le dernier essai, la réponse du poulet à la transition de l'aliment démarrage à l'aliment de croissance sera étudiée.

CHAPITRE I

APPERCU SUR LES PRINCIPAUX FACTEURS DE REUSSITE DE LA PHASE DE DEMARRAGE

1/ Facteurs d'ambiance

L'ambiance dans laquelle vivent les volailles a un rôle primordial pour le maintien des animaux en bon état de santé et pour l'obtention de résultats zootechniques correspondant à leur potentiel génétique. Un bâtiment de structure correcte doit permettre à l'éleveur de mieux maîtriser tout au long du cycle de production. Différentes variables composent l'ambiance et la qualité de l'air ambiant au niveau de la zone de vie des oiseaux (**figure 01**). La gestion de ces variables est toujours la résultante du meilleur compromis possible obtenu par l'éleveur en fonction notamment des conditions climatiques.

L'ambiance dans un bâtiment d'élevage est gouvernée par :

- La température.
- L'hygrométrie.
- La vitesse d'air et ces circuits.
- La teneur en gaz (NH_3 , CO_2 , O_2).
- La teneur en poussière.
- La charge microbienne.
- L'état des litières et des parois.

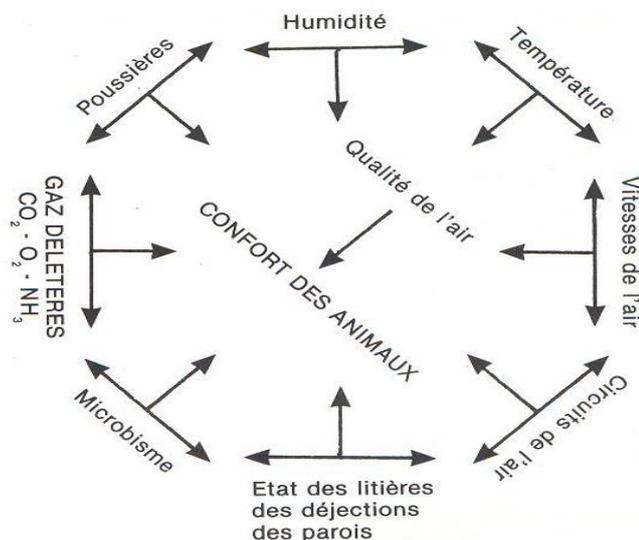


Figure 1. Facteurs affectant le confort des animaux

1.1/ 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 sujets sont les plus sensibles aux températures inadaptées, ceci est lié à leurs difficultés à assurer leur thermorégulation les premiers jours de vie.

Selon **Valancony (2003)**, des contrôles de température rectales, prises à l'aide d'un thermomètre sur des poussins à la mise en place montrent que :

- A 20 °C, au bout d'une demi-heure, cette température est descendue à 34 °C, soit une chute d'environ 4°C. Les pattes des jeunes sujets paraissent d'ailleurs déjà froides. Une heure après, elle atteint 31 °C et les animaux deviennent presque inertes. Enfin la limite létale de 28 °C est dépassée au bout d'environ 2 heures d'exposition ;
- La chute de température rectale se ralentit au fur et à mesure que la température de l'ambiance augmente ;
- A 35 °C et au-delà, la température interne de l'oiseau tend à s'élever progressivement, pour atteindre la limite létale supérieure d'environ 47 °C ;
- A 32 °C (31-33 °C), elle se stabilise et correspond à celle qu'avait le poussin à la sortie de l'éclosoir.

La zone de neutralité thermique du poussin d'un jour est très étroite. Elle est comprise entre la température critique inférieure de 31 °C et celle supérieure qui se situe à 33 °C (**Valancony, 2003**). Cette zone de neutralité thermique des poulets s'élargit au fur et à mesure que le plumage se développe et augmente son pouvoir isolant, permettant ainsi 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. En dessous de la température critique inférieure ou au-delà de la température critique supérieure, 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.

1.1.1/ Chauffage au démarrage

En période de démarrage, le poussin n'a pas de système de régulation thermique. Son confort dépend totalement du contrôle des paramètres extérieurs, la capacité de l'éleveur, la qualité du bâtiment et des équipements. La température optimale des poussins est comprise entre les 28 °C d'ambiance et les 32°C à 36°C sous radiant (Alloui, 2006). L'installation des gardes est vivement conseillée pour éviter toute mauvaise répartition des poussins dans les poulaillers.

On pourra se baser sur la répartition des poussins sous éleveuse pour obtenir une température correcte.

- Poussins rassemblés sous éleveuse, cela indique que la température est trop froide.
- Poussins rassemblés dans une partie de la surface de démarrage deux possibilités :
 - Mauvaise disposition de l'éleveuse.
 - Existence d'un courant d'air.
- Poussins répartis contre la garde, cela indique que la température est élevée.
- Poussins répartis sur l'ensemble de la surface de démarrage, cela indique que la température est correcte.

Afin d'assurer la réussite de l'élevage, il est essentiel de gérer correctement les températures, notamment au cours de la première semaine, période pendant laquelle l'emplumement n'est pas achevé. Les normes de températures selon la source de chauffage et l'évolution du plumage en fonction de l'âge de l'oiseau sont représentées dans les tableaux 01 et 02.

Tableau 01. Normes de températures du poulet de chair avec un chauffage en ambiance
(Exemple : Canon à air chaud).

Age en jours	Température ambiante	Evolution du plumage
0 à 3	33 à 31 °C	Duvet
3 à 7	32 à 30 °C	Duvet + ailes
7 à 14	30 à 28 °C	Duvet + ailes
14 à 21	28 à 26 °C	Ailes + dos
21 à 28	26 à 23 °C	Ailes + dos + bréchet
28 à 35	23 à 20 °C	
> 35	20 à 18 °C	

Source : CNEVA-Ploufragan

Tableau 02. Normes de températures du poulet de chair avec un chauffage localisé (Exemple : radiants).

Age en jours	Température sous radiant	Température aire de vie
0 à 3	38 °C	> 35 °C
3 à 7	35 °C	28 °C
7 à 14	32 °C	28 °C
14 à 21	29 °C	26 °C
21 à 28		26 à 23 °C
28 à 35		23 à 20 °C
> 35		20 à 18 °C

Source : CNEVA-Ploufragan

1.2/ Humidité

L'humidité est une donnée importante qui influe sur la zone de neutralité thermique donc participe ou non au confort des animaux. En atmosphère sèche et chaude, les pertes par convection des poulets tendent à diminuer. L'évacuation de la chaleur peut alors être obtenue par une évaporation accrue d'eau au niveau des poumons grâce à une accélération du rythme respiratoire. Dans le cas d'une atmosphère sèche et froide, ce sont les transferts par convection qui seront minimisés grâce à une isolation plus efficace du plumage.

Dans le cas d'une ambiance humide, froide ou chaude, les animaux éprouveront les plus grandes difficultés à maintenir stable leur température corporelle. Dans le premier cas, les pertes de chaleur par convection, voire conduction seront élevées, plumage et pattes mouillées sont plus conducteurs. Dans le second cas, les échanges par convection et évaporation seront réduits au minimum.

L'humidité de l'air conditionne l'état des litières, la densité et la nature des poussières en suspension à l'intérieur du bâtiment. C'est d'elle que dépend également le temps de survie des microbes et, dans certains cas, l'usure du bâtiment et du matériel. Une hygrométrie idéale se situe entre 55 % et 70 %. Lorsqu'il n'y a pas de gaspillage d'eau en provenance des abreuvoirs, de condensation, de remontées d'humidité par le sol, d'infiltrations d'origines diverses, il est nécessaire d'évacuer entre 3 et 5 g d'eau par Kg de poids vif et par heure afin de limiter le taux hygrométrique à une valeur inférieure à 70 % (**Valancony, 2003**).

1.3/ Ventilation

La ventilation compte parmi les facteurs les plus délicats à maîtriser pendant les premiers jours d'âge. L'objectif est d'approvisionner les animaux en oxygène et d'évacuer l'excès de chaleur et d'humidité, ainsi que les gaz nocifs. Toutefois, en raison des exigences de température pendant le démarrage, il convient de garder une ambiance chaude dans le bâtiment. Ainsi, une ventilation minimale est requise (**Adjou et Kaboudi, 2013**). La capacité de ventilation est déterminée par les besoins de renouvellement d'air, exprimés en m³/kg vif/h. Ces besoins peuvent varier de 0,1 à 6 m³/kg vif/h. Ils sont fonction des critères physico-chimiques qui composent l'ambiance (la chaleur, l'humidité, l'ammoniac, le gaz carbonique, et l'oxygène). Pour ce qui est de la vitesse d'air, notons que par manque de thermorégulation, les oiseaux non emplumés sont très sensibles aux vitesses d'air élevées. Aussi, la vitesse d'air maximale au démarrage doit être maintenue entre 0,1 à 0,2 m/sec (**Jacquet, 2007**).

1.4/ Mouvements de l'air

Les mouvements de l'air sont susceptibles d'influencer, le confort thermique des animaux en agissant sur l'importance des transferts de chaleur sensible s'établissant par convection.

La convection est un mode de transfert d'énergie, par l'action combinée de la conduction (dans le muscle et la peau), du stockage entre les plumes, et du mouvement de l'air du milieu. La convection est dite naturelle lorsque les transferts de chaleur sont fait grâce à l'écart de température existant, et elle s'appelé convection forcée lorsqu'elle est provoquée par un mouvement d'air. L'air chauffé par ces quantités d'énergie peut provoquer des circuits de convection.

Une vitesse d'air de 0.10 m/s caractérise un air calme pour un jeune poulet de moins de 4 semaines. Cette valeur peut s'élever jusqu'à 0.20-0.30 m/s pour une volaille emplumée. Au-delà, elle est perçue comme un rafraîchissement par l'animal. Lorsque les mouvements de l'air sont inférieurs à 0.10 m/s la thermorégulation devient difficile, dans la mesure, où les transferts par évaporation ou conduction ne peuvent supplier efficacement ceux par convections devenues insuffisants, la température de l'animal tend à s'élever (**Alloui, 2006**).

1.5/ Eclairage

L'intensité lumineuse doit être élevée le premier jour afin de faciliter l'accès à l'aliment et à l'eau. La lumière permet en effet aux poussins de repérer les points d'alimentation et d'abreuvement. Toute coupure ou toute baisse de l'intensité lumineuse peut provoquer l'entassement des animaux.

C'est pourquoi, dès le premier jour d'âge, un éclairage continu est requis, 24 heures sur 24 heures, avec une intensité lumineuse de 30 à 50 lux/m², afin de stimuler le dynamisme des oiseaux (**Adjou et Kaboudi, 2013**).

1.6/ Litière et ammoniac

La litière joue un rôle d'isolant pour le maintien de la température ambiante. De plus, elle isole thermiquement les animaux au sol, en minimisant les pertes par conduction, principalement à partir des pattes et éventuellement du bréchet tant que celui-ci n'est pas garni des plumes ou lorsque ces derniers sont souillés ou humides. Lorsque les volailles se déplacent ou se reposent sur une litière humide, une déperdition importante de chaleur se produit au niveau des pattes et des bréchets, proportionnellement à l'écart de température entre les oiseaux et le sol et à l'humidité de ce dernier (**Valancony, 2003**). La litière, préalablement répartie sur une épaisseur de 10 à 15 cm (6 à 7 kg/m², selon la saison, la nature du sol, etc.), doit être chauffée 24 heures avant la mise en place des oiseaux. Sa température peut être évaluée en utilisant un thermomètre ou, plus simplement, en appréciant la chaleur des pattes des poussins contre la joue (**Adjou et Kaboudi, 2013**). En période chaude, si l'on a une bonne maîtrise de l'hygrométrie, il est préférable de réduire la hauteur de la litière qui est susceptible d'aider les animaux pour leur thermorégulation. La paille devra obligatoirement être hachée ou mieux éclatée. L'éclatement permet d'augmenter le pouvoir de rétention d'eau et d'améliorer la qualité des litières. Donc la qualité de litière peut modifier la température critique inférieure et la faire élever parfois de plusieurs degrés. Les animaux évitent les zones humides à proximité des abreuvoirs ou des chaines parce que la température de la litière y est beaucoup plus importante. C'est également dans ces zones que l'on trouve des animaux avec, diarrhée, bréchets déplumés, ampoules des bréchets ou bursites. Ces déjections sont accumulées dans les litières durant l'élevage (**Valancony, 2003**).

Leur teneur en azote est élevée, après environ 3 semaines d'élevage elles constituent une masse importante de matières organiques facilement fermentescible d'autant plus que certaines conditions sont réunies. La production d'ammoniac est conditionnée par l'humidité, ventilation insuffisante, d'un sol de mauvaise qualité, de mauvais réglages d'abreuvoirs, et la chaleur favorisant la fermentation des déjections qui atteint un maximum d'intensité avec un pH faiblement basique variant entre 7.8 et 8.8 et en présence d'une quantité suffisamment importante de déjection dans ou sur la litière.

L'activité des micro-organismes commence à s'accroître par les fermentations aérobies lorsque la température de la couche supérieure de la litière atteint 20 à 22 °C. Au-delà de 35 °C apparaît un effet stérilisant, et une décroissance de la production, et c'est la même chose pour la fermentation anaérobie.

L'ammoniac agit sur l'organisme des animaux à divers niveaux. D'abord, une action irritante puis corrosive apparaît sur les muqueuses des voies primaires respiratoires. Au bout d'environ 3 jours d'exposition dans une atmosphère à 30 ppm, les poulets élevés à forte densité se mettent à tousser sous l'action irritante du gaz. Il suffit alors d'améliorer la qualité de l'air pour voir ce phénomène disparaître sans traitement. Au-delà, l'efficacité de la barrière muco-ciliaire de la trachée se trouve affecté profondément, il y a danger d'infection du système respiratoire (**Alloui, 2006**).

La présence de poussière et des écarts important de température aggravent les effets de l'ammoniac et contribue à créer des désordres plus difficiles à faire disparaître, qui nécessitent la mise en œuvre d'un traitement adapté. Ce gaz exerce également une action sur la composition de sang dont il modifie le pH, et un effet toxique général, d'où des répercussions sur le métabolisme et les rendements. Sa dose limite tolérée dans le bâtiment doit se situer aux environ de 15 ppm en élevage industriel, au-delà de ce seuil, l'ammoniac provoque des irritations des muqueuses (conjonctive, lésion des sacs aériens), une diminution de l'activité ciliaire de trachée, une sensibilité accrue aux maladies parasitaires (coccidioses) et perturbe aussi la croissance par diminution de la consommation (**Alloui, 2006**).

1.7/ Poussières

Le risque majeur de la pollution par les poussières, réside dans son rôle de support de transmission des maladies infectieuses. En effet, les germes ont pratiquement toujours besoin d'un véhicule, le plus efficace de ces supports étant la poussière. La production de poussières dans un bâtiment se fait principalement en période d'activité des animaux ou quelquefois lorsque la ventilation produit des turbulences au niveau des litières. Leurs origines peuvent être multiples. Lorsqu'elles proviennent d'une pulvérisation fine des déjections des animaux, elles constituent un risque sanitaire en tant que facteur irritant des muqueuses respiratoires, et les anomalies à craindre sont identiques à celles produites par l'ammoniac, car la nature physique et chimique de la particule n'est pas étrangère à ce pouvoir irritant (**Valancony, 2003**).

Selon le même auteur, la taille des particules de poussières et leur quantité dépendent de l'hygrométrie de l'air. Lorsque cette dernière est élevée (> 70%), les litières s'humidifient progressivement, aussi les particules libérées, en quantités moindres, sont d'un diamètre plus important parce qu'hydratées ($d > 5 \mu$). Elles sont alors en général stoppées au niveau de la barrière muco-ciliaire des bronches sans avoir provoqué de graves problèmes.

Dans le cas contraire, en atmosphère trop sèche (< 55 %), les litières deviennent pulvérulentes. Elles peuvent libérer des quantités très importantes de particules irritantes de très petites tailles parce que déshydratées ($d < 5 \mu$) qui pénètrent profondément l'arbre respiratoire. Cette production est accompagnée de celle de matières organiques susceptibles de servir de support aux agents pathogènes.

2/ Qualité du poussin d'un jour

La qualité du poussin peut être estimée visuellement (**Tona et al., 2003**), c'est une méthode utilisée dans les couvoirs pour réaliser le tri avant livraison. Les caractéristiques biométriques des poussins telles que leur poids, leur longueur, le poids du vitellus et le développement intestinal sont également des critères de qualité. Ces caractéristiques sont, à des degrés divers, en relation avec les performances futures des animaux (**Willemsen et al., 2008**).

Deux grandes méthodes existent au jour d'aujourd'hui pour évaluer la qualité du poussin :

- La mesure de la longueur du poussin.
- Le Pasgar© Score, version simplifiée du Tona Score développé par l'Université de Louvain (Belgique) dans les années 90.

2.1/ Longueur du poussin

Le développement embryonnaire étant régi par la température, toute altération des conditions environnementales modifiera la croissance de l'embryon. On a vu que des températures élevées accélèrent le développement, entraînent des conditions d'hypoxie et altèrent l'utilisation des graisses comme source principale d'énergie. L'embryon bascule ainsi plus rapidement et plus intensément vers un métabolisme carbohydraté, voire même dans certains cas, vers un métabolisme protéique.

Il paraît donc logique que des températures élevées puissent être responsables de la croissance de l'embryon lui-même, de certains de ses organes (le cœur en particulier) et de la

quantité de jaune résiduel. Ceci fut d'abord démontré par **Romanoff (1960)** cité par **Leksrisompong et al. (2007)**, puis confirmé par d'autres chercheurs.

Dans une étude à grande échelle, **Hill (2001)** a observé, entre autres, que la longueur du poussin, mesurée ici de la tête à la croupe, augmentait avec l'âge du troupeau, semblait plus importante en chargement unique et variait en fonction de la position de l'œuf dans la machine. Elle a par ailleurs démontré que les poussins issus de vieux troupeaux étaient souvent moins longs que ceux issus de troupeaux d'âge moyen, que les mortalités en élevage étaient plus importantes lorsque les poussins provenaient de couvoirs produisant souvent des poussins plus courts, et a conclu que la longueur du poussin était un bon outil de prédiction des performances futures.

Mais, alors qu'elle a trouvé que la mesure de la longueur du poussin, toujours de la tête à la croupe, était un indicateur plus sensible de la qualité des poussins, elle a également trouvé que les mesures étaient peu répétables. Elle en a donc proposé un autre, plus objectif, celui de la longueur du poussin de la pointe du bec au doigt du milieu :

Méthodologie

- Prélever au hasard une vingtaine de poussins pour chacune des origines.
- Mesurer leur longueur, de la pointe du bec au doigt du milieu (figure 2).
- Calculer la moyenne et l'homogénéité.
- Mettre les résultats en rapport avec l'âge des lots donneurs, le poids des œufs et les conditions d'incubation.



Figure 2. Méthode de mesure de la longueur du poussin

Chez les poussins issus de jeunes troupeaux, la longueur variera le plus souvent entre 18.5 et 19.5 cm. Entre 19.0 et 20.0 cm pour les poussins issus de troupeaux d'âge moyen et entre 19.5 et 20.5 cm chez ceux issus de vieux troupeaux. Il est important de noter que la croissance du poussin continue après l'éclosion et que, pour pouvoir comparer les informations, il est nécessaire d'effectuer les mesures toujours au même moment (**Guide Incubation Hubbard**).

2.2/ Pasgar© Score

Il s'agit là d'une méthode plus qualitative que quantitative, qui vise à évaluer les conditions d'incubation mais semble peu prédire les performances futures (**Meijerhof, 2009b**).

Méthodologie

- Prélever au hasard une cinquantaine de poussins pour chacune des origines.
- Évaluer les paramètres suivants :

Vitalité du poussin

- Couché sur le dos (figure 3), il se redresse immédiatement (score = 0).
- Il nécessite plus de 3 secondes à se redresser (score = 1)



Figure 3. Evaluation de la vitalité du poussin

Ombilic

- L'ombilic du poussin est normal lorsqu'il est complètement fermé et tout le vitellus est absorbé (score = 0).
- Si l'ombilic est ouvert et/ou qu'on observe des croûtes noires (score = 1).



Figure 4. Evaluation de l'état de l'ombilic

Articulations

- Les articulations ne sont pas enflées et ont une couleur normale (score = 0).
- Les articulations sont gonflées et/ou rouges (score = 1).



