

Université de Montréal

Optimisation des méthodes de démarrage dans le dindonneau

par Violette Caron Simard

Département de sciences cliniques
Faculté de médecine vétérinaire

Mémoire présenté à la Faculté de médecine vétérinaire
en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences (M. Sc.)
en sciences vétérinaires option sciences cliniques

Août 2017

© Violette Caron Simard, 2017

Résumé

Cette étude a permis de décrire les différentes méthodes de démarrage dans la production de dindonneaux au Québec. Nous avons observé qu'elles étaient très variées avec des résultats d'élevage très différents selon les poulaillers, indépendamment des méthodes.

Une étude longitudinale prospective, basée sur un échantillonnage de 23% des troupeaux d'élevage de dinde du Québec, a été menée pour valider des scores de qualité du dindonneau, identifier les pratiques de gestion d'élevage en corrélation avec de meilleures performances de croissance et la mortalité, établir des indicateurs pour mesurer la qualité des démarrages, et examiner diverses causes associées au syndrome de pédalage. Les scores de qualité reflètent une variabilité entre les lots de dindonneaux livrés. Les résultats quant aux performances zootechniques reflètent la diversité des méthodes de démarrage du dindonneau, les températures mesurées dans la ferme et les résultats de remplissage du jabot observés entre les fermes participantes. Une corrélation positive entre l'intensité lumineuse et le remplissage de jabot: $r = 0,64$ ($p = 0,019$) avec un seuil observé à 25 lux a été observée, une intensité de 50 lux permettant de retrouver un jabot rempli chez 50% des oiseaux. La température cloacale moyenne du dindon, obtenue lors de la recherche, était de 103,3°F (39,4°C). Une corrélation négative de $r = -0,18$ entre la température cloacale et le taux de mortalité de 10 jours ($p < 0,0001$) a été observée, ainsi qu'une corrélation de $r = 0,47$ entre la mortalité à 10 jours et les taux de mortalité finale ($p = 0,02$). Les meilleurs indicateurs pour mesurer la qualité du démarrage chez le dindonneau se sont avérés être la mesure du remplissage de jabot à 24 heures et la mortalité à 10 jours. Un départ optimal de dindonneau optimal a été défini comme un score ≥ 1 avec un jabot rempli pour le remplissage de jabot obtenu chez plus de 90% des dindonneaux mesurés, une évaluation de la qualité du dindonneau lors de la livraison, une intensité lumineuse minimale de 50 lux et des zones de confort avec une température de litière se mesurant de 90 à 92°F (32,2 à 33,3°C).

Nos résultats n'ont pu élucider la cause du syndrome de pédalage chez le dindonneau. Nous avons pu toutefois éliminer des causes telles l'hypoglycémie, la déshydratation et les lésions au système nerveux central. De plus, nous avons démontré

que ce syndrome était réversible et que les dindonneaux pouvaient se remettre debout et se rendre aux mangeoires. Cette observation devrait permettre d'éviter l'euthanasie des dindonneaux affectés puisque plusieurs éleveurs estimaient cette condition irréversible. Il serait judicieux pour les éleveurs de prévoir une zone 'hôpital' permettant de regrouper ces oiseaux tout en facilitant l'accès à l'eau et la moulée.

Mots-clés : dindonneaux, démarrage, régie, remplissage de jabot, température cloacale, luminosité

Abstract

This study allowed us to describe different Quebec turkey poult brooding methods. We observed several different methods and with performances results varying according to hen house, independently of the brooding methods.

A prospective longitudinal survey based on a sample of 23% of Quebec turkey brooding flock farms was conducted to validate poult quality scoring, identify management brooding practices correlated with better growth performances and mortality, establish indicators to measure quality brooding and examine various causes associated with the flip-over syndrome. The quality scores reflect a variability between the delivered hens. The results on zootechnical performances reflect the diversity of brooding methods. Descriptive results reflect the diversity of poult brooding methods, barn temperatures and crop fill results observed between participating farms. A positive correlation between light intensity and crop fill: $r= 0.64$ ($p= 0.019$) with a threshold observed at 25 lux, and intensity of 50 lux necessary to obtain crop filling at 24 hrs post-delivery in 50% of the birds. Mean poult cloacal temperature was 103.3°F (39,4°C). A negative correlation of $r= -0.177$ between cloacal temperature and the 10-day mortality rate ($p< 0.0001$) was found, as well as a correlation of $r= 0.468$ between 10-day mortality and final mortality rates ($p= 0.02$). The best indicators for measuring turkey brooding quality were the 24 hours crop filling and the 10-day mortality. Optimal brooding was defined as a score ≥ 1 for crop fill in at least 90% of the poults, assessment of poult quality upon delivery, a minimum light intensity of 50 lux and comfort zones with a litter temperature of 90 to 92°F (32,2 to 33,3°C).

As for the flip-over syndrome, our results could not identify the cause of the syndrome, but rather measured consequences such as hypoglycemia or dehydration. However, our results demonstrated that hypoglycemia, dehydration and central nervous system developmental anomalies were not the cause of the syndrome. It would be wise for breeders to provide a “hospital” area to group these birds while facilitating access to water and feed.

Keywords: poults, brooding, management, crop filling, cloacal temperature, luminosity

Table des matières

Résumé.....	ii
Abstract.....	iv
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures	x
Sigles et abréviations	xii
Remerciements.....	xiii
Introduction.....	1
Mise en contexte	3
1- Structure de la production de dindes au Canada.....	5
1.1 Structure de l'industrie et des associations les représentant	5
1.2 Provenance des reproducteurs.....	6
1.3 Couvoirs	7
1.4 Éleveurs et type d'élevage.....	7
1.5 Abattoirs et transformation.....	8
2- Production et manipulation des œufs et des dindonneaux au couvoir.....	9
2.1 Production, ramassage et hygiène des œufs	9
2.2 Entreposage et transport des œufs d'incubation.....	10
2.3 Incubation.....	11
2.4 Éclosion.....	12
2.5 Manipulation des dindonneaux au couvoir	12
2.6 Transport à la ferme	14
2.7 Couvaision chez le poussin	15

3-	Physiologie des dindons	16
3.1	Immaturité	17
3.2	Poïkilothermie	17
3.3	Digestion et nutrition.....	18
4-	Régie du démarrage	20
4.1	Préparation du poulailler	20
4.1.1	Lavage et désinfection	20
4.1.2	Équipements	22
4.1.3	Environnement et confort	24
4.2	Arrivée des dindonneaux.....	25
4.3	Régie du démarrage chez le poussin	26
4.3.1	Environnement et confort	27
4.3.2	Arrivée des poussins	28
5-	Période de démarrage	29
5.1	Développement du dindonneau dans les premiers jours	29
5.2	Mortalité et maladies en début d'élevage du dindonneau	30
5.3	Problématiques secondaires aux manipulations au couvoir	31
5.4	Déshydratation et inanition	32
5.5	Omphalite	33
5.6	Syndrome de pédalage	34
5.7	Mortalités de départ chez les poussins	35
6-	Hypothèses et objectifs du projet.....	37
7-	Article 1	38
7.1.1	Abstract	39
7.1.2	Résumé	40

7.2 Introduction	41
7.3 Material and methods	42
7.4 Results	44
7.5 Discussion	45
7.6 Conclusion.....	49
7.7 Acknowledgements	49
7.8 References	50
8- Article 2	59
8.1.1 Summary	60
8.1.2 Résumé	61
8.2 Abbreviations	62
8.3 Introduction	63
8.4 Materials and methods	64
8.5 Results	65
8.6 Discussion	66
8.7 References	71
8.8 Acknowledgements	72
9- Discussion.....	75
9.1 Méthodes de démarrage	75
9.2 Luminosité.....	76
9.3 Températures cloacales	77
9.4 Température ambiante.....	77
9.4.1 Température de litière et remplissage de jabot.....	78
9.5 Mortalités	79
9.5.1 Mortalité mâles vs femelles.....	80

9.5.2 Mortalités et températures de litière	81
9.6 Gain moyen quotidien	81
9.7 Score qualité des dindonneaux	82
9.8 Scores au couvoir	83
9.9 Moulées de départ	86
9.10 Méthodes optimales.....	87
10. Discussion dindonneaux pédaleurs	88
10.1 Sains vs pédaleurs	88
10.2 Poids du jaune, du foie et corporel.....	89
10.3 Température corporelle	90
10.4 Glucose sanguin	90
10.5 Score de qualité total.....	91
10.6 Hématocrites sanguins et protéines totales du sang	92
10.7 Ronds d'hôpital	93
11. Conclusion	94
Bibliographie.....	96
Annexes.....	x
Annexe 1	x
Annexe 2	xii
Annexe 3	xv

Liste des tableaux

Article 1

Table 1. Correlations calculated during this research and their p value 52

Table 2. Mortality in percentage obtained for the 25 participating farms 53

Article 2

Table 1. Description of the scores established for the poult quality evaluation made at delivery 73

Table 2. Summary of the results obtained on this research for flip-over poults vs control poults, calculated with a student T test for each parameter 74

Liste des figures

Figure 1. Œufs de dindes en entreposage (Image prise par Violette Caron Simard,).....	10
Figure 2. Taille du bec au laser (Image prise par Violette Caron Simard).....	12
Figure 3. Injection d'un soluté sucré chez les dindonneaux (Image prise par Violette Caron Simard).....	13
Figure 4. Dindonneaux placés dans une boîte de transport (Image prise par Violette Caron Simard).....	14
Figure 5. Systèmes de distributeurs d'eau régulièrement utilisés dans la production de dindon. La tuque ou cloche est représentée sur l'image de gauche et le système à tétines est représenté sur l'image de droite. (Image prise par Violette Caron Simard).....	22
Figure 6. Photographie d'un chauffage au propane à gauche et d'un chauffage à tube radiant à droite (Images prises par Violette Caron Simard)	23
Figure 7. Grade de remplissage du jabot. La première image à gauche représente un jabot vite avec une cote de 0, celle du centre un jabot un peu rempli de moulée avec une cote de 1 et l'image de droite représente un jabot bien rempli avec une cote de 2 (images prises par Violette Caron).....	26
Figure 8. Dindonneau présentant une taille trop longue des ongles. La première phalange a été coupée au laser et va tomber dans quelques jours (image prise par Violette Caron Simard).....	31
Figure 9. À gauche une patte de dindonneau sain et à droite une patte de dindonneau déshydraté (Image prise par Violette Caron Simard)	32
Figure 10. Distribution du score qualité obtenu chez les dindonneaux au jour de livraison pour les quatre couvoirs participant au projet.....	84
Figure 11. Image comparant un dindonneau déshydraté (droite sur l'image), qui est très foncée par rapport à un dindonneau sain (à gauche sur l'image). (Photo prise par Violette Caron Simard).....	85
Figure 12. Image présentant une taille des griffes mal effectuées, car elle dépasse la première phalange et les doigts sont très rouges (Photo prise par Violette Caron Simard)	85

Article 1

Figure 1. Crop filling score measured in percentage at day 1 for 25 participating poul farms	54
Figure 2. Cloacal temperature of 100 poult at day 1 in degree Fahrenheit	55
Figure 3. Temperature measurement for the first 24 hours in poul farms in degree Fahrenheit	56
Figure 4. Percentage of the particles feed size by farm	57
Figure 5. Crop filling by light intensity for 25 turkey farms	58

Sigles et abréviations

Mkg = millions de kilogrammes

Kcal = kilos calories

PSAF = Programme de salubrité des aliments à la ferme

ppm = parties par millions

rpm = révolution per minute

EPF = early poult flip-overs

HCT = hematocrit

TP = total protein

HPS = hematoxylin, phloxin and saffron

BG = blood glucose

Remerciements

Je voudrais remercier Dre. Martine Boulianne, ma directrice de maîtrise, qui m'a permis de réaliser ce projet de recherche. Je veux aussi la remercier pour son soutien constant, sa grande disponibilité et ses conseils exceptionnels. Merci pour l'opportunité de ce projet de recherche, j'en suis très reconnaissante, car il m'a grandement appris pour le reste de ma carrière professionnelle.

Je voudrais également remercier Dre Maude Rhéaume pour sa précieuse aide lors de la récolte de données et lors de la rédaction de l'article sur le syndrome du pédalage. Merci aussi pour ta constante disponibilité et tes conseils et encouragements lors des moments plus difficiles de la rédaction.

Merci aussi au Dr Éric Parent pour l'analyse de quelques cerveaux, et aussi pour son aide lors de la récolte de données. Tes conseils m'ont aussi beaucoup aidé tout au long de la récolte et du processus de maîtrise.

J'aimerais aussi remercier les Dres Martine Denicourt et Carolyn Grimes qui étaient sur mon comité conseil pour leurs commentaires et suggestions pertinents qui ont permis d'améliorer mon projet de recherche.

Un gros merci également aux éleveurs et couvoirs ayant accepté de participer à ce projet de recherche, qui m'ont donné accès à leurs fermes et qui m'ont donné beaucoup de leur précieux temps.

J'aimerais aussi remercier Nathalie Robin, André Beaudet et Chantal Fortin des Éleveurs de volailles du Québec pour m'avoir offert de judicieux conseils et aussi de l'aide dans la récolte de données et la recherche de producteurs participants. Ce projet aurait été beaucoup plus difficile sans votre aide

Je voudrais remercier le MAPAQ qui a permis de financer le projet de recherche et sans qui cette recherche aurait été impossible à réaliser.

Et finalement je voudrais remercier mon conjoint qui a fait beaucoup de sacrifices pour me permettre de réaliser ma maîtrise, et qui a été là pour moi tout au long de ces années, dans les hauts et les bas. Sans ton aide, cette maîtrise n'aurait jamais été possible.

Évidemment merci à ma famille et amis qui m'ont donné des encouragements et de la volonté quand j'en avais le plus besoin.

Merci!

Introduction

Évidemment, le but premier des agriculteurs est de produire un nombre maximal de dindons en moins de jours d'élevage possible. Ils veulent donc dans leurs élevages des taux de mortalités faibles et un bon gain moyen quotidien. Cela leur permet de faire plus de profits et de réduire le coût de production. Effectivement, les dindons prennent moins de temps à atteindre le poids d'abattage, ils consomment ainsi moins de moulée et restent moins longtemps dans le bâtiment de l'élevage de la ferme. Les excellents producteurs peuvent alors faire plus de profits que les autres.

Quelques changements viennent toutefois réduire la facilité des producteurs à atteindre le meilleur standard, comme le retrait des antibiotiques de catégorie I au couvoir. Il faut donc qu'ils soient vigilants tout au long de l'élevage, mais particulièrement en début d'élevage dans la période définie par le « démarrage ». En effet, l'ajout d'un antibiotique au couvoir a pour but premier de réduire la mortalité en début d'élevage. Ainsi, on peut présumer qu'un excellent départ dans la production de dindons permettrait d'obtenir une meilleure croissance des oiseaux, et aussi un meilleur gain de poids. Ainsi, les éleveurs de dindons doivent être très attentifs lors des départs pour économiser sur le coût de production et envoyer des dindes en santé à l'abattoir plus rapidement. Il y a donc l'aspect régie qui est très important pour obtenir des oiseaux plus performants. Par contre, il existe d'autres aspects qui peuvent affecter les performances d'un élevage, comme l'état physiologique des dindonneaux à l'arrivée et des maladies en cours d'élevage. L'état physiologique peut être une conséquence des manipulations faites au couvoir, de la qualité des dindonneaux livrés et le temps de transport. Pour l'aspect santé, certaines éclosions de maladies sont parfois hors de contrôle du producteur, mais normalement une bonne régie et un respect des règles de biosécurité permet de les éviter au maximum, en diminuant le stress et donc en évitant l'immunosuppression. Ainsi, pour s'assurer d'obtenir un bon départ et donc des meilleures performances d'élevages, les producteurs doivent s'assurer d'appliquer de bonnes méthodes de régie au poulailler.

La régie de départ des dindonneaux étant une catégorie très vaste et les meilleures méthodes moins bien définies comparativement aux producteurs de poulets. Il est plus difficile pour eux de savoir quoi changer pour améliorer leurs départs. Une meilleure compréhension des départs chez les dindonneaux permet donc de déterminer quels sont les éléments à surveiller dans les départs, et quelles méthodes auront un impact sur la mortalité dans les élevages au Québec. Cela permettrait donc aux éleveurs de réduire leurs mortalités et améliorer leurs performances et ainsi leur permettre d'être plus rentable financièrement.

En ce qui a trait aux maladies, on retrouve actuellement dans les élevages au Québec des dindonneaux qui présentent un syndrome de pédalage dès les premiers jours d'élevage. Ce syndrome est peu rapporté dans la littérature et la cause en est toujours inconnue. Il cause, selon les producteurs, des mortalités plus élevées dans les élevages qui en présentent beaucoup et leur nombre varie d'un lot à l'autre, ce qui suggère que ce syndrome pourrait être lié à la génétique des reproducteurs (Noble, Nestor et Polley, 1999).

Ce syndrome semble causer des pertes qui pourraient être évitées dans les fermes de production de dindons. Il serait donc particulièrement intéressant pour les producteurs d'en connaître la cause et ainsi éviter ces pertes en début d'élevage.

Mise en contexte

Au Canada, la production de dindons est gérée par une gestion de l'offre. Cette gestion de l'offre consiste à contrôler la quantité de dindons élevés par année en fonction de la consommation des habitants du Canada. Le gouvernement contrôle également l'entrée des produits reliés à la production de dindon provenant de d'autres pays en instaurant une taxe à l'importation (Les éleveurs de dindon du Canada, 2017a). Cela permet de combler la demande de la population canadienne par des produits provenant majoritairement d'ici. Il est alors possible d'établir un prix par kg stable et qui permet aux producteurs de réaliser des profits raisonnables tout en recouvrant leur coût de production. Le gouvernement n'a donc pas besoin de verser de subventions supplémentaires aux producteurs de dindons pour que ceux-ci soient rentables. Les agriculteurs peuvent produire des dindons en achetant du quota disponible sur le marché suite à des ventes de fermes, ou à une augmentation de la consommation des Canadiens.

Au Canada, on retrouve 531 éleveurs de dindons, qui mettent en marché 171,7 millions kg de dinde annuellement. Les Canadiens consomment 4,2 kg de dinde annuellement (Les éleveurs de dindon du Canada, 2015a). Mondialement, les pays qui produisent le plus de dindons sont les États-Unis (2645 Mkg) suivi de l'Union Européenne (1913 Mkg) et du Brésil (510 Mkg) (The Poultry Site, 2014). Ces chiffres datent de 2012, mais les pays produisant le plus de dindons dans le monde restent les mêmes. Le Canada se classe environ 7^{ème} rang mondial. Au Québec, on retrouvait en 2016 136 producteurs de dindons. Ils sont situés en majorité dans les régions de St-Hyacinthe, Valcartier et Lanaudière. Ils élèvent en moyenne 32 000 dindes par année, soit pour un total de 274 000 kg de viande par producteur chaque année, et un total de 4 400 000 dindons élevées au Québec (Le dindon du Québec, 2017). Le Québec est donc la province qui produit le plus de dindons au Canada, après l'Ontario (Les éleveurs de dindon du Canada, 2015b).

La production de dindons au Canada est très petite comparée à d'autres productions animales comme la production de poulets de chair, laitière et porcine. De plus, il y a généralement moins de chercheurs et de scientifiques qui se spécialisent dans ce domaine. La majorité des recherches en aviculture sont réalisées sur les poulets de chair, une

production majeure au Québec. Ainsi, la littérature disponible sur le sujet est rare et il est difficile pour les producteurs de dindons de trouver des manuels et des procédés clairs et précis qui décrivent comment élever les dindons de manière optimale.

1- Structure de la production de dindes au Canada

1.1 Structure de l'industrie et des associations les représentant

Il existe une association d'éleveurs nommée « Les Éleveurs de dindon du Canada » dont la mission consiste à développer et renforcer le marché canadien du dindon grâce au système de quota en place. Il existe également des associations d'éleveurs de dindons pour chacune des provinces au Canada. Au Québec toutefois, l'association regroupe tous les producteurs de volaille, soit ceux de poulets et de dindons. D'autres associations en lien avec la production de dindes sont le Conseil canadien des transformateurs d'œufs et de volailles, ainsi que l'Association canadienne des surtransformateurs de volaille (Les éleveurs de dindon du Canada, 2015b).