Figure 5. Evaluation de l'état des articulations

Bec

- Le bec est propre et les narines sont fermées (score = 0).
- Le bec est souillé et/ou présente un point rouge (score = 1).



Figure 6. Evaluation de l'état de bec

Abdomen

- Le volume de l'abdomen dépend de celui du vitellus et est essentiellement lié à la température et humidité d'incubation.
- Abdomen souple (score = 0).
- Abdomen dur, peau tendue (score = 1).



Figure 7. Evaluation de l'état de l'abdomen

- Noter les scores pour chacun des paramètres et chaque poussin.
- Pour chaque individu, additionner les différents scores et les déduire de la note maximale de 10.
- Calculer la moyenne.

Selon **Pas Reform (2006)**, des conditions optimales d'incubation doivent pouvoir permettre d'atteindre un score moyen de 9 au minimum.

3/ Conditions d'incubation favorable à la production de poussin de qualité

Les conditions d'incubation affectent non seulement les résultats d'éclosion mais également la qualité des poussins. L'impact économique de cette dernière est bien plus important qu'un simple manque ou excès de poussins.

3.1/ Incubation

3.1.1/ Préchauffage

Les techniques employées peuvent varier d'un endroit à l'autre mais elles sont toutes basées sur une augmentation progressive de la température à un niveau qui permette la régénération cellulaire. **Funk et Biellier (1944)** cités par **Reijrink et al. (2010b)**, ont montré que le développement morphologique de l'embryon continuait lorsque la température interne de l'œuf dépassait les 27 °C.

Le but du préchauffage est donc d'amener les œufs à une température proche de celle mentionnée ci-dessus et ce, pendant une période suffisamment longue pour que la plupart des embryons puissent atteindre un stade de développement similaire.

3.1.2/ Température d'incubation

Le développement embryonnaire est essentiellement régi par la température. Il s'agit là d'un paramètre capital dans la détermination des conditions d'incubation.

La température de coquille est un bon reflet de la température vécue par l'embryon (les écarts entre la coquille et l'embryon ne dépassent pas souvent les 0.1 - 0.2 °C) et il est donc possible d'adapter les consignes de la machine en fonction des températures relevées au niveau de la coquille.

French (1997) fait mention des conclusions qui peuvent être tirées des travaux de **Lundy (1969)** et **Wilson (1991)** :

- Pour la plupart des espèces de volailles, la température optimale d'incubation se situe entre 37.0 et 38.0 °C (même s'il est possible de faire éclore à des températures variant entre 35.0 et 40.2 °C).
- Les embryons sont plus sensibles à des températures élevées qu'à des températures faibles.
- Les effets d'une température sous-optimale vont dépendre de son intensité et de la durée pendant laquelle elle sera appliquée.
- Les embryons semblent être plus sensibles à des températures sous-optimales en début qu'en fin d'incubation.

Les observations de **Decuypere et al. (2001)** vont dans le même sens basés sur les travaux de **Barott (1937)**, ils établissent la température d'incubation, pour une éclosabilité maximale, entre 37.0 et 38.0 °C avec une valeur optimale de 37.8 °C.

Lourens et al. (2005) ont obtenu les meilleurs résultats d'éclosion et la meilleure qualité des poussins lorsque la température de la coquille a été maintenue à 37.8 °C pendant toute la durée de l'incubation. D'après ces mêmes auteurs, des températures insuffisantes pendant la première semaine (36.7 °C dans l'essai) retardent le développement embryonnaire et peuvent compromettre les mécanismes de thermorégulation du poussin pendant les 7 premiers jours suivant sa mise en place.

Inversement, des températures élevées en fin d'incubation (38.6 °C dans l'essai) semblent augmenter la thermo-tolérance des poussins, améliorant ainsi leur résistance aux coups de chaleur (**Hulet et al., 2007**).

Molenaar et al. (2010) mentionnent qu'une température de coquille de 37.5 - 38.0 °C au cours de toute la période d'incubation donne les meilleurs résultats d'éclosion et la meilleure qualité des poussins.

Meijerhof (2009b) mentionne que la température joue un rôle essentiel sur le niveau d'utilisation des réserves nutritionnelles du jaune et sur la fermeture de l'ombilic. Il fait également état de plusieurs recherches à ce sujet : des écarts de 2° Fahrenheit au niveau de la température des embryons provoqueraient des différences significatives en termes de croissance et d'indice de consommation sur des poulets de 6 semaines d'âge. Ces mêmes écarts provoqueraient des différences de développement du poussin lui-même et de certains de ses organes.

Hulet (2001) a montré qu'en adaptant les consignes de température de la machine en fonction de la production réelle de chaleur métabolique il était possible d'améliorer les taux d'éclosion d'environ

2% par rapport à des programmes standard. Puisque les gros œufs ont plus de mal à évacuer la chaleur produite, on constate souvent une détérioration de la qualité des poussins et une augmentation du jaune résiduel au fur et à mesure que le troupeau vieillit. En ce sens, **Lourens et al. (2006)** ont montré que lorsque la température de coquille était maintenue constante, les embryons issus de petits ou gros œufs étaient aussi efficaces les uns que les autres à transférer les nutriments du jaune vers leurs corps.

Mais, malgré ce qui précède, on connaît encore assez mal les seuils de tolérance de l'embryon. **Barott (1937)** cité par **Decuypere et Michels (1992)**, signale que la température d'incubation ne doit dévier de ± 0.3 °C par rapport à la température de consigne (37.8 °C). Cette marge, aussi étroite soit-elle, n'indique pas quelles sont les fluctuations possibles, ou quels sont les effets d'une température élevée ou faible pendant une certaine période du développement sur l'éclosion, la croissance ou d'autres caractéristiques (**Decuypere et Michels, 1992**).

3.1.3/ Humidité d'incubation

Les teneurs en eau de l'œuf et du poussin d'un jour sont très similaires : 74 - 75% pour l'œuf (**Sauveur, 1988**), et 72 - 73% pour le poussin d'un jour (**Medway et Kare, 1957**). Les pertes en eau au cours de l'incubation doivent donc correspondre plus ou moins à la quantité d'eau produite par le métabolisme des graisses contenues dans le jaune.

Tona et al. (2001a) ont obtenu les meilleurs résultats d'éclosion lorsque les pertes en eau cumulées, à 18 jours d'incubation, étaient comprises entre 10.9 et 11.1%. Ils ont observé que des pertes plus élevées entraînaient moins de problèmes d'éclosion que des pertes plus faibles. Ils ont également trouvé des relations directes entre l'âge du troupeau, le poids de l'œuf et les pertes en eau (en grammes). Néanmoins, ils n'ont pas observé de relation entre l'âge du troupeau, le taux d'éclosion ou la mortalité embryonnaire et le pourcentage de perte en eau.

Quand les pertes en eau, avant le bêcheage interne, sont inférieures à 6.5%, la taille de la chambre à air qui en résulte n'est pas suffisante pour enclencher la respiration pulmonaire. Inversement, quand les pertes dépassent les 14.0%, les risques de déshydratation augmentent (**Molenaar et al., 2010**). D'après **Meijerhof (2009a)**, les risques de déshydratation apparaissent lorsque les pertes se rapprochent des 17 - 18%.

Toujours est-il que les pertes de poids au cours de l'incubation sont essentiellement liées aux pertes en eau (**Tona et al., 2001a**) et que celles-ci ne dépendent que de la conductance des coquilles et de l'humidité ambiante. Aucun autre facteur n'intervient.

Puisque la conductance des coquilles varie fortement d'un œuf à l'autre, il ne peut y avoir une perte optimale, mais plutôt une marge optimale. **Molenaar et al. (2010)** l'évaluent entre 6.5 et 14.0 %. Ces mêmes auteurs suggèrent que, puisque le but essentiel des pertes en eau est de créer une chambre à air d'un volume suffisant, le moment auquel l'eau est perdue est peut-être sans importance pourvu que les pertes cumulées permettent l'enclenchement de la respiration pulmonaire.

Robertson (1961a) a néanmoins trouvé que des taux d'humidité excessifs (75 – 80%) entraînaient une augmentation de la mortalité embryonnaire pendant les 10 premiers jours de l'incubation. Il a également observé que les taux d'éclosion restaient satisfaisants lorsque l'hygrométrie variait entre 40 et 70 %, avec un niveau optimum de 50 %.

3.1.4/ Retournement

Le retournement des œufs joue un rôle favorable en évitant que le jaune ne vienne adhérer à la membrane coquillière (**Sauveur, 1988**) ou que l'allantoïde ne se colle à l'embryon. Il permet également le développement de l'aire vasculaire, celui de la membrane chorio-allantoïdienne (**Cutchin et al., 2009**), et facilite l'inclusion de l'albumen dans l'allanto-chorion (**Sauveur, 1988**). Ainsi que, le retournement en fin d'incubation prévient les malpositions de l'embryon (**Tona et al., 2003**).

Des œufs non retournés engendrent souvent des embryons aux pressions d'oxygène insuffisantes dans les artères et aux taux d'hématocrites élevés (**Decuyper et al., 2001**). En fin d'incubation, il prévient les malpositions de l'embryon (**Tona et al., 2003**).

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les œufs étaient retournés de 45°. Une augmentation de la fréquence des retournements avait un effet bénéfique sur les taux d'éclosion. Il convient donc, là où ceci est possible, de privilégier les retournements toutes les 15 ou 30 minutes plutôt que toutes les heures.

3.1.5/ Environnement gazeux

Les échanges gazeux au cours de l'incubation jouent un rôle primordial dans le développement et la viabilité de l'embryon, les résultats d'éclosion, la croissance et la physiologie du

poussin. Les niveaux de CO₂ requis pendant la première partie de l'incubation ne sont pas encore bien identifiés mais il apparaît clairement qu'ils vont essentiellement dépendre du potentiel de croissance de la souche. Néanmoins, il est probable que leur augmentation progressive jusqu'à un niveau de 0.5 - 0.7 % puisse être bénéfique au développement de l'aire vasculaire et de l'embryon lui-même.

3.2/ Ecllosion

Au moment de l'oviposition, l'œuf (coquille incluse) contient environ 65.6 % d'eau, 12.1 % de protéines, 10.5 % de graisses, 0.9 % d'hydrates de carbone et 10.9 % de minéraux. C'est avec ces seuls éléments que l'embryon doit mener à bien son développement.

Les protéines sont essentiellement employées pour la croissance. De la quantité initiale, environ 48 % est retrouvée chez le poussin, 47 % est laissée dans le jaune résiduel, 2.5 % est retrouvée dans l'allantoïde et seulement 2.5 % est perdue, vraisemblablement suite à son catabolisme (**Molenaar, 2010**).

Les graisses, présentes essentiellement dans le jaune, constituent la principale source d'énergie de l'embryon (environ 90 % de l'énergie employée provient des graisses). Leur oxydation s'accroît dès le 9^{ème} jour d'incubation, au moment même où le taux de croissance de l'embryon s'accélère. De la quantité initiale, environ 20 % est retrouvée chez le poussin, 40 % est laissée dans le jaune résiduel, et 40 % est brûlée (**Molenaar, 2010**).

Les teneurs en hydrates de carbone sont très faibles dans l'œuf, et le restent ainsi pendant presque toute la durée de l'incubation. La plupart des sucres sont consommés pendant la première semaine, période pendant laquelle la membrane chorio-allantoïdienne n'est pas encore en place et ne peut donc fournir l'oxygène nécessaire au métabolisme des graisses.

Un deuxième pic de métabolisme du glucose est observé en fin d'incubation. Des ressources énergétiques supplémentaires sont nécessaires à l'éclosion, la disponibilité en oxygène diminue et l'embryon bascule d'un métabolisme graisseux à un métabolisme carbohydraté.

Il est donc indispensable que l'embryon puisse, au cours de son développement, avoir fait des réserves suffisantes. Le glucose est essentiellement emmagasiné sous forme de glycogène dans le foie, les muscles, le cœur et la membrane péri-vitelline (**Molenaar, 2010**). Quand le poussin se

prépare à l'éclosion, le glycogène hépatique est mobilisé en priorité et, la glycolyse anaérobie qui en résulte, augmente les niveaux de lactate dans le sang (**Molenaar, 2010**).

On peut déduire de ce qui précède que la température et l'oxygénation sont les deux facteurs essentiels à l'éclosion et que des conditions d'incubation sous-optimales auront des conséquences sur la viabilité et le développement embryonnaires.

CHAPITRE II

PARTICULARITES DE LA PREMIERE SEMAINE DE VIE DU POUSSIN

1 / Utilisation du résidu vitellin

Le sac vitellin, qui contient les nutriments non utilisés au cours du développement embryonnaire, est internalisé dans la cavité abdominale à partir du 19^{ème} jour d'incubation. Il est classiquement considéré comme une réserve pouvant couvrir temporairement les besoins de survie du poussin nouveau-né (**Nitsan et al., 1991b ; Noy et al., 1996**). A la naissance, le sac vitellin pèse environ 8 g ce qui représente 17 % du poids du poussin. La résorption de son contenu a lieu en grande partie pendant les 48 premières heures de vie avec une réduction de 50 % de son poids. Au bout de 4 à 5 jours de vie, il est résorbé en quasi-totalité (**Noble et Ogunyemi, 1989 ; Nitsan et al., 1991b ; Chamblee et al., 1992 ; Sklan et Noy, 2000**). L'utilisation, après l'éclosion, du contenu vitellin par le poussin s'effectue de deux manières. Il s'agit à la fois d'un passage dans la circulation sanguine via les membranes du sac vitellin, perméables entre autres aux lipides, et d'un transfert du contenu du sac vitellin vers l'intestin par le canal de Meckel (**Noy et al., 1996 ; Noy et Sklan 1998a et b**).

A la naissance, le liquide vitellin est essentiellement composé d'eau (46 %), de lipides (30 %, sous la forme de phospholipides et triglycérides) et de protéines (20 %) (**Applegate et Lilburn, 1996 ; Puvadolpirod et al., 1997**). La dégradation du contenu vitellin est censée fournir l'énergie nécessaire à la survie du poussin nouveau-né dans le cas où celui-ci ne recevrait aucun apport extérieur d'aliment. Un gramme de lipides fournit 8 à 9 kcal d'énergie métabolisable. En considérant les lipides comme la principale source d'énergie contenue dans le vitellus, leur conversion totale en énergie fournirait au poussin une réserve de 20 kcal. Le besoin d'entretien d'un poussin de 40 g est d'environ 25 kcal par jour d'après l'équation $2.2 \text{ kcal} / (\text{g de poids vif})$ de **Hurwitz et al. (1980)**. De plus, pendant cette période, l'énergie requise par le poussin doit couvrir à la fois les besoins pour son métabolisme de base (respiration, digestion par exemple) et pour sa croissance. L'apport d'aliment aussi tôt que possible est alors essentiel afin de minimiser la perte de poids post éclosion du poussin due au déficit énergétique. Dans une perspective de croissance optimale, le contenu vitellin ne semble représenter qu'une réserve nutritionnelle très marginale par rapport à l'alimentation exogène.

Au-delà de son rôle de réserve de nutriments, le résidu vitellin semble être impliqué dans le processus d'initiation du développement corporel du poussin. Durant les 5 premiers jours de vie, il existe une corrélation négative entre le poids vif du poussin et le poids du résidu vitellin (**Chamblee**

et al., 1992). De plus, la résorption vitelline débute immédiatement après la naissance alors que l'amorce de la croissance corporelle réelle du poussin est différée d'environ 24 heures. Enfin, l'ablation du sac vitellin à la naissance décale l'initiation de la croissance de 2 jours (**Murakami et al., 1992 ; Turro et al., 1994**) et le poids vif des poussins est alors réduit de 13 % à l'âge de 5 jours (**Chamblee et al., 1992**).

Le résidu vitellin apparaît donc comme une réserve de nutriments quantitativement modeste. Néanmoins, son utilisation en association avec le développement du tractus digestif semble essentielle pour initier l'adaptation à une alimentation exogène.

2 / Développement du tractus digestif

Les espèces aviaires sélectionnées sur le critère d'une vitesse de croissance élevée présentent un développement précoce du système digestif (**Lilja, 1983 ; Jin et al., 1998**). Inversement, la croissance des organes digestifs est lente chez les volailles sélectionnées pour la ponte (**Nir et al., 1993**). Le développement du tractus gastro-intestinal est un phénomène prioritaire dans le développement général du poussin. Ainsi, durant les 4 premiers jours de vie, un quart des protéines absorbées est retenu par l'intestin (**Noy et Sklan, 1999b**).

Chez le poussin nouveau-né, les processus de digestion et d'absorption sont peu efficaces et le passage soudain à une alimentation exogène solide s'accompagne d'un développement rapide du système gastro-intestinal et des organes annexes impliqués dans le processus de digestion (gésier, pancréas, foie). Les modifications qui surviennent sont à la fois des modifications morphologiques du tube digestif (croissance allométrique des organes) et une maturation des capacités digestives du poussin (adaptation, en fonction de l'ingéré, de la sécrétion des enzymes intestinales et pancréatiques permettant la dégradation des nutriments en particules assimilables, augmentation des capacités d'absorption de ces particules).

La taille et le poids des trois principales portions de l'intestin (duodénum, jéjunum, iléum) et des organes annexes (foie, pancréas, gésier, proventricule) augmentent significativement durant la première semaine de vie du poussin (**Uni, 1999 ; Uni et al., 1999**). Néanmoins, chaque organe et chaque portion de l'intestin se caractérise par une vitesse de croissance propre (**Nitsan et al., 1991a ; Nir et al., 1993 ; Noy et Sklan, 1998c ; Uni et al., 1998 et 1999 ; Uni, 1999**). La vitesse de croissance des trois segments intestinaux et des organes annexes, exprimée proportionnellement au poids vif, est maximale entre 6 et 7 jours après la naissance. Toutefois, la croissance allométrique du pancréas, du duodénum et du jéjunum (**Uni et al., 1999**) est plus rapide et plus précoce que celle du

foie ou de l'iléum. D'une manière générale, le développement du système gastro-intestinal se déroule à une vitesse largement supérieure à celle du corps entier (**Sell et al., 1991 ; Pinchasov et Noy, 1994 ; Jin et al., 1998**) ou d'organes essentiels au développement comme le cœur ou les poumons, par exemple (**Nitsan et al., 1991a**).

A la naissance, le poussin dispose d'une faible réserve d'enzymes pancréatiques (trypsine, chymotrypsine, amylase et lipase) synthétisées durant la vie embryonnaire (**Dibner, 1997**). Leur sécrétion est stimulée de façon significative dès la première semaine de vie. La mesure de la sécrétion totale d'azote, reflet de la sécrétion enzymatique totale, est multipliée par deux entre 4 et 7 jours d'âge (**Noy et Sklan., 1995 ; Uni et al., 1995b**). La synthèse et l'activité de ces enzymes ont été déterminées dans le pancréas mais ces données donnent peu d'information sur les capacités digestives réelles du poussin. En effet, ces enzymes doivent être présentes et actives dans l'intestin pour agir sur la digestion. La mesure des activités enzymatiques dans l'intestin (**Nitsan et al., 1991a et 1991b**) montre que chaque enzyme présente son propre profil de stimulation. L'activité amylasique augmente dès la naissance, mais reste toutefois négligeable jusqu'à l'âge de 2 jours. Ce n'est qu'entre 2 et 7 jours d'âge qu'il est mesuré une augmentation rapide et importante de cette activité. Ceci serait probablement lié à la quasi absence de glucides dans le liquide vitellin ; le délai correspondrait à l'adaptation des sécrétions aux nutriments ingérés par le poussin. La présence de lipides et de protéines dans le liquide vitellin permettrait une sécrétion et donc une activité intestinale plus précoce des enzymes de dégradation de ces nutriments. On observe un pic de l'activité de la trypsine aux alentours de 4 jours d'âge et l'activité lipasique augmente régulièrement dès l'éclosion. Il semble donc que l'âge et l'état nutritionnel du poussin soient deux paramètres influençant la sécrétion et l'activité des enzymes pancréatiques (**Sklan et Noy, 2000**).