La production de dindon au Canada est gérée avec un système de gestion de l'offre. Cela signifie que les producteurs s'engagent à fournir aux consommateurs des produits selon les besoins du marché. Il est alors possible de planifier la production et la quantité en fonction des habitudes des consommateurs afin d'éviter les surplus ou les manques et d'ainsi être en mesure de conserver des prix fixes. Pour ce faire, il est primordial de contrôler la quantité de dindon ou de produits dérivés qui entrent au pays (Les éleveurs de dindon du Canada, 2017a). Le gouvernement du Canada a installé des taxes à l'importation qui rendent coûteuse l'importation, puisque la taxe très élevée empêche le vendeur de faire un profit intéressant par rapport à d'autres marchés. Aussi, un prix stable avantage grandement les producteurs canadiens, car ils sont en mesure de prévoir leurs revenus et ainsi leurs dépenses. Le prix étant également supérieur au coût de production moyen au Canada, cela permet aux agriculteurs d'être autonomes et ils nécessitent moins de subventions que d'autres agriculteurs œuvrant dans d'autres productions dont les revenus sont très changeants. Par contre, étant donné la stagnation de la consommation de viande de dindon et le prix élevé des quotas, il est très difficile pour l'industrie de prendre de l'expansion et de permettre le développement d'une relève. En effet, l'agriculteur doit détenir du quota lui permettant de produire un nombre fixe d'oiseaux par année. Ainsi, les producteurs peuvent difficilement agrandir leur ferme aujourd'hui ou en démarrer une

nouvelle. Ils doivent acheter le quota d'un autre producteur de dindon qui vend sa ferme à prix fort.

Le Canada est l'un des derniers pays au monde qui possède des systèmes de gestion de l'offre ou quota. Avec le nouveau traité de libre-échange du partenariat transpacifique signé en octobre dernier qui vient ouvrir les frontières pour permettre l'entrée du lait provenant de l'étranger, certains producteurs sont inquiets pour la survie du quota. Comme plusieurs pays demandent très fortement au Canada d'éliminer les barrières tarifaires des quotas, il est possible que les frontières s'ouvrent à une importation éventuellement (Les éleveurs de dindon du Canada, 2017a).

1.2 Provenance des reproducteurs

La génétique est concentrée par deux compagnies soit Aviagen Turkeys et Hybrid Turkeys. Aviagen Turkeys est une filiale d'Aviagen Group, qui produit pour sa part la génétique des dindes, mais également des poulets de chair. Aviagen Turkeys vend 3 lignées de dindes différentes, comprenant la Nicholas Select qui produit la dinde légère et le B.U.T. Big 9 qui produit les dindons lourds (Aviagen Turkeys, 2017a). Hybrid Turkeys existe depuis 1930 et a été fondée au Canada. Elle fait maintenant partie de la compagnie internationale Hendrix Genetics depuis 2007, et est une compagnie qui se spécialise dans la génétique et la reproduction des animaux d'élevage comprenant des dindes, les poules pondeuses, les pintades, le saumon, la truite et les porcs. Ils offrent également six lignées génétiques de dindons différentes, comme la Hybrid Converter ou la Hybrid XL, selon la mise en marché désirée du producteur (Hybrid Turkeys, 2017b). Les deux compagnies ont développé au fil du temps deux lignées différentes avec des critères de sélection différents.

L'entreprise principale qui vend les reproducteurs au Canada se nomme Hybrid Turkeys. Cette entreprise sélectionne avec soin les arrière-grands-parents, grands-parents et parents qui produisent les reproducteurs. La sélection de ces oiseaux est très forte et seulement 1% sont choisis. Ils sélectionnent les parents en fonction de plusieurs critères comme la morphologie, le poids et la viande qu'ils produisent. L'utilisation de la génomique se développe de plus en plus et deviendra probablement plus utilisée dans la sélection des dindes. En choisissant les oiseaux en fonction de leur génome et certains

gènes, cela permet une amélioration des générations beaucoup plus rapide et efficace (Gruhl, 2016). L'entreprise Hybrid Turkeys vend donc les reproducteurs aux éleveurs qui ont du quota pour les œufs d'incubation, qui eux les élèvent jusqu'à la maturité sexuelle et vendent ensuite les œufs fécondés aux couvoirs.

Une grande particularité des dindons reproducteurs est que la fécondation se pratique actuellement par insémination artificielle (Statistiques Canada, 2009). En effet, suite à une sélection restrictive basée sur la productivité en viande des mâles, ceux-ci sont devenus trop gros pour inséminer naturellement les femelles. Les dindes matures sexuellement pèsent entre 8 à 12 kg, tandis que les mâles en âge de procréer pèsent plus de 30 kg (Meyer et Rouvier, 2009). On observe donc chez le dindon un dimorphisme sexuel très prononcé. Les éleveurs procèdent à une insémination artificielle afin d'éviter de blesser les dindes et d'améliorer la fécondité. L'insémination artificielle a également plusieurs autres avantages comme d'assurer une bonne fécondation des œufs, éviter le gaspillage du sperme mais aussi de régulariser les dindes fécondées (Meyer et Rouvier, 2009).

1.3 Couvoirs

À ce jour, il y a huit couvoirs commerciaux de dindon au Canada, tandis que le nombre d'usines de transformation du dindon inspectées par des agents fédéraux est de 19 (Les éleveurs de dindon du Canada, 2015b). Au Québec, on retrouve actuellement trois couvoirs commerciaux ; le couvoir Unik situé au Mont-Saint-Grégoire, le couvoir Sélect situé à Saint-Adelphe et le couvoir Québec situé à l'Ancienne-Lorette. Plusieurs producteurs du Québec font également venir des dindonneaux du couvoir Cuddy situé en Ontario (Agriculture et agroalimentaire Canada, 2016).

1.4 Éleveurs et type d'élevage

Il existe quatre types de mise en marché pour le dindon. On retrouve les dindons lourds, les dindes mi-lourdes, les dindes à griller et les reproducteurs. Ces termes sont associés au poids d'abattage des oiseaux. En effet, les dindons lourds sont les plus gros et pèsent plus de 10,8 kg et prennent généralement 17 à 20 semaines pour atteindre ce poids. Ce sont aussi seulement des mâles, car les producteurs élèvent les oiseaux par sexe. Les

dindes mi-lourdes pèsent entre 6,2 et 10,8 kg à l'abattage et prennent 12 à 15 semaines à élever. Les dindes à griller sont des jeunes dindons qui viennent à maturité en 10 à 12 semaines et pèsent normalement moins de 6,2 kg. On met en marché les dindes à griller et les dindes mi-lourdes s sous forme de volaille entière, tandis que les dindons lourds sont destinés à la transformation. Finalement, les reproducteurs sont les oiseaux destinés à produire des œufs fécondés qui seront ensuite vendus aux éleveurs de dindons destinés au marché de la consommation (Statistiques Canada, 2009). Toutefois, la demande en dindons lourds destinés à la transformation augmente de plus en plus, et le marché québécois commence à migrer vers ce type de production de dindes.

1.5 Abattoirs et transformation

Lorsque les dindons atteignent le poids désiré en fonction du type de production ils sont envoyés à l'abattoir où les oiseaux sont abattus, déplumés et leurs carcasses sont éviscérées. Il y a ensuite une transformation de ces carcasses afin d'obtenir des coupes répondant au besoin du marché et livrées aux épiceries et aux restaurants. Il existe une Association des abattoirs avicoles du Québec rassemblant six compagnies d'abattage (Conseil de la transformation alimentaire du Québec, 2016). Au Québec, les dindons sont abattus dans le seul abattoir pour dindons, Flamingo, né de l'association entre les compagnies Exceldor et Olymel, déjà présentes dans l'abattage de poulet (Ministère de l'agriculture, 2016).

2- Production et manipulation des œufs et des dindonneaux au couvoir

2.1 Production, ramassage et hygiène des œufs

La ponte chez les dindons reproducteurs débute vers l'âge de 26 semaines et dure normalement jusqu'à 58 semaines. Les reproducteurs sont généralement réformés autour de 58 semaines, car le pourcentage de production d'œuf du troupeau baisse autour de 32%. Il n'est plus rentable de conserver le troupeau de dindes à partir de 58 semaines, car le coût de production devient trop élevé. Le pic de ponte des dindes est de 72% et elles pondront entre 100 et 110 œufs au cours de leur vie. En début de ponte les œufs sont petits et grossissent de plus en plus en fonction de l'âge et du poids de la dinde. Les œufs pesant moins de 70g ne sont pas envoyés en incubation, car ils sont considérés comme trop petits et le dindonneau non viable (Hybrid Turkeys, 2017c). En procédant à l'incubation artificiellement, les éleveurs sont en mesure d'augmenter le nombre d'œufs pondus puisque la dinde ne procédera pas à la couvaison naturelle des œufs, qui vient limiter la ponte (Meyer et Rouvier, 2009).

À la ferme de reproducteurs, les œufs sont récoltés plusieurs fois par jour afin de les garder propres et intacts. Les œufs ne sont pas désinfectés comme les œufs de consommation. Par contre ils peuvent être lavés et brossés s'ils sont trop sales et couverts de résidus fécaux. Par la suite, ils sont réfrigérés à des températures entre 10 à 16°C directement à la ferme pour réduire la croissance embryonnaire. Ils sont ensuite envoyés au couvoir en camion réfrigéré à une fréquence d'une à deux fois par semaine.

2.2 Entreposage et transport des œufs d'incubation

Une fois arrivés au couvoir, les œufs sont entreposés dans des chambres froides, toujours pour ralentir l'embryogénèse (Fasenko, 2007). Selon Hybrid Turkeys, les conditions d'entreposage idéales pour les œufs de dindes oscillent entre 13 à 20°C (55,4 à 68°F) lorsque les œufs y sont gardés jusqu'à 7 jours, et de 10 à 16°C (50 à 60,8°F) lorsqu'ils sont gardés de 7 à plus de 14 jours (Hybrid Turkeys, 2017c). Si l'œuf est placé dans des températures sous 10°C (50°F) pendant plus de 6 heures, cela pourrait entraîner des lésions tissulaires de l'embryon et la mort, si la température atteint 2°C (35,6°F) (Hybrid Turkeys, 2017c). La teneur en humidité relative idéale pour le stockage des œufs de dindons va de 55 à 80%. Au-dessus de ce pourcentage, il y a une grande probabilité de développer des moisissures ou des bactéries nuisibles, tandis qu'une humidité en dessous de ce pourcentage d'humidité entraîne une déshydratation de l'œuf et une réduction du pourcentage d'éclosion (Hybrid Turkeys, 2017c). Fait intéressant, ils doivent être entreposés au moins 24 heures, car on observe des meilleurs taux de d'éclosion (Fasenko, 2007). L'entreposage ne doit pas dépasser 7 jours, car passé ce stage, le taux d'éclosion baisse de façon significative. En effet, on observe une augmentation de la mortalité embryonnaire par déshydratation, ce qui entraîne évidemment une baisse de l'éclosion (Fasenko, 2007). L'entreposage permet de synchroniser les œufs au même stade embryonnaire et ce, peu importe l'heure ou le jour auquel ils ont été pondus. Ainsi, lorsque les œufs sont placés en éclosoir, on obtient une éclosion moins dispersée dans le temps. Les œufs sont installés sur des tablettes avec des alvéoles permettant de les séparer et d'éviter qu'ils ne roulent et se brisent (Figure 1). Ces tablettes sont disposées sur des roulettes ce qui facilite leur transport dans le couvoir.



Figure 1. Œufs de dindes en entreposage (Image prise par Violette Caron Simard,)

Les œufs doivent toujours être bien inspectés à leur arrivée avant d'être entreposés. On ne conserve pas les œufs fêlés, souillés, sales ou avec une coquille molle, car ces œufs peuvent exploser dans l'incubateur et ensuite contaminer les œufs sains (Aviagen Turkeys, 2017b). On élimine également les œufs ridés, granuleux, troués, crayeux, difformes, doubles ou trop petits, car ils ont de fortes chances de ne pas éclore et cela baisserait les résultats d'éclosion. Les œufs sélectionnés pour l'incubation sont ovales présentant une coquille solide, uniforme et une belle pigmentation brune (figure 1) (Hybrid Turkeys, 2017c).

2.3 Incubation

Les œufs sont envoyés dans les incubateurs afin de simuler la couvaison des dindes. L'incubation pour le dindon dure 28 jours. On laisse donc les œufs dans un environnement où l'humidité et la température sont contrôlées au dixième de degré près. Il est primordial de vérifier régulièrement la température d'incubation, car le moindre écart pourrait causer une baisse du taux d'éclosion. Selon Aviagen Turkeys, durant la première semaine d'incubation les températures devraient se situer entre 37,2 et 37,8°C (99,7 et 100,6°F). Pour les deuxième et troisième semaine, la température devrait être entre 37,2 et 37,8°C (99,5 et 100,6°F), et pour la quatrième semaine d'incubation les températures maximales et minimales permises sont de 37,2 à 37,8°C (99,5 et 100,8°F) (Aviagen Turkeys, 2017b). Au vu de ces températures minimales et maximales en fonction du temps d'incubation, on voit que la précision est primordiale dans l'incubation des œufs de dindes, pour obtenir un taux d'éclosion optimal. Les couvoirs ont chacun leurs propres cycles de températures établie en fonction des types d'appareils qu'ils utilisent, mais la température doit être très élevée. Il existe des alarmes pour avertir les employés du couvoir si la température ou l'humidité venait à monter ou descendre malgré les recommandations. Une température trop élevée entraîne une hausse de mortalité embryonnaire dans les jours 16 à 24 d'incubation mais aussi une malposition de l'embryon dans l'œuf et des problèmes physiques chez le dindonneau comme une rupture du sac vitellin, des cataractes ou des têtes œdémateuses (Aviagen Turkeys, 2017b). Une température trop faible entraîne plutôt une éclosion tardive ou une impossibilité des embryons à sortir de leur coquille (Aviagen Turkeys, 2017b).

2.4 Éclosion

Environ 3 jours avant la date prévue de l'éclosion, les œufs sont transférés dans les tiroirs pour permettre aux oisillons d'être sur une surface plane lors de l'éclosion. Les températures et l'humidité sont réduites car l'œuf a tendance à perdre beaucoup d'eau ce qui favorise une augmentation du taux d'humidité de l'éclosoir. Normalement l'éclosion se déroule sur plusieurs heures. Les premiers dindonneaux éclosent dès les premières 36 heures avant la sortie de l'éclosoir. Normalement, 12 heures avant la sortie, 95% des dindonneaux devraient avoir éclos (Hybrid Turkeys, 2017c).

Un taux de fertilité normale chez les dindes inséminées artificiellement se situe entre le 95 et 97%. La mortalité embryonnaire ne devrait pas excéder les 2%, ce qui pourrait indiquer un problème lié soit aux manipulations ou à l'entreposage. Ensuite, la mortalité embryonnaire ne devrait pas dépasser 1,5%, ce qui suggère un problème lié à l'incubation. Finalement, la mortalité tardive représente en général 3% des œufs (Hybrid Turkeys, 2017c).

2.5 Manipulation des dindonneaux au couvoir

Une fois sorti de l'éclosoir, les dindonneaux sont tout d'abord sexés. En effet, il est important de les sexer en premier parce que les manipulations faites ne sont pas les mêmes en fonction du sexe, mais également parce que les élevages se font généralement séparément. Il est plus facile pour un éleveur d'avoir seulement par exemple des mâles à griller ou des femelles lourdes, plutôt que les deux sexes mélangés. Le suivi du troupeau est plus facile, et la gestion aussi. Procéder au sexage des dindonneaux est beaucoup plus délicat que celui des poussins. On doit inverser le cloaque des dindonneaux et des employés sont formés pour

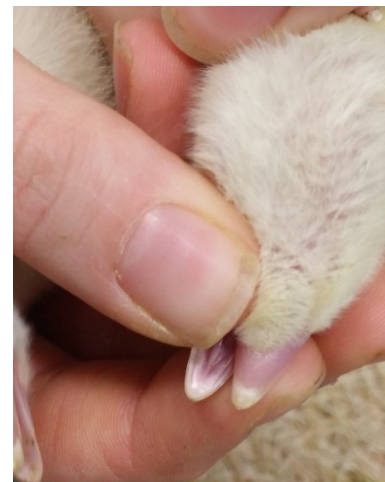


Figure 2. Taille du bec au laser (Image prise par Violette Caron Simard)

détecter à l'œil s'il s'agit de mâle ou de femelle. Si le sexage n'est pas fait correctement, on peut causer des blessures au dindonneau comme une rupture du sac vitellin (Hammond

et Marsden, 1937). Les manipulations effectuées par la suite changent en fonction des appareils que possèdent les couvoirs, ainsi que les habitudes de travail qu'ils ont développées. Mais normalement, tous les ongles des dindonneaux, mâles et femelles, sont coupés, au laser. Ceci évite les blessures, car les dindons développent en grandissant des ongles longs et acérés. En coupant les ongles au laser, on évite que ceux-ci repoussent, et s'ils repoussent tout de même, ils sont beaucoup moins tranchants. Par la suite, le couvoir procède à la taille du bec (Figure 2). Il existe deux méthodes possibles pour cette taille de bec, la première est un robot qui coupe et cautérise le bec au même moment, l'autre est plutôt un robot qui coupe le bec avec un laser infrarouge. Cette taille permet d'éviter le becquetage entre les congénères et donc des blessures et des souffrances inutiles (Henderson et al., 2009).

Ensuite, les couvoirs procèdent parfois à une injection de vaccins ou d'un soluté sucré qui aide les dindonneaux à rester en forme jusqu'à l'arrivée à la ferme (Figure 3). Toutefois, il est interdit depuis mai 2014 au Canada de donner en prévention au couvoir des antibiotiques de classe I (Chickens Farmers of Canada, 2016). Les injections d'antibiotiques au couvoir sont donc vouées à disparaître. Finalement, les couvoirs du Québec procèdent à l'ablation des ergots chez les femelles seulement. Les dindes ont tendance à faire des petits vols et elles peuvent blesser leurs congénères en atterrissant. Les mâles sont trop lourds et volent très peu.



Figure 3. Injection d'un soluté sucré chez les dindonneaux (Image prise par Violette Caron Simard)

Toutes ces manipulations causent un grand stress chez les dindonneaux, qui viennent déjà de fournir un effort considérable pour sortir de leur coquille (Wittmann et Weiss, 1981). De plus, les blessures causées par la coupe du bec, des griffes et de l'ergot viennent utiliser une grande quantité de glucose chez le dindonneau qui n'a toujours consommé aucune nourriture lors de ces manipulations (Cahill, 1986). Il réussit toutefois à survivre grâce à son sac vitellin, mais il est primordial que le dindonneau soit livré

rapidement à la ferme afin qu'il puisse consommer de la moulée et remonter son taux de glucose sanguin (Donaldson et Christensen, 1991).

2.6 Transport à la ferme

Finalement, les dindonneaux sont placés dans des boîtes de transport pour être envoyés dans les fermes (Figure 4). Les boîtes de dindonneaux sont particulières, car elles possèdent des séparations et un fond recouvert de bois tressé. Ce paillis permet d'éviter que les dindonneaux ne s'éjarrrent. S'éjarrer signifie que les pattes des dindonneaux s'écartent complètement à l'opposée



Figure 4. Dindonneaux placés dans une boîte de transport (Image prise par Violette Caron Simard)

l'une de l'autre. Le dindonneau devient donc assis comme s'il effectuait un grand écart et il n'est plus en mesure de se relever par eux-mêmes. Les dindonneaux ont tendance à glisser sur des surfaces planes, ce qui fait que leurs pattes s'écartent et de ce fait ils peuvent s'éjarrer. Les séparations sont également nécessaires, car les dindons sont des oiseaux très peureux et se montent les uns sur les autres. En mettant des séparations, on diminue les possibilités d'empilement et ainsi d'étouffer les oiseaux du dessous. Les boîtes contiennent normalement 102 dindonneaux, mais en été, par grandes chaleurs, les couvoirs peuvent abaisser le nombre à 85 afin d'éviter qu'ils n'aient trop chaud. Les couvoirs livrent aussi toujours 2% de dindonneaux de plus gratuitement afin de compenser pour les mortalités normales en début d'élevage (d'où le chiffre 102). Il peut arriver aussi, lorsqu'un lot de dindonneaux semble moins en forme ou plus petits, que le couvoir donne plus de 2% s'il estime que la mortalité du lot pourrait être supérieure (Hybrid Turkeys, 2017c).