L'augmentation de la capacité d'absorption des nutriments est liée à deux événements distincts : le développement des muqueuses intestinales et la mise en place de systèmes de transport transmembranaire actifs. La prolifération des muqueuses résulte de l'hyperplasie cellulaire et conduit à l'augmentation de la surface d'absorption et à celle du poids de l'intestin (**Moran, 1985 ; Uni et al., 1995a ; Dibner, 1997 ; Noy et Sklan, 1997 ; Uni, 1999**). Au cours de la première semaine de vie, les villosités intestinales se développent en hauteur et en largeur et le nombre d'entérocytes par villosité est augmenté (**Dibner et al., 1996**). Toutefois, ces modifications sont fonction de l'âge et de la région de l'intestin considérée. Le développement des villosités est plus marqué dans le duodénum que dans l'iléum et le jéjunum. L'augmentation du volume des villosités et de la densité des

entérocytes dans le duodénum se limite aux 4 jours qui suivent l'éclosion alors qu'elle se poursuit jusqu'au dixième jour de vie dans le jéjunum et l'iléum (**Uni et al., 1998**).

La capacité d'absorption des nutriments dans l'intestin et, plus précisément, dans le duodénum et le jéjunum, principaux sites d'absorption chez le poulet, augmente également avec l'âge. Sachant que le glucose et un grand nombre d'acides aminés sont absorbés par un co-transport Na-dépendant, la mesure de l'activité Na^+ , K^+ ATPasique, décrite par **Sklan et Noy (2000)**, représente un bon indicateur de l'absorption par les muqueuses intestinales. Cette activité est particulièrement augmentée durant les 4 premiers jours de vie. Le poussin de 4 jours est par exemple capable d'absorber plus de 80 % du glucose, de la méthionine et de l'acide oléique consommés (**Noy et Sklan, 1996**).

L'augmentation de la digestibilité apparente des différents nutriments est le reflet de ces diverses modifications qui conduisent à la maturation du système digestif pendant la première semaine de vie du poussin. A 4 jours, la digestibilité intestinale apparente des protéines atteint 78 % alors qu'elle avoisine déjà 85 % pour l'amidon et les lipides (**Noy et Sklan 1995, 1997 et 1998a ; Uni et al., 1995b**). Au-delà, les capacités digestives évoluent relativement moins vite ce qui souligne l'importance de la première semaine de vie dans la mise en place des fonctions digestives et son impact ultérieur sur la croissance musculaire des poulets.

3 / Croissance et développement musculaire

Les espèces aviaires sélectionnées sur le critère d'une vitesse de croissance élevée se caractérisent par un développement musculaire important dès la première semaine de vie (**Moss, 1968**). Le poids vif du poussin double au cours des cinq premiers jours de la vie. La vitesse de croissance des poussins exprimée proportionnellement au poids vif (g/j/100 g de poids vif) atteint son maximum entre 3 et 5 jours d'âge (**Murakami et al., 1992**). Leur consommation journalière augmente linéairement avec l'âge. A l'âge de deux jours, le poussin consomme quotidiennement environ 10 g d'aliment contre 35 g cinq jours plus tard.

Ainsi, le poids relatif des muscles squelettiques et plus précisément du muscle pectoral est multiplié par deux entre 1 et 5 jours après l'éclosion (**Halevy et al., 2000**). Les gains de poids des muscles pectoraux et des muscles de la patte correspondent, respectivement, à une semaine d'âge, à 6 % (**Kang et al., 1985 ; Halevy et al., 2000**) et 2 % du poids vif (**Kang et al., 1985**).

Les fibres musculaires se mettent en place progressivement au cours de la vie embryonnaire (**Romanoff, 1960**) et leur nombre final est fixé à la naissance. Les modifications post éclosion concernent la taille de la fibre musculaire (développement longitudinal et radial) et le nombre de noyaux par fibre. La croissance musculaire implique principalement les cellules satellites. Celles-ci sont en proportions importantes près de la fibre musculaire chez le poussin nouveau-né de type chair (**Ricklefs, 1985 ; Mitchell et Burke, 1995 ; Duclos et Rémignon, 1996**). Les cellules satellites ont la capacité de se multiplier et de fusionner avec les fibres musculaires. Elles augmentent ainsi le nombre de noyaux par fibre et, par conséquent, le potentiel de synthèse de protéines musculaires. Le nombre de cellules satellites évolue en fonction de l'âge (**Duclos et al., 1996**) et une augmentation significative du nombre de cellules satellites par gramme de muscle pectoral jusqu'à l'âge de 3 jours suivie d'une baisse entre 4 et 5 jours (**Halevy et al., 2000**). Parallèlement, la capacité de ces cellules à proliférer est intense au cours des 2 premiers jours de vie, puis elle décline progressivement (**Goddard et al., 1996 ; Halevy et al., 2000**).

Les processus de développement et de maturation des fibres musculaires, importants chez le poulet de chair, sont extrêmement précoces, limités dans le temps et les deux premiers jours de vie semblent être une période cruciale pour le développement musculaire du poussin. Les implications de ce développement initial sur la production de viande ultérieure sont encore mal connues et justifient l'attention particulière qui doit être portée à l'alimentation lors des tout premiers instants de la vie des poussins. Notons toutefois qu'au-delà de la première semaine de vie, le muscle continue à croître, à accumuler des noyaux et à se différencier d'un point de vue métabolique et contractile (**Moss, 1968**).

Le développement très rapide des activités digestives et des fibres musculaires après la naissance pose le problème de la répartition des ressources alimentaires entre des fonctions prioritaires pour la survie et le développement des poussins (**Siegel et Dunnington, 1998**). Parmi ces fonctions le développement du système immunitaire peut-il être pénalisé par une pression de sélection trop forte sur la croissance musculaire ?

4 / Mise en place du système immunitaire

Comme chez les mammifères, il existe chez les oiseaux des organes lymphoïdes primaires (bourse de Fabricius et thymus) et secondaires (rate, diverticule de Meckels, glande de Harderian, plaques de Peyer et amygdale caecale). Ces tissus sont mis en place et colonisés par les cellules lymphoïdes au cours de la vie embryonnaire (**Romanoff, 1960**). A la naissance, le système

immunitaire est immature (**Dibner et al., 1998b**). Le poussin nouveau-né est inapte à répondre efficacement, en terme de production de cellules immunitaires et d'anticorps, aux agents pathogènes ou à l'injection de la plupart des vaccins. Le système immunitaire, à la différence du système digestif décrit précédemment, évolue lentement pendant la première semaine de vie.

Le développement de la bourse de Fabricius occupe une place prépondérante dans la mise en place de la réponse immunitaire chez les oiseaux (**Sayegh et al., 2000**). Le poids de la bourse de Fabricius n'est que de 0,05 g à la naissance alors qu'il atteint en moyenne 0,16 g à 8 jours d'âge (**Dibner et al., 1998b**). Cette vitesse de croissance est maintenue pendant plusieurs semaines. L'augmentation du poids de la bourse de Fabricius est due à la multiplication des lymphocytes B, cellules sécrétrices d'immunoglobulines. Pourtant, la réponse humorale du très jeune poussin est principalement de type passive. Elle dépend des immunoglobulines maternelles de classe G déposées dans le résidu vitellin (**Leslie, 1975**) et de l'expression en début de vie d'immunoglobulines de classe M à la surface de la bourse de Fabricius. L'analyse histochimique de coupes de bourses de Fabricius de poussins âgés d'un jour montre qu'ils sont incapables de synthétiser les immunoglobulines de classes G et A (**Whittow, 1999**). L'ablation de la bourse de Fabricius chez des poussins nouveau-nés conduit à une réponse humorale défectueuse des animaux pendant le reste de leur vie (**Perey et Bienenstock, 1973**), ce qui traduit bien son implication dans la mise en place de la réponse immunitaire. Notons toutefois que l'efficacité de la réponse humorale ne dépend pas uniquement des capacités de sécrétion des immunoglobulines dont le pouvoir protecteur est lui-même lié à leur migration par voie sanguine vers les muqueuses (digestives et respiratoires), principales voies de pénétration des agents pathogènes.

Enfin, le développement du système immunitaire pendant la première semaine de vie dépend étroitement de l'environnement du poussin. L'exposition du poussin aux antigènes stimule les processus de prolifération et de différenciation des différents clones de cellules immunitaires (**Whittow, 1999**).

La sélection génétique sur le critère d'une vitesse de croissance élevée a eu un impact négatif sur le plan immunologique. Les poulets de chair sont moins résistants aux agents pathogènes et, plus précisément, leur capacité à produire des anticorps (réponse humorale à médiation cellulaire) s'est amoindrie au cours de générations successives (**Qureshi et Havenstein, 1994**).

CHAPITRE III

IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION DE DEMARRAGE

L'alimentation du poussin à l'éclosion suscite un intérêt croissant car elle influence, à terme, les performances des animaux, qu'ils soient futurs poulets de chair, futures pondeuses ou encore reproducteurs (**Michard et al., 2013**). En effet, L'alimentation des poussins au cours des premiers jours de vie ne se limite pas à promouvoir un bon départ de croissance. Le retard ou le défaut d'apport alimentaire affecte également la résistance et la sensibilité des animaux aux agents pathogènes.

1/ Rappels sur les besoins nutritionnels du poulet

L'alimentation de base de la volaille doit couvrir les besoins d'entretien, de production et apporter en proportions convenables les différents minéraux, acides aminés et vitamines indispensables.

I.1/ Besoin en énergie

L'énergie représente la portion de l'aliment dont dispose la volaille pour couvrir ses besoins d'entretien et de production (chair). L'unité de mesure de cette énergie contenue dans l'aliment s'exprime en unité d'énergie métabolisable par unité de poids d'aliment (kilojoule /gramme ou kilocalorie /kilogramme). L'énergie disponible pour les besoins métaboliques de l'animal (entretien et production) est appelée énergie métabolisable (EM). Le rendement de l'énergie métabolisable chez le poulet de chair se situe entre 58 % et 85 % avec une valeur moyenne de 65 % (**Larbier et Leclercq, 1992**).

Les besoins en énergie de la volaille sont inversement proportionnels à la température du milieu extérieur. Ils sont réduits de 10 % pour des poules maintenues à 30 °C en comparaison aux besoins des poules vivant à 20 °C. Inversement, les besoins augmentent de 17 % lorsque la température est réduite de 10 °C (**Picard et al., 1993**). La température critique à ne pas dépasser est de 30 °C, sinon on observe une diminution de la consommation alimentaire. En effet, la production d'extra-chaleur consécutive à l'ingestion d'aliment est accrue en climats chauds. Au dessus de 28 °C, la température rectale augmente avec la température extérieure et avec la quantité d'aliment consommée. La seule solution pour l'animal est de réduire sa consommation d'énergie (**Picard et**

al., 1993). La chaleur entraîne chez le poulet de chair une baisse de la consommation et de la production non compensable par l'alimentation.

I.2/ Besoin en protéines

Les protéines constituent la majeure partie de la viande des poulets de chair. Les besoins sont donc importants. D'une manière générale, il est recommandé 180 à 240 grammes de protéines totales par kilo d'aliment (**Austic, 1982**). Les protéines sont constituées d'acides aminés essentiels, c'est-à-dire, ne pouvant être synthétisés par la volaille et qui doivent dès lors se trouver dans l'alimentation et les non-essentiels, parce qu'ils peuvent être synthétisés à partir d'autres acides aminés ou à partir d'hydrates de carbone. La ration des volailles doit donc contenir un certain pourcentage de chaque acide aminé essentiel ainsi qu'un apport suffisant en composés azotés, à partir desquels les acides aminés non essentiels peuvent être éventuellement synthétisés

Les acides aminés essentiels diffèrent selon le processus métabolique en cours, comme la croissance et la finition. La chair est produite pendant la croissance et la graisse durant la finition. La composition en acides aminés répondant aux besoins d'un de ces processus, ne répond pas nécessairement aux besoins de l'autre.

Il apparaît que le besoin absolu en acides aminés n'est pas affecté par la température, bien qu'une chute de croissance s'observe quand la température excède 30 °C. Augmenter le taux de protéines pour compenser la réduction d'ingestion ne permet pas de corriger le retard de croissance dû à la chaleur. Les nutriments pouvant causer les problèmes en situation de stress thermique pour les oiseaux sont des protéines alimentaires et des acides aminés de faible qualité (**Coon, 1999**). **Piccard et al. (1993)** ont également montré qu'un excès protéique restait sans effets si le régime est équilibré en acides aminés. Les baisses de performances peuvent être dues à une subcarence en acides aminés essentiels dans un régime hyperprotéique. Les besoins en méthionine notamment, sont élevés en climat chaud (**UZU, 1989**). Enfin, les acides aminés influencent significativement la consommation alimentaire. Ainsi, la présence d'un excès d'acides aminés dans la ration peut augmenter les besoins de la plupart des acides aminés essentiels (**Piccard et al., 1993**).

I.3/ Besoin en minéraux et en vitamines

Les minéraux interviennent dans la constitution du squelette (os et cartilages), de certains éléments de soutien (tendons et ligaments) et dans l'équilibre osmotique. Ces minéraux constitués principalement par le calcium, le phosphore, le sodium et le chlore sont faiblement représentés dans

les aliments d'origine végétale. Il faut donc généralement faire appel aux coquilles d'huître ou de mollusques pour couvrir les besoins.

La principale fonction du calcium et du phosphore est l'entretien de l'ossature. Le squelette prend à son compte environ 99 % du calcium et 80 % du phosphore du corps. Les deux minéraux agissent l'un sur l'autre, avant et après leur absorption digestive. Un apport excessif de l'un de ces minéraux risque d'entraver l'utilisation de l'autre. Un déficit modéré en calcium n'affecte que les volailles en bas âge, tandis qu'un apport insuffisant en phosphore va se traduire par une anorexie, une baisse de la croissance, des troubles locomoteurs graves et même de la mortalité (**I.S.A, 1985**).

Une carence en sel réduit l'assimilation des protéines car le sodium est un cotransporteur des acides aminés au niveau de la bordure en plateau cilié des cellules intestinales, mais un excès entraîne une grande consommation d'eau et est à l'origine de diarrhée. La concentration en sel recommandée est de 0.5 % de la ration (**Smith, 1992**).

Concernant les oligo-éléments, la carence en magnésium ralentit la croissance des poulets de chair et entrave l'ossification. Le fer, le cobalt, le cuivre sont indispensables pour la formation de l'hémoglobine. Le manganèse intervient dans le métabolisme du phosphore ; une carence en cet oligo-élément entraîne des cas de pérosis chez le poulet de chair. Une alimentation pauvre en zinc entraîne des retards de croissance et des démarches dites d'oies.

Les vitamines jouent un rôle dans les systèmes enzymatiques et dans la résistance naturelle des volailles. Elles sont uniquement nécessaires en petites quantités, mais elles sont indispensables à la vie. Une carence en vitamines risque de provoquer des troubles graves. Les hautes températures entraînent une augmentation du besoin en vitamine A (**Austic, 1982**).

I.4/ Besoin en eau

Le corps de la poule est constitué de 70 % d'eau (**Van.eekeren et al., 2006**). La présence d'eau propre et fraîche est d'importance primordiale pour l'absorption d'éléments nutritifs et l'élimination des matières toxiques. Les oiseaux régulent leur température corporelle par évaporation d'eau via le tractus respiratoire. Les besoins en eau pour la thermorégulation sont donc élevés en milieu tropical. Le manque d'eau provoque une réduction de la consommation et de graves retards de croissance. Selon **Van.eekeren et al. (2006)**, une restriction de 10 % d'eau risque d'entraîner une baisse de la croissance et de l'efficacité alimentaire des poulets de chair (quantité de nourriture nécessaire par kg de croissance). Une trop grande quantité de protéines et une déficience en certains

acides aminés entraînent une augmentation des besoins en eau. Cela est probablement dû à l'augmentation des besoins en eau liée à l'excrétion des dérivés azotés du métabolisme des protéines.

2/ Composition et effet de l'aliment de démarrage

Les tables de l'INRA (**Larbier et Leclercq, 1991**) et du NRC (**1994**) recommandent pour un aliment 'démarrage' destiné au poulet de chair de 0 à 3 semaines d'âge, une concentration énergétique avoisinant 3200 kcal/kg et une concentration protéique de 22 ou 23 %. Un tel équilibre suppose un apport conséquent de lipides alimentaires (environ 10 % de l'aliment). **Dibner et al. (1998a)** ont testé différentes combinaisons de formulation de l'aliment apporté pendant les 2 premiers jours de vie à des poussins et ont suivi leur courbe de croissance jusqu'à l'âge de 41 jours. La croissance et l'efficacité alimentaire optimales ont été paradoxalement obtenues avec un aliment composé de 50% de protéines et de 50% de glucides sans apport de lipides. Le passage à une alimentation exogène et le développement du tube digestif, s'accompagnent d'une sécrétion limitante de sels biliaires (**Krogdahl, 1985**) et d'une faible production de lipase pancréatique (**Nir et al., 1993**). Ces conditions expliquent que les lipides n'aient une influence sur la croissance qu'à partir de l'âge d'environ 10 jours (**Chamblee et al., 1992**). Or, la plupart des aliments commerciaux destinés aux jeunes poussins sont dérivés de travaux portant sur des poulets plus âgés et ne sont pas, sur le plan nutritionnel, réellement adaptés au très jeune âge (**Lilburn, 1998**).

3/ Stimulation de la consommation d'aliment chez les poussins

La stimulation de la consommation alimentaire est essentielle à l'obtention d'un bon départ. Une bonne prise alimentaire permettra l'absorption rapide du jaune, composé principalement de nutriments (25 % de protéines, 25 % de gras) et d'eau (50 %). Un jaune mal résorbé fournit un nid de prolifération idéal pour les bactéries. Une bonne consommation aura également un effet bénéfique sur le développement du foie, de l'intestin et du pancréas du poussin. Ces organes croissent de deux à cinq fois plus vite que le reste du corps et permettent une digestion optimale tout au long de l'élevage. Le poids de la rate et de la bourse de Fabricius (deux organes responsables de l'immunité) est aussi attribuable à la quantité de moulée ingérée en jeune âge (**Hamelin, 2005**). En effet, l'alimentation des poussins au cours des premiers jours de vie affecte également la résistance et la sensibilité des animaux aux agents pathogènes (**Bigot et al., 2001**).

D'autre part, la recherche de stimulations de la croissance précoce semble également contradictoire en première analyse avec les pratiques qui visent à la réduire pour limiter l'apparition ultérieure de troubles locomoteurs ou d'ascites chez les poulets à croissance rapide (**Sanchez et al.,**

2000). Notons que l'apparition de ces troubles est étroitement liée à la vitesse de croissance (Nir, 1998). Ainsi, la réduction de la croissance entre 1 et 3 semaines d'âge favoriserait le développement du squelette et améliorerait la qualité de l'os aux dépens du développement de tissus tels que le muscle, ce qui limiterait, par exemple, les risques de déformations des pattes.

4/ Formes physiques de l'aliment

Les aliments peuvent se présenter sous 3 formes différentes : farine, granulés de différentes tailles (en volaille : entre 2 et 4 mm) ou miettes de différentes tailles (granulés concassés dans un émietteur et triés dans un tamiseur). L'aliment démarrage est généralement fourni sous forme de miettes ou de farine. Le mélange de matières les plus et les moins appétentes et de minéraux permet de limiter le tri par les animaux. Les aliments croissance et finition sont généralement présentés en miettes ou granulés.

4.1/ Aliment farineux

La qualité de la farine est évaluée en fonction de la taille et de l'uniformité de ses particules. Une corrélation positive entre l'augmentation de la granulométrie et la croissance du poulet de chair a été démontrée par plusieurs auteurs, y compris I.Nir sur des poussins de 0 à 3 semaines, et Leclerc sur des poulets de chair âgés de 22 à 39 jours. Une granulométrie bien uniforme est essentielle car les oiseaux préfèrent les plus grosses particules. Ainsi les animaux dominants mangeront rapidement les plus grosses particules de céréale tandis que le reste des oiseaux mangera les particules plus fines.

Chagneau et al. (2009) ont trouvé que la présentation de l'aliment sous forme de farine comparée au granulé a influencé la consommation (-22%) et l'efficacité alimentaire (+8%). Ces effets sont bien connus et rapportés dans la littérature.

4.2/ Aliment granulé ou en miette

En théorie, une présentation des aliments sous forme de miettes ou de granulés permet d'obtenir des consommations d'aliment plus élevées. Ainsi que, la granulation permet d'améliorer les performances (Sovory, 1974 ; Nir et al., 1994). La distribution d'un aliment granulé réduit le temps passé à la mangeoire, permet un meilleur développement du gésier qui facilite la digestion en ralentissant le transit (Jensen et al., 1962). Elle assure également un apport équilibré d'aliment en limitant le phénomène de tri (Choi et al., 1986). De plus, la granulation modifie la valeur nutritionnelle de l'aliment, ce qui concourt également à l'amélioration de la croissance et de l'efficacité alimentaire (Allred et al., 1957)

La granulation, par son action de compactage, permet d'améliorer l'efficacité de la prise alimentaire par le bec chez le poulet à croissance rapide (**Nir et al., 1994a et b, 1995 ; Quentin et al., 2004 ; Svihus et al., 2004**). Cependant, les presses utilisées et les granulés de 2.8 à 3.5 mm de diamètre produits dans les usines modernes ne sont pas adaptés aux besoins des jeunes poussins. Il est donc le plus souvent nécessaire d'émietter le granulé produit pour que la taille des particules se rapproche des 2 mm souhaités pour un aliment démarrage (**Michard et al., 2013**).

5/ Taille des particules de l'aliment

La bibliographie s'accorde sur la place prépondérante de l'aspect et la taille des particules sur le choix et la prise alimentaire lors des premiers jours de vie. Les volailles consomment les particules suffisamment grosses pour être saisies efficacement par le bec (**Rogers, 1995**). Ainsi, un jeune poussin de 40 g a une préférence pour des particules d'un diamètre supérieur à 0.8 mm et idéalement proche de 1.5 à 2.0 mm de diamètre. Les volailles sélectionnent leur prise alimentaire en fonction de la taille relative des particules au bec, quelle que soit la composition du régime (**Nir et al., 1994a ; Wauters et al., 1997**), ce qui peut conduire à un déséquilibre alimentaire dans le cas d'un fort tri particulière.

D'autre part, l'effet du degré de mouture dépend du type de céréales. Pour le maïs, la meilleure taille de particules se situe entre 600 et 900 µm DGM (diamètre géométrique moyen). Avec l'alimentation au blé, l'effet de la taille des particules n'a toutefois pas pu être constaté de manière répétitive (**Amerah et al., 2007**).

Par ailleurs, **Nir et al. (1994)** ont mené un essai avec une mouture grossière (2050 µm DGM), moyenne (1180 µm DGM) et fine (620 µm DGM) du maïs, du blé et du sorgho. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la mouture moyenne, les plus mauvais avec la mouture fine.

5.1/ Effets sur les processus digestif

La taille élevée des particules des aliments modifie le transit digestif chez les oiseaux à court terme, car elle allonge le temps de transit par rétention plus long dans le gésier, mais aussi à long terme par augmentation du poids du gésier (**Munt et al., 1995 ; Carre, 2000**). Cette augmentation de poids pourrait être favorable à la digestion des protéines. Ainsi que, une relation positive a été observée entre la taille des gésiers et les digestibilités des protéines individuelles (**Maisonnier et al., 1999**). En effet, la vidange du gésier est sélective sur la taille particulière et ne laisse passer que les particules dont la taille ne dépasserait pas 0.5 à 1.5 mm (**Ferrando et al., 1987**). Pour les particules

alimentaires de taille supérieure à cette limite, le temps de séjour dans le gésier dépend du temps nécessaire à ce dernier pour réduire la taille des particules jusqu'à la limite requise. Le temps de séjour dans le gésier dépend aussi du moment où la particule est déformée de la manière la plus appropriée pour pouvoir passer le pylore. La résistance, la forme et la plasticité d'une particule sont donc également importantes. Les molécules de poids moléculaire faible représentent la majeure partie des constituants azotés retrouvés en fin de digestion (**Creveu et al., 1997**). Ces effets s'opèrent via un meilleur contrôle du transit intestinal par la vidange gastrique lorsque l'aliment est broyé grossièrement. En effet, des blés durs aux granulométries les plus grossières ont entraîné les pertes hydriques les plus faibles (**IDI, 1997**). Toutefois, un broyage grossier peut aussi présenter des inconvénients sur la digestibilité de certains constituants alimentaires. Les plus sensibles sont en général l'amidon et les lipides. La réduction des tailles particulières entraîne souvent un effet prononcé sur la digestion de l'amidon, mais pratiquement aucun résultat sur la digestion des protéines (**Lacassagne et al., 1991 ; Conan et al., 1992**). Il a aussi un effet bénéfique sur la digestion des lipides (**Mitchel et al., 1972 ; Shen et al., 1983**). Toutefois, une mouture trop fine perturbe les performances des volailles en provoquant les accélérations du transit et donc un problème de litière (**Carre, 2000**).

5.2/ Effets sur les performances

La taille moyenne des particules et leur variabilité peuvent affecter les performances des poulets de chair (**Nir et al., 1994**). Les particules grossières provoquent une forte consommation, tandis que les particules fines entraînent une consommation faible de la part des poulets de chair. En effet, les grosses particules sont consommées immédiatement après chaque distribution de l'aliment (**Rouselle et Rudeaux, 1994**), les volailles consomment préférentiellement les particules suffisamment grosses pour être saisies efficacement par leur bec (**Picard et al., 1997**). Au contraire, **Svihus et al. (2004a)** n'observent pas de différence.

Par ailleurs, **Cabrera (1994)** et **Yasar (2003)** ont trouvé que les grosses particules alimentaires entraînent une meilleure croissance du poulet de chair et un poids vif plus intéressant que les fines particules. Par contre, **Piron et al. (2007)** n'observent aucun effet de la taille des particules alimentaires sur les performances de croissance des poulets de chair.

6/ Transition alimentaire

Lors des transitions entre deux aliments, une baisse de consommation est généralement constatée. Il faudra éviter des changements brutaux notamment en termes de taux de protéines, de forme, de granulométrie et de couleur d'aliment auxquels les animaux sont sensibles.

6.1/ Changement de formule

Lors d'une nouvelle livraison d'aliment correspondant à un changement de formule ou à un simple changement de fabrication, des diminutions de consommation peuvent survenir, avec des incidences importantes pour l'élevage de poulets. Ces problèmes sont liés à la perception de l'aliment par la volaille comme cela a été montré chez la dinde (**Chagneau et al., 2006**).

Par ailleurs, **Haskell et al. (2001)** montrent que des poulets qui passent d'un régime haut en énergie et en protéines à un régime bas font preuve d'une plus grande fréquence de grattage de la mangeoire. Une réaction face au nouvel aliment peut être également mise en évidence par l'augmentation des périodes d'observation entre chaque picorage (**Picard et al., 1999**) ou par la diminution du temps passé à la mangeoire (**Martaresche et al., 2000 ; Lecuelle et al., 2009**).

6.2/ Changement de forme

En élevage de volaille, une nouvelle livraison d'aliment peut être ignorée par les animaux ou fortement sous consommée pendant plusieurs heures. Les caractéristiques physiques des particules alimentaires sont souvent mises en cause dans ces incidents, qui peuvent avoir des incidences importantes sur les performances des animaux et leur état sanitaire (**Picard et al., 2002**).

Lors de la transition farine vers granulé, la compétition à la mangeoire serait réduite et les femelles pourraient avoir plus de temps pour consommer. A l'inverse la compétition à la mangeoire serait exacerbée lors d'une transition vers la farine qui augmente le temps de présence des mâles et des femelles à la mangeoire (**Clavé et al., 2011**). A partir d'une alimentation farine en démarrage, le passage au granulé après 49 jours est très positif en terme de GMQ et d'indice de consommation (**Clavé et al., 2011**).

Lors de la transition granulé/farine, le GMQ est réduit, néanmoins une baisse de la consommation (non statiquement significative) qui pourrait signifier une adaptation difficile à cette nouvelle présentation. En effet, la transition granulé/farine en finition a pour conséquence une baisse sensible du GMQ et une dégradation de l'IC (**Clavé et al., 2011**).

Chez la dinde, le changement de forme d'aliment entraîne une diminution du temps passé à picorer proportionnellement à la baisse de consommation mesurée sur 20 mn (**Lecuelle, 2011**). D'autre part, Les pintades ont modifié leur comportement au passage d'un aliment miette à un aliment farine. Leur présence plus importante à la mangeoire le jour de la transition suggère une néophilie lors des premiers instants de la présentation du nouvel aliment (**Chagneau et al., 2011**). Le changement de forme d'aliment donc, jouant un rôle très important.

6.3/ Changement de couleur

Les oiseaux sont capable de distinguer les couleurs grâce à un système visuel très développé (**Prescott et al., 2003**). La vision puis le toucher sont particulièrement utilisées par la volaille pour apprécier son aliment (**Picard et al., 2000**). Les signaux visuels participant à la reconnaissance alimentaire chez les oiseaux (**Gentle, 1985**). Le premier contact avec l'aliment est visuel, l'animal observant les particules alimentaires (**Vilarino, 1997**) puis, il utilise les récepteurs tactiles de son bec pour renforcer sa caractérisation sensorielle de cet aliment.

Le changement de couleur d'un aliment entraîne des réactions de néophobie et néophilie chez le dindonneau (**Lecuelle et al., 2011**). Un aliment inconnu peut cependant conserver des caractéristiques de couleur identiques à celles de l'aliment familier et réduire ainsi cette néophobie (**Marples et Roper, 1996**). Donc, la conservation de la couleur lors d'un changement d'aliment peut légèrement faciliter un changement de forme (**Lecuelle et al., 2011**).

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

Objectifs

L'objectif des essais menés dans le cadre de ce mémoire est d'étudier les effets de certains facteurs favorables au bon démarrage sur les performances du poulet de chair. Ainsi, trois expériences ont été initiées et réalisées aux élevages de poulet de chair au cours d'un cycle d'élevage de 42 jours. Dans le premier essai, l'effet de la taille des particules de l'aliment de démarrage sur les performances de démarrage et d'abattage a été étudié. La seconde expérience a été consacrée à l'étude de l'effet du poids du poussin d'un jour sur les performances de croissance du poulet et au cours du troisième essai, il a été étudié l'effet de la transition alimentaire sur les performances de croissance du poulet de chair.

Les différents essais se sont déroulés au complexe avicole de poulet de chair du groupe Avicole Salem situé dans la wilaya de Biskra. Le bâtiment d'élevage utilisé est de type obscur à ambiance contrôlée, de 120 m de long et 12.5 m de large, récemment construit et équipé en batteries destinées pour l'élevage du poulet de chair par le groupe Allemand Big Dutchman.



Figure 8. Complexe Avicole Salem (Wilaya de Biskra)

Premier essai : Effet de la taille des particules de l'aliment de démarrage sur les performances du poulet de chair

Objectif

L'alimentation du très jeune poussin peut influencer durablement son développement (**Bigot et al., 2001**). D'autre part, les volailles sélectionnent leur prise alimentaire en fonction de la taille relative des particules au bec, quelle que soit la composition du régime (**Nir et al., 1994a ; Wauters et al., 1997**). A cet effet, l'influence de la taille des particules de l'aliment de démarrage sur les performances de démarrage et d'abattage a été étudié dans cet essai.

I/ Matériel et Méthodes

I.1/ Bâtiment

Le bâtiment utilisé se compose de quatre grandes batteries à 4 étages de 2.90 m de hauteur (figure 09), chaque étage est composé de 44 cages ; soit un total de 704 cages destinées pour accueillir près de 50000 sujets (figure 10). Les cages sont une surface de 3.62 m² (2.41 x 1.50 m et 0.5 m d'hauteur), dotées de grilles latérales permettant un renouvellement optimal de l'air dans l'ensemble du bâtiment (figure 11). Chaque cage dispose de deux lignes d'abreuvement, de deux assiettes et de 04 pipettes par assiette. La figure 09 montre la disposition des batteries au sein du bâtiment. Le plancher de la cage est recouvert d'une grille en plastique souple favorisant une parfaite pénétration des fientes. Un tapis en polypropylène sous les grilles permet de collecter les fientes. Le chauffage est assuré par quatre générateurs d'air chaud, la ventilation est de type transversale où l'air est admis du coté opposé par les trappes et évacué par des extracteurs hélicoïdes.

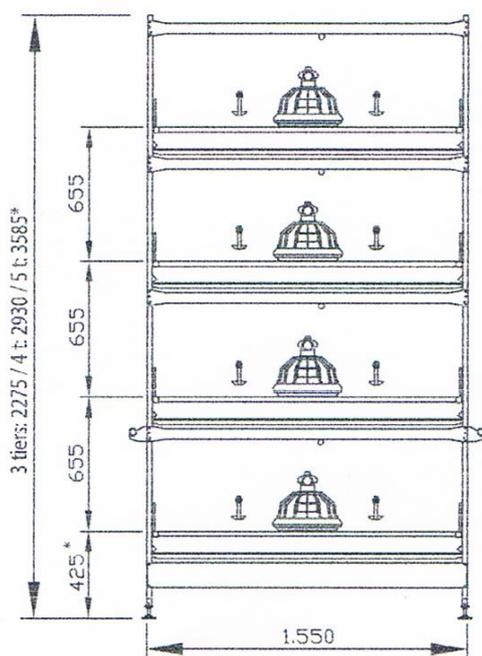


Figure 9. Dimensions et disposition des batteries d'élevage du poulet de chair.

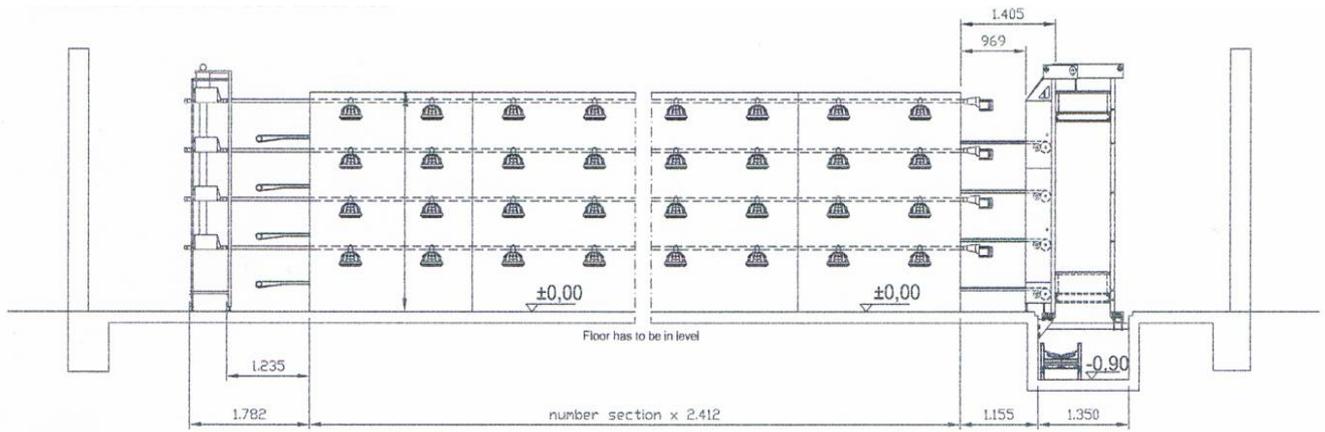


Figure 10. Vue latérale de la batterie d'élevage du poulet de chair.

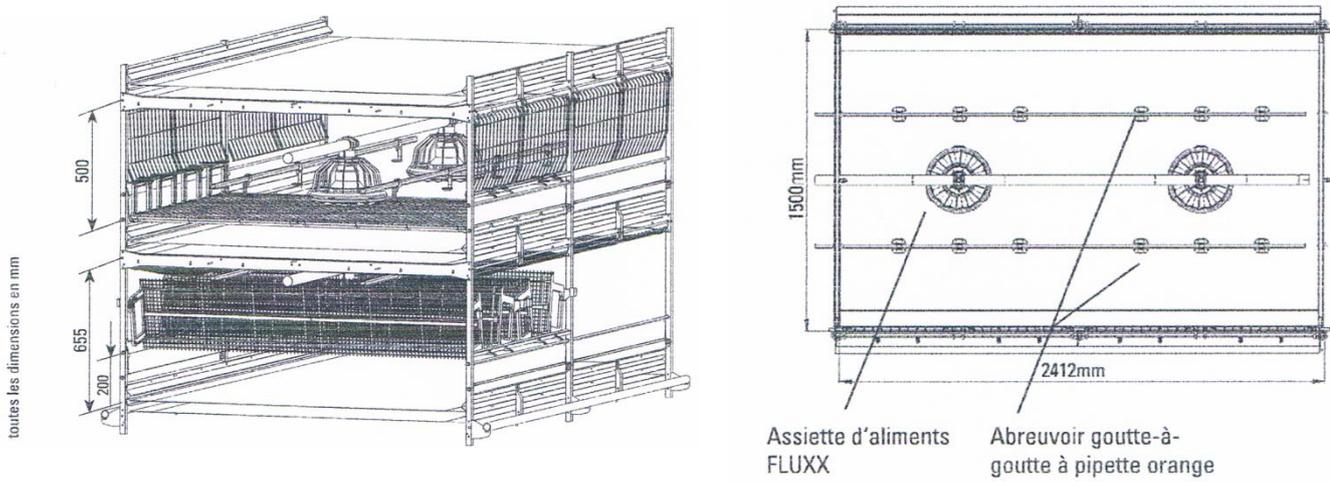


Figure 11. Dimensions et aménagement des cages d'élevage.



Figure 12. La mise en place des poussins en cages d'élevage.

I.2/ Animaux

L'étude a été menée sur un effectif de 384 poussins d'un jour de souche Arbor Acres, pesant en moyenne 42g, non sexés, livrés par le couvoir du complexe Avicole Salem. Les poussins ont été affectés à 3 lots devant recevoir les aliments suivants :

Lot Témoin: animaux nourris avec un aliment classique de 1.0 mm de diamètre;

Lot expérimental 1: animaux nourris avec un aliment de 0.7 mm de diamètre (A₁);

Lot expérimental 2: animaux nourris avec un aliment de 0.8 mm de diamètre (A₂) ;

Par lot, 128 poussins ont été placés au sein de 04 cages de 32 sujets ; soit 4 répétitions par régime expérimental.

I.3/ Aliment

Les Aliments utilisés dans le cadre de cette expérience ont été formulés et fabriqués par l'usine d'aliment du Groupe Avicole Salem. L'aliment démarrage a subi un broyage à l'aide d'un broyeur électrique et tamisé à travers trois tamis de diamètres différents (0.7 mm, 0.8 mm, et 1.0 mm). L'eau et les aliments ont été distribués à volonté durant tout le cycle d'élevage. La composition chimique et les caractéristiques nutritionnelles des aliments distribués au cours de cette expérience sont consignées dans le tableau 03. Les trois types d'aliment (Témoin, A₁ et A₂) ont été distribués ad libitum pendant les 7 premiers jours d'élevage. Du 7^{ème} au 10^{ème} jour, les aliments expérimentaux ont été retirés et remplacés par un aliment le même type d'aliment de démarrage sous forme de miette. Au delà, un aliment de croissance sous forme de granulé a été offert jusqu'au 30^{ème} jour et à partir du 31^{ème} jour, les animaux reçoivent un aliment de finition sous forme de granulé jusqu'à l'abattage (42 J).

La consommation alimentaire des animaux a été enregistrée quotidiennement à la même heure sur des fiches sur la base de la pesée des quantités distribuées et celles refusées.

Tableau 03. La composition chimique des aliments utilisés.

Matière première (%)	Phases		
	Démarrage	Croissance	Finition
Maïs	61.0	62.0	67.0
Tourteau de soja	29.7	26.0	18.0
Produits semi-finis	6.0	8.5	12.0
Calcaire	0.6	0.9	1.0
Phosphate bi-calcique	1.70	1.60	1.0
CMV Chair	1.0	1.0	1.0

(U.A.B. Groupe Avicole Salem)

Les caractéristiques nutritionnelles et la composition chimique des régimes de démarrage, de croissance et de finition servis dans le cadre de cette expérience sont regroupées dans le tableau 04.

Tableau 04. Caractéristiques nutritionnelles et recommandations alimentaires des aliments servis (EM, PB, Acides Aminés)

Composition	EM	MM	MO	PB	CB	MG	P	Ca
Aliment démarrage								
Recommandations (*)	3250	/	/	22	3	/	0.42	1
Composition d'aliment	3908	5.9	94.1	22	4.7	2.9	/	/
Aliment Croissance								
Recommandations (*)	3250	/	/	22	3	/	0.42	1
Composition d'aliment	3860	7.3	92.7	19.8	5	3	/	/
Aliment Finition								
Recommandations (*)	3250	/	/	17	3	/	0.38	0.9
Composition d'aliment	3903	6.5	93.5	18	6.2	3	/	/

(*) : **Larbier et Leclercq (1992).**

Les résultats de la composition chimique des aliments utilisés au cours de la présente expérience, étaient caractérisés dans leur totalité, par des concentrations énergétiques plus élevées (20%) que celles recommandées chez le poulet de chair. Les taux de cellulose brute étaient relativement élevés ; notamment dans l'aliment finition (3.2 points).