Les boîtes contenant les dindonneaux sont ensuite empilées les unes sur les autres et placées dans des camions pour le transport vers la ferme. Il est très important que les camions servant au transport des dindonneaux aient une température ajustable, autant pour l'hiver que l'été, car les dindonneaux sont poïkilothermes et donc très sensibles aux

variations de températures (Hill, 2001). Parfois les dindonneaux peuvent faire plusieurs heures de transport puisque les fermes ne se trouvent pas nécessairement près du couvoir. Les camions ont donc des ventilateurs à l'intérieur et un chauffage avec contrôle thermique permettant de conserver une température élevée et stable lors du transport en hiver. Aussi, ils ont des trappes d'air sur le côté permettant de refroidir les oiseaux en période de grande chaleur. Il est important que le chauffeur soit attentif à la température de son chargement, car les dindonneaux sont très fragiles, et une température inadéquate pourrait signifier une mortalité plus élevée pour la ferme qui va recevoir les oiseaux.

Il ne faut pas oublier que le transport est un élément très stressant pour les dindonneaux, car il y a beaucoup de bruits, pas d'accès à l'eau ou à de la nourriture, mais aussi des vibrations et un surpeuplement dans les boîtes de transport (Iresha Kapur et Mehra, 2012). Une fois arrivée à la ferme, le producteur doit donc s'assurer de la qualité des dindonneaux qui lui sont livrés et ajuster ses méthodes d'élevage en conséquence des dindonneaux qu'il reçoit. Il doit faire attention à l'homogénéité des dindonneaux, et s'assurer qu'il n'en ai pas qui pèsent sous le 50g, car généralement ils ne sont pas viables (Institut technique de l'Aviculture, 1976). Il doit vérifier qu'ils ne sont pas déshydratés, car cela pourrait signifier qu'il y a eu trop de temps entre l'éclosion et la livraison, ou que l'humidité était trop basse dans l'éclosoir.

2.7 Couvaion chez le poussin

Le principe de couvaion chez le dindonneau et le poussin se ressemble passablement. Les couvoirs doivent sélectionner les œufs qu'ils vont mettre en incubation selon leur propreté et la qualité de la coquille (Aviagen, 2017a). Ils peuvent aussi être conservés dans une chambre froide pendant moins de 7 jours à une température de 15°C, à une humidité de 70 à 75% (Aviagen, 2017a).

Contrairement au dindonneau, l'éclosion chez le poussin se fait 21 jours après la ponte (Meyer et Rouvier, 2009). Il s'agit d'une différence notable, puisque les dindonneaux vont éclore après 28 jours. Comme chez le dindonneau toutefois, les températures, l'humidité relative et la ventilation sont des facteurs très importants à prendre en

considération lors de l'incubation de l'œuf. Il faut s'assurer que la température ne s'écarte pas des recommandations, et il faut aussi s'assurer que l'eau ne s'évapore pas trop de l'œuf. Le groupe Aviagen qui vend le poulet de chair Ross, un type de poulet très utilisé au Québec, recommande une température entre 40 et 45°C (104 et 113°F) dans l'incubateur (Aviagen, 2017a). L'œuf doit toujours être à une température de 37,8°C (98,6°F) et atteindre 38,3°C (100,4°F) vers la fin de l'incubation. Il faut aussi tourner les œufs régulièrement. Les œufs ne peuvent pas perdre plus de 12 à 14% de leur poids initial en évaporation (Brugère-Picoux, Vaillancourt, Bouzouaia, Shivaprasad et Venne, 2015). S'ils en perdent plus, cela signifie que l'humidité est incorrecte dans l'incubateur. Elle doit toujours y être autour de 75% dans les sept premiers jours et 80% pour le reste de l'incubation (Tullet, 2009). La ventilation sert principalement à évacuer le CO₂ présent dans l'incubateur. Les œufs sont transférés après 18 jours d'incubation dans un éclosoir. Une fois l'éclosion terminée, les couvoirs devraient regarder les débris restant dans l'éclosoir, car c'est un bon indicateur des problèmes qui se sont produits pendant le tournage des œufs ou les manipulations (Aviagen, 2017a).

Certaines manipulations sont également faites au couvoir avant le transport des poussins à la ferme. Les poussins sont également sexés, mais le sexage chez les poussins est rapide et facile à déterminer. Il suffit de regarder leurs ailes; les mâles vont avoir des plumes primaires plus courtes que les autres, tandis que chez les femelles elles auront la même longueur de plumes primaires et secondaires (Card, 2016). Ce trait est la conséquence génétique pour le sexage à l'aile. Chez les poulets de chair, on ne procède toutefois pas à la coupe de l'ergot et du bec.

3- Physiologie des dindons

Les dindons ont une physiologie différente de celle des poussins. Plusieurs éléments sont à considérer comme l'immaturation des dindonneaux à l'arrivée dans la ferme, la poïkilothermie et la prise alimentaire.

3.1 Immaturité

Les dindonneaux sont très fragiles lors de leurs premiers jours de vie. On remarque souvent un gros pic de mortalité autour des jours 3 et 4 de production. Cette mortalité s'explique en partie par l'épuisement du sac vitellin. Il s'agit du jaune d'œuf situé dans la cavité cœlomique au moment de l'éclosion et qui contient les éléments nutritifs nécessaires pour permettre au dindonneau de subsister en début de vie. Normalement, le sac vitellin permet au dindonneau de survivre environ 3 jours sans manger. Les nutriments sont transférés du sac vitellin par le sang et les intestins (Lilburn et Loeffler, 2015). La constitution du sac vitellin chez le dindonneau est principalement de lipides comme l'acide gras oléique (45% des acides gras totaux), palmitique (27%), linoléique (16%), stéarique (11%) et l'acide gras palmitoléique (1%) (Reidy, Atkinson et Leeson, 1998). Le reste du sac vitellin est constitué principalement d'eau. L'oiseau doit aussi boire rapidement, car la température ambiante étant très élevée, le dindonneau se déshydrate après environ 24 heures (Hill, 2001). Il est donc primordial que les dindonneaux trouvent l'eau et la nourriture rapidement. Ceux n'ayant pas trouvé l'eau ou la nourriture vont mourir, et c'est ce qui explique un taux de mortalité relativement élevé dans les premiers jours de la production.

3.2 Poïkilothermie

Les dindonneaux dans leurs premiers jours de vie sont poïkilothermes. Ils sont donc incapables de réguler leur température corporelle par eux-mêmes pendant leurs premiers jours de vie. Cela peut prendre jusqu'à 4 semaines de vie pour que les dindes domestiques deviennent complètement matures et soient en mesure de réguler leur température sans nécessiter de température extérieure plus élevée (Dawson et Whittow, 2000). Les dindonneaux n'ont pas développé la transition totale pour devenir homéothermes avant l'âge de deux semaines, mais les premières 48 heures sont vraiment vitales. La température ambiante doit donc être optimale pour permettre aux dindonneaux d'avoir une température corporelle se situant entre 103 et 104°F (39,4 et 40°C) (Brugère-Picoux et al., 2015). Il faut considérer la température tout au long des premières heures de vie, donc celle de la salle de manipulation au couvoir, le camion de transport et évidemment la température de la

ferme (Hill, 2001). Il faut aussi contrôler l'humidité et les courants d'airs, car ces éléments peuvent aussi venir réduire la température corporelle des dindonneaux. On peut mesurer cette température corporelle grâce à un thermomètre électronique qu'on appuie contre le cloaque. En optimisant la température corporelle des dindonneaux tout le long de la chaîne de production, cela permet aux producteurs d'éviter une perte au niveau de la performance d'élevage. En effet, quand les dindonneaux sont confortables, ils sont plus actifs et ont ainsi tendance à se déplacer vers la nourriture.

3.3 Digestion et nutrition

Malgré que les dindonneaux aient un sac vitellin qui leur permet de survivre quelque temps, il est tout de même important qu'ils trouvent rapidement la nourriture et l'eau. Il faut également que ceux-ci soient attirants pour le dindonneau et qu'il ait envie de les consommer. Pour ce faire, l'eau doit être propre et fraîche (Bestman, Ruis, Heijmans et Van Middlkoop, 2011).

En effet, lorsque les dindonneaux ont accès rapidement à de la nourriture à la ferme, la croissance est optimisée (Noy, Geyra et Sklan, 2001). Ces chercheurs ont trouvé que chez les dindonneaux âgés de trois jours, leur poids corporel était supérieur de 4 à 5% par rapport aux dindonneaux n'ayant pas accès à de la nourriture dans les bacs de transport. Cette croissance augmentait de 5 à 8% lorsque les dindons, autant mâles que femelles, atteignaient âgés de 20. Il s'agit d'une différence notable pour les producteurs, car lorsque la croissance et l'efficacité alimentaire des oiseaux est améliorée, cela vient aussi diminuer les coûts de production.

Ainsi, si on ne leur fournit pas de nourriture supplémentaire dans le transport, les dindonneaux utiliseront leur sac vitellin, tout en continuant de consommer de la nourriture, ce qui leur permettra une meilleure croissance que ceux qui n'ont pas accès à la moulée avant quelques heures. Aussi, le fait de consommer de la nourriture rapidement favorise un développement plus précoce du petit intestin. Le nombre de cellules par villosité intestinale et la surface de villosité sont supérieurs d'environ 8,6% après 48 heures avec les dindonneaux ayant consommé de la moulée hâtivement (Noy et al., 2001). Le fait de mieux

développer la surface d'absorption des intestins permet aux dindonneaux de mieux digérer et absorber la moulée et ainsi que d'augmenter la croissance initiale (Noy et Sklan, 1999).

Il a été observé que les dindonneaux sortant de l'incubateur font en général 2 à 3,5 grammes de plus que lorsque les oiseaux sont livrés en ferme (Noy et Sklan, 1999). En effet, il a été démontré que les dindonneaux qui ne consomment pas de la nourriture dès l'éclosion perdent environ entre 0,14 et 0,17 grammes par heure (Noy et Sklan, 1999). Donc, l'ajout de nourriture aux dindonneaux au couvoir, permettrait de produire des dindonneaux plus lourds et plus forts, tout en ayant stimulé leur développement intestinal (Noy et Sklan, 1999).

Pour ce qui est de la nourriture de départ, les meuneries du Québec utilisent actuellement en général une moulée avec des granules grossiers autour de 1200 μm (Lebel, 2017). On peut utiliser une moulée qui comprend des granules fin (moins de 600 μm) et grossiers (plus de 1500 μm), car les dindes ont tendance à trier et ils peuvent donc sélectionner les granules qui leur conviennent le mieux (Lebel, 2017). Les volailles sont des animaux très habiles pour effectuer le triage dans leur moulée et elles auront tendance à privilégier les grains grossiers à la farine (Picard, Le Fur, Melcion et Bouchot, 2000). Le taux et la grosseur de granules grossiers versus fins varie selon l'âge du troupeau. Au départ, on veut un taux minimum de 25% de granules grossiers. Une moulée de cette taille permet de réduire la vitesse de digestion et tout en réduisant les déjections liquides (Gruhl, 2016). Selon Aviagen, les dindonneaux conservent leur moulée de départ jusqu'à l'âge de 28 jours environ, et ils recommandent environ 26 à 28% de protéines dans la ration, avec 3020 kcalories par kg de moulée (Aviagen Turkeys, 2017c). Le taux de protéines dans la ration est élevé, car les dindonneaux étant en croissance ils ont un besoin en protéines plus élevé qu'une dinde adulte.

L'eau est un élément primordial pour les dindonneaux nouvellement éclos, puisque leur système rénal n'est pas tout à fait mature avant leurs premiers jours de vie (Christensen, 2009). Ce système permet de réguler la balance de l'eau dans le corps et la concentration de glucose dans le sang. Il faut donc qu'ils boivent rapidement dès les premiers jours pour éviter de se déshydrater et se retrouver avec une hypoglycémie (Christensen, 2009).

4- Régie du démarrage

La régie d'élevage du démarrage est la partie la plus importante à laquelle les producteurs doivent porter attention. Il y a beaucoup de choses à prendre en considération pour avoir un départ adéquat et ainsi des bons résultats au final.

4.1 Préparation du poulailler

4.1.1 Lavage et désinfection

Tout d'abord il est très important de préparer le poulailler à l'arrivée des dindonneaux. Ceux-ci sont jeunes et immatures, ils ont besoin d'arriver dans un environnement propre et chaud. Pour que la ferme soit propre, les producteurs devraient tout laver et désinfecter entre chaque lot. Une bonne hygiène du milieu de vie des oiseaux permet de contrôler la biosécurité de l'endroit et donc d'éviter des maladies.

Il faut savoir qu'il existe un Programme de salubrité des aliments à la ferme (PSAF) qui est obligatoire par tous les producteurs de dindons du Canada. Ce programme précise les protocoles de biosécurité à suivre par les producteurs afin d'améliorer la biosécurité sur les fermes et ainsi éviter la propagation des maladies (Les éleveurs de dindon du Canada, 2017b). Ce programme a été établi conjointement avec l'Agence Canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Des audits par un tiers parti sont faits régulièrement sur les fermes pour s'assurer que tous les producteurs respectent les règles à suivre. Il est donc assuré que tous les producteurs ont les mêmes méthodes pour ce qui est du lavage et de la désinfection (Agriculture et agroalimentaire Canada, 2012). Tous les documents en lien avec les méthodes d'élevages sont conservés pendant un minimum de deux ans dans les dossiers.

Les fermes doivent tenir un registre des visiteurs qui exigent que chaque visiteur signe et avise le moment de sa dernière visite sur une ferme avicole. Les visiteurs doivent également porter des couvre-chaussures, se laver les mains et les désinfecter. Il doivent aussi porter des vêtements propres, n'ayant pas été porté depuis leur lavage sur d'autres fermes avicoles (Agriculture et agroalimentaire Canada, 2012). Entre chaque lot, il doit y avoir un vide sanitaire de 7 à 10 jours minimum, idéalement 14 jours, qui permet de vider la bâtisse au complet de la litière, la moulée, l'eau et de la nettoyer en profondeur

(Agriculture et agroalimentaire Canada, 2012). On enlève les matières organiques grâce au lavage de tous les équipements et de tout l'environnement des dindonneaux. Pour ce faire, les producteurs doivent utiliser un détergent pour enlever les microfilms de bactéries et réduire l'utilisation d'eau. Par la suite, les producteurs doivent enlever tout ce détergent en lavant avec des jets d'eau à haute pression. Tout doit être absolument sec avant l'application du désinfectant qui vient terminer les étapes de lavage entre les lots. Le lavage avec détergent élimine une grande partie, mais il reste suffisamment de microbes pour causer des dommages au prochain élevage. Le désinfectant est pour sa part efficace contre les bactéries, champignons et virus et permet d'éliminer une bonne partie du reste des microbes nuisibles.

Les producteurs de dindons doivent aussi obligatoirement laver et désinfecter les lignes d'eau entre chacun des élevages pour éliminer la présence de biofilms dans les installations qui pourraient causer du tort au prochain lot (Agriculture et agroalimentaire Canada, 2012). Avant l'entrée des animaux, les producteurs doivent vider correctement la ligne d'eau de toute trace de désinfectant, car celui-ci pourrait être dommageable, voire mortel pour les dindonneaux. L'eau doit être analysée au moins une fois par année pour s'assurer que le nombre de coliformes totaux par 100ml à l'intérieur des lignes d'eau soit inférieur à 10 coliformes (Agriculture et agroalimentaire Canada, 2012).

Il est également obligatoire selon le PSAF de contrôler la population d'insectes et de rongeurs dans le bâtiment afin d'empêcher la propagation de maladies provenant de l'extérieur ou des précédents lots (Agriculture et agroalimentaire Canada, 2012). Le contrôle des rongeurs se fait en continu durant le lot, tandis que le contrôle des insectes doit se faire entre les lots afin d'éviter de mettre des insecticides en présence des oiseaux. Avant d'appliquer l'insecticide, le bâtiment doit être chauffé pour faire sortir les insectes des murs. Cette désinfection se fait normalement avant le lavage du bâtiment qui permettra d'éliminer les insectes morts. Comme insectes nuisibles se retrouvant sur les fermes au Québec, nous avons principalement les ténébrions et les mouches, mais aussi tout autre insecte capable de se faufiler dans les fermes et de transporter des maladies de l'extérieur (Aviagen Turkeys, 2015).

Toutes ces manipulations permettent au producteur d'améliorer sa biosécurité et d'ainsi éviter l'introduction de maladie. Si les dindonneaux sont malades dès le départ, alors cela aura des répercussions tout au long de l'élevage et peut entraîner un gain de poids et une conversion alimentaire plus faible et des coûts d'élevage plus élevés.

4.1.2 Équipements

Il existe plusieurs types d'équipement nécessaire à un bon départ des dindonneaux. Le type d'équipement utilisé dans les fermes varie selon le choix du producteur et aussi selon les installations qu'il possède déjà. Chaque type a son avantage et son inconvénient, et il convient donc au producteur de choisir celui avec lequel il préfère travailler. Les producteurs doivent avoir des mangeoires et des abreuvoirs adaptés aux dindes. Ceux-ci sont plus gros que ceux pour les poulets. Dans les mangeoires, on retrouve des alvéoles qui sont souvent ajoutées en surplus dans les premiers jours et remplies de nourriture afin de permettre aux jeunes dindonneaux de trouver à manger facilement. Les producteurs ont aussi généralement des soigneurs à plats avec vis sans fins. Il s'agit d'un système robuste qui permet de remplir la ligne de mangeoires au complet. Pour ce qui est des distributeurs d'eau, on retrouve souvent ce que l'on appelle des tuques ou cloches, ou un système à tétines (Figure 5). Il est important de s'assurer de la hauteur des lignes d'eau pour le système à tétine. La ligne ne doit pas être trop haute pour que les oiseaux aient accès à l'eau facilement, mais si elle est trop basse, il y pourrait y avoir des inondations (Aviagen Turkeys, 2015).



Figure 5. Systèmes de distributeurs d'eau régulièrement utilisés dans la production de dindon. La tuque ou cloche est représentée sur l'image de gauche et le système à tétines est représenté sur l'image de droite. (Image prise par Violette Caron Simard)

Le chauffage est nécessaire au Québec dans les fermes de dindonneaux, puisqu'en hiver la température peut descendre rapidement. Il est aussi nécessaire lors des départs de dindonneaux qui nécessitent une chaleur ambiante assez élevée pour leur confort (Christensen, 2014) (Lara et Rostagno, 2013). Les producteurs utilisent généralement des éleveuses au propane ou des tubes radiants au propane (Figure 6). L'avantage des tubes radiants est qu'ils permettent de chauffer une plus grande superficie que les éleveuses. Ils sont aussi plus sécuritaires car ils n'ont pas de flamme exposée. Toutefois, lorsqu'il y a une panne d'électricité, les tubes radiants deviennent non fonctionnels, contrairement aux éleveuses. Les deux types de chauffages sont toutefois très économiques. On retrouve aussi parfois un chauffage central à eau chaude, mais il est très coûteux. Par contre, il est plus sécuritaire, car il n'utilise pas de flammes comparativement aux autres systèmes.



Figure 6. Photographie d'un chauffage au propane à gauche et d'un chauffage à tube radiant à droite (Images prises par Violette Caron Simard)

La ventilation dans les fermes de dindons doit également être précise car les dindons sont très sensibles aux teneurs de CO, CO₂ et NH₃. Une bonne ventilation permet d'éliminer ces gaz toxiques et d'améliorer la qualité de vie des dindons. Aujourd'hui, la plupart des fermes sont équipées de systèmes automatiques qui permettent de contrôler la température et l'humidité ambiante selon la saison. Par contre, le débit minimum que l'on retrouve généralement en hiver devrait être d'au moins 10% pour permettre de renouveler l'oxygène dans la bâtisse. L'entrée d'air doit présenter une superficie trois fois plus grande que la superficie des sorties d'airs, ce qui permet de générer une vitesse d'air constante.