Cependant, il est connu que tout accroissement de l'ingéré énergétique s'accompagne d'un effet similaire sur le gain de poids et une meilleure efficacité alimentaire, tant que la concentration énergétique reste dans la limite de 3250 Kcal. Au-delà de cette valeur, il y a risque de dépôt de gras et pertes économiques (**Larbier et Leclercq, 1992**). Par ailleurs, des teneurs élevées en cellulose brute sont susceptible de limiter l'ingéré et de modifier le comportement du poulet qui se manifeste par le phénomène de picage et une dégradation de la digestibilité (**Hetland et Choct, 2003**).

I.4/ Paramètres mesurés

Les performances de croissance mesurées habituellement chez le poulet de chair (Gain de Poids : GP, Indice de Consommation : IC) ont été mesurées à l'âge de 7, 14 et 42 jours. Les sujets ont été pesés individuellement à l'aide d'une balance électronique (0.5g d'erreur). Les poids respectifs des animaux ont été enregistrés sur une fiche de pesée d'animaux.

L'indice de consommation (IC) a été calculé en faisant le rapport de la quantité d'aliment consommée pendant une période sur le gain de poids réalisé sur cette même période selon l'expression suivante :

$$IC = \frac{\text{Quantité d'aliment consommée pendant une période (g)}}{\text{Gain de poids durant la période (g)}}$$

I.5/ Méthodes analytiques

La composition chimique des aliments distribués au cours des différentes phases a été réalisée dans le laboratoire du complexe avicole. Des échantillons finement broyés ont été utilisés pour le dosage de la matière sèche (MS), la matière minérale (MM), les matières azotées totales ou protéines brutes (MAT ou PB), la matière grasse (MG) et la cellulose brute (CB) selon les méthodes préconisées par **Afnor (1985)**. Faute de disponibilité de calorimètre adiabatique et de bilans digestifs, l'énergie métabolisable (EM) des aliments a été estimée par l'équation proposée par **Sibbald (1980)** décrites par **Larbier et Leclercq (1992)** selon l'expression suivante :

$$EM = 3951 + 54.4 \text{ MG} - 8.7 \text{ CB} - 40.8 \text{ MM}$$

La matière sèche a été déterminée après séchage de l'échantillon dans une étuve jusqu'à poids constant à une température de 105°C pendant 24 heures, les matières minérales par combustion de l'échantillon dans un four à moufle (550 °C) pendant cinq heures, les protéines brutes (N x 6.25) ont été déterminées par la méthode Kjeldhal, la matière grasse par la méthode Soxhlet et la cellulose brute par la méthode de Weende

1.6/ Plan de prophylaxie

A fin de mettre le cheptel à l'abri du microbisme et du parasitisme, un plan de prophylaxie a été appliqué pour assurer une certaine couverture sanitaire. Les caractéristiques de ce programme sont consignées dans le tableau05.

Tableau05. Plan de prophylaxie appliqué.

Age en jour	Traitement préventif	Produit utilisé	Mode d'emploi
J₀	GUMBORO		Injection au niveau du couvoir
	ND & IB	VITABROWEN	Pulvérisation au niveau du couvoir
J₁₁	ND & IB	VITABROWEN	Pulvérisation
J₂₁	ND La sota		Eau de boisson

ND : Newcastle ; IB : Branchite infectieuse.

1.7/ Analyse statistique

Les moyennes des différents paramètres zootechniques étudiés ont été comparées par l'analyse de variance (ANOVA).

II/ Résultats et discussions

Les résultats des performances de croissance réalisés par les sujets des trois lots à l'âge de 07, 10, 14 et 42 jours sont représentés dans le tableau 06.

Tableau 06. Effets de la taille des particules sur les performances de croissance.

Lots	Témoin (1mm)	A ₁ (0.7mm)	A ₂ (0.8mm)	Signification
Performances				
J1 – J7				
Ingéré (g)	151± 1	156± 7	153± 1	NS
Poids (g)	163 ^(b) ± 4	166 ^(b) ± 2	172 ^(a) ± 2	P < 0.03
IC	1.28 ^(b)	1.30 ^(b)	1.20 ^(a)	P < 0.01
J1 – J14				
Ingéré (g)	531± 8	525± 16	521± 8	NS
Poids (g)	449 ^(b) ± 7	448 ^(b) ± 1	456 ^(a) ± 4	P < 0.04
IC	1.32	1.30	1.27	NS
J1 – J42				
Ingéré (g)	4693± 71	4846± 175	4751± 84	NS
Poids (g)	2640± 38	2656± 32	2665± 36	NS
IC	1.81	1.86	1.81	NS

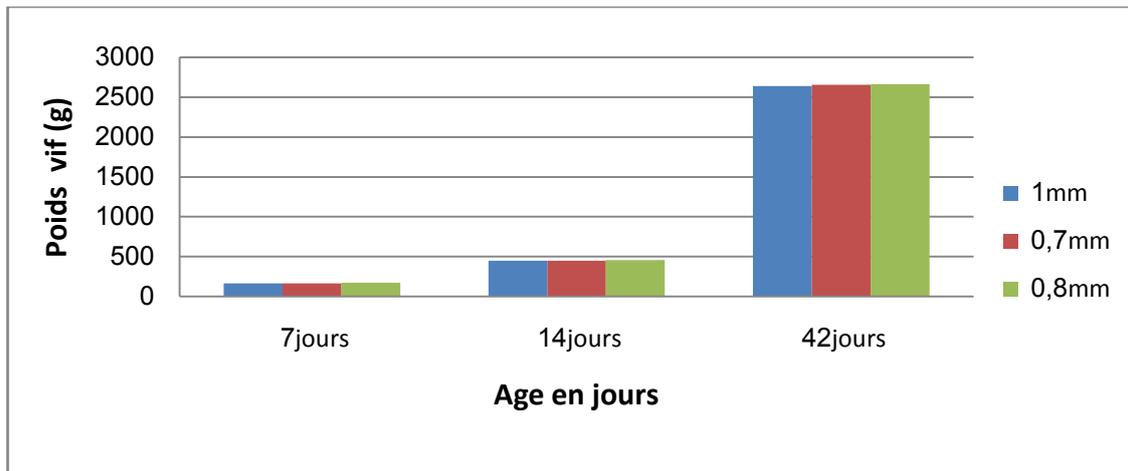


Figure 13. Effet de la taille des particules sur le poids vif.

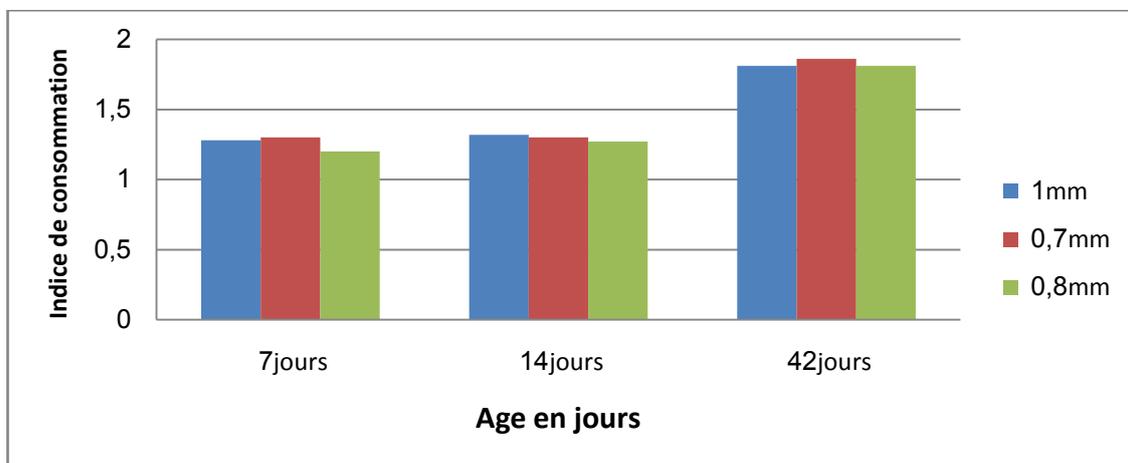


Figure 14. Effet de la taille des particules sur l'indice de consommation.

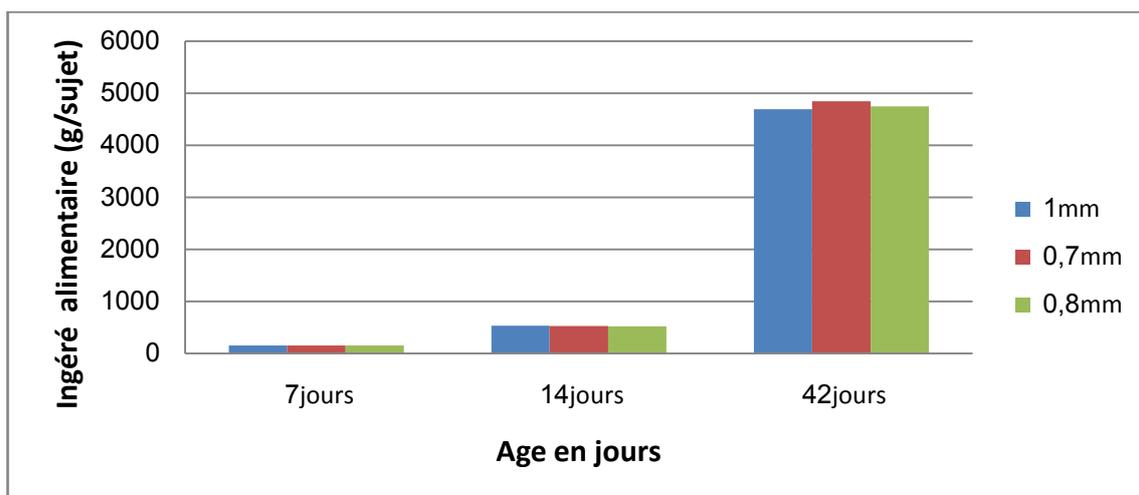


Figure 15. Effet de la taille des particules sur l'ingéré alimentaire.

Les résultats du tableau 06 montrent que la taille des particules n'a pas eu d'effet sur l'ingéré alimentaire et que la consommation d'aliment était statiquement identique durant toutes les phases d'élevage. Parallèlement, à l'âge de 7 jours, la taille des particules et notamment celle de 0.8 mm (A₂) a eu un effet significatif sur le poids vif (+ 5.5% ; P<0.03) et a permis de réduire significativement l'indice de consommation (- 6.25% ; P<0.01). Cette réponse a également été observée sur le poids vif avec le même régime à la fin de la phase de démarrage (+1.6% ; P<0.04). Cependant, quoique non significative, l'arrêt de distribution de l'aliment expérimental et le retour à l'aliment classique (1mm) à 7 jours a été accompagnée par une amélioration du poids vif à l'âge d'abattage (2665g contre 2640g ; respectivement pour l'aliment 0.8 et 1 mm). La performance observée au niveau du poids vif et de l'indice de consommation à l'âge de 7 jours a également été rapportée par **Ribeiro et al. (2004)** avec des aliments de tailles particulières proches de 0.8 mm. Récemment, chez le poulet standard, de 1 à 20 jours, **Roulleau et al. (2015)** ont montré un effet positif de la taille et l'aspect des particules sur la croissance et l'efficacité alimentaire au démarrage et sur le poids d'abattage.

Le gain de poids réalisé à l'âge de 07 jours reste l'une des conditions nécessaires pour optimiser les performances techniques et économiques du poulet de chair (**Michard et Rouxel, 2013**). Cet effet peut être relié à la forme physique de l'aliment, mais aussi du type de production envisagé. En effet, **Choi et al. (1986)** et **Quentin et al. (2003)** avaient montré que la présentation physique du régime exerce un effet non négligeable sur la croissance du poulet à croissance rapide et de façon moins marquée chez son homologue à croissance lente. Par ailleurs, l'intérêt de l'alimentation au démarrage sur les performances futures, non seulement du poulet de chair, mais aussi des poulettes et des reproducteurs a bien été signalé par **Michard et Rouxel (2013)**. D'autre part, **Klein et al. (2015)**, ont signalé que par rapport aux grosses particules, un aliment fin serait favorable à l'accélération du transit intestinal, motivant la dégradation de l'indice de consommation. Toutefois, faisant référence à **Bigot et al. (2001)**, l'alimentation des premiers jours de vie peut également avoir un impact sur le développement immunitaire précoce du jeune poussin, ce qui lui confère résistance et sensibilité aux agents pathogènes et la réalisation de performances optimales.

En production du poulet de chair (**Labroie et al., 2013**) comme pour les autres espèces animales (**Picard et al., 2003**), les premières semaines de vie ont une importance cruciale sur la performance globale du lot. Additionnellement, il a été rapporté par **Bigot et al. (2001)** que l'alimentation du très jeune poussin peut influencer durablement son développement et ses performances à long terme. Par ailleurs, la composition de l'aliment démarrage a également été citée

comme facteur susceptible d'induire des changements métaboliques durables avec des conséquences négatives sur les performances (**Picard et al., 2003**).

Toutefois, il est important de signaler que dans la pratique, la granulation ne limite pas le phénomène de tri. En effet, en élevages industriels modernes, l'augmentation de la taille des poulaillers, le mode de distribution de l'aliment et les chocs subis au cours de cette opération ainsi que les coups de bec liés à l'acte exploratoire entraînent la déstructuration et la friabilité de l'aliment le long de la chaîne, créant ainsi une variabilité particulière. En effet, pratiquement dans tous les régimes, il y a accumulation des particules fines dans les mangeoires. En élevage, un lot d'aliment, pourtant de valeur nutritionnelle intéressante peut être rejeté à cause d'une moins bonne présentation physique (**Hachemi et al., 2009**).

Au démarrage, le tri alimentaire est déclenché beaucoup plus par la taille des particules que par la composition de l'aliment (**Wanters et al., 1997**).

Les contraintes liées aux difficultés d'absorption et d'apports nutritionnels de nutriments limités (**Cromm et al., 1999**) ainsi que le contexte de l'évolution continue des besoins des souches de poulet à croissance rapide suggèrent de prendre en considération les critères liés à la qualité, la taille et la forme de l'aliment. En effet, selon la même référence, la taille particulière est susceptible d'induire des modifications au niveau du tractus gastro-intestinal et des sécrétions digestives et de modifier l'ingéré alimentaire. Antérieurement, dans l'étude de **Nir (1997)**, il a été rapporté qu'à l'âge de 04 jours, les jeunes poussins seraient déjà capable de distinguer les petites différences particulières des aliments et expriment une préférence pour un aliment de grossièreté moyenne à un aliment fin

Les qualités nutritionnelles et physiques des aliments doivent tenir compte des caractéristiques anatomiques et physiologiques du tube digestif du poulet, notamment durant la première semaine de vie du poussin. Des aliments de tailles comprises entre 0.8 et 1 mm sont favorables au développement du gésier à l'âge de 7 jours et de 42 jours (**Ribeiro et al., 2004**). De plus, les travaux de **Jensen et al. (1962)** cités par **Clavé et al. (2011)** ont montré que la forme physique de l'aliment permet de réduire le temps à la mangeoire, de développer le gésier, de limiter le temps de passage des particules et d'améliorer la digestion.

III- Conclusion

Au terme de cet essai, la taille des particules de l'aliment de démarrage n'a pas eu d'effet sur l'ingéré alimentaire et la consommation d'aliment était statiquement identique durant toutes les phases d'élevage. Parallèlement, à l'âge de 7 jours, la taille des particules et notamment celle de (0.8 mm) a eu un effet significatif sur le poids vif et l'indice de consommation. Cette réponse a également été observée sur le poids vif avec le même régime à la fin de la phase de démarrage et à l'âge d'abattage. En conclusion, au vu de cette performance, ce paramètre mérite d'être pris en considération par l'industrie des aliments de volailles pour favoriser le démarrage recherché garantissant des performances optimales à l'âge d'abattage.

Deuxième essai : Effet du poids du poussin d'un jour sur les performances du poulet

Objectif

Généralement, le poids du poussin livré aux aviculteurs est assez variable ce qui ne favorise pas la production de poulet du poids homogène recherché. A cet effet, on s'est fixé comme objectif d'étudier au sein de la même unité d'élevage l'effet du poids du poussin d'un jour (léger, moyen et lourds) sur le gain de poids et l'indice de consommation à 7 jours et sur le reste de la croissance du poulet au cours d'un cycle d'élevage de 42 jours.

I/ Matériel et méthodes

I.1/ Animaux

512 poussins d'un jour, de souche commerciale Arbor Acres ont été pesés et répartis en fonction de leur poids vif initial à travers quatre classes de 128 poussins (4 répétitions de 32 sujets par classe). Les classes de poids de poussins ont été choisies en se référant aux classes décrites dans les études de **Ribeiro et al. (2004)** et **Monika et al. (2011)**. Les principales catégories de poussins retenues pour cette étude sont:

- poussins légers (*ℓ* : poids inférieur à 40 g) ;
- poussins moyens (M : poids entre 40 - 45g) ;
- poussins lourds (L : poids supérieur à 45 g) ;
- poussins classiques ou Témoin (T: mélange de poids).

I.2/ Aliments et plan de prophylaxie

Pendant la durée de l'élevage, les quatre groupes d'animaux avaient accès libre à un aliment fabriqué par l'usine d'aliment du groupe Avicole Salem. La composition chimique et la valeur nutritionnelle des aliments de démarrage, de croissance et de finition sont identiques à celles décrites dans la première expérience. L'aliment démarrage a été présenté sous forme de miettes pendant les 10 premiers jours, celui de croissance sous forme de granulé du 11^{ème} au 30^{ème} jour et enfin, un aliment de finition sous forme de granulé jusqu'à la fin d'élevage (42J). Le programme de prophylaxie pratiqué au cours de cet essai est celui adopté durant la première expérience.

I.3/ Paramètres mesurés

Au septième jour d'âge et à la fin des différentes phases d'élevage, les performances de croissance (Gain de Poids : GP ; Indice de Consommation : IC) ont été mesurées par la même méthode citée dans l'expérience précédente à l'âge de, 10, 14 et 42 jours.

I.4/ Analyse statistique

Les moyennes des différents paramètres zootechniques sont comparées en utilisant une analyse de variance ANOVA.

II/ Résultats et discussions

Les résultats des performances de croissance réalisés par les sujets des quatre lots à l'âge de 07, 10, 14 et 42 jours sont représentés dans le tableau 07.

Tableau 07. Effets du poids du poussin d'un jour sur les performances de croissances.

Lots	T	ℓ	M	L	Significations
Performances					
J1 – J7					
Ingéré (g)	167 ^(ab) ± 9	159 ^(b) ± 2	159 ^(b) ± 10	171 ^(a) ± 8	P = 0.04
Poids (g)	186 ^(b) ± 4	174 ^(c) ± 3	185 ^(b) ± 2	201 ^(a) ± 3	P < 0.01
IC	1.18 ^(b)	1.17 ^(b)	1.11 ^(a)	1.12 ^(a)	P = 0.04
J1 – J14					
Ingéré (g)	547 ^(ab) ± 18	533 ^(b) ± 16	533 ^(b) ± 30	566 ^(a) ± 10	P < 0.027
Poids vif (g)	483 ^(b) ± 10	459 ± 7 ^(c)	485 ^(b) ± 3	517 ^(a) ± 14	P < 0.004
IC	1.25 ^(b)	1.27 ^(b)	1.20 ^(a)	1.21 ^(a)	P = 0.03
J1 – J42					
Ingéré (g)	4751 ± 103	4812 ± 179	4706 ± 169	4902 ± 55	NS
Poids vif (g)	2830 ^(b) ± 18	2740 ^(c) ± 42	2834 ^(b) ± 14	2917 ^(a) ± 23	P < 0.001
IC	1.71 ^(a)	1.78 ^(b)	1.69 ^(a)	1.71 ^(a)	P = 0.04

(T) : Témoin ; (ℓ) : Poussin léger ; (M) : Poids moyen ; (L) : Poussin lourd

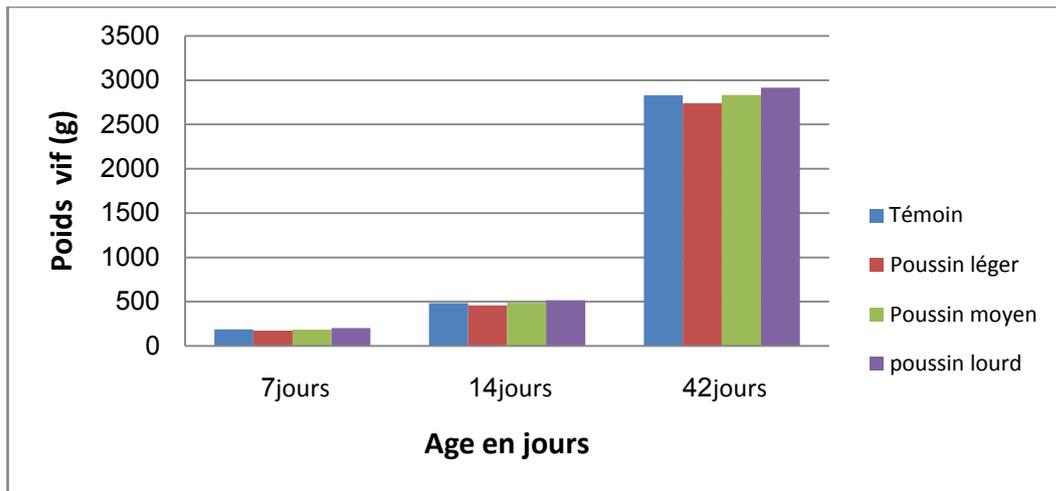


Figure 16. Effet du poids du poussin d'un jour sur le poids vif.

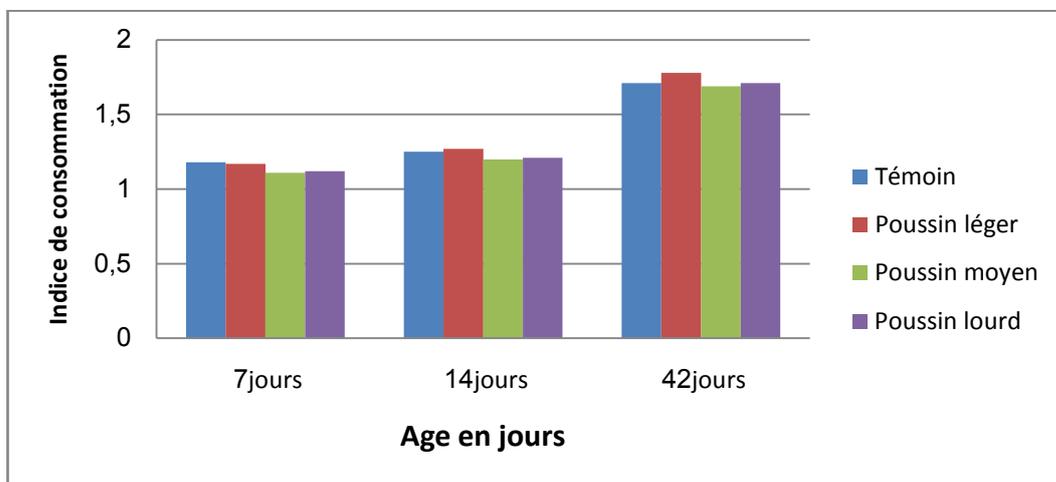


Figure 17. Effet du poids du poussin d'un jour sur l'indice de consommation.

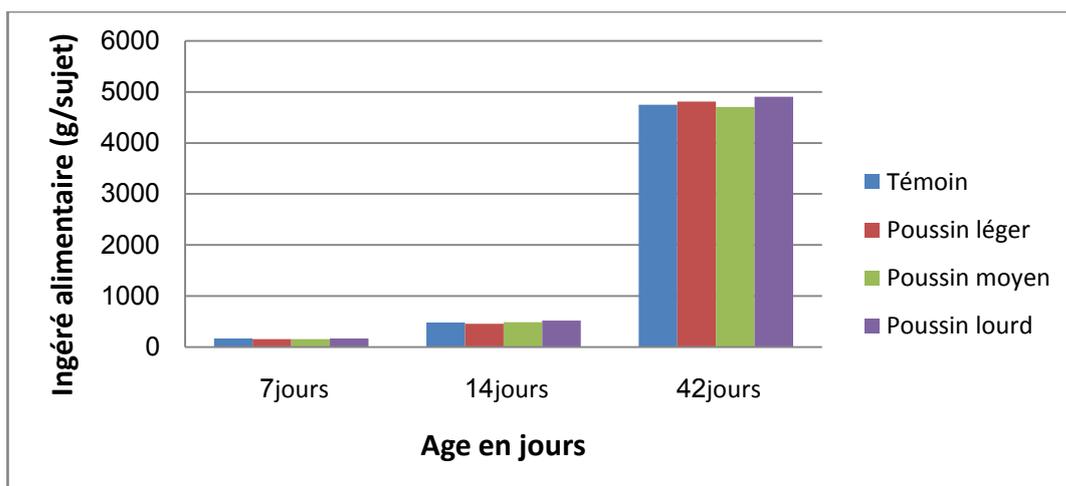


Figure 18. Effet du poids du poussin d'un jour sur l'ingéré alimentaire.

Globalement, les résultats du tableau 07 mettent en évidence l'important effet positif du poussin d'un jour sur les performances de croissance du poulet de chair au cours des différentes phases étudiées. Par rapport au témoin, le poids vif réalisé par le lot de poussins lourds a été le plus performant statistiquement à l'âge de 7 jours (+8 % ; $P < 0.01$), de 14 jours (+7% ; $P < 0.004$) et 42 jours (+3% ; $P < 0.001$). Les résultats de l'indice de consommation des lots de poussins lourds et moyens ont également été marqués par une amélioration significative de ce paramètre à l'âge de 7 jours (-6% ; $P = 0.004$) et de 14 jours (-4% ; $P = 0.03$). A l'âge d'abattage, l'indice de consommation du témoin (1.71) reste comparable à celui des poussins lourds (1.71) et des poussins de poids moyens (1.69). A travers les résultats du même tableau, par rapport au témoin, il y a lieu de signaler une ingestion alimentaire plus importante chez les poulets issus de poussins lourds. Par ailleurs, dans les conditions de cette expérience, quelque-soit la phase d'élevage ou le paramètre étudié, le poulet issu du poussin léger a enregistré des performances inférieures, mais qui restent très performants à l'égard, des poids d'abattage (2740g vs 2562g), des indices de consommation (1.78 vs 2.73) et des durées d'élevage (42j vs 59j) rapportés par **Kaci (2013)** chez le poulet de chair élevé en Algérie.

Il est communément admis que le poids du poussin est étroitement lié à l'âge des reproducteurs (**Shanawany, 1984 ; Sinclair et al., 1990 ; Wilson, 1991 ; Vieira et Moran, 1999**). Alors que les performances du poulet de chair sont en relation avec la qualité du poussin qui dépend largement de l'âge et l'état de santé des reproducteurs, le poids de l'œuf à couver et le poids du poussin d'un jour. (**Meijerhof, 2005 ; Mendes et al., 2007 ; Wolanski et al., 2007 ; Michalezuk, 2011**). Par ailleurs, **Meijerhof (2005)** pense que malgré l'existence d'une forte corrélation entre le poids de l'œuf et celui du poussin d'un jour, ce dernier n'est pas suffisant pour garantir la production d'un poulet performant. Cependant, selon des données bibliographiques relevées dans le guide d'incubation de la souche Hubbard ; la qualité du poussin ne dépend pas uniquement de son poids à l'éclosion mais aussi de l'implication d'autres paramètres tels que la longueur du poussin, la vitalité, l'état du bec, des articulations, de l'abdomen et du cordon ombilical. Ainsi, un poussin de qualité est défini par un ensemble de facteurs ; quantitatifs et qualitatifs (**Tona et al., 2005**).

Il est également intéressant de noter que le poids du poussin d'un jour influence significativement le poids vifs jusqu'à l'âge de 35 jours (**Stringhini et al., 2003**) cités par (**Mendes et al., 2011**), dans le même sens plusieurs auteurs : **Vieira and Moran (1998), Sklan et al. (2003) et Mendes et al. (2011)** ont montré qu'il existe une étroite relation entre le poids initial et le poids final. De plus, **Ribeiro et al. (2004)** ont observé une réponse positive entre le poids du poussin d'un jour et celui réalisé à l'âge de 7 jours, mais aussi une corrélation significative entre le poids à 7 et 14 jours et

le poids à l'âge de 42 jours (**Nir, 1997**). En outre, il a été rapporté que des écarts de poids à l'éclosion peuvent être accompagnés de différences de poids à l'âge de 42 jours. Ainsi, par gramme de différence, l'écart à l'âge d'abattage a été estimé entre 5 et 8g (**Ribeiro et al., 2004**) et entre 10 à 15g (**Okada, 1994**).

Les poussins de poids inférieurs à 40g sont les plus exposés aux risques sanitaires **Okada (1994)**. Par ailleurs, les poussins légers semblent favoriser des sujets moins performants en poids vif et en ingéré alimentaire à l'âge de 7 jours (**Ribeiro et al., 2004**) et des poids d'abattage inférieurs (**Okada, 1994**). Par contre, **Sklan et al. (2003)** ont montré que les poussins lourds sont ceux qui favorisent les meilleurs poids en fin d'élevage. Additionnellement à cet effet, selon **Mendes et al. (2011)**, les meilleurs indices de consommation à l'âge d'abattage ont été observés chez des lots de poulets issus de poussins lourds. Tandis que **Ribeiro et al. (2004)** avaient observé un gain de poids optimal avec des poussins d'un jour de poids moyen se situant autour de 42g. Les conclusions de **Stringhini et al. (2003)** cités par **Mendes et al. (2011)**, vont dans le même sens, du fait de la relation significative qui a été observée entre le poids du poussin d'un jour et l'indice de consommation à 7 jours et en fin d'élevage.

Dans le même contexte, d'autres paramètres impliqués dans l'optimisation des performances peuvent être évoqués. **Sklan (2001)** avait montré que le tube digestif du poussin est exposé à de majeures modifications morphologiques et fonctionnelles immédiatement après l'éclosion. Selon la même source, le développement précoce du tractus digestif et le niveau de croissance recherché les premiers jours de vie du poussin peuvent être affectés lorsque l'aliment présenté n'apporte pas assez de nutriments ou de qualité inférieure. Alors que pour **Halevy et al. (2000)**, l'accès précoce à l'aliment favorise la multiplication cellulaire et la croissance musculaire et selon **Noy et Sklan (2001)**, cet accès précoce favorise aussi le développement et le fonctionnement de l'intestin grêle du poussin. Ceci mis en évidence l'importance des premiers jours de sa vie où le poussin traverse une phase critique caractérisée par une assimilation limitée du glucose et des acides aminés (**Noy et Sklan, 1999**). Enfin, **Mendes et al. (2011)** ont ajouté à ces facteurs l'effet associé du poids, de l'homogénéité du lot et de la taille du poussin du premier jour.

III- Conclusion

L'étude de l'effet du poids du poussin d'un jour sur les performances de démarrage et d'abattage montre que l'indice de consommation et le poids vif réalisé par le lot de poussins lourds a été le plus performant statistiquement à l'âge de 7 jours, de 14 jours et 42 jours. Par ailleurs, le poulet issu du poussin léger a enregistré des performances inférieures, quelque-soit la phase d'élevage ou le paramètre étudié, mais qui restent très performants à l'égard, des poids d'abattage, des indices de consommation et des durées d'élevage réalisés par le poulet de chair élevé en Algérie.

Troisième essai : Effet de la transition alimentaire sur les performances du poulet

Objectif

Des problèmes d'identification de l'aliment, qui interviennent au moment de la distribution d'un nouveau aliment, sont parfois observés en élevage de poulets (**Traineau et al., 2011**). Cette expérience a pour objet d'étudier l'effet de la transition alimentaire de l'aliment démarrage à l'aliment croissance sur les performances de croissance du poulet de chair (Gain de Poids : GP ; Indice de Consommation : IC) à l'âge de 14 et 42 jours.

I/ Matériel et méthodes

I.1/ Animaux

L'expérience a été réalisée sur 256 poussins non sexés de souche Arbor Acres. Les poussins ont été pesés à leur arrivée, puis placés dans des cages. Ils ont été répartis en 2 lots et chaque lot a été subdivisé en 4 sous lots de 32 sujets chacun. Dans le premier lot, le passage de l'aliment démarrage à l'aliment croissance a été opéré de façon brutale sans pratique de transition alimentaire et dans le second lot, il a été observé une transition alimentaire progressive de 04 jours.

I.2/ Aliment et prophylaxie

Afin de pouvoir observer au mieux les conséquences des changements alimentaires, les transitions alimentaires ont été réalisées de manière brutale sans que l'aliment présent dans les mangeoires et le nouvel aliment ne se mélangent, mais en évitant tout de même que les assiettes soient totalement vidées. Le passage de l'aliment démarrage à l'aliment croissance a été opéré durant quatre jours de manière progressive à compter du 10^{ième} jour et ce jusqu'à la fin du 13^{ième} jour. La même prophylaxie décrite antérieurement a été pratiquée dans cette expérience.

I.3/ Paramètres mesurés

Les performances de croissance mesurées habituellement chez le poulet de chair (Gain de Poids, Indice de Consommation) ont été mesurées à l'âge de 14 et 42 jours. Les sujets ont été pesés individuellement à l'aide d'une balance électronique (0.5g d'erreur). Les poids respectifs des animaux ont été enregistrés sur une fiche de pesée d'animaux.

L'indice de consommation (IC) a été calculé par la même méthode citée dans les expériences précédentes.

I.4/ Analyse statistique

Les paramètres mesurés ont fait l'objet d'une analyse de variance, suivie d'une comparaison de moyennes, à l'aide d'une ANOVA.

II/ Résultats et discussions

Les résultats des performances de croissance réalisés par les sujets des deux lots à l'âge de 14 et 42 jours sont représentés dans le tableau 08.

Tableau 08. Effets de la transition alimentaire sur les performances de croissances.

Lots	Transition brutale	Transition progressive	Signification
Performances			
J1 – J14			
Ingéré (g)	578 ^(a) ± 7	546 ^(b) ± 5	P = 0.03
Poids vif (g)	482 ± 4	476 ± 5	NS
IC	1.33 ^(b)	1.28 ^(a)	P = 0.006
J1 – J42			
Ingéré (g)	4952 ^(a) ± 56	4872 ^(b) ± 28	P = 0.04
Poids vif (g)	2694 ± 32	2635 ± 54	NS
IC	1.87	1.88	NS

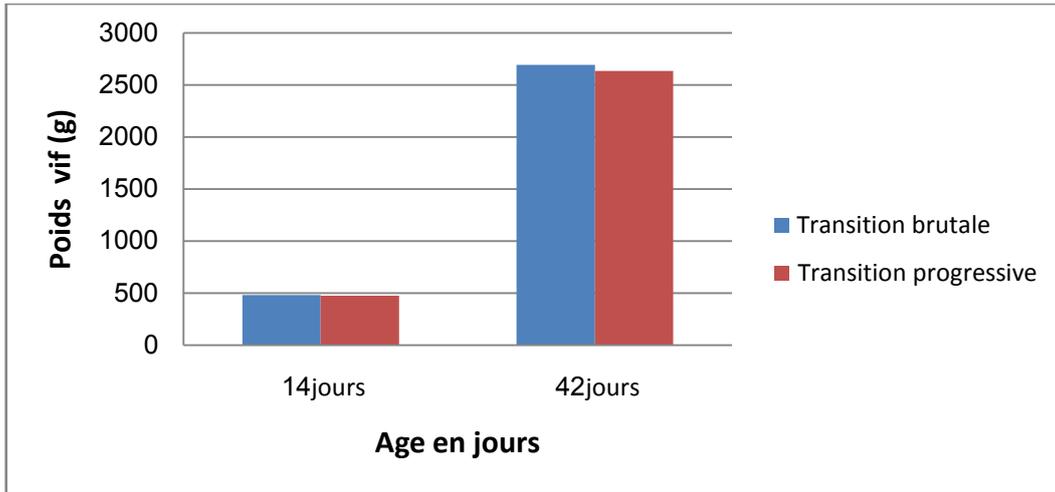


Figure 19. Effet de la transition alimentaire sur le poids vif.

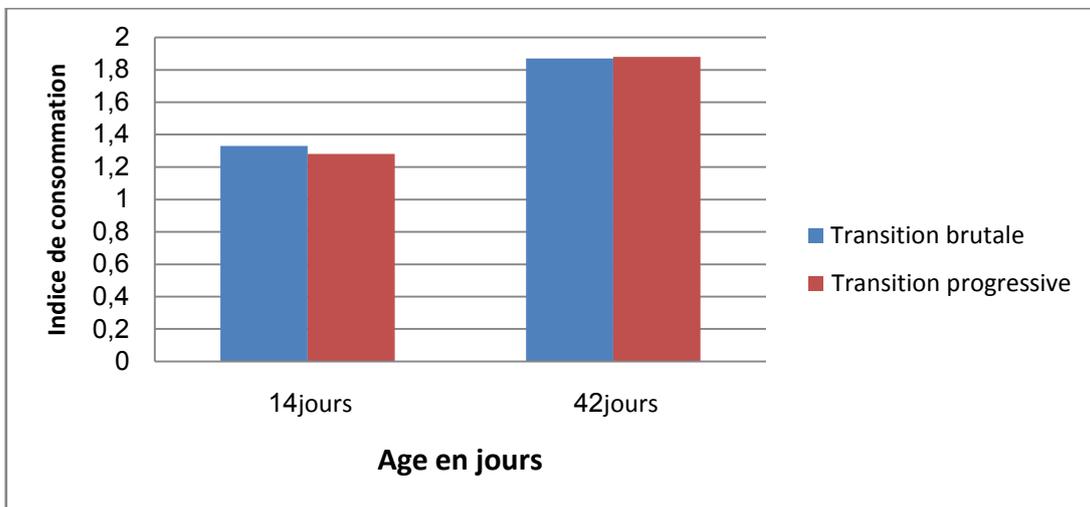


Figure 20. Effet de la transition alimentaire sur l'indice de consommation.

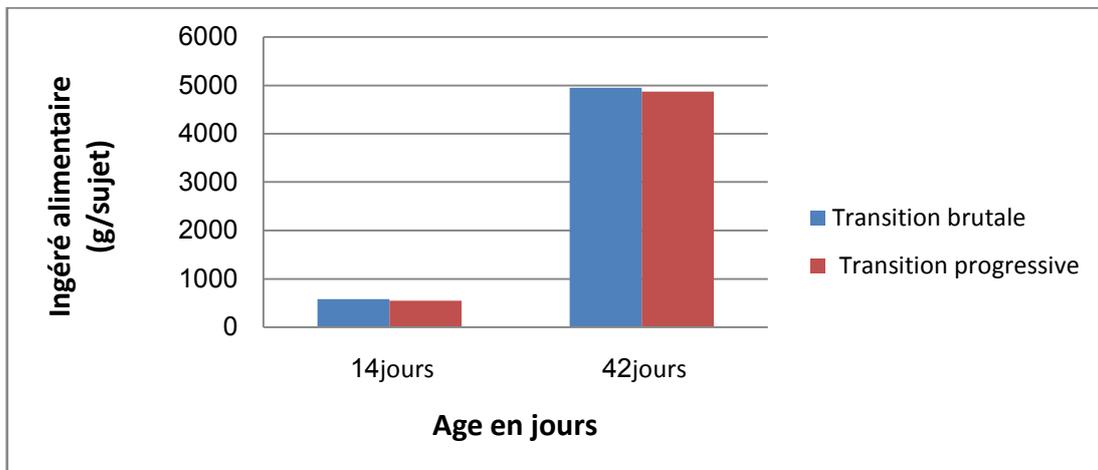


Figure 21. Effet de la transition alimentaire sur l'ingéré alimentaire.

Les résultats du tableau 08 ont montré que la transition alimentaire est accompagné d'une diminution significative de l'ingéré alimentaire à la fin de la période de démarrage (- 5.5% ; P = 0.03) et à l'âge de 42 jours (- 1.6% ; P = 0.04) sans incidences négatives sur le gain de poids aux mêmes périodes. L'effet de la transition sur l'indice de consommation été marqué à l'âge de 14 jours (- 4% ; P = 0.006). Cependant, l'apparition d'une différence non significative à l'âge d'abattage montre que l'effet de la transition alimentaire sur le gain de poids et l'indice de consommation observée précédemment n'a pas été maintenu.