Pour ce qui est de la litière, les producteurs du Québec utilisent en très grande majorité une litière de ripe de bois de 2 à 3 pouces d'épaisseur. Il est obligatoire selon le

PSAF pour les producteurs de dindons au Québec de changer la litière entre les lots de dindes, afin d'améliorer la biosécurité (Agriculture et agroalimentaire Canada, 2012).

4.1.3 Environnement et confort

Il est primordial d'étendre la litière fraîche quelques jours dans la ferme avant d'y faire entrer les dindonneaux pour qu'elle puisse sécher. Une litière humide rendra les dindonneaux très inconfortables et augmentera l'humidité dans l'air. Aussi, une litière humide permet aux bactéries de se propager, tandis qu'une litière sèche est néfastes aux bactéries (Brugère-Picoux et al., 2015). L'humidité doit être maintenue autour de 60% pour un bien-être optimal des dindons (Appleby, Hughes et Elson, 1992). Un taux d'humidité trop élevé peut causer des problèmes aux dindonneaux à conserver leur température corporelle basse. En effet, les dindonneaux évacuent le surplus de chaleur en haletant et étendant ses ailes; il s'agit du refroidissement par conduction. En haletant, ils expirent de l'eau par leurs poumons, cela leur permet de baisser leur température corporelle (Appleby et al., 1992). Si l'humidité dans la pièce est supérieure à 60%, alors le dindonneau ne sera pas en mesure d'excréter l'humidité lors de sa respiration. Il ne pourra donc pas abaisser sa température corporelle, puisqu'il est incapable de suer et réduire sa température autrement. Lorsque le poussin a trop chaud aussi et qu'il évapore beaucoup d'eau à l'aide de son système respiratoire, il finit par se déshydrater. Ensuite, comme cela lui nécessite beaucoup d'énergie, il s'affaiblit rapidement et ne se déplace plus pour manger ou boire (Institut technique de l'Aviculture, 1976). Il finit donc par se déshydrater encore plus, et cela peut mener jusqu'à sa mort.

Le dioxyde de carbone contenu dans l'air doit être sous les 2500 ppm et le taux de monoxyde de carbone sous les 20 ppm. Au-dessus de ces seuils on pourrait observer des dindonneaux inactifs et une mortalité précoce (Hall, 2016). Pour ce qui est de la température à ajuster, les dindonneaux doivent avoir une température cloacale qui se situe entre 39,4 et 40°C (103 et 104°F) pour être confortables (Christensen, 2014). Normalement, la température de plancher mesurée avec un thermomètre infrarouge doit être autour de 33 à 35°C (91,4 à 95°F) pour permettre aux dindonneaux d'avoir cette température cloacale (Gruhl, 2016).

Pour ce qui est de l'éclairage, les recommandations établies par la compagnie Hybrid Turkeys sont une luminosité à la hauteur des yeux des dindonneaux et un minimum de 60 lux (Hybrid Turkeys, 2017a). Selon le Conseil des productions animales du Québec toutefois, il faudrait un minimum de 35 lux pendant les quatre premiers jours, pour permettre aux dindonneaux de localiser les trémies et les abreuvoirs (Gosselin, Jacques et Pouliot, 1998).

4.2 Arrivée des dindonneaux

À l'arrivée des dindonneaux tout doit être prêt afin qu'ils ne manquent de rien. La nourriture doit être dans les mangeoires et alvéoles ou plats supplémentaires depuis environ une journée pour être à la température ambiante. Les dindonneaux sont moins attirés par la nourriture qui est froide. La température de la litière et la température du bâtiment sont également des facteurs primordiaux. Il faut donc s'assurer de chauffer le tout quelques jours à l'avance afin que le sol soit chaud et confortable. Le dindonneau dans ses premiers jours de vie est poïkilotherme, ce qui signifie qu'il ne peut pas ajuster la chaleur de son corps en fonction de la température ambiante (Hill, 2001). Il faut donc s'assurer que la température du bâtiment et de la nourriture avoisinent 34 à 35°C (93,2 à 95°F), soit plus faible que sa température corporelle qui est de 39°C (102,2°F) (Gosselin et al., 1998). Normalement, les producteurs devraient chauffer leurs bâtiments de 12 à 48 heures avant l'entrée des dindonneaux pour s'assurer une température de la litière adéquate lors de leur arrivée (Gosselin et al., 1998).

Les producteurs de dindes au Québec utilisent parfois des barrières en carton d'environ 10 cm de hauteur pour délimiter l'aire de démarrage et ainsi empêcher les dindonneaux de s'éloigner de la nourriture et de l'eau. D'autres producteurs allument seulement une rangée de lumières afin d'attirer les dindonneaux à cet endroit pour les encourager à y rester, mais ils ne mettent pas de barrières de carton. Les barrières sont retirées généralement après 5 à 10 jours. Certains vont également ajouter des bols de nourritures et d'eau supplémentaires afin d'optimiser le fait que les dindonneaux trouvent leur nourriture et l'eau très facilement.

L'éleveur doit vérifier régulièrement ses dindonneaux dans les premiers jours afin de s'assurer que la température du milieu est adéquate et que les dindonneaux ont mangé, ne sont pas déshydratés et qu'ils ne s'empilent pas. Pour vérifier si les oiseaux sont à température optimale, il suffit d'observer leur comportement. S'ils se tiennent en groupe serré près des lampes chauffantes c'est qu'il fait trop froid, tandis que si les dindonneaux sont éparpillés et qu'ils bougent peu alors c'est probablement que le milieu est trop chaud. Il faut donc ajuster les commandes de chauffage en conséquence (Gosselin et al., 1998). La température corporelle du dindonneau est également un excellent indicateur de confort des oiseaux. Pour vérifier si les poussins se sont nourris et qu'ils ont bu, il suffit d'observer la taille de leur jabot (Figure 7) tandis que l'état d'hydratation est perceptible en examinant les pattes (Chaire en recherche avicole de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal, 2015).



Figure 7. Grade de remplissage du jabot. La première image à gauche représente un jabot vite avec une cote de 0, celle du centre un jabot un peu rempli de moulée avec une cote de 1 et l'image de droite représente un jabot bien rempli avec une cote de 2 (images prises par Violette Caron)

4.3 Régie du démarrage chez le poussin

La régie du démarrage chez les poussins est très semblable à ce que l'on retrouve dans le dindonneau. Comme dans le dindonneau, il est primordial de bien comprendre et d'optimiser les sept premiers jours dans l'élevage de poulets, si l'on souhaite que les producteurs atteignent une productivité optimale et ainsi un meilleur profit (Hammond, 2016). Il faut donc que les producteurs soient très attentifs lors de l'arrivée des oiseaux pour que tout soit en place, et rester présents lors de la première semaine d'élevage. Il faut aussi installer tous les équipements, la litière et la moulée quelques jours avant l'entrée des

poussins, afin qu'ils puissent prendre le temps de se réchauffer pour atteindre une température idéale pour les poussins.

Pour la litière, chez le poussin on vise une litière propre et sèche d'environ 5cm d'épaisseur partout dans la pièce. Il faut la laisser reposer quelques jours, afin de s'assurer qu'elle soit complètement sèche lors de l'arrivée des poussins, mais aussi pour qu'elle ait pris le temps de bien se réchauffer (Hammond, 2016).

On retrouve un programme similaire au PSAF, le Programme d'Assurance Salubrité à la Ferme (PASAF) dans les fermes de poulets de chair que celui utilisé dans les fermes de dindonneaux (Les Éleveurs de volailles du Québec, 2017). Ils ont donc les mêmes règles pour la désinfection des lignes d'eau, de la bâtisse et pour le contrôle des insectes nuisibles et des rongeurs (Agriculture et agroalimentaire Canada, 2012).

4.3.1 Environnement et confort

La température ambiante idéale visée lors de l'arrivée des poussins est de 32°C (89,6°F) (Yalcin et al., 2017). Il est ensuite conseillé de réduire cette température de 2 degrés après 2, 7, 14 et 21 jours d'élevage pour s'assurer d'un confort optimal des poulets. Les poussins ont besoin d'une température élevée dès leur arrivée, car eux aussi sont poïkilothermes dans leurs premiers jours de vie (Hill, 2001). Pour s'assurer que la température est adéquate, on peut mesurer la température cloacale des poussins qui doit se situer entre 40 et 40,8°C (Malheiros et al., 2000). Ces chercheurs ont prouvé que lorsque les poussins étaient dans une température ambiante sous les 20°C (68°F), ils avaient un poids corporel plus bas de 20g environ que ceux ayant été élevé dans une température ambiante de 25 ou 35°C (77 ou 95°F). Il faut également que la ferme ait été chauffée pendant un à quatre jours avant l'arrivée des dindonneaux à 31°C (87,8°F) sous les éleveuses afin de chauffer la litière et lui laisser le temps de sécher (Gosselin et al., 1998). La température de la ferme doit être montée à 34°C (93,2°F) environ 12 heures avant le placement des oiseaux pour permettre aux planchers qui sont en béton de se réchauffer (Hammond, 2016). Ensuite, une fois les poussins arrivés, la température est ajustée à 32°C (89,6°F).

L'humidité est également un facteur important à considérer compte tenu que les poussins ne sont pas en mesure d'ajuster leur température corporelle. En effet, l'humidité peut affecter la température ressentie par les oiseaux. L'humidité doit être maintenue entre 40 à 60% pour permettre un environnement idéal aux poussins lors de leur arrivée et des premiers jours (Hammond, 2016).

La qualité de l'air est un autre élément auquel les producteurs doivent faire très attention, autant pour eux que pour les poulets qu'ils vont élever. Les poulets sont sujets aux mêmes normes de qualité de l'air que les dindonneaux.

L'équipement utilisé dans les productions de poulets de chair est très semblable à celui des dindonneaux, la principale différence étant principalement la taille de l'équipement, celui des poulets de chair est plus petit que celui des dindons de chair. Selon les recommandations du Conseil des productions animales du Québec, les mangeoires et les abreuvoirs doivent être à un maximum de 3 à 4 mètres de distances l'un de l'autre pour éviter un trop grand déplacement aux poussins qui pourraient avoir de la difficulté à se nourrir et s'abreuver correctement. Il n'existe actuellement pas de recommandations faites par le gouvernement au niveau des mangeoires et abreuvoirs pour la production de dindons au Québec.

4.3.2 Arrivée des poussins

Lorsque les producteurs débarquent les poussins, il est recommandé de le faire sous une luminosité de 20 lux, afin d'éviter de les stresser avec une lumière trop intense (Gosselin et al., 1998). Une faible luminosité permet de les garder calme et d'éviter qu'ils s'entassent autour des producteurs qui déchargent les autres boîtes de poussins (Hammond, 2016). Les poussins doivent aussi idéalement être déposés sur les papiers de carton remplis de moulés, afin de s'assurer qu'ils comprennent où se trouve la moulée dès le départ. Cela leur permet également de se nourrir dès leur arrivée. Une pratique commune consiste maintenant à dérouler un papier sous les lignes de mangeoires pour y mettre directement la moulée et y déposer le poussin à son arrivée à la ferme. Ensuite, une fois le déchargement terminé les producteurs doivent monter la luminosité de 30 à 40 lux en continu pendant les

4 premiers jours d'élevage (Aviagen, 2017b). Cela permet aux poussins de localiser les trémies et les abreuvoirs (Gosselin et al., 1998).

Après 24 heures en ferme, les producteurs devraient regarder le taux de remplissage des jabots de leurs poussins, afin de déterminer combien parmi ceux-ci ont ingéré de la moulée. Le taux visé est que 95% des poussins aient un jabot bien rempli après le premier jour d'élevage (Hammond, 2016).

5- Période de démarrage

La période de démarrage est un moment critique pour le dindonneau. Si celui-ci contracte une maladie ou un problème en début d'élevage, alors sa croissance sera ralentie pour le reste de la production. Un animal malade a un moins bon gain de poids, et ça lui prend donc plus de jours pour atteindre un poids d'abattage, comparativement à un dindonneau sain qui a eu un départ adéquat.

5.1 Développement du dindonneau dans les premiers jours

Le dindonneau arrive au monde en n'étant pas complètement mature physiologiquement. Plusieurs de ses systèmes physiologiques poursuivent leur développement une fois le dindonneau hors de son œuf durant ses premiers jours de vie (Christensen, 2009). Parmi ces systèmes on retrouve le système circulatoire qui comprend le cœur et le sang, les reins et le système de fluides corporels, le système digestif, la régulation de la température corporelle, le système respiratoire et le système immunitaire. Ces systèmes sont immatures, car le dindonneau naît plus précoce que d'autres types d'oiseaux comme les poussins. En conséquence, les dindes ont besoin de plus materner leurs petits à la naissance. Le système circulatoire n'est pas considéré comme mature à la naissance chez les dindonneaux, car le nombre d'érythrocyte augmente fortement dans les 3 à 4 premiers jours de vie, pour ensuite diminuer après 10 jours (Phelps, Edens et Christensen, 1987b). Ensuite, le cœur grossit plus rapidement jusqu'à 5 à 6 jours post-éclosion. C'est également souvent autour de ce moment qu'on observe les morts par ascite causés par dysfonction cardiaque (Christensen, 2009). Pour ce qui est des reins et des

fluides corporels, un système rénal différent de celui utilisé dans l'œuf se développe dans les premiers jours de vie du dindonneau. Chez l'oiseau, c'est le système rénal qui maintient le taux de glucose dans le sang (Christensen, 2009). Comme le système rénal n'est pas complètement formé à la naissance, les dindonneaux doivent impérativement consommer de la nourriture et de l'eau rapidement. Le système respiratoire évolue dans les premiers jours de vie, car dans l'œuf le dindonneau n'utilisait pas son système respiratoire de la même façon. Les poumons doivent évacuer les fluides et cela peut prendre quelques jours suite à l'éclosion (Christensen, 2009). Enfin le système immunitaire est pratiquement non existant lors de la naissance des dindonneaux (Christensen, 2009). Les lymphocytes sont présents en petit nombre à la naissance, puis se multiplient pendant les deux premières semaines de vie. La rate et la bourse de Fabricius se développent lentement pendant les 10 premiers jours de vie (Phelps, Edens et Christensen, 1987a). L'immaturation du système digestif et la régulation de la température corporelle ont été expliquées dans la partie Physiologie du dindon de cette revue de littérature.

5.2 Mortalité et maladies en début d'élevage du dindonneau

La mortalité en début d'élevage est un indice important qui montre si le départ se passe bien ou non. Normalement, une mortalité idéale dans un troupeau de dindon devrait se situer sous un seuil de 2% pour les deux premières semaines. Au-dessus de cela, il y a soit un problème présent dans l'élevage, soit il y a place à l'amélioration au niveau des méthodes d'élevage. En effet, les meilleurs producteurs sont en mesure d'avoir des mortalités finales totales inférieures à 2%.

Les causes de mortalités observées en début d'élevage sont variables. Les principales sont les dindonneaux faibles et ceux qui sont déshydratés (Minnesota Agricultural Statistics Service, 1986). Parfois les dindonneaux sont incapables de trouver l'accès à l'eau, ils finissent donc par mourir de déshydratation. Parfois aussi, les dindonneaux meurent d'inanition, suite à de la déshydratation et à un manque de nourriture, car ils n'ont jamais été s'abreuver ou se nourrir. Plusieurs mortalités élevées en bas âge peuvent également être causées par un problème de régie dans la ferme. En effet, environ 10% des causes de mortalité obtenues dans les départs sont dues à des mauvaises

manipulations et une mauvaise régie (Minnesota Agricultural Statistics Service, 1986). Il s'agit d'une mortalité qui peut être évitée en améliorant le système de régie et les manipulations.

L'omphalite, c'est-à-dire l'infection du nombril est aussi une importante cause de mortalité. On observe aussi les malformations congénitales, qui peuvent causer des mortalités en début d'élevage car le dindonneau ne sera pas viable à long terme. Plusieurs maladies infectieuses peuvent se présenter en début d'élevage de dindes.

La plupart des dindonneaux qui mourront en début d'élevage sont impossibles à identifier aux couvoirs lors de l'éclosion. En effet, les dindes plus faibles qui se laisseront mourir d'inanition et de déshydratation, ou celles qui présentent un défaut génétique ne sont pas différentes des autres au départ (Christensen, Ort et Grimes, 2003).

5.3 Problématiques secondaires aux manipulations au couvoir

Plusieurs mortalités en bas âge sont également dues aux manipulations réalisées dans les couvoirs. Il y a la coupe du bec qui, si elle n'est pas effectuée correctement peut entraîner une mortalité (Henderson et al., 2009). En effet, lorsque les appareils effectuant la coupe de bec sont désajustés ou que l'oiseau est mal placé, la coupe du bec peut se faire trop haut et causer des problèmes aux dindonneaux. On remarque alors un bec plus rouge que la normale et le dindonneau peut s'infecter suite à cette coupe. Aussi, les dindonneaux ont les griffes



Figure 8. Dindonneau présentant une taille trop longue des ongles. La première phalange a été coupée au laser et va tomber dans quelques jours (image prise par Violette Caron Simard)

coupées avant la livraison à la ferme. Cette coupe s'effectue avec un laser automatiquement. Encore une fois, si la machine est mal ajustée ou si l'oiseau est mal positionné dans celle-ci, alors la coupe pourrait être trop courte (Figure 8). Certains couvoirs au Québec coupent jusqu'à la première phalange. Toutefois, si la coupe se fait plus loin que la première phalange, les dindons peuvent présenter des problèmes de pattes et de locomotion en grandissant, surtout pour les dindons mâles de types lourds. Ils

deviennent aussi moins actifs et se déplacent moins (Fournier, Schwean-Lardner, Knezacek, Gomis et Classen, 2015). Finalement, les dindes femelles se font couper l'ergot, afin d'éviter les blessures lors de l'élevage. Cette coupe se fait à la main ou automatiquement. Mal effectuée, cette coupe peut entraîner une infection chez la dinde et entraîner la mort (Fournier et al., 2015).

Pour effectuer le sexage des dindonneaux, on doit renverser le cloaque. Lors de cette manipulation au couvoir, il est possible qu'il y ait une rupture du sac vitellin si la méthode n'est pas faite correctement. Ceci entraîne la mort du dindonneau.

5.4 Déshydratation et inanition

Il arrive régulièrement que des dindonneaux meurent en début d'élevage pour cause de déshydratation ou d'inanition. Il s'agit d'oiseaux qui n'ont pas trouvé l'accès à l'eau et à la nourriture dans leur environnement (Figure 9). La déshydratation peut être causée par un trop grand écart entre la sortie de l'éclosoir et la livraison, par une



Figure 9. À gauche une patte de dindonneau sain et à droite une patte de dindonneau déshydraté (Image prise par Violette Caron Simard)

humidité trop basse en éclosoir ou par une éclosion trop prématurée (Institut technique de l'Aviculture, 1976). Pour ce qui est de l'inanition, on ne sait pas vraiment pourquoi certains dindonneaux se laissent dépérir, mais on croit qu'ils n'ont pas su trouver la nourriture. Généralement cette mortalité est observée autour des jours 3 et 5 de l'élevage, car c'est à ce moment que le sac vitellin s'épuise. Le sac vitellin ou le jaune permet aux dindonneaux de survivre quelque temps en début d'âge, car il leur fournit les nutriments qu'ils ont besoin. Après quelques jours toutefois, le sac vitellin est complètement utilisé et si les dindonneaux ne se nourrissent pas eux-mêmes ils vont donc mourir. Ces dindonneaux sont facilement identifiables dans la ferme, car ils sont peu actifs et présentent des retards de croissance par rapport aux autres. En regardant les pattes d'un dindonneau déshydraté, on

remarque que les pattes et les muscles présentent une couleur plus foncée que les dindonneaux en santé, et leurs veines sont saillantes (voir figure 9).

Pour les dindonneaux présentant de l'inanition il n'y a pas grand-chose à faire si ce n'est de les mettre dans les meilleures conditions possibles avec un accès à de l'eau et de la nourriture très rapprochée (Institut technique de l'Aviculture, 1976). Pour ce faire on peut utiliser des petits parcs hôpitaux où sont placés les dindonneaux plus faibles. Pour les dindonneaux déshydratés il faut que les producteurs facilitent leur abreuvement soit en plaçant les dindonneaux dans une zone hôpital, où en augmentant le nombre d'abreuvoirs accessibles aux oiseaux lors de leur arrivée (Institut technique de l'Aviculture, 1976).