La performance enregistrée au démarrage avec la transition progressive, notamment sur l'indice de consommation est très intéressante et montre qu'avec cette technique il est possible d'assurer le bon démarrage recherché dans les élevages avicoles. Cet effet peut être expliqué par le fait qu'en transitoire, le poulet semble être dans un état moins anxieux lui permettant une valorisation optimale de l'aliment ingéré. En effet, selon **Rouillé et al. (2003)** la présentation mélange hétérogène (transition progressive) de particules semble favoriser une meilleur adaptation à un aliment nouveau, alors qu'une alimentation trop homogène (transition brutale) avait provoqué de l'anxiété. De plus, l'adaptation à de nouveaux régimes alimentaires et la consommation de l'aliment par les poulets dépend en grande partie de leurs caractéristique granulométriques (**Rouillé et al., 2003**). Un changement des caractéristiques physiques de l'aliment influence le comportement alimentaire chez le poulet (**Bessonneau et al., 2001**)

Par ailleurs, il a été observé lors d'une transition farine – granulé une atténuation de la compétition à la mangeoire et le poulet passait plus de temps dans l'exploration et la consommation (**Clavé et al., 2011**). Cependant, la différence significative de consommation observée en transition brutale peut être expliquée par la quantité d'aliment plus importante prélevée par coup de bec. En effet, en régime à texture grossière, il a été rapporté par **Piron et al. (2007)** que l'apparence grossière se traduit par une ingestion supérieure. D'autre part, **Quintin et al. (2004)** ont observé que la granulation par son action de compactage améliore la prise alimentaire par le bec.

Selon Traineau et al. (2011), en élevages avicoles, les volailles reçoivent au cours de leur vie une succession d'aliments variables nutritionnellement et physiquement capables de déclencher le comportement exploratoire et d'induire des diminutions de consommation pouvant entrainer des incidences indésirables sur les performances des animaux.

Le comportement alimentaire serait motivé par le phénomène de néophobie (peur de la nouveauté) que Allah a donné aux espèces de volailles pour leur permettre d'éviter la consommation

de substances nouvelles, potentiellement toxiques (**Lecuelle et al., 2009**). L'ingestion peut également être influencée par des préférences précoces et un processus d'apprentissage (**Aoki et al., 2000**) ou par des apprentissages basés sur l'association de la couleur avec un stimulus négatif tel que le mauvais goût ou des effets post-ingestifs (**Burne et Rogers, 1997**). Additionnellement, il a été rapporté par (**picard et al., 2000**) que les jeunes poulets picorent leurs aliments en alternant des coups de becs consommateurs et explorateurs et que les coups de bec ingestifs diminuent lors d'un changement de régime (**Picard et al., 1999**).

Des observations similaires ont été faites par **Lecuelle et al. (2009)**, particulièrement chez les dindonneaux au moment de la transition, où il a été observé moins de coups de bec ingestifs avec le nouvel aliment au profit de coups de bec fermés (exploratoires). Par ailleurs, les pintades passent moins de temps au picorage mais plus de temps à l'observation et expriment plus d'agitation en présence d'un nouvel aliment (**Chagneau et al., 2011**). Il ressort de ce qui précède que l'augmentation de l'activité alimentaire et la présence à la mangeoire ne reflète cependant pas que le poulet consomme l'aliment, en effet, ce dernier peut toucher l'aliment sans toutefois le consommer (**Traineau et al., 2011**).

Il est cependant important de rappeler qu'il existe autant d'autres paramètres qui peuvent être impliqués dans le processus d'ingestion. A titre indicatif, la vision puis le toucher sont particulièrement utilisées par la volaille pour apprécier des aliments (**Picard et al., 2000**). En effet, le premier contact avec l'aliment est visuel (**Vilarino, 1997**), puis l'animal utilise les récepteurs tactiles de son bec pour renforcer sa caractérisation sensorielle de cet aliment (**Lecuelle et al., 2009**). Les oiseaux sont en effet capables de distinguer les couleurs grâce à un système visuel très développé (**Prescott et al., 2003**). Par exemple, il a été constaté chez les dindonneaux lors de changement de couleur de l'aliment des réactions de néophobie et néophilie (**Lucuelle et al., 2011**) et qu'en présence d'aliment de couleurs différentes, les dindons expriment une préférence pour les aliments clairs et homogènes (**Chagneau et al., 2003**).

. **III- Conclusion**

La transition alimentaire est accompagné d'une diminution significative de l'ingéré alimentaire à la fin de la période de démarrage et à l'âge d'abattage, sans incidences négatives sur le gain de poids aux mêmes périodes. L'effet de la transition alimentaire sur l'indice de consommation été marqué à l'âge de 14 jours. Cependant, cet effet n'a pas été maintenu à l'âge d'abattage. Avec

cette technique il est possible d'améliorer l'indice de consommation et d'assurer le bon démarrage recherché en élevages de poulet de chair.

Conclusion générale

En production de poulet de chair, Un bon démarrage dans la vie du poussin est décisif pour la suite de son cycle vital. En effet, un mauvais départ sera difficilement compensé en termes de performances zootechniques.

Les résultats des trois essais menés dans le cadre de ce mémoire ont mis en évidence l'influence de la taille des particules de l'aliment démarrage, du poids du poussin d'un jour et de la transition alimentaire sur l'amélioration des performances de croissance, notamment, à l'âge de démarrage. Les réponses observées à travers les différents essais ont montré que :

- la taille des particules et notamment celle de (0.8 mm) a eu un effet significatif sur le poids vif (+ 5.5% ; $P < 0.03$) et l'indice de consommation (- 6.25% ; $P < 0.01$) à l'âge de 7 jours, a été accompagnée par une amélioration du poids vif à l'âge d'abattage (2665g contre 2640g ; respectivement pour l'aliment 0.8 et 1 mm) ;

- le poids vif réalisé par le lot de poussins lourds a été le plus performant statistiquement à l'âge de 7 jours (+8% ; $P < 0.01$), de 14 jours (+7% ; $P < 0.004$) et 42 jours (+3% ; $P < 0.001$). Les résultats de l'indice de consommation des lots de poussins lourds et moyens ont également été marqués par une amélioration significative de ce paramètre à l'âge de 7 jours (- 6% ; $P = 0.004$) et de 14 jours (- 4% ; $P = 0.03$) ;

- la transition alimentaire est accompagné d'une diminution significative de l'ingéré alimentaire à la fin de la période de démarrage (- 5.5% ; $P = 0.03$) et à l'âge de 42 jours (- 1.6% ; $P = 0.04$) sans incidences négatives sur le gain de poids aux mêmes périodes. L'effet de la transition sur l'indice de consommation été marqué à l'âge de 14 jours (- 4% ; $P = 0.006$). Cependant, cet effet n'a pas été maintenu à l'âge d'abattage, probablement à cause de tiers facteurs non contrôlés.

A l'issu de ces résultats, il conviendrait de proposer des pistes d'amélioration dans un premier lieu au niveau du couvoir afin de favoriser les conditions optimales de croissance et d'homogénéiser le lot en pratiquant un tri préalable des œufs à couvrir selon leurs calibres et de diviser le bâtiment en compartiments dans le but d'affecter les poussins selon leurs poids. La réalisation de cet objectif semble être très pratique et apportera des résultats intéressants dans les conditions d'élevage en cages, En second lieu, au niveau du secteur de l'industrie des aliments, insister sur le respect de la qualité nutritionnelle des aliments et particulièrement celui de démarrage, en mettant l'accent sur la rénovation et l'acquisition de matériel performant pour la fabrication

d'aliments répondant aux normes exigées pour la taille des particules rentrant dans la préparation de l'aliment de démarrage ou l'aliment granulé ou émietté. Enfin, au niveau de l'éleveur, il est souhaité que ce dernier observe une transition progressive de 04 jours de l'aliment démarrage à l'aliment croissance.

Références bibliographiques

- Adjou K., Kaboudi K., 2013.** Démarrage du poulet de chair : une étape clé pour la conduite de la bande. *la semaine vétérinaire*, 20 septembre, n° 1552.
- Albiker D., Zweifel R., 2014.** Poulets de chair: la taille des particules de l'aliment influence les accroissements. *Recherche Agronomique Suisse*, 5 (1): 28–31.
- Alloui N., 2006.** Polycopie de zootechnie aviaire. Département vétérinaire, Université de Batna. 60p.
- Alloui N., 2011.** Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. 9^{ème} Journées de la Recherche Avicole, Tours (France), 29&30 mars, 54-58.
- Allred J.B., Fry R.E., Jensen L.S., Mc Ginnis J., 1957.** Studies with chicks on improvement of nutritive value of feed ingredients by pelleting. *Poult. Sci*, 36: 1284–1289.
- Amerah A.M., Ravindran V., Lentle R.G., Thomas D.G., 2007.** Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 63: 439–455.
- Aoki M., Izawa E., Koga K., Yanagihara S., Matsushima T., 2000.** Accurate visual memory of colors in controlling the pecking behavior of quail chicks. *Zool. Sci*, 17: 1053–1059.
- Applegate T., Lilburn M.S., 1996.** Characteristics of changes in yolk sac and liver lipids during embryonic and early posthatch development of turkey poults. *Poult. Sci*, 75: 478-483.
- Austic R.E., 1982.** Feeding poultry in the tropics. *Animal Production in the Tropics*. M.K. Yousef, ed.-New York :Praeger Publishers. 277-288, 468p.
- Bergoug H., Burel C., Tong Q., Roulston N., Romanini B., Carlos E., Eterradosi N., Michel V., Guinebretière M., 2013.** Effet du temps d'éclosion et de la qualité des poussins sur les performances et la mortalité des poulets de chair durant l'élevage. 10^{ème} Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, La Rochelle (France), 26 &28 mars, 248-251.
- Bessonneau D., Chagneau A.M., Le Fur C., Bouchot C., Lessire M., Picard M., 2001.** Srabox, un nouveau test de choix alimentaire chez le poulet : application aux aliments contenant ou non des matières premières d'origine animale. 4^{èmes} journées de la Recherche Avicole, Nantes (France), 27&29 mars, 169-172.
- Bigot K., Tesseraud S., Taouis M., Picard M., 2001.** Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair. *INRA Prod. Anim*, 14 (4): 219-230.
- Burne T. H. J., Rogers L. J., 1997.** Relative importance of odour and taste in the one-trial passive avoidance learning bead task. *Physiol. Behav*, 62: 1299–1302.

- Cabrera M.R., 1994.** Effects of sorghum genotype and particle size on milling characteristics of finishing pigs, broiler chicks and laying hens. Med.Vet Thesis: Kansas University, Manhattan.
- Carre B., 2000.** Effets de la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs chez les oiseaux d'élevage. INRA Prod. Anim, 13 (2): 131-136.
- Chagneau A.M., Penaud L., Bouvarel I., Lessire M., Picard M., 2003.** La couleur de l'aliment influence-t-elle le choix du dindon ?. 5^{ème} journées de la Recherche Avicole, Tours (France), 26 & 27 mars.
- Chagneau A.M., Laviron F., Lamy S., Bouvarel I., Picard M., Lessire M., Lescoat P., 2006.** Short-term number of pecks and feed intake levels: A link with the physical characteristics of feed in four-week-old turkeys. Poultry Science, 85: 923-931.
- Chagneau A.M., Lecuelle S., Lescoat P., Guillaumin J.M., Quentin M., Bouvarel I., 2009.** Effets du mode de distribution et de la présentation de l'aliment sur les performances du poulet de chair à croissance rapide. 8^{ème} journées de la Recherche Avicole, ST Malo (France), 25 & 26 mars, 284-285.
- Chagneau A.M., Quentin M., Lescoat P., Bouvarel I., 2011.** Comment se comportent des pintades Label au moment d'un changement d'aliment?. 9^{ème} journées de la Recherche Avicole, Tours (France), 29 & 30 mars, 412-416.
- J.H, So B.S., Ryu K.S., Kang S.L., 1986.** Effects of pelleted or crumbled diets on the performance and the development of the digestive organs of broiler. Poult. Sci, 65: 594-597.
- Chamblee T.N., Brake J.D., Schultz C.D., Thaxton J.P., 1992.** Yolk sac absorption and initiation of growth in broiler. Poult. Sci, 71: 1811-1816.
- Clavé H., Tusek J.L., Quentin M., 2011.** Utiliser la présentation (Farine ou Granulé) pour moduler la croissance des volailles à croissance lente. 9^{ème} journées de la Recherche Avicole, Tours (France), 29 & 30 mars, 408-411.
- Conan L., Metayer J.P., Lessire M., Widiez J.L., 1992.** Teneur en énergie métabolisable des céréales françaises pour les volailles. Synthèse d'enquêtes annuelles. INRA Prod. Anim, 5 (5): 329-338.
- COON C., 1999.** Les besoins et le profil idéal en acides aminés pour les poulets de chair, les poules pondeuses et les reproductrices. Manhattan: American soybean association. 46p.
- Creveu I., Carre B., Chagneau A.M., Gueguen J., Melcion J.P., 1997.** Effect of particle size of pea flours on the digestion of proteins in the digestive tract of broilers. J. Sci. Food Agric, 75: 217-226.

- Cromm W.J., Brake J., Coles B.A., 1999.** Is intestinal absorption capacity rate-limiting for performance in poultry?. *Journal of Applied Poultry Research*, 8: 242-252.
- Cutchin H.R., Wineland M.J., Christensen V.L., Davis S., Mann K.M., 2009.** Embryonic development when eggs are turned different angles during incubation. *Journal of Applied Poultry Research*, 18: 447-451.
- Decuypere E., Michels H., 1992.** Incubation temperature as a management tool: a review. *World's Poultry Science Journal*, 48: 28-38.
- Decuypere E., Tona K., Bruggeman V., Bamelis F., 2001.** The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers. *World's Poultry Science Journal*, 57: 127-138.
- Dibner J.J., Kitchell M.L., Atwell C.A., Ivey F.J., 1996.** The effect of dietary ingredients and age on the microscopic structure of the gastrointestinal tract in poultry. *J. Appl. Poultry Res*, 5: 70-77.
- Dibner J.J., 1997.** Early development of the digestive tract and the nutritional implications. *Poult. Digest*, August, 16-19.
- Dibner J.J., Knight C.D., Ivey F.J., 1998a.** The feeding of the neonatal poultry. *World Poult. Sci*, 17 (5): 36-40.
- Dibner J.J., Knight C.D., Kitchwell M.L., Atwell C.A., Downs A.C., Ivey F.J., 1998b.** Early feeding and development of the immune system in neonatal poultry. *J. Appl. PoultryRes*, 7: 425-436.
- Duclos M., Remignon H., 1996.** Développement musculaire des poulets issus de lignées à croissance rapide et lente. *INRA Prod. Anim*, 9: 224-226.
- Duclos M., Chevalier B., Remignon H., Ricard F.H., Goddard C., Simon J., 1996.** Divergent selection for high or low growth rate modifies the response of muscle cells to serum or insulin-like growth factor-I in vitro. *Growth Regulation*, 6: 176-184.
- Ferrando C., Vergara P., Jimenez M., Gonalons E., 1987.** Study of the rate of passage of food with chromium-mordanted plant cells in chickens (*Gallus gallus*). *Quartely J. Exp. Physiol*, 72: 251-259.
- French N.A., 1997.** Modeling incubation temperature: The effects of incubator design, embryonic development and egg size. *Poultry Science*, 76: 124-133.
- Goddard C., Johnson R., Gilhooley H.J., Gardner J.O., Gray A., Wilkie R.S., Butterwith S.C., 1996.** Decreased muscle cell proliferation in chicks with a deletion in the GH receptor gene. *J. Mol. Endocrinol*, 17: 67-78.

- Gonzalo.G.M., 2011.** Poultry production in the world: statistics and future. Production avicole en climats chauds. Cours approfondi, Institut Agronomique Méditerranéen, Zaragoza (Espagne), 09-14 mai.
- Guide Incubation Hubbar :**
https://www.google.dz/www.hubbardbreeders.com/guide_incubation_fraçais.
- Hachemi R., Loménié N., Lescoat P., Bouvarel I., Vincent N., 2009.** Caractérisation visuelle des aliments destinés aux volailles. 8^{ème} journées de la Recherche Avicole, ST Malo (France), 25&26 mars, 444-448.
- Halevy O., Geyra A., Barak M., Uni Z., Sklan D., 2000.** Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. *J. Nutr*, 130: 858-864.
- Hamelin Y., 2005.** Le départ du poussin :
<http://www.lacoop.coop/cooperateur/articles/2005/07/p50.asp>
- Haskell M.J., Vilarino M., Savina M., Atamna J., Picard M., 2001.** *Appl. Anim. Behav. Scie.* (72): 63-77.
- Hetland H., Choct M., 2003.** Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. In *Proc. 14th Eur. Symp.Poult.Nutr.WPSA*, Lillehammer, Norway, 64-69.
- Hill D., 2001.** Chick quality uniformity profiles as a field measurement of chick quality?. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 12 (4): 169-202.
- Hulet R., 2001.** Chick quality, the result of maximising embryonic metabolism. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 12 (4): 169-202.
- Hulet R., Gladys G., Hill D., Meijerhof R., El-Shiekh T., 2007.** Influence of egg shell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on posthatch growth performance and carcass characteristics. *Poultry Science*, 86: 408-412.
- Hurwitz S., Weiselberg M., Eisner U., Bartov I., Riesenfeld G., Sharvit M., Niv A., Bornstein S., 1980.** The energy requirements and performance of growing chickens and turkey as affected by environmental temperature. *Poult. Sci*, 75: 2290-2299.
- Idi A., 1997.** Effets de la viscosité générée par les arabinoxylanes hydrosolubles du blé sur les digestions chez le poulet. Mémoire DEA: aspects moléculaires et cellulaires, option : Nutrition animale. Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences.
- I.S.A., 1985.** Guide d'élevage du poulet de chair.-Lyon: ISA. 20p.
- Jacquet M., 2007.** Guide pour l'installation en production avicole, 31: 12-13.
- Jensen L.S., Merrill L.H., Reddy C.V., McGinnis J., 1962.** Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poult.Sci*, 41: 1414-1419.

- Jin S.H., Corless A., Sell J.L., 1998.** Digestive system development in post-hatch poultry. *World Poult.Sci*, 54: 335-345.
- Kaci A., 2013.** La pratique d'élevage du poulet de chair dans la région du centre d'Algérie : diagnostic et perspectives. 10^{ème} Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras. La Rochelle (France), 26 & 28 mars, 62-67.
- Kang C.W., Sunde M.L., Swick R.W., 1985.** Growth and protein turnover in the skeletal muscles of broiler chicks. *Poult. Sci*, 64: 370-379.
- Klein S., Thoraval Y., Mathiaud A., Mansuy E., 2015.** Etude des effets du broyage des matières premières avec un broyeur à disque sur la granulométrie et la digestibilité de l'aliment chez le poulet de chair. 11^{ème} journées de la recherche avicole et palmipèdes à foie gras, 514-518.
- Krogdahl A., 1985.** Digestion and absorption of lipids. in poultry. *J. Nutr.*, 115: 675-685.
- Laborie J., Auvigne V., Malher X., Watier J.M., Riggi A., 2013.** Déterminants et conséquences d'un bon démarrage des poulets de chair standard. 10^{ème} Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras. La Rochelle (France), 26 & 28 mars, 201-205.
- Lacassagne L., Melcion J.P., de Monredon F., Carre B., 1991.** The nutritional values of faba bean flours varying in their mean particle size in young chickens. *Anim. FeedSci. Technol*, 34: 11-19.
- Larbier M., Leclercq B., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles. Edition INRA. Paris (France), 349 p.
- Leslie G.A., 1975.** Ontogeny of the chicken humoral immune system. *Am. J. Vet. Res*, 36: 482-485.
- Lecuelle S., Chagneau A.M., Bouvarel I., Lescoat P., Leterrier C., 2009.** Comment étudier le comportement alimentaire de dindonneaux au moment des transitions alimentaires?. 8^{ème} journées de la Recherche Avicole, ST Malo (France), 25&26 mars, 130-134.
- Leksrisompong N., Romero-Sanchez H., Plumstead P.W., Brannan K.E., Brake J., 2007.** Effect of elevated temperature during late incubation on body weight and organs of chicks. *Poultry Science*, 86: 2685-2691.
- Lilburn M.S., 1998.** Practical aspects of early nutrition for poultry. *J.Appl. Poultry Res.*, 7: 420-424.
- Lilja C., 1983.** A comparative study of postnatal growth and organ development in some species of birds. *Growth*, 47: 317-339.
- Lourens A., Van den Brand H., Meijerhof R., Kemp B., 2005.** Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability and post-hatch development. *Poultry Science*, 84: 914-920.

- Lourens A., Molenaar R., Van den Brand H., Heetkamp M.J.W., Meijerhof R., Kemp B. 2006.** Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. *Poultry Science*, 85: 770-776.
- Maisonnier S., Gomez J., Chagneau A.M., Carre B., 1999.** Digestion et caractéristiques intestinales en fonction de la souche de poulets de chair. 3^{èmes} journées de la Recherche Avicole, ST Malo (France), 181-184.
- Marpels N.M., Roper T.J., 1996.** Effects of novel colour and smell on the response of naive chicks towards food and water. *Anim. Behav.*, 51: 1417-1424.
- Martaresche M., Le Fur, C., Magnusson M., Faure J.M., Picard M., 2000.** Time structure of behavioral patterns related to feed pecking in chicks. *Phys. Behav.*, 70: 443-451.
- Meijerhof R., 2005.** Defining and measuring quality in day old broilers. *Int. Hatch. Prac.* 19, 7.
- Meijerhof R., 2009a.** Principles of moisture loss during incubation. *Hatch Tech Incubation Technology*, Technical Information.
- Meijerhof R., 2009b.** The influence of incubation on chick quality and broiler performance. *Australian Poultry Science Symposium*, 20: 167-170.
- Mendes M., Dincer E., Arslan E., 2007.** Profile analysis and growth curve for body mass index of broiler chickens reared under different feed restrictions in early age. *Arch. Tierz*, 50: 403-411.
- Mendes A.S., Paixão S.J., Restelatto R., Reffatti R., Possenti J.C., Moura D.J de., Morello G.M.Z., Carvalho T.M.R de., 2011.** Effect of initial body weight and litter material on broiler production. *Brazilian journal of poultry science*. V.13.n.3, 165-170.
- Mette V., 2014.** Sustainable development perspectives of poultry production. XIVth European Poultry Conference. Stavenger, Norway, 55-66.
- Michalczuk M., Stępińska M., Łukasiewicz M., 2011.** Effect of the initial body weight of Ross 308 chicken broilers on the rate of growth. *Animal Science* No 49, 121-125.
- Michard J., Rouxel L., 2013.** Intérêt d'une présentation micro-granule 2 mm de l'aliment démarrage chez les reproducteurs. 10^{ème} Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, La Rochelle (France), 26 au 28 mars. 566-569.
- Mitchell R.D., Burke W.H., 1995.** Posthatching growth and pectoralis muscle development in broiler strain chickens, bantam chickens and the reciprocal crosses between them. *Growth Dev. Aging*, 59: 149-161.

- Mitchel R.J., Waldroup P.W., Hillard C.M., Hazen K.R., 1972.** Effects of pelleting and particle size on utilization of roasted soybeans by broilers. *Poult.Sci*, 51: 506-510.
- Molenaar R., 2010.** Perinatal development and nutrient utilization in chickens.Effects of incubation conditions. Thesis. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- Molenaar R., Reijrink I., Meijerhof R., Van den Brand H., 2010.** Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: A Review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 12 (3): 137-148.
- Moran E.T.Jr., 1985.** Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. *J. Nutr*, 115: 665-674.
- Moss F.P., 1968.** The relationship between the dimensions of the fibres and the number of nuclei during normal growth of skeletal muscle in the domestic fowl.*Am. J. Anat*, 122: 555-564.
- Mouhous A., Kadi S.A., Guermah H., Djellal F., Berchiche M., 2015.** L'élevage du poulet de chair en zone de montagne : cas de la wilaya de Tizi ousou (Algérie). 11^{eme} Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras. Tours (France), 25&26 mars, 914-918.
- Munt R.H.C., Dingle J.G., Sumpa M.G., 1995.** Growth, carcass composition and profitability of meat chickens given pellets, mash or free-choice diet. *Br.Poult. Sci*, 36: 277-284.
- Murakami H., Akiba Y., Horiguchi M., 1992.** Growth and utilisation of nutrients in newly-hatched chick with or without removal of residual yolk. *Growth Dev. Aging*, 56: 75-84.
- Nir I., Nitsan Z., Mahagna M., 1993.** Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. *Br. Poult. Sci*, 34: 523-532.
- Nir I., Schefet G., Araoni Y., 1994.** Effect of particle size on performance. *Corn. Poult.Sci*, 73: 45-49.
- Nir I., Twina Y., Grossman E., Nitsan Z., 1994.**Quantitative effects of pelleting on performance, gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens.*Br.Poult.Sci*, 35(4): 589-602.
- Nir I., Hillel R., 1994.** Effect of grain particle size on performance.Grain texture interactions. *Poultry Science*, 73 (6): 781–791.
- Nir I., Hillel R., Ptichi I., Shefet G., 1995.** Effect of particle size on performance.3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science*, 74: 771-783.
- Nir I.,1997.** Optimization of early growth in fast-growing broilers : nutrition and physiological aspects. *JornadaInternacional de Avicultura de Carne, Madri. Espanha*, (6): 1-10.

- Nir I., 1998.** Interaction of genetic stocks, growth rate, feeding regime and metabolics diseases. 10th European poultry conference. Jerusalem (Israel), 123 p.
- Nitsan Z., Ben-Avraham G., Zoref Z., Nir I., 1991a.** Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. *Br. Poult. Sci.*, 32: 515-523.
- Nitsan Z., Dunnington E.A., Siegel P.B., 1991b.** Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. *Poult.Sci.*, 70: 2040-2048.
- Noble R.C., Ogunyemi D., 1989.** Lipids changes in the residual yolk and liver of the chick immediately after hatching. *Biol. Neonate*, 56: 228-236.
- Noy Y., Sklan D., 1995.** Digestion and absorption in the young chick. *Br. Poult. Sci.*, 74: 366-373.
- Noy Y., Sklan D., 1996.** Uptake capacity in vitro for glucose and methionine and in situ for oleic acid in the proximal small intestine of posthatch chicks. *Poult.Sci.*, 75: 998- 1002.
- Noy Y., Sklan D., 1997.** Posthatch development in poultry. *J. Appl. Poultry Res*, 6: 344-354.
- Noy Y., Sklan D., 1998a.** Yolk utilisation in hatching birds. 10th European symposium on poultry nutrition. Jerusalem (Israël), 123 p.
- Noy Y., Sklan D., 1998b.** Yolk utilisation in the new-hatched chick. *Br. Poult. Sci.*, 39: 446-451.
- Noy Y., Sklan D., 1998c.** Metabolic responses to early nutrition. *J. Appl. Poultry Res*, 7: 437-451.
- Noy Y., Sklan D., 1999b.** Energy utilization in newly chicks. *Poult.Sci.*, 78: 1750-1756.
- Noy, Y., D. Sklan., 1999.** Energy utilization in newly hatched chicks. *Poult.Sci.*, 78: 1750–1756.
- Noy, Y., D. Sklan., 2001.** Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick. *Poult.Sci.*, 80: 1490–1495.
- NRC : National Research Council, 1994.** Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. National Academy press, Washington, DC.
- Okada T.M.A., 1994.** Qualidade do pinto de um dia. In: Pinheiro MR, editor. Manejo de frangos. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 41-46.
- Pas Reform., 2006.** Guide d'incubation. Œufs de poule (poulets de chair). Pas Reform Incubation Technologies, 50 p.
- Perey D.Y., Bienenstock J., 1973.** Effects of bursectomy and thymectomy on ontogeny of fowl IgA, IgG and IgM. *J. Immun.*, 111: 633-637.
- Picard M., Sauveur B., Ferrandji F., Angulo I., Mongin P., 1993.** Ajustement technico-économique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *INRA, Prod. Anim.*, 6 (2): 87-103.
- Picard M., Plouzeau M., Faure J.M., 1999.** A behavioural approach to feeding broilers. *Ann. Zootech.*, (48): 233-245.

- Picard M., Melcion J. P., Bertrand D., Faure J.M., 2000.** Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value, 279-300.
- Picard M., Melcion J.P., Bertrand D., Faure J.M. 2002.** Visual and tactile cues perceived by chickens. In: McNab, J.M. & Boorman, K.N. ed. Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value. Poultry Science Symposium 26. CABI Publishing, Wallingford, 279 – 300.
- Picard M., Panheleux M., Boutten B., Barrier G.B., Leterrier C., Roffidal L., Larroude P., Castaing J., Bouvarel I., 2003.** Influence du régime de démarrage sur l'ingéré alimentaire et la croissance ultérieurs du poulet de chair male lourd recevant une alimentation alternée. 5^{ème} Journées de la Recherche Avicole. Tours (France), 26&27 mars, 213-216.
- Pinchasov Y., Noy Y., 1994.** Early postnatal amylolysis in the gastrointestinal tract of turkey poult (*Meleagris gallopavo*). Comp. Biochem. Physiol, 106: 221-225.
- Piron F., Philippart de Foy M., Thewis A., Beckers Y., 2007.** Comparaison de quatre modalités de présentation du blé chez le poulet de chair. 7^{ème} Journées de la Recherche Avicole. Tours (France), 28 et 29 mars, 243-247.
- Prescott, N.B., Wathes, C.M., Jarvis, J.R., 2003.** Light, vision and the welfare of poultry. Anim. Welfare, 12: 269-288.
- Puvadolpirod S., Thompson J.R., Green J., Latour M.A., Thaxton J.P., 1997.** Influence of yolk on blood metabolites in perinatal and neonatal chickens. Growth Dev. Aging, 61: 39-45.
- Quentin M., Bouvarel I., Picard M., 2003.** Interactions entre teneur en acides aminés et présentation physique de l'aliment chez les poussins à croissance rapide ou lente entre 0 et 10 jours d'âge. 5^{ème} Journées de la Recherche Avicole. Tours (France), 26&27 mars.
- Quentin M., Bouvarel I., Picard M., 2004.** Short- and Long-Term Effects of Feed Form on Fast- and Slow Growing Broilers. J. Appl. Poult. Res, 13: 540-548.
- Qureshi M.A., Havenstein G.B., 1994.** A comparaison of the immune performance of a 1991 commercial broiler with a 1957 randombred strain when fed 'typical' 1957 and 1991 broiler diets. Poult. Sci, 73: 1805-1812.
- Reijrink I., Berghmans D., Meijerhof R., Kemp B., van den Brand H., 2010b.** Influence of egg storage duration and preincubation warming profile on embryonic development, hatchability and chick quality. Poultry Science, 89: 1225-1238.
- Ribeiro A.M.L., Krabbe EL., Penz Junior AM., Renz S.V., Gomes H.A., 2004.** Effect of chick weight, Geometric Mean Diameter and Sodium Level In Prestarter Diets (1 to 7 Days) on Broiler Performance up to 21 Days of Age. Brazilian Journal of Poultry Science, 225-230.

- Ricklefs R.E., 1985.** Modification of growth and development of muscles of poultry. *Poult.Sci*, 64: 1563-1576.
- Robertson I., 1961a.** Studies on the effect of humidity on the hatchability of hen's eggs. The determination of optimum humidity for incubation. *The Journal of Agricultural Science*, 57 : 185-194.
- Rogers P.J., 1995.** The development of the brain and behaviour in the chicken. CAB Int, Wallingford (Ed). UK, 95-110.
- Romanoff A.L., 1960.** The avian embryo Structural and functional development. The Macmillan company, New York (USA), 1305 p.
- Rouillé L., Chagneau A.M., Bouvarel I., Lessire M., Picard M., 2003.** Influence de la structure physique de l'aliment démarrage sur la transition alimentaire chez le dindon. 5^{ème} Journées de la Recherche Avicole. Tours (France), 26&27 mars.
- Rouleau S., Chevalier D., Gerfault V., 2015.** Influence de la présentation alimentaire (Miette Vs Vermicelle) sur les performances du poulet standard de 0 à 20 jours. Onzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipède à foie Gras. Tours (France), 25&26 mars, 773-776.
- Rouselle V., Rudeaux F., 1994.** Moins de passages de chariots : une alimentation plus équilibrée. *L'Aviculteur*, (556): 65-67.
- Sanchez A., Plouzeau M., Rault P., Picard M., 2000.** Croissance musculaire et fonction cardio-respiratoire chez le poulet de chair. *INRA Prod. Anim*, 13: 37-45.
- Sauveur B., 1988.** Reproduction des volailles et production d'œufs. INRA. Station de recherches avicoles. Centre de Tours-Nouzilly, 37380 Monnaie, 449 p.
- Savory C.J., 1974.** Growth and behaviour of chicks fed on pellets or mash. *Br. Poult. Sci.* 15: 281–286.
- Sayegh C.E., Demaries S.L., Pike K.A., Friedman J.E., Ratcliffe M.J., 2000.** The chicken B cell receptor complex and its role in avian B-cell development. *Immunol Rev*, 175: 187-200.
- Sell J.L., Angel C.R., Piquer F.J., Mallarino E.G., Al- Batshan H.A., 1991.** patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. *Poult.Sci*, 70: 1200-1205.
- Shanawany M.M., 1984.** Inter-relationship between egg weight, parental age, and embryonic development. *Br. Poult. Sci*, 25: 449–455.
- Siegel P.B., Dunnington E.A., 1998.** Ressource allocations: growth and immune responses. 10th European poultry conference. Jerusalem (Israel), 123 p.
- Shen H., Summers J.D. et Leeson S., 1983.** The influence of steam pelleting and grinding on the nutritive value of canola rapeseed for poultry. *Anim. Feed Sci. Technol*, 8: 303-311.

- Sinclair R.W., Robinson F.E., Hardin R.T., 1990.** The effects of parent age and posthatch treatment on broiler performance. *Poult.Sci*, 69: 526–534.
- Sklan D., Noy Y., 2000.** Hydrolysis and absorption in the small intestines of posthatch chicks. *Poult.Sci*, 79: 1306- 1310.
- Sklan D., 2001.** Development of the digestive tract of poultry. *World's Poult. Sci. J*, 57: 415–428.
- Sklan D., Heifetz S., Halevy O., 2003.** Heavier Chicks at Hatch Improves Marketing Body Weight by Enhancing Skeletal Muscle Growth. *Poultry Science*, 82: 1778–1786.
- Smith A.J., 1992.** L'élevage de la volaille.- Wageningen: CTA; Paris: Maisonneuve et Larose. *Le Technicien d'Agriculture Tropicale*, 2: 347p.
- Svihus B., Klovstad K.H., Perez V., Zimonja O., Sahlström S., Schüller R.B., Jeksrud W.K., Prestlokken E., 2004.** Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. *Animal Feed Sci. & Tech*, 117: 281-293.
- Tona K., Bamelis F., Coucke W., Bruggeman V., Decuypere E., 2001a.** Relationship between broiler breeder's age and egg weight loss and embryonic mortality during incubation in largescale conditions. *Journal of Applied Poultry Research*, 10: 221-227.
- Tona K., Bamelis F., De Ketelaere B., Bruggeman V., Moraes V.M.B., Buyse J., Onagbesan O., Decuypere E., 2003.** Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality and chick juvenile growth. *Poultry Science*, 82 : 736–741.
- Tona K., Bruggeman V., Onagbesan O., Bamelis F., Gbeassor M., Mertens K., Decuypere E., 2005.** Day-old chick quality: relationship to hatching egg quality, adequate incubation practice and prediction of broiler performance. *Avian Poult.BiologyRev*, 16: 109–119.
- Traineau M., Laviron F., Lescoat P., Chagneau A.M., Pons T., Couty M., Bouvarel I., 2011.** Comportement alimentaire du poulet de chair lors de transition alimentaires. Neuvièmes journées de la recherche avicole. Tours (France), 29&30 mars, 315-319.
- Uni Z., Noy Y., Sklan D., 1995a.** Development of the small intestine in heavy and light-strain chicks before and after hatching. *Br. Poult. Sci*, 36: 63-71.
- Uni Z., Noy Y., Sklan D., 1995b.** Posthatch changes in morphology of the small intestine in heavy and light-strain chicks.*Poult. Sci*, 74: 1622-1629.
- Uni Z., 1999.** Functional development of the small intestine in domestic birds: cellular and molecular aspects. *Poultry and avian Biol. Rev*, 10: 167-179.
- Uni Z., Ganot S., Sklan D., 1998.** Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poult.Sci*, 77: 75-62.

- Uni Z., Noy Y., Sklan D., 1999.** Posthatch development of small intestinal function in the poult. *Poult.Sci*, 78: 215-222.
- Uzu G., 1989.** Some aspect of feeding laying hens in hot climate. *Poultry science developpements*. Le Caire: Ed. M.LARBIER, 245-256.
- Valancony H., 2003.** Les exigences bioclimatiques des volailles. La production de poulets de chair en climat chaud. *ITAVI*, (2): 30-39.
- Van.eekeren N., Maas A., Saatkamp H.W., Verschuur M., 2006.**L'élevage des poules à petite échelle.Wageningen: fondation Agromisa et CTA, 97p.
- Vieira S.L., Moran E.T., Jr. 1998.** Broiler yields using chicks from egg weight extremes and diverse strains. *J.Appl. Poult. Res*, 7: 339–346.
- Vieira S.L., Moran Jr., 1999.** Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler life performance and meat yields. *World's Poult. Sci. J*, 55: 127–142.
- Vilarino M.M., 1997.** Thèse.
- Wauters A.M., Guibert D., Bourdillon A., Richard-Yris M.A., Melcion J.P., Picard M., 1997.** Choix de particules alimentaires chez le poussin : Effets de la taille et de la composition. Deuxièmes journées de la Recherche Avicole, 201-204.
- Whittow G.C., 1999.** *Sturkie's avian physiology* (5^{ème} edition). Academic press San Diego (USA), 685 p.
- Willemsen H., Everaert N., Witters A., Smit L.D., Debonne M., Verschuere F., Garain P., Berckmans D., Decuypere E., Bruggeman V., 2008.** Critical assessment of chick quality measurements as an indicator of posthatch performance. *Poult Sci*, (87): 2358-2366.
- Wilson, H. R., 1991.** Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. *World's Poult.Sci. J*, 47:5–16.
- Wolański N.J., Renema R.A., Robinson F.E., Carney V.L., Fancher B.L., 2007.** Relationship among egg characteristics, chick measurements and early growth traits in ten broiler breeder strains. *Poult.Sci*, 86: 1784-1792.
- Yasar S., 2003.** Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *International Journal of Poultry Science*, 2 (1): 75-82.

Résumé :

Les effets de la taille des particules d'aliment de démarrage, le poids du poussin d'un jour et la transition alimentaire de l'aliment démarrage à l'aliment croissance ont été étudiés au cours de la phase de démarrage et sur les performances du poulet à l'âge de 42 jours chez la souche Arbor acres. Il apparaît évident au terme de cette étude que la phase de démarrage en élevage de poulet de chair, a une importance considérable, car la croissance acquise au cours de cette phase a été déterminante pour le développement final du poulet. Les résultats obtenus sont encourageants et démontrent que les facteurs étudiés sont des leviers importants pour atteindre des objectifs de croissance performants.

Mots clé : poulet de chair, démarrage, performance, poussin, aliment, transition.

ملخص:

تأثيرات حجم جزيئات الغذاء البادئ، وزن الكتكوت اليوم الأول، و الانتقال من الغذاء البادئ إلى غذاء النمو عوامل تمت دراستها خلال مرحلة الانطلاق في تربية الدجاج اللحم ومدى تأثيرها على نتائج الدجاج في اليوم 42، عند سلالة "اربور آكر". يبدو جليا من خلال هذه الدراسة أن مرحلة الانطلاق في تربية الدجاج اللحم ذو أهمية بالغة، لان النمو المحقق خلال هذه الفترة يحدد النمو النهائي للدجاج. النتائج المحصل عليها مشجعة و تثبت بان العوامل المدروسة هي مؤثرات هامة من اجل بلوغ أهداف النمو المثلى.

الكلمات المفتاحية: الدجاج اللحم، الانطلاق، الكفاءة، الكتكوت، العلف، الانتقال.

Summary:

Effects of the diet particle size of starter, the hatching chick weight, and the transition from starter feed to the growing feed are factors which were studied during the starting phase in broiler chicken breeding and to what extent it affects chicken at the age of 42 days, on "Arbor acres strain". From this study it seems pretty clear that the early stage has a great importance in the broiler breeding, because the growth gained during this phase is important for the final chicken growth. The gained results are encouraging and demonstrate that the studied factors are crucial effects to achieve perfect growth purposes.

Key words : broiler, starter, performance, hatching chick, feed, transition.