5.5 Omphalite

L'omphalite est l'infection par des bactéries de l'ombilic qui est mal fermé. Généralement, les bactéries isolées sont : *Escherichia coli* ou *Enterococcus*, parfois *Staphylococcus aureus* et dans certains cas *Salmonella arizonae* (Hammond, 2016). Cette infection peut se produire lorsque le nombril n'a pas complètement fermé lors de la sortie de l'écloserie, ce qui permet aux bactéries dans l'environnement du couvoir ou de la ferme de pénétrer dans le corps de l'oiseau (Institut technique de l'Aviculture, 1976). On en retrouve toujours un peu dans les départs, mais si leur nombre est trop élevé cela signifie qu'il y a eu un problème au couvoir. Idéalement, un dindonneau devrait avoir ombilic fermé et sans cordon ombilical qui est apparent. Si on voit le cordon ombilical, cela signifie que l'entrée du nombril n'est pas scellée et que les bactéries peuvent y pénétrer. La mortalité due à une omphalite est facilement détectable lors de la nécropsie. Souvent le dindonneau a un ventre enflé et un nombril qui présente de l'œdème avec une néovascularisation périombilicale. Aussi, le jaune d'œuf aura une apparence et une consistance anormale avec souvent des rayures de sang à l'intérieur (Institut technique de l'Aviculture, 1976). Une péricardite, péritonite ou périhépatite peut parfois être aussi observée.

5.6 Syndrome de pédalage

Le syndrome de pédalage est un syndrome que l'on observe chez les dindons en début d'élevage. Les dindons « pédaleux » sont facilement reconnaissables, car ils sont couchés sur le dos et essaient de se relever, mais ils en sont incapables. Ces dindonneaux sont incapables de se déplacer pour aller se nourrir ou s'abreuver, ou encore ils ne peuvent pas non plus se déplacer s'ils ont froids ou chauds. Par exemple, si un « pédaleux » est pris sous une lampe chauffante, alors il risque d'avoir chaud et de se déshydrater rapidement. Ces symptômes peuvent entraîner la mort, ou un retard de croissance par rapport à ses congénères (Noble et al., 1999). Les producteurs doivent donc procéder à des visites régulières pour identifier les dindonneaux présentant ce syndrome et essayer de les remettre sur pied.

On le désigne par syndrome, car les causes sont pour le moment inconnues. Quelques études ont été effectuées sur le sujet, par contre la cause exacte du syndrome n'a toujours pas été démontrée officiellement. La compagnie Hybrid qui produit la génétique des dindes au Canada suggère que les « pédaleux » sont causés par les manipulations au couvoir, tandis que d'autres études rapportent qu'il pourrait s'agir d'une composante génétique, de la grosseur des œufs ou du temps d'incubation et d'éclosion (Noble et al., 1999).

D'autres possibilités peuvent être la teneur en glucose dans le sang des dindonneaux. En effet, on sait que les réserves des glucides sont appauvries lors de l'éclosion, car il s'agit d'un événement stressant (Wittmann et Weiss, 1981). Aussi, lors des manipulations au couvoir, comme la coupe des griffes et des ergots, on crée des blessures aux pattes des dindonneaux. Les blessures de ce genre sont dépourvues de microcirculation et d'oxygène, ce qui augmente alors le besoin en glucose chez les dindonneaux. En effet, le glucose est ce qui fournit de l'énergie aux cellules des endroits blessés car il est utilisé en anaérobie (Cahill, 1986). Des chercheurs se sont donc penchés sur l'effet de la teneur en glucose sanguin chez le dindonneau (Donaldson et Christensen, 1991). Ils ont trouvé que le glucose sanguin ne variait pas selon le sexe, mais qu'il pouvait varier selon la génétique de l'oiseau. Aussi, en donnant un surplus de glucides au départ, il

était possible de réduire le besoin de gluconéogenèse sur les dindonneaux. Ainsi, si le syndrome de pédalage peut être expliqué par leur teneur en glucose sanguin suite soit aux manipulations faites au couvoir ou à une composante génétique, l'ajout de glucides dans les rations de départ pourrait éliminer ce syndrome.

Une autre recherche sur les facteurs influençant les dindonneaux faibles à la naissance a établi que le syndrome du pédalage n'était pas dû à des agents bactériens ou à une hérédité génétique (Noble et al., 1999). D'autres chercheurs ont également observé que les dindonneaux pédaleurs n'avaient aucune différence significative de poids corporel, de poids du jaune, du foie et du jéjunum par rapport aux dindonneaux sains (Christensen et al., 2003). Par contre, les sains avaient des cœurs plus gros que ceux des dindonneaux présentant le syndrome. Christensen et al. expliquent cet élément au fait que des fonctions cardiaques inadéquates peuvent réduire la capacité à donner au cerveau une quantité adéquate de glucose. Ces éléments pourraient également expliquer le syndrome du pédalage.

5.7 Mortalités de départ chez les poussins

Plusieurs éléments affectent la viabilité et la santé des poussins lors de leur arrivée et tout au long de l'élevage. Il est important pour les producteurs de savoir qu'une mortalité dépassant les 0,3% plus de deux jours consécutifs pendant les sept premiers jours signifie probablement qu'il y a un problème (Hammond, 2016). Les causes principales de mortalité chez les poussins sont les mêmes que ceux retrouvés chez le dindonneau. On a donc comme principale cause de mortalité et de perte de poids en début d'élevage l'inanition, donc les poussins qui n'ont pas été mangé ou bu (Hill, 2001). Ces poussins sont déshydratés et présentent des dommages aux reins et aux articulations. Ils sont facilement repérables, car ils tombent souvent, sont maigres, léthargiques en piètre état (Hammond, 2016). Afin d'éviter d'avoir ces oiseaux, il faut porter attention à la gestion et aux méthodes appliquées.

Tout comme chez les dindonneaux, on retrouve également chez les poussins des mortalités dues à des infections bactériennes comme les omphalites, les infections du sac

vitellin et les septicémies causées par *Escherichia coli*, et parfois *Enterococcus*, *Pseudomonas* ou les infections à la Salmonellose (Hammond, 2016).

Les mortalités observées chez les poussins sont donc très semblables à celles du dindonneau, et évidemment les traitements et améliorations de la régie d'élevage pour réduire leur nombre sont les mêmes. On ne retrouve toutefois pas de poussins présentant le syndrome de pédalage dans les départs de poulets de chair.

6- Hypothèses et objectifs du projet

L'hypothèse principale de ce projet est qu'une méthode de démarrage optimale permettrait de réduire la mortalité en bas âge et améliorer les performances d'élevage des dindonneaux. En effet, certains producteurs sont en mesure d'avoir des mortalités très faibles pour tous leurs lots de dindonneaux. Une bonne pratique de démarrage pourrait expliquer ces bons résultats. Le syndrome du pédalage serait causé soit par une hypoglycémie, une déshydratation ou un problème nerveux central chez le dindonneau. Les signes cliniques associés au syndrome du pédalage présentent des similitudes avec un animal en état d'hypoglycémie, ou un problème nerveux central. Certains éleveurs et intervenants du terrain nous ont rapporté aussi avoir observé chez les dindonneaux pédaleurs une déshydratation sévère qui pourrait expliquer leurs comportements.

Les objectifs du projet de recherche :

A) Déterminer une méthode optimale de démarrage des dindonneaux

1. Valider le score d'évaluation pour un dindonneau de bonne qualité
2. Établir des indicateurs de qualité du démarrage
3. Identifier les éléments de régie favorisant un bon départ

B) Déterminer la cause du syndrome des dindonneaux pédaleurs

7- Article 1

OPTIMISATION OF BROODING METHODS IN TURKEY PRODUCTION

Canadian Journal of Animal Science

Violette Caron Simard, Martine Boulianne

Department of Clinical sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Montreal,
3200 rue Sicotte, Saint-Hyacinthe, J2S 2M2

martine.boulianne@umontreal.ca

7.1.1 Abstract

A prospective longitudinal survey based on a sample of 23% of Quebec turkey brooding flock farms was conducted to establish indicators to measure quality brooding and identify management practices correlated with better growth performances and a lower mortality. Descriptive results showed a broad diversity in poult brooding methods, barn temperatures and crop fill results observed among participating farms. A positive correlation between light intensity and crop fill: $r= 0.64$ ($p = 0.019$) with a threshold at 25 lux was found. Mean poult cloacal temperature was 103.3°F. A negative correlation of $r= -0.177$ ($p < 0.0001$) between cloacal temperature and the 10-day mortality rate was found, as well as a correlation of $r= 0.468$ ($p= 0.02$) between 10-day mortality and final mortality rates. Optimal brooding was defined as a score ≥ 1 for crop fill in at least 90% of the poults, assessment of poult quality upon delivery, a minimum light intensity of 50 lux and comfort zones with a litter temperature from 90 to 92°F.

Key words: poults, brooding, crop fill, luminosity

7.1.2 Résumé

Une étude longitudinale prospective, basée sur un échantillonnage de 23% des troupeaux d'élevage de dinde du Québec, a été menée pour établir des indicateurs pour mesurer la qualité des départs et identifier les pratiques de gestion d'élevage en corrélation avec de meilleures performances de croissance et une mortalité plus faible. Les résultats descriptifs reflètent une diversité des méthodes de départ du dindonneau, les températures mesurées dans la ferme et les résultats de remplissage du jabot observés entre les fermes participantes. Une corrélation positive de $r = 0,64$ ($p = 0,019$) entre l'intensité lumineuse au seuil observé à 25 lux et le remplissage de jabot a été observée. La température cloacale moyenne du dindon fut de $103,3^{\circ}\text{F}$ ($39,4^{\circ}\text{C}$). Une corrélation négative de $r = -0,177$ ($p < 0,0001$) entre la température cloacale et le taux de mortalité de 10 jours a été trouvée, ainsi qu'une corrélation de $r = 0,468$ ($p = 0,02$) entre la mortalité de 10 jours et les taux de mortalité finale. Un départ optimal de dindonneau a été défini comme un score ≥ 1 pour le remplissage de jabot obtenu chez plus de 90% des dindonneaux mesurés, une évaluation de la qualité du dindonneau lors de la livraison, une intensité lumineuse minimale de 50 lux et des zones de confort avec une température de litière se mesurant de $32,2$ à $33,3^{\circ}\text{C}$ (90 à 92°F).

Mots clés: dindonneau, méthode de démarrage, remplissage de jabot, luminosité

7.2 Introduction

The Canadian poultry industry has voluntarily withdrawn category 1 antibiotic preventive use in May 2014 (Chickens Farmers of Canada, 2016). Because Ceftiofur is no longer used at the hatchery to prevent early mortality, proper brooding methods have become more important than ever. There is a wide variety of poult brooding methods observed in the field. Canadian turkey producers appear to have various equipment, settings and methods to start their flocks. Few scientific research publications have focused on early poultry brooding and surveyed current practices.

It has been demonstrated that as many as 10% of the poults delivered at the farm can suffer from problems related to management during their initial stage of life i.e. including hatchery and the brooding period (Barnes, 1994). Barnes estimated that mortality due to management during brooding and growing to be greater than 6%. It is known that poult mortality is variable and appears to be associated to hatching procedures, weak poults at time of hatching as well as brooding methods (Ferket, 2002). It is therefore important to implement good management methods early in life in order to reduce mortality. Also, a lower mortality results in better income for the producers, as more turkey are sent to the slaughterhouse (Mann et Paulsen, 1976).

Genetic companies, such as Aviagen, have been promoting crop palpation in day old chicks in order to assess early feed access and efficacy of brooding methods. This method also recommends taking cloacal temperature of the one day old chicks (Hill, 2001). Such measurements have not been described in poults yet as a mean to evaluate the efficacy of the brooding methods used in the first hours following their arrival at the farm.

Some variables need to be assessed in order to establish indicators of a good brooding method. In this project, parameters such as quality scoring, indicators to measure quality brooding with environmental measures and better management practices have been analyzed and compared between different farms and their mortality.

7.3 Material and methods

A prospective longitudinal survey based on a sample of 23% of Quebec turkey brooding farms was undertaken. A convenience sampling of 24 brooding turkey farms with even sex distribution including all local hatcheries was planned with the support of farmers' association (Eleveurs de volailles du Québec). Twenty-five farms out of 110 brooding farms in Québec at the time of the study, were selected based on geographical location, poult delivery date, and producer's willingness to participate to the study. Prior to the visits, two questionnaires were sent, one to the hatchery manager and the other to the farm owner. The first questionnaire, pertaining to hatching conditions, enquired about breeder age, time of hatch, time of delivery (Annex 1). Time of hatch was the time when poults were removed from the hatcher, and duration of delivery was the time difference between the departure from the hatchery to arrival at the farm. A questionnaire was also sent to the selected farm owners, to enquire about equipment such as, type and number of feeders, brooding units, brooding methods, lighting program, number of visits made by the producer in the first 24 hours, type of feed and feedmill (Annex 2).

A first visit was done at day zero, i.e. two hours prior to poult delivery. Numerous environmental measures were taken such as infrared imaging, barn temperature with an infrared camera (Flir E60BX, Flir System, Wilsonville, Oregon, US). Temperatures at various sites (under heaters, litter, feeders) as well as light intensity were measured (Luxmeter REED SD-1128, REED instruments, Ste-Anne-de-Bellevue, Qc, CA). Litter temperature in the comfort zone was selected for statistical analysis because it was believed to be the most representative. Comfort zone was considered to be located around the heaters, and near feeders and waterers, where normal poults would spend most of their time and rest. The maximum light intensity measured in the barn was selected for analysis, because results obtained were lower than expected. Relative humidity and water's pH (pH-meter TES 1380K, TES Electrical Electronic Corp., Neihu Dist., Taipei, Taiwan) were noted at day 0. A data logger (MX1101, Onset HOBO, Bourne, Massachusetts, US) was installed in the middle of the pen, at the height of the turkey poult levels, to monitor barn temperature and relative humidity during the first 24 hours post-placement. Those data

logger allowed determining some ambient temperature variations in the pen for 24 hours. Upon arrival, poult quality was evaluated by scoring 100 turkey poults from one randomly selected delivery box (Annex 3). Briefly, poults were evaluated for proper navel closure, primary feather length and dehydration based on tibial vein's color and appearance. Approximately 200 grams of feed was collected for granulometry analysis in a plastic jar for farms #5 to #25.

The second visit was done 24 hours post-delivery to repeat environmental parameters measurements and retrieve the datalogger. One hundred poults were randomly selected at different locations in the pen to measure cloacal temperature and crop filling. Crop filling was evaluated by gentle palpation of the crop placed between the thumb and index. A completely empty crop was scored 0, presence of some food (less than the equivalent of a chick pea) scored 1, while a full crop was scored 2. Scores 1 and 2 were later grouped to evaluate feed and water access during the first 24 hours. Cloacal temperature was measured with an ear thermometer applied against the cloaca for three seconds (ThermoScan IR-5, Braun, Aschaffenburg, Germany). The difference between the highest and lowest cloacal temperatures was calculated to evaluate the cloacal temperature variation within a pen.

Ten-day percentage mortality was calculated as the number of dead poults in the first ten days of life divided by the total number of housed poults. Total mortality was calculated as the total number of poults placed in the brooding house minus the number of turkeys received at the slaughterhouse (as recorded by the *Éleveurs de volailles du Québec* dataset). Daily mortality was collected from each producer's mortality sheet each, as recommended in the On-Farm Food Safety Program (OFFSP) (Les éleveurs de dindon du Canada, 2017b). Weekly mortality was calculated by the mortality sheet given by the producer at the end of the rearing period. Daily weight gain was calculated from the final total body weight (in kg) measured at slaughter (as recorded by the *Éleveurs de volailles du Québec* dataset) divided by the number of poults sent to the slaughter and the numbers of day in rearing. Granulometric analyses were later performed on collected feed samples. All the feed samples were analyzed using a RO-TAP with 6 different sieves of 3,35mm, 2,36mm, 1,7mm, 1,18mm, 0,85mm, 0,6mm and 0,3mm (W.S. Tyler, Ohio, United States).

All sieves were aligned on top of each other, starting from the smallest to the biggest. Feed samples were put on top of the 3,35mm sieve, and by a two-dimensional operation (circular and tapping movement), each sample was brewed for seven minutes.

Data were analyzed with SAS 9.4 software (SAS Institute Inc, Toronto, Canada). To evaluate an association between light intensity and crop filling, or between cloacal temperature and mortality, a linear model was used, with farm as a random effect. An ANOVA test was performed to compare for difference between the hatcheries for poult quality. A Student T test was used to compare the 10-day mortality (%) between male and female, and calculate for the 10-day mortality and the quality of the poult delivered at day 0. A Pearson correlation coefficient was used to look for possible association between the 10-day mortality and final mortality, and for the cloacal temperature range observed on each farm and 10-day mortality. Finally, a repeated measure logistic regression estimated using generalized estimating equations (GEE) was used to compare weekly mortality between male and female flock.

7.4 Results

Twenty-five farms, 13 female and 12 male turkey flocks were visited, originating from 4 different hatcheries and receiving their feed from 11 feedmills. We observed strong correlations between light intensity and crop filling ($r=0.64$, $p=0.019$) and between the 10-day mortality and final mortality ($r= 0.468$, $p=0.02$). Interestingly, there was no sex difference for the 10-day mortality ($p=0.056$). All correlations calculated are shown in the table 1. The mortality observed in the participating farms are shown in table 2.

When looking at quality brooding indicators, crop filling differed markedly from farm to farm (Fig. 1) with only a single farm (#19) achieving a 90% crop filled. Scores of crop filling 1 and 2 were counted as one, as we wanted to see how many birds had eaten, without taking into account quantity. The majority of farms had less than 50% of their poult showing evidence of feed consumption 24 hours after arrival. Mean cloacal temperature at day 1 was $103.3 \pm 2.3^{\circ}\text{F}$ (39.4°C) with some farms (e.g. #1 and #20) showing wide variations between poult (Fig. 2). There were significant negative

correlations between cloacal temperature at day 1 and the 10-day mortality rate ($r=0.177$; $p<0,0001$), and between cloacal temperature at day 1 and final mortality ($r=0.388$; $p<0.0001$). A positive correlation ($r=0.55$; $p<0.008$) between 10-day mortality and the cloacal temperature range measured on farm was also observed. No correlation was found between cloacal temperature and light intensity. A multiple linear analysis was also calculated to evaluate the interaction between crop filling, light intensity and cloacal temperature. There was no interaction between these parameters except for light intensity and crop filling, as mentioned above.

There was no difference between hatcheries for poult quality score ($p>0.05$). However, a hatchery showed more variation over the study period for the poult quality score than the 3 others. There was no association between the quality of poult delivered as assessed with poult quality score and the 10-day mortality.

Figure 3 demonstrates temperature and variations observed during the first day of the brooding on all turkey farms. Barn temperature at delivery (hour = 0) showed a variation of 12° Celcius between farm 15 and farm 14. Unfortunately, the datalogger used during this research stopped twice, which explains why there are no data for farms 20 to 25. As seen in figure 4 there was a lot of variability in feed granulometry, but the majority (about 50%) of the measured size was between 1.7mm and 1.18mm.

A weekly mortality comparison between male and female flock was done for the first 11 weeks of the rearing. The only difference in mortality rate was found at week 9, with a gender difference of 0.05% ($p<0.0001$). Female flocks had a higher weekly mortality rate for the first 5 weeks, which then decreased significantly for the next 6 weeks ($p<0.0001$). As for the male flocks, the highest mortality rates were observed at weeks 1, 2, 17 and 18 ($p<0.0001$).

7.5 Discussion

The main objective of this research was to determine an optimal brooding method for poult. To do this, we validated a poult quality scoring, established indicators to

measure quality brooding, and identified management practices correlated with better growth performances and lower mortality.

Producers are often told that poult comfort should be the main parameter to control, however, an important barn temperature variation was measured by our datalogger during the first 24 hours following placement as seen in figure 3. The optimal barn temperature for poults should be between 90 to 93 °F (32.2 to 33,9 °C) for the first days of production (Scott et Washburn, 1985). Barn temperature measured in the farms during the first 24 hours ranged from 85 to 109 °F (29.4 to 42.8 °C), with the largest observed temperature range on a same pen of 17 °F (9.4 °C). For the 17 farms where pen temperatures were measured over 24 hours with the datalogger, five showed temperature difference larger than 10°F. This is surprising as brooding temperatures should be constant for poults' comfort (Talha, Mamoun, Mohamed et Ali, 2011). Poults are stimulated by light intensities (Rault, Clark, Groves et Cronin, 2017). Interestingly, a strong correlation between light intensity and crop filling was measured, which proves that a higher light intensity stimulates the poults to search for food. The recommendation for light intensity is a minimum of 25 lux to obtain at least 60% of the crops filled, but a light intensity 50 lux in the barn could easily be suggested, since farms with a light intensity higher than 50 lux always had crop filling for at least 50% of their poults. Light intensity should be always measured at poults' height because measurements taken at human eyes' height will markedly overestimate real light intensity poults are exposed to. By putting feed under the lights, poults will be more active, go to the feeders and eat more on the first day (Cherry et Barwick, 1962).

Mortality is another parameter which can be used to evaluate brooding quality as high mortality in the first few days indicates a problem during the brooding period (Hammond, 2016). The association found between 10-day mortality and final mortality also shows how important the brooding period is, and how it can affect the whole production period. There was no sex difference in the 10 day-mortality showing that brooding males may be as easy as brooding females.

There was no difference between participating hatcheries for poult quality score. Average for quality score of all hatcheries was relatively the same, but some hatcheries

showed a lot of variation in the quality score from one lot to another during our survey. It is important to provide producers with a regular source of quality poualts, from a lot to another (Carver, Fetrow, Gerig, Krueger et Barnes, 2002). Hatcheries and their hatching methods can affect early poult mortality (Wineland, Christensen, Oviedo et Funderburk, 2010). The lack of correlation between poult quality score and 10-day mortality might suggest that brooding methods has a decisive impact on the 10-day-mortality and underlines the importance for producers to evaluate poult quality upon delivery at the farm, in order to better adjust their brooding conditions. As for the weekly mortality, there was no difference between male and female weekly mortality for the first 11 weeks of rearing, except for week 9, with males showing a slighter higher mortality of 0.05%. Our data show that in general, there was no gender difference in weekly mortality during the first 11 weeks of rearing. Female broiler turkeys are processed in Quebec at 11 weeks of age, so we could not look at gender difference in weekly mortality rate after that age. However, weekly mortality rates were the highest for males at weeks 17 and 18 with 0.73% and 0.72% mortality rate, just prior to slaughtering. Overall, weekly mortality rates were at their highest for both males and females in the first weeks of life, with no gender difference, which emphasizes the necessity of optimal brooding (Tona et al., 2003).

Our study demonstrated that crop fill is a good indicator to evaluate if poualts had access to feed or not. It is important for poualts and chicks to rapidly eat when delivered at the farm, for optimal intestinal development and growth (Christensen, 2009). As seen in this project, it is possible to achieve a 90% crop fill score in poualts. However, most of the farms had less than 50% for the crop filling. Feed access depends on numerous barn parameters, such as light intensity, temperature in comfort zones, etc. Unfortunately, given the variation in numerous measured environmental parameters, except for the light intensity, we could not force these parameters into a statistical linear model to define the ideal barn conditions for poult brooding.

Cloacal temperatures showed a lot of variability between farms. Poualts are affected by the ambient temperature, because they are poikilothermic during their first few days of life (Hill, 2001). The ideal cloacal temperature observed in previous papers was established between 103 to 104 °F (39.4 to 40 °C) (Christensen, 2014). A correlation was found

between the cloacal temperature for each farm and both the 10-day mortality and final mortality. This shows unequivocally the impact of cloacal temperature on livability. Producers should measure cloacal temperature at day 1 and target 103 and 104 °F (39.4 to 40 °C) (Christensen 2014). If the cloacal temperature of poult in an area is too high or too low of 103-104 °F, ambient temperature should be adjusted accordingly.

There was wide variation in granulometry of poult starter delivered at participating farms (figure 4). Poults have been shown to be very picky with their food, selecting their own particles size (Melcion, 2000). Size should not be too large though, as the poults need to be able to ingest it correctly (Picard et al., 2000). The ideal size of feed for poults should be approximately 1700 to 2000 microns (Lebel, 2017). An optimal feed for poults allow them to develop their digestive tract rapidly, and to optimise their growth (Noy et al., 2001).

It is also important to mention that all the participating farms showed different brooding methods and equipment which might have directly affected the ambient temperatures and impacted numerous measurements likes cloacal temperature, crop filling, etc. Those variations resulted in a lack of statistical differences.

7.6 Conclusion

This study demonstrated a variety in poult brooding methods used in Quebec, including barn temperatures settings at poult delivery and light intensity. These differences are illustrated by the large variation in crop filling scores between the participating farms which ranked from 10 to 90%. Light intensity should be set at a minimum of 25 lux to improve crop fill and ease feed access. Turkey producers should evaluate the quality of poults delivered to their farm and adjust their brooding consequently. They should also take the cloacal temperature which should be within 103 and 104 °F (39.4 and 40 °C) for all the poults in the barn. The targeted crop fills at day one is of 90% of the poults placed. An optimal brooding method will allow turkey production to reduce their 10-day mortality and their final mortality, which will also grant producers with better breeding results and consequently more earnings.

7.7 Acknowledgements

The authors wish to thank all participating producers and hatcheries as well as the precious support of Mrs Nathalie Robin, André Beaudet and Chantal Fortin from the Éleveurs de volailles du Québec, M. Sylvain Rocheleau and Ghislaine Guay from the Couvoir Unik who made this study possible. This work was financially supported with a grant from Innov'action, MAPAQ.

7.8 References

- Barnes, H.J. 1994. Poultry growth depression costs industry big bucks. *Turkey World*. **70**: 12-14
- Carver, D.K., Fetrow J., Gerig, T., Krueger, K.K., and Barnes, H.J. 2002. Hatchery and transportation factors associated with early poultry mortality in commercial turkey flocks. *Poult. Sci.* **81**(12): 1818-1825
- Cherry, P., and Barwick, M.W. 1962. The effect of light on broiler growth:I. Light intensity and colour. *Br. Poult. Sci.* **3**(1): 31-39
- Christensen, V.L. 2009. Development during the first seven days post-hatching. *Av. Biol. Res.* **2**: 27-33
- Christensen, V.L. 2014. Poultry Temperature management. Hybrid Turkey. 2pp
- Ferket, P.R. 2002. Turkey growth statistics. *Poultry USA*. February 40-49
- Hammond, P.P. 2016. Understanding first week health issue to achieve optimal genetic potential. *Int. Poultry Product*. **24**: 11-13
- Hill, D., 2001. The crucial first 48 hours in the life of a chick. *Poult. Proceedings*. 30-34
- Lebel. A. 2017 Animal Nutritionist, Poultry feed. COOP Fédérée inc. [Personal communication]
- Les Éleveurs de dindon du Canada. 2017b. La gestion de l'offre. [Online]. Available : <https://www.leseleveursdedindonducanada.ca/ce-que-nous-sommes/la-gestion-de-loffre/>. [15 May 2017]
- Mann, T., Paulsen, A. 1976. Economic impact of restricting feed additives in livestock and poultry production. *Am. J. Agric. Econ.* **58**(1): 47-53
- Melcion, J.P. 2000. La granulométrie de l'aliment: principe, mesure et obtention. *INRA Unité de Physique et Technologie des Végétaux*. **13**(2) : 81-97

Picard, M., Le Fur, C., Melcion, J.P. and Bouchot, C. 2000. Feed particles: what chickens see and touch. *INRA Productions animales*. **2**: 117-130

Noy, Y., Geyra, A. Sklan, D. 2001. The Effect of Early Feeding on Growth and Small Intestinal Development in The Posthatch Poultry. *Poult. Sci.* **80**(7): 912-919

Rault, J.L., Clark, K. Groves, P.J., and Cronin, G.M. 2017. Light intensity of 5 or 20 lux on broiler behavior, welfare and productivity. *Poult. Sci.* **96**(4): 779-787

Scott, T. R., and Washburn, K. W. 1985. Evaluation of growth, hormonal, and hematological responses of neonatal chickens to reduced temperature brooding. *Poult. Sci.* **64**: 777-784

Talha, E. A., Mamoun, M. Y., Mohamed, E.A., and Ali, A.H. 2011. Effect of fluctuating ambient temperature on the performance of laying hens in the closed poultry house. *Res. Opinions in Anim. & Vet Sci.* **1**(4): 254-257

Tona, K., Bamelis, F., De Katelaere, B., Bruggeman, V., Moraes, V.M., Buyse, J., Onagbesan, O., and Decuypere, E. 2003. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poult. Sci.* **82**(5): 736-741

Wineland, M.J., Christensen, V.L., Oviedo, E.O. and Funderburk, S.L. 2010. Incubational influences on poul quality and performance. *Zootec. Int.* **5**: 28-31

Table 1. Correlations calculated during this research and their p value

Correlations	Light intensity	10-day mortality	Final mortality	Hatcheries
Crop filling	r=0.64 p=0.019			
Final mortality	r=0.468 p=0.02			
Cloacal temperature	r= 0.177 p<0.0001		r=0.388 p<0.0001	
Cloacal temperature range	r=0.55 p<0.008			
Sex	p=0.056			
Quality score	p>0.053			

Table 2. Mortality in percentage obtained for the 25 participating farms

	10-day mortality (female)	10-day mortality (male)	Total mortality
Mean	1.82	2.91	6.44
Maximum	0.95	0.93	12.16
Minimum	3.77	5.62	1.56
SD	0.84	1.57	3.58

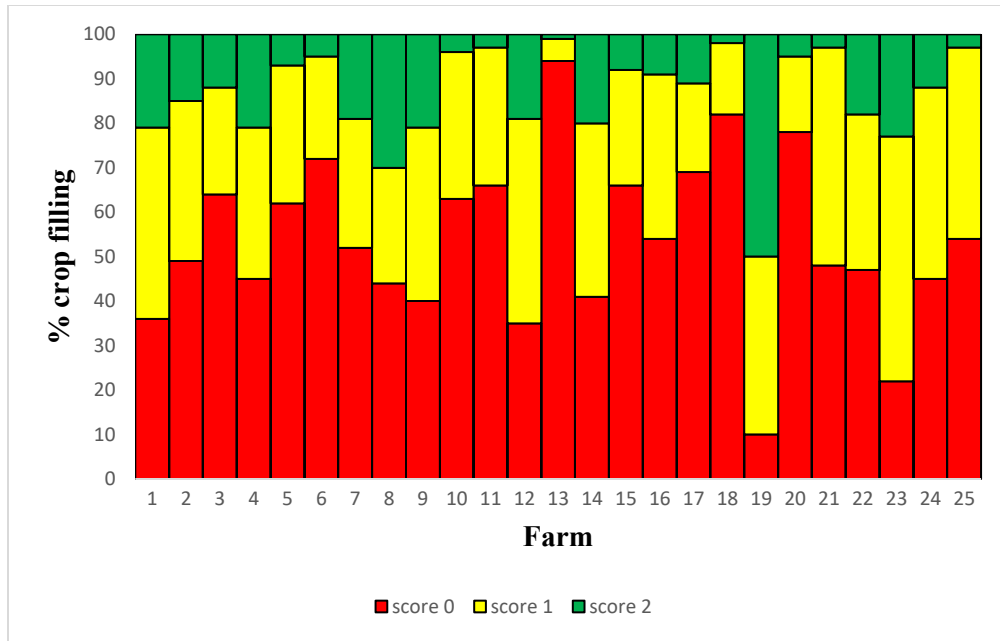


Figure 1. Crop filling score measured in percentage at day 1 for 25 participating poults farms

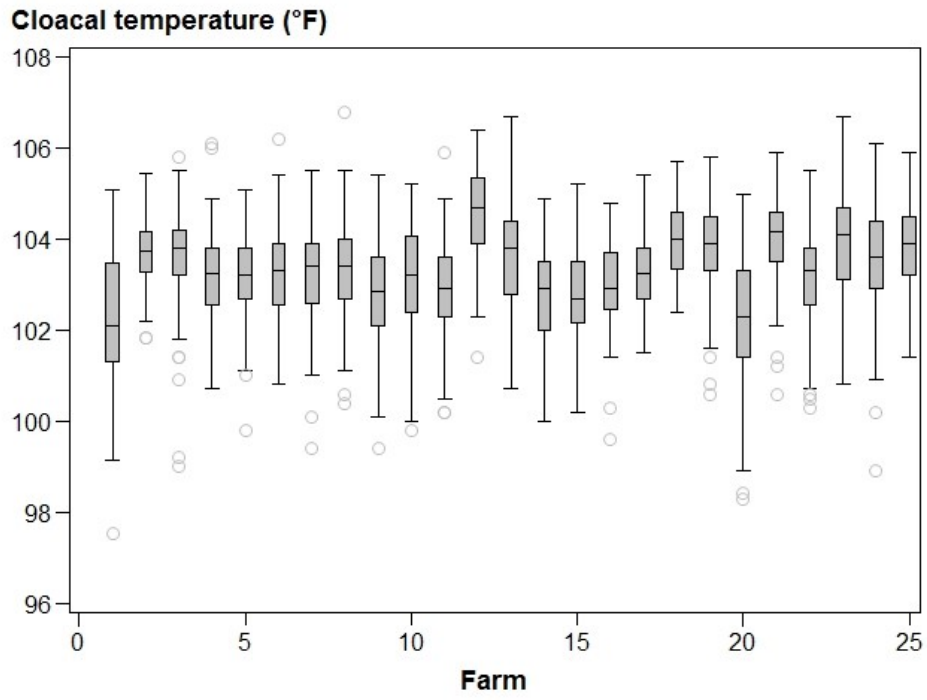


Figure 2. Cloacal temperature of 100 poults at day 1 in degree Fahrenheit

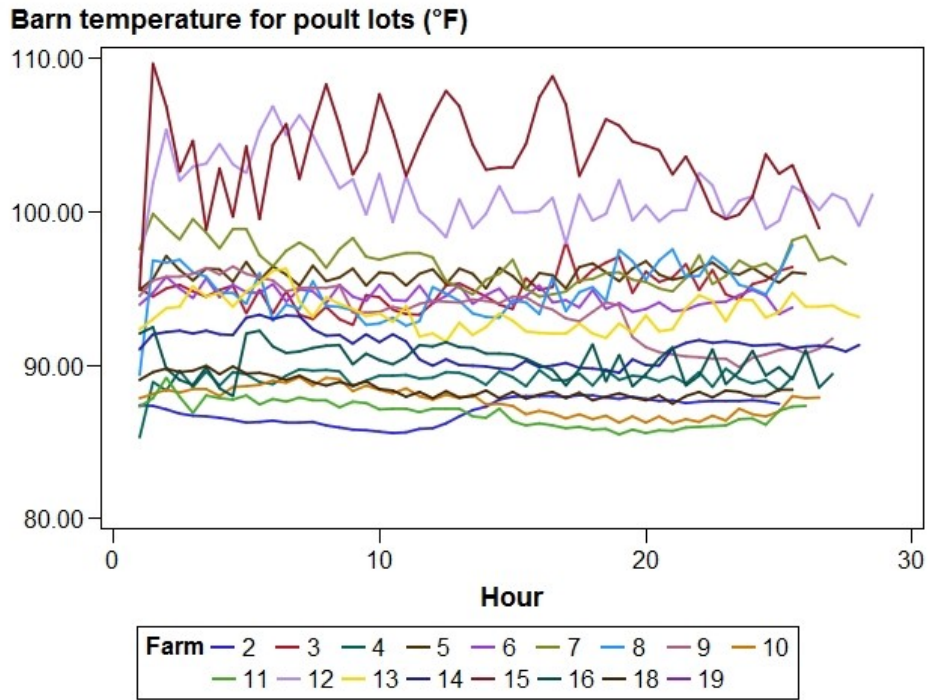


Figure 3. Temperature measurement for the first 24 hours in poult farms in degree Fahrenheit

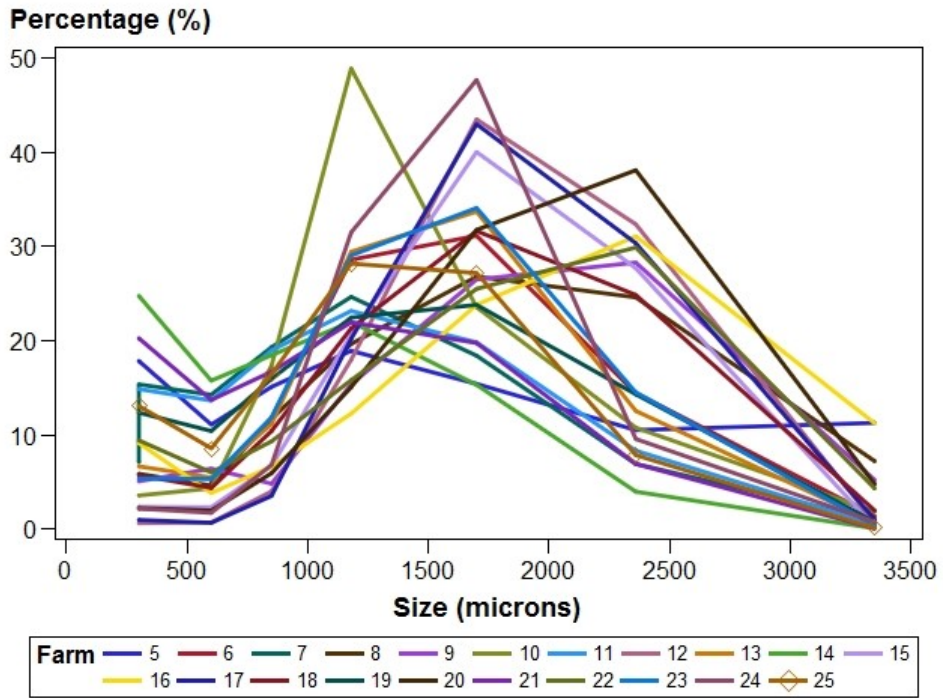


Figure 4. Percentage of the particles feed size by farm

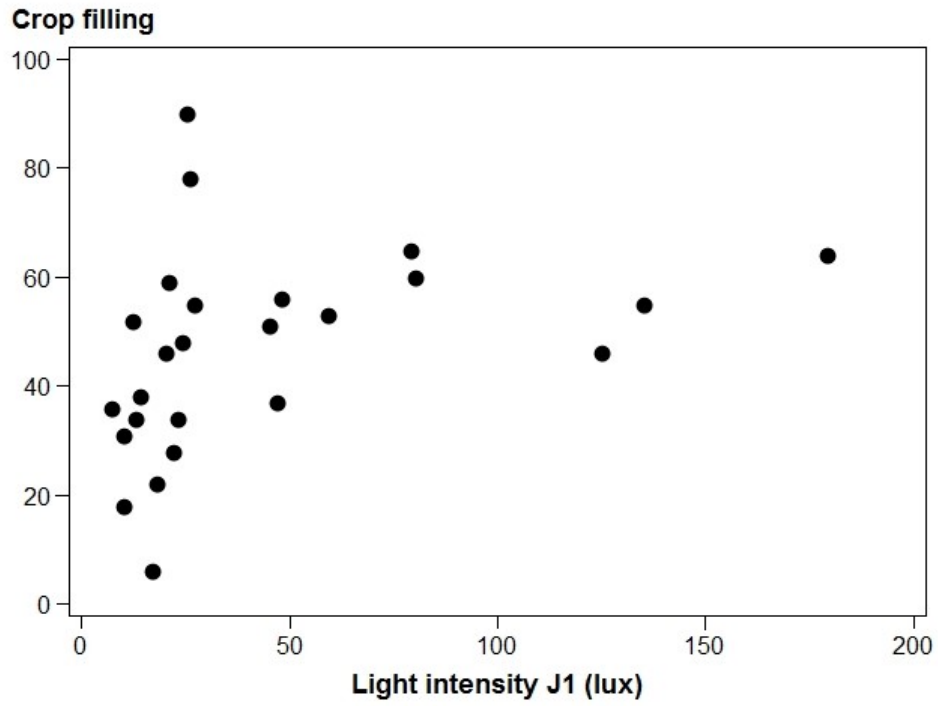


Figure 5. Correlation between crop filling and light intensity for the 25 turkey farms at 24 hours post-delivery

8- Article 2

Investigation and of Flip-over syndrome in turkey poults

Avian Diseases

Maude Rhéaume, Violette Caron Simard, Éric Parent, Guillaume Jean, Martine Boulianne

Department of Clinical sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Montreal,
3200 rue Sicotte, Saint-Hyacinthe, J2S 2M2

martine.boulianne@umontreal.ca

8.1.1 Summary

Early poult flip-over is a commonly encountered syndrome occurring during the brooding period in commercial turkey farms in Quebec. This creates a lot of problems to turkey producers as the causes of this syndrome are still unknown. The goal of this study was to clinically describe poults affected with early poult flip-over and compare them with normal poults to establish the source of this syndrome. The flip-over syndrome is described as poults exhibiting weakness, pedalling pattern, difficulty getting up and lack of coordination. This research eliminated a few potential causes such as dehydration, hypoglycemia and microscopic lesions to the central nervous system of affected poults. We observed that flip-over poults were lighter than normal poults by 10.9g ($p < 0.0001$) at 24 hours post-delivery but showed no clinically different cloacal temperature. Contrary to popular belief, video images demonstrated that flip-over poults do not die from this syndrome, but if penned on a non-slippery surface and given easy access to feed and water, will go back to standing up and feeding normally.

Keywords: Early poult flip-over, glucose, dehydration

8.1.2 Résumé

Le syndrome du dindonneau pédaleur est fréquemment observé dans la période de démarrage dans les fermes commerciales de dindons au Québec. Il crée beaucoup de problèmes à la production de dindons, car ses causes sont encore inconnues. Le but de cette étude était de décrire cliniquement les dindonneaux atteints du syndrome de pédaleur, et de les comparer aux dindonneaux normaux afin d'établir l'origine de ce syndrome. Les dindonneaux pédales ont comme symptômes une faiblesse générale, du pédalage, de la difficulté à se lever et un manque de coordination. Cette recherche a permis d'éliminer certaines causes telles que la déshydratation, l'hypoglycémie et l'absence de lésions histologiques dans le cerveau et le cervelet des dindonneaux atteints. Il a également été découvert que les dindonneaux pédales sont plus légers que les dindonneaux sains de 10,9g ($p < 0,0001$) et qu'ils n'ont pas une température cloacale cliniquement différente. Contrairement aux idées préconçues, il a été prouvé dans cette recherche que les dindonneaux ne meurent pas automatiquement de ce syndrome. S'ils sont isolés rapidement avec accès à l'eau et l'aliment sur une surface non-glissante, ils peuvent se remettre sur pied.

Mots clés: dindonneaux pédales, glucose, déshydratation

8.2 Abbreviations

Rpm = révolution per minute

EPF = early poult flip-overs

HCT = hematocrit

TP = total protein

HPS = hematoxylin, phloxin and saffron

BG = blood glucose

8.3 Introduction

Early poult flip-over (EPF) was first reported in 1999 by Noble et al. (1999). This syndrome occurs during the first week post-hatching and it is characterized by weak poult falling on their back, paddling to get back on their feet, but unable without assistance. If handled, affected poult close their eyes after a few minutes. When placed on litter, poult have no sense of balance and fall to one side and start paddling their feet. Poult that flip over may also chirp loudly, indicating distress or discomfort (Noble et al., 1999). According to Noble, this syndrome is responsible for mortalities at the beginning of the rearing period and is therefore responsible for economic losses. Research on EPF is scarce. Noble et al. (1999) found that EPF might have a genetic basis and that neither electronic beak trimmers, hydration status nor a bacterial agent was responsible for the syndrome. Christensen et al. (2003) found that EPF showed depressed plasma thyroid hormone concentrations (-6.8 ng/mL for thyroxine and - 2.9 ng/mL for triiodothyronine on EFP poult) as well as lighter heart weight of 80g. It is worth noticing that studies were conducted in experimental conditions.

Hypoglycemia has been reported in chicks and associated with birds lying ventrally with legs extended, sometimes showing spasms and increased mortality. Often name spiking mortality, glycemia levels as low as 19 mg glucose/dl blood have been reported. This condition however occurs around 7 to 14 days of age and can be controlled with proper lighting schedule (Goodwin et al., 1994). No such observation nor association with low blood glucose has been reported within EPF affected poult flocks. The prevalence or incidence of this syndrome are impossible to calculate, because as seen in the project, number of EFP by flock can go up to less than 10 to more than 300 for a 1000 of poult.

The current project was conducted in commercial turkey farms in the province of Québec, Canada, where EPF birds were sampled at 24 hours post-delivery. Our objectives were to clinically describe poult affected with EPF and compare them with normal poult for various physical, physiological, biochemical and histological parameters. The hypothesis of this project were that the EFP may be caused by hypoglycemia, dehydration or a central nervous system problem.

8.4 Materials and methods

A prospective longitudinal survey based on a sample of 23% of Quebec turkey brooding farms was done. A convenience sampling of 25 brooding turkey farms with even sex distribution with the inclusion of all local hatcheries was planned with the support of Éleveurs de volailles du Québec. Twenty-five farms out of a total of 110 brooding farms in Quebec were selected based on geographical location, poult delivery date, and producer's willingness to participate to the study.

Two barn visits per farm were made during the survey. The first one was at time of poult delivery. Twenty-four hours after poult delivery, a second visit of all pens was made to assess the prevalence of early poult flip-over. Up to twelve EPF found lying on their back or side with paddling were selected for sampling. Six clinically normal poult were randomly selected on the first floor as controls. Cloacal temperature was measured with a thermometer (ThermoScan IR-5, Braun, Aschaffenburg, Germany). A physical examination was performed to evaluate poult quality using nine criteria: crop filling, navel closure, congenital malformations, firmness of the abdomen, leg color and cleanliness, beak and toes trimming, hock redness, alertness and activity level as well as hydration status (table 1).

Score 0 was used to describe normal parameters, while scores 0 to 3 were assigned to poult for increasingly abnormal criteria. Scores were summed to determine the global quality score of the poult. The crop filling was evaluated by a crop palpation of the crop with two fingers. Navel closure was evaluated by observing the periumbilical coelomic wall after gentle blowing of the feathers. Congenital malformation was visually evaluated. Firmness of the abdomen was evaluated by gentle palpation of the abdomen with two fingers. Leg color and cleanliness, beak and feet trimming, hock redness were visually evaluated. Alertness and activity level were assessed by placing the poult on its feet and observing its efforts to walk. Hydration status was evaluated by a finger pressure on the tarsometatarsis and by a visual evaluation.

Each poult was then weighed using a commercial scale (OHAUS P12KS, OHAUS, NJ, USA). A blood sample was obtained by decapitation and collected up in a dry plastic tube (Eppendorf 2 mL). A heparinized microhematocrit capillary tube was filled directly from neck blood vessels and sealed with clay (Fisherbrand Microhematocrit Capillary Tubes 22-362-566, Ontario, Canada). Liver and yolk were removed, weighed and frozen at -20°C. Brains were harvested and fixed in 10% formalin. After the blood had clotted, tubes were centrifuged with a 850g for 10 minutes (HETTICH Mikro 200, HETTICH AG, Bach, Suisse) and the serum was transferred to a dry plastic tube to be frozen at -20°C until further analyses (Micro tube 1.5ml SafeSeal, SARSTEDT, Germany). Heparinized microhematocrit capillary tubes were centrifuged at a 590g for 2 minutes (Haematokrit 210, HETTICH AG, Bach, Suisse). The hematocrit (HCT in %) was determined using a ruler and total proteins (TP in g/100ml) were measured using a refractometer by placing the plasma obtained after breaking the hematocrit tubes above the buffy coat. Longitudinal sections of the formalin fixed brain and cerebellum of EPF poult and normal poult were made (farm with the highest number of EPF birds only) and stained with hematoxyline, phloxin and saffron (HPS) and examined microscopically.

Data were analyzed with the software SAS 9.4 (SAS Institute Inc, Toronto, Canada). A Student T test was done to compare cloacal temperatures, global quality scores, crop filling, body, yolk and liver weights, hematocrit, total proteins, blood glucose and the total score between control poult and affected poult. A Pearson correlation coefficient was used to look for possible association between body weight and liver weight, between body weight and yolk weight and between hematocrit and total proteins.

8.5 Results

Animals with EPF weighed 10.9g less than control ($p < 0.0001$) (Table 3). The average body weight was 62.39g ($n=243$) and 73.31g ($n=144$) in EPF and normal poult respectively. Both livers and yolks of EPF were lighter weighing respectively 0.72g ($p < 0.0001$) and 0.69g less ($p < 0.005$) than those of controls. There was a strong positive correlation of 0.56 for EPF and 0.60 for controls between total body weight and liver weight ($p < 0.0001$), meaning that the heavier a poult was, the heavier its liver was. There

was a strong positive correlation of 0.19 for EPF and 0.39 for control between total body weight and yolk weight ($p < 0.005$). Cloacal temperature ranged from 95.0°F to over 108.0°F for EPF and from 101.3°F to 106°F for control poult. The cloacal temperature of EPF (102.65°F in average) was significantly lower by 0.65°F ($p < 0.005$) than the cloacal temperature of control poult (103.297°F in average). The post-delivery quality score of EPF (3.5 in average) was significantly higher by 1.8 ($p < 0.0001$) than the global quality score of control (1.7 in average). Crop filling score of the EPF (1.497 in average) was significantly lower by 0.36 ($p < 0.00001$) than control poult (1.18 in average). The only congenital malformation found was yolk herniation through the coelomic wall on a control poult. The HCT of the EPF (34.66% in average) was significantly higher ($p < 0.01$) than the HCT of control poult (33.25% in average). The TP of EPF affected poult (3.54 g/dL in average) was significantly higher ($p < 0.0001$) than the TP of control poult (3.29 g/dL in average). There was a strong positive correlation of 0.27 between the HCT and the TP of EPF and controls combined ($p < 0.0001$), meaning that higher was a HCT, higher the PT was. The blood glucose (BG) was significantly lower ($p < 0.00001$) in EPF (15.9 mmol/L in average) than in controls (18.2 mmol/L in average). Brain and cerebellum of EPF and normal poult were microscopically normal.

8.6 Discussion

Our objectives were to clinically describe poult affected with EPF and compare them with clinical normal poult of the same barn for various physical, physiological, biochemical and histological parameters.

Clinical signs:

Weakness is a very nonspecific clinical sign. When it comes to its origin, it is difficult to differentiate between a musculoskeletal, a metabolic or a neurological problem either central or peripheral. EPF affected poult may be too weak to right themselves or may not be able to coordinate their movements to get them up. In EPF the pedaling pattern does not resemble convulsions because when put back on their feet, they try to walk right away. Furthermore, the mental state during pedaling does not subjectively seem altered for

most of the EPF affected poult. When EPF birds are put back on their legs, they can walk without falling back down, or travel a certain distance before falling back down, or be unable to stand and instantly fall back down. If this abnormal gait reflected a neurologic problem, primarily or secondarily to a metabolic problem, the proper term to use to describe EPF would be ataxia. This lack of coordination can result from lesions involving either the vestibular system, the proprioceptive system or the cerebellum. When poult are placed in “hospital park” where floors are covered with cardboard, they appeared to be more capable of keeping their balance and have an easy access to feed and water. This hard and regular surface could help to compensate a neurological deficit when compared to the litter, which is a very irregular surface that might make movement coordination more difficult. However, even with the cardboard, some poult continue to fall, sometimes while walking and sometimes from a standing position while grooming their backs. Some are able to get up by themselves, while others get back on their legs when another poult accidentally walks on them. The syndrome does not appear to be invariably deadly and does not appear to persist over time. In fact, in a farm where there were more than 300 EPF at the 24 hours visit, the number of affected poult markedly decreased at 48 hours and very little mortality was recorded. Some poult exhibit fine tremors of their legs while lying on their back and some of them exhibit less vigorous muscular contractions post-decapitation than control. It is not certain that these observations are solely due to EPF as it could be the consequence of being lying on the litter for prolonged period. In fact, those poult have no access to water, are often not in optimal temperature and they spend a lot of energy trying to get back on their feet.

An important difference of almost 11g (i.e. 15% BW) in body weight was found between EPF and normal poult ($p < 0.0001$). It can be explained partly by the fact that EPF birds had less food in their crops, probably because less food was consumed, partly by the fact that they probably spent more energy than controls, and they were dehydrated, because of the limited access to drinking water. It is also important to mention that poult delivered to each farm came from different breeding flocks of various ages, so there was intra-farm variability between poult. However, Donaldson et Christensen (1991) did not find any difference in the body weight between EPF poult and controls. A selection bias might also be considered to explain this difference. The EPF poult lower crop filling scores can be

explained by the fact that affected poult could probably not access feed. The results showed that the heavier a poult is, the heavier will be its liver and yolk. Even if the EPF had lower crop filling score, they did not seem to have consumed more their yolk as a mean of compensation as previously hypothesized by Donaldson et Christensen (1991). The same results appeared in this study, because the difference was only 0.65g, and could be explained by the difference in body weight. Donaldson et Christensen (1991) did not find any difference in liver weight nor in yolk weight.

The difference in cloacal temperatures between the two groups was small but the difference in the range of temperatures between EPF poult and controls is more remarkable. Poults are poikilotherms at birth, meaning that they need to be in an optimal environmental temperature (Christensen, 2014). As EPF poult are unable to move when they fall, they are not able to regulate their body temperature and will easily become too hot or too cold if not placed in the optimal environment (Hill, 2001). When EPF poult were found under heat lamps their cloacal temperatures were over 108°F (42.2 °C), while those sampled near or far away from a heat sources were cold with 95.0 °F (35 °C) cloacal temperature. The average cloacal temperature of 102.6 °F (38.9 °C) for EPF poult was below the normal range for poults (Christensen, 2014). Poult producers should regularly walk in the barn during the first day to detect EPF poult and place them in a restricted area with a heat source and easy access to feed and water.

Given the clinical signs observed in early flip-over poults, one of our hypothesis was that hypoglycemia was a possible cause of EPF, Blood glucose levels were measured in both EPF and clinically normal poult on each visited barn at 24 hours post-delivery. A difference was observed with healthy poults showing a mean blood glucose level of 18.21 mmol/L, 2.72 mmol/L higher than compared to EPF affected birds. While this difference was statistically significant, we believe that clinically this difference was not significant enough to be responsible for the clinical signs. There are however various reasons that might explain this lower blood glucose levels. Firstly, EPF turkey poults likely did not eat as well as normal poults, as demonstrated by their lower crop filling score. Also, given their difficulty to walk, EPF birds cannot easily go to feeders. It is therefore strongly possible that EPF had not eaten for a few hours hence their low blood glucose levels.

Secondly, glucose homeostasis is regulated via gluconeogenesis, a process driven by the renal system. Because kidneys are not fully developed at hatch, poult must eat food and water quickly to compensate for this ineffective glucose regulatory system (Christensen, 2009). Thirdly, EPF poult spend a lot of energy trying to get up, and since they do not consume food, they must use their glycogen storage. Finally, blood glucose was measured 24 hours post-delivery in recently hatched poult. Hatching is a strenuous process requiring a lot of energy and likely use of glycogen supply (Wittmann et Weiss, 1981).

A total quality score was measured for each euthanized poult, EPF and normal ones, during this study. Several parameters were measured, such as crop size, navel closure, presence of congenital malformation, firmness of the abdomen, legs cleanliness, beak and claws size, hock appearance, hydration status and the alertness level. All these scores were summed up to give a total quality score. A high score was indicative of a poor doing poult. There was a difference between EPF and normal poult of 1.8 ($p < 0.0001$). This difference is very important, as the average of the total scores for the EPF affected poult was 3.5 while healthy poult obtained a score of 1.7. Parameters which scored the lowest in the EPF poult were the alertness level and hydration status. EPF poult were often found to be listless or apathetic and dehydrated.

Hematocrits were 33.26 and 34.66 for the healthy and EPF birds respectively. While this difference is statistically significant ($p = 0.0093$), it is not clinically relevant and cannot explain alone the clinical signs observed in EPF poult. It is likely that EPF affected poult were water deprived for a few hours hence the slightly higher blood hematocrit. This would also explain the difference in total proteins between the two groups. The difference of 0.24 g / 100ml was significant but not clinically relevant.

It has been mentioned previously that some EPF affected poult had a very high cloacal temperature often associated with the location they were found i.e. under heating sources.

It is also likely that these birds were more dehydrated given exposure to higher temperatures. A positive correlation ($r = 0.27$; $p = 0.000001$) was observed between hematocrit and total blood proteins. This likely illustrates that a mild hemoconcentration

i.e., a loss of water was responsible for the increased hematocrit and total proteins values in EPF birds. Dehydration would therefore be more a consequence than the cause of EPF.

Some farms tend to build so-called hospital enclosures where poor doing poults are placed for a few days with close access to feed and water. During our study, a barn experienced a severe episode of EPF with a total of 300 affected poults on 2225 delivered in the first 24 hours. A three-hour observation with a camera showed that these EPF do recover and go back to drinking and eating with a normal gait. Because of this ‘hospital’ enclosure, the affected barn had one of the best early mortality rates (1,17%), and the vast majority of these sick poults was rescued through care and attention. The producer was present and spent numerous hours in the barn to make sure poults were moving to find food and water. The EPF were rapidly found and placed in the “hospital”. The use of a non-slippery surface other than litter (such as cardboard) helped the poults to get up. If the syndrome was of neurological cause, irregular surface would make walking even more difficult.

It is also important to mention that no EPF affected were observed at time of delivery. Clinical signs likely appeared during the first 24 hours post-delivery, but we do not know exactly when. Given our results, it is also very difficult to determine whether the condition is of neurological, muscular or metabolic origin.

Although this study did not determine the cause of EPF, it demonstrated that low blood glucose is probably not responsible for this condition. If the condition is related with energy metabolism, the problem must be at another level. Christensen and al. (2003) had shown that thyroid hormones were reduced in EPF compared to control poults. These hormones are important in the embryo development, as it is necessary for proper cerebellar development. It would be interesting to further investigate this avenue to verify if cerebellar ataxia could be related to poult flip-overs. However, we could not observe histological lesion in the brain and cerebellum affected poults.

8.7 References

- Christensen, V.L. Development during the first seven days post-hatching. *Avian Biol. Res.* 2(1/2): 27-33. 2009
- Christensen, V.L. Poult Temperature management. *Hybrid Turkey*. 2 pp. 2014
- Christensen, V.L., D.T. Ort, and J.L. Grimes. Physiological factors associated with weak neonatal poult (Meleagris gallopavo). *Poult. Sci.* 2(1): 7-14. 2003
- Donaldson, W.E. and V.L. Christensen, Dietary carbohydrate level and glucose metabolism in turkey poult. *Comp. Biochem. Physiol. A. Comp. Physiol.* 98(2): 347-350. 1991
- Hill, D. The crucial first 48 hours in the life of a chick. *Poultry Proceedings*. 30-34 pp.2001
- Noble, D.O., K.E. Nestor, and C.R. Polley. Factors influencing early poult flip-overs in experimental populations of turkeys. *Poult. Sci.* 78(2): 178-181. 1999
- Wittman, J. and A. Weiss. Studies on the metabolism of glycogen and adenine nucleotides in embryonic chick liver at the end of incubation. *Comp. Biochem. Physiol. C. Comp. Pharma.* 69(1): 1-6. 1981

8.8 Acknowledgements

The authors wish to thank all participating producers and hatcheries as well as the precious support of Mrs Nathalie Robin, André Beaudet and Chantal Fortin from the Éleveurs de volailles du Québec, M. Sylvain Rocheleau and Ghislaine Guay from the Couvoir Unik who made this study possible. This work was financially supported with a grant from Innov'action, MAPAQ.

Table 1. Description of the scores established for the poult quality evaluation made at delivery

	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3
Crop filling	Completely full	Presence of food	Completely empty	
Navel closure	Hermetically closed and perfectly healed	Incompletely closed with fully retracted yolk	A residual yolk protruding	
Congenital malformation	No malformation	Any malformation		
Firmness of the abdomen	Firm	Flaccid		
Leg color and cleanliness	Perfectly clean	Slightly dirty	Really dirty	
Beak and toes trimming	Adequate	Inadequate beak or toes trimming	Inadequate beak and toes trimming	
Hock redness	Normal hocks	Slightly red hocks	Light abrasions on hocks	Severe abrasion and redness
Alertness and activity level	Alert	Alert and tries to walk but is pedalling	Closes his eyes after few efforts to get up	
Hydration status	Skin regained its shape appeared normal	Skin don't resume to its initial shape, is darker and tight at the tarsus		

Table 2. Summary of the results obtained on this research for flip-over poult vs control poult, calculated with a student T test for each parameter

Flip-over vs control poult	
Poult weight	-10.9 g (p<0.0001)
Liver weight	-0.72 g (p=0.0001)
Yolk weight	-0.69g (p=0.005)
Hematocrits	+1.40% (p<0.01)
Total proteins	+0.25 g/100ml (p<0.0001)
Cloacal temperature	-0.65°F (0.00001°C) (p<0.0001)
Blood glucose	-2.27 mmol/L (p<0.0001)

9. Discussion

Ce projet de recherche consistait en une étude observationnelle où ont été décrites pour une première fois les différentes méthodes de démarrages dans la production de dindons au Québec. Plusieurs paramètres importants ont été observés et analysés au cours de ce projet et certains ont été démontrés comme ayant un effet plus important. Je décrirai d'abord les différentes méthodes de démarrage utilisées, puis discuterai de l'importance de paramètres environnementaux comme la luminosité maximale mesurée à la hauteur des yeux des dindonneaux, leur température cloacale et la température ambiante. Leur impact sur les résultats d'élevage comme les mortalités et le gain moyen quotidien sera discuté, ainsi que l'importance d'établir des scores de qualité relatifs à la qualité des dindonneaux livrés. Finalement, je discuterai des résultats d'analyse faites sur la moulée donnée aux oiseaux avant de conclure sur les méthodes de démarrage optimales des dindonneaux.

9.1 Méthodes de démarrage

Au Québec dans les fermes de dindonneaux, on retrouve actuellement 3 types de départ qui sont utilisés selon la préférence du producteur. On retrouve les départs en cercle, où les dindonneaux sont restreints pendant quelques jours dans des cercles de cartons de 2m de diamètre environ, placés sous les lampes chauffantes avec accès rapide à de l'eau et de la nourriture. On retrouve aussi les départs en grande division où les producteurs mettent des bandes de cartons pour éviter que les dindonneaux ne s'éloignent trop de la nourriture, de l'eau ou du chauffage. Et le troisième type de départ est celui sans division à l'intérieur du parquet, où les oiseaux ont accès à tout l'espace du poulailler.

Plusieurs analyses statistiques ont été effectuées en fonction des types de départ, car nous souhaitions vérifier si un des types de départs était plus efficace que les autres en termes de performances d'élevage. La seule différence significative qui a été mesurée est celle entre le pourcentage de jabot remplis (donc les oiseaux avec une cote 1 et 2) et les départs de cercle et grande division ($p=0,0179$). Il n'y avait toutefois aucune différence entre les départs en cercle et les départs sans division. On peut affirmer que lorsque les

départs sont effectués en cercle, les dindonneaux auront des jabots plus remplis, car ils ont probablement plus de facilité à trouver leur moulée. Sur des cotes de 0-1 et 2 pour les jabots respectivement vides, remplis et bien remplis, la différence n'est que de 0,1. Cette différence est faible et cliniquement peu significative. L'impact de la luminosité est toutefois plus élevé que par le type de départ. De plus, il faut considérer que le nombre de départs en cercle (3) et en grande division (5) étaient peu nombreux. Ce détail peut possiblement expliquer pourquoi il n'y a eu aucune différence significative entre les types de départ pour la température cloacale, ou les mortalités à 10 jours et finale. Selon nos résultats, peu importe le type de départ que le producteur utilise en début d'élevage, il peut obtenir des performances acceptables pour ce qui est de la température cloacale de ses oiseaux et des mortalités en cours d'élevage s'il porte attention aux besoins en confort de ses oiseaux.

9.2 Luminosité

En ce qui concerne l'optimisation des démarrages, plusieurs résultats très intéressants ont été découverts tout au long de cette recherche. Les statistiques significatives les plus intéressantes pour les producteurs ont été en lien avec la luminosité maximale au jour 1 mesurée dans l'espace destiné aux dindonneaux et leur grosseur de jabot. En effet, une forte corrélation de $r = 0,468$ ($p = 0,019$) a été déterminée pour ces deux paramètres. Cela signifie que dans les fermes où la luminosité était plus élevée, les dindonneaux avaient tendance à plus consommer de moulée dans les premiers 24 heures, que dans une ferme où la luminosité maximale était faible (en dessous de 25 lux). Ceci suggère que la luminosité vient stimuler l'activité des dindonneaux, qui auront tendance à se déplacer et trouver la nourriture, et l'eau plus rapidement dans un environnement bien éclairé (Gosselin et al., 1998). Il est d'ailleurs rapporté que dans une ferme où la luminosité est faible, les dindonneaux sont moins actifs (Rault et al., 2017). Selon les résultats obtenus lors de cette recherche, on pourrait établir les recommandations de luminosité à un minimum de 25 lux pour avoir des dindonneaux avec un jabot contenant de la moulée (score de 1 et 2). D'après nos résultats, l'intensité lumineuse idéale serait de 50 lux (Figure 14). Cela permettrait normalement aux producteurs d'améliorer leurs performances, car un dindonneau qui

consomme de la nourriture rapidement développera ses intestins plus rapidement et obtiendra un meilleur gain de poids quotidien (Cherry et Barwick, 1962).

9.3 Températures cloacales

Des corrélations respectives de $r = -0,177$ et $r = -0,277$ entre les taux de mortalités (10 jours et final) associées à la température cloacale ($p < 0,0001$) ont été mesurées. Ces corrélations signifient que pour chaque unité de température cloacale qui augmente, la mortalité des oiseaux baisse. Cela indique une tendance que les producteurs ayant une mortalité élevée garde peut-être leur température ambiante un peu trop élevée par rapport aux besoins de leurs oiseaux. La température cloacale idéale lors des premiers jours est de 103 à 104°F (39,4 à 40°C) (Christensen, 2014). Si les producteurs prenaient le temps de mesurer la température cloacale de leurs oiseaux dispersés à plusieurs endroits dans le poulailler, cela leur permettrait d'évaluer les lieux qui sont trop chaud ou trop froid à cause des courants d'air, et ils pourraient ajuster le tout pour obtenir des zones de confort idéal. Évidemment, cette corrélation ne signifie en aucun cas que les producteurs doivent augmenter la température ambiante en espérant toujours baisser leur taux de mortalité. Des dindonneaux avec une température cloacale au-dessus de 104°F seraient aussi inconfortables. Les mortalités augmenteraient probablement pour des températures trop élevées, autant que pour des mortalités trop faibles.

Aussi, au niveau des différences entre les lots de mâles et femelles, un faible écart a été décelé pour ce qui est de leur température cloacale ($p = 0,0003$). Cet écart est de 0,17°F, et malgré que les températures soient statistiquement différentes, on observe aucune différence clinique pour un écart de 0,17°F.

9.4 Température ambiante

Au niveau des températures mesurées en ferme, il est important de mentionner qu'il y avait beaucoup de variations dans les données, ce qui peut expliquer qu'on ait eu de la difficulté à trouver des résultats significatifs. Au final, seulement 25 fermes ont été évaluées, ce qui reste un nombre assez faible pour des corrélations lorsque la variation est

aussi grande. Au contraire, le nombre élevé de températures cloacales donne des variations de moyennes très faibles entre les groupes et les fermes. Par contre, il a été possible d'obtenir des résultats plus concluants en évaluant l'écart des températures cloacales mesurées par ferme.

Dans les résultats observés pour cette étude, les producteurs du Québec ont tendance à mettre des températures plus basses que hautes en période estivale. On peut émettre l'hypothèse que les producteurs qui ont chauds personnellement à cause de la température extérieure vont avoir tendance à moins chauffer leur poulailler au moment du démarrage des dindonneaux. Aussi selon la figure 3 de l'article 1, qui montre les températures récoltées avec une sonde automatique (datalogger) pendant les 24 premières heures d'élevage sur les fermes participant au projet, on observe que non seulement les températures sont variables d'une ferme à l'autre, mais également sur la même ferme au cours de ces premières heures de production. Il y a fort probablement de l'amélioration à faire de ce côté chez les producteurs de dindons. Il ne faut pas oublier que les dindonneaux sont poïkilothermes et donc très sensibles à la température ambiante (Hill, 2001). En ce sens, une autre corrélation de $r= 0,55$ a été décelée entre l'écart de température mesuré sur une ferme pour les premières 24 heures, et la mortalité à 10 jours ($p=0,0084$). Plus l'écart était grand, plus la mortalité de 10 jours observée était grande. Cela prouve à nouveau que les dindonneaux sont effectivement très sensibles à la température ambiante. Les producteurs doivent éviter au maximum les écarts de température pour les débuts d'élevage et éviter les coins avec des courants d'air et ce, afin d'assurer le confort des oiseaux.

9.4.1 Température de litière et remplissage de jabot

Ainsi, il a été impossible de trouver une corrélation entre la température de litière et le remplissage de jabot. Cette corrélation aurait pu s'avérer très intéressante, car nous avons comme hypothèse qu'un dindonneau qui est dans un environnement confortable sera plus porté à consommer de la moulée et à se déplacer. Toutefois, comme nos résultats ne donnent pas les estimations attendues, il est fort possible que la luminosité a un impact plus grand sur la consommation de nourriture que la température ambiante. La grande

variation de températures entre les fermes mesurées peut aussi expliquer ce manque de statistique significative.

Également, aucune corrélation n'a été mesurée entre le pourcentage d'humidité mesuré au jour 0 et les températures de litière mesurées autant au jour 0 qu'au jour 1. Il faut savoir que ce pourcentage d'humidité a été mesuré selon les équipements en ferme et qu'il arrivait fréquemment que les sondes soient installées beaucoup trop hautes par rapport aux besoins des dindonneaux. De plus, certains équipements étaient très vieux et il est fort possible que l'humidité prise en note n'ait pas été la vraie valeur ressentie.

Comme nous avons mesuré la température de la litière à l'aide un appareil infrarouge, on peut s'imaginer que la température affichée de cet appareil représenterait bien la température ambiante. Toutefois, comme l'humidité en ferme lors des débuts d'élevage se situe autour de 60%, les variations d'humidité peuvent grandement influencer le bien-être ainsi que la température cloacale des dindonneaux. Pour évaluer correctement la variable de température ambiante et ainsi peut-être obtenir des analyses corrélées, il aurait fallu mesurer la température humide ressentie en ferme et pas seulement la température de litière. À la base, l'intention lors du projet était de mesurer les deux, mais l'appareil mesurant la température humide s'est brisé en début de récolte de données et nous avons été incapable de le remplacer à temps afin d'obtenir des valeurs pour la majorité des fermes.

9.5 Mortalités

Une autre corrélation très intéressante observée est celle entre les taux de mortalité à 10 jours et le taux de mortalité final. Cette corrélation de 0,468 confirme une de nos hypothèses du projet qui était qu'un départ optimal peut influencer positivement les performances d'élevage. Un producteur qui présente un taux de mortalité faible dès le départ de son élevage aura donc une mortalité plus faible jusqu'à la fin. Comme on retrouve une grande majorité des mortalités en début d'élevage, il est effectivement logique de trouver une corrélation entre les deux taux de mortalité. Ceci démontre que les producteurs doivent être particulièrement attentifs dans les premiers jours d'élevage s'ils veulent

obtenir de meilleures performances d'élevage. L'écart entre les taux de mortalité observés sont très grands; les meilleurs sont capables d'élever leurs dindonneaux avec des mortalités inférieures à 2%, et ce autant chez les mâles que les femelles. Les producteurs moins performants ont eu une mortalité de 12%. Viser des mortalités plus faibles en début d'élevage est un des éléments à prendre en compte pour améliorer leurs performances globales d'élevage.

9.5.1 Mortalité mâles vs femelles

Au niveau des mortalités, quelques producteurs mentionnaient en début de projet qu'il est plus facile de produire des dindes femelles que mâles et que les taux de mortalité sont toujours inférieurs. Notre analyse visant à mesurer la différence entre les taux de mortalité mâles et femelles pour les dix premiers jours aucune différence significative n'a été observée entre les mortalités provenant des deux sexes. Toutefois, pour ce qui est de la mortalité finale, il y avait une différence de 3,21% plus élevée chez les élevages de dindons mâles que chez les femelles ($p=0,02$). On peut donc affirmer qu'il n'est pas plus difficile de débiter une production de mâles ou de femelles, puisque les statistiques observées le prouvent. Par contre, pour ce qui est de la mortalité finale, il est clair que les mâles ont eu des taux de mortalités beaucoup plus élevés dans les fermes du projet. Il faut toutefois prendre en considération que les lots de mâles sont gardés en engraissement pendant 110-130 jours tandis que les femelles le sont pour un temps de 70-90 jours. Les mortalités des groupes mâles et femelles ont également été comparées en fonction des morts naturelles par semaine pour analyser s'il existait des différences entre les deux groupes. Il faut savoir que pour les lots de femelles, les fermes participant au projet ont eu des mortalités plus importantes au courant des 5 premières semaines d'élevage ($p<0,0001$). Par la suite, pour les semaines 6 à 11 précédant l'abattage, les mortalités baissaient significativement pour rester stables. Quant aux mâles, les semaines où l'on observait plus de mortalités étaient les semaines 1, 2, 17 et 18 ($p<0,0001$), les autres n'étant pas statistiquement différentes entre elles. On remarque donc que les moments les plus difficiles de l'élevage de dindons des deux sexes sont les deux premières semaines. Ensuite, une comparaison a été réalisée entre les mortalités des deux sexes semaine par semaine, pour vérifier s'il y avait des différences. Il faut noter que les femelles sont élevées jusqu'à 11 semaines,

comparativement aux mâles dont l'élevage dure 18 semaines en moyenne pour produire un dindon lourd. La comparaison statistique a donc été réalisée seulement pour les 11 premières semaines. La seule différence entre les mortalités par semaine basé sur le sexe a été celle observée à la semaine 9 ($p < 0,0001$). Toutefois, cette différence était faible puisqu'elle présentait seulement un écart de 0,05% de mortalité entre les deux groupes. On ne peut donc pas affirmer de façon générale s'il y a plus de mâles ou plus de femelles qui meurent au cours des 11 premières semaines d'élevage. Toutefois, il serait intéressant de voir si on conservait des femelles durant 18 semaines d'élevage, si l'on obtenait une augmentation de mortalité en fin de lots, comme les mâles.

9.5.2 Mortalités et températures de litière

En lien aux mortalités, aucune corrélation n'a été décelée entre les taux de mortalités (soit celui de 10 jours ou celui final) et les températures de litières au jour 0 et au jour 1. Il aurait été possible de penser que la température de litière aurait pu influencer la mortalité, mais rien n'a été décelé. Il faut aussi mentionner que le projet a été réalisé entre mai et septembre 2016, lors de températures extérieures clémentes. Il est fort possible que la conduite d'une telle étude en saison hivernale permettrait probablement de détecter des températures extrêmes qui influenceraient la mortalité précoce.

9.6 Gain moyen quotidien

Pour ce qui est d'un lien entre le gain moyen quotidien et la température cloacale des dindonneaux, aucune corrélation significative n'a été mesurée lors des statistiques. Il faut savoir pour les calculs de gain moyen quotidiens qu'il fallait diviser les sexes des dindonneaux élevés, car les femelles ont des gains moyens quotidiens beaucoup plus faibles que ceux des mâles (environ 85 grammes par jour versus 130 grammes par jour). Cette différence est importante, mais même avec cette division, nos résultats demeurent non significatifs. De plus, aucune différence significative n'a été mesurée entre le nombre de lots de dindons élevés dans le bâtiment et l'écart des températures cloacales mesurées au jour 1. L'hypothèse initiale pour cette analyse était qu'une vieille bâtisse présenterait

plus de courants d'air, ce qui aurait favorisé chez les dindonneaux d'une même ferme un plus grand écart de température cloacale. Toutefois, les fermes avaient une importante variabilité pour leur année de construction. De plus, certaines avaient été rénovées et utilisaient des équipements plus récents, ce qui expliquerait pourquoi aucune corrélation n'a été mesurée. Justement, ces éléments peuvent aussi expliquer qu'aucune corrélation n'a été mesurée entre le nombre de lots produits et les écarts de température mesurée pendant les 24 premières heures. Il faut également ne pas oublier que les sondes datalogger sont placées à un endroit fixe dans la ferme et si elles sont loin d'un courant d'air qui sont généralement plus près des murs, alors cet écart ne sera pas mesuré par la sonde. Il n'existe également aucun lien entre le gain de poids moyen quotidien et la température cloacale des dindonneaux. Ceci signifie que même si un dindonneau a une température cloacale inadéquate pour son bien-être en début d'élevage, cela n'aura pas d'impact à long terme sur son gain de poids tout au long de l'élevage. Il ne faut pas oublier que les dindonneaux atteignent leur capacité à réguler leur température après quelques jours de vie. Une fois cette capacité acquise, il est possible d'imaginer que les dindonneaux ayant eu une température inadéquate dans leurs premiers jours de vie, vont tout de même se nourrir normalement et atteindre le même poids que les autres dindonneaux du troupeau.

9.7 Score qualité des dindonneaux

Également, l'analyse du score total établi aux dindonneaux euthanasiés au jour 1 n'a présentée aucune différence entre les cotes de jabot et la température de cloaque des dindonneaux, paramètres mesurés au jour 1. Les moyennes mesurées pour les cotes de 0, 1 et 2 de jabot étaient très semblables, ce qui explique l'absence de différence significative entre les lots. On peut donc déterminer que les variables sont indépendantes, et qu'un dindonneau ayant froid ou trop chaud ne s'empêchera pas d'aller consommer de la nourriture. Également, l'analyse du score total établi aux dindonneaux euthanasiés au jour 1 n'a présentée aucune différence significative. Ces résultats suggèrent que certains dindonneaux malgré qu'ils aient un bel aspect et soit en bonne santé pouvaient ne pas consommer de moulée. Cela peut être expliqué par son incapacité à trouver la nourriture,

probablement car la luminosité en ferme était trop faible, ou qu'il était à l'extérieur de la zone de confort, soit la zone où la température est optimale.

9.8 Scores au couvoir

Une analyse au niveau du couvoir et des dindonneaux livrés révèle une corrélation de $r=0,492$ entre le score d'attente calculé par le nombre de dindonneaux et le temps passé entre l'éclosion des œufs aux couvoirs et la livraison à la ferme ($p=0,038$). Cette corrélation signifie que plus le temps écoulé entre l'arrivée à la ferme des oiseaux et leurs éclosions, plus les dindonneaux présenteront des signes de déshydratation et des ailes longues. Le critère « ailes longues » a été utilisé en mesurant la longueur de la plume primaire à l'aile qui est corrélée à la durée de l'éclosion. La déshydratation est à éviter, car elle peut augmenter la mortalité dans les lots chez les dindonneaux n'ayant pas réussi à trouver l'eau ou qui présentent de l'inanition (Institut technique de l'Aviculture, 1976). Au niveau des différences entre les couvoirs, aucune différence significative n'a été calculée entre le score qualité (nombre de dindonneaux petits, de mauvaises apparences physiques et avec des nombrils ouverts et apparents). Toutefois cette différence est calculée en fonction de la moyenne de tous les lots livrés par les couvoirs. À la figure 10, on remarque le couvoir A fourni des dindonneaux de qualité très variable. Il faudrait que ce couvoir en particulier porte plus attention à ses conditions d'incubation et d'éclosion afin d'obtenir une qualité de dindonneaux stable et qu'il vérifie la raison de cette inégalité. Aucune différence significative n'a été décelée entre le nombre de jabots remplis au jour 1 et le type de couvoir. Cette absence de différence est toutefois très intéressante, puisqu'elle nous indique que le remplissage de jabot est influencé par des pratiques et manipulations faites en ferme, et non en fonction de la qualité des dindonneaux livrés. On peut donc estimer que même si un producteur reçoit des oiseaux avec une qualité décevante, s'il s'investit lors du départ et porte attention à leur fournir le confort optimal, alors il est en mesure de compenser pour ce manque de qualité.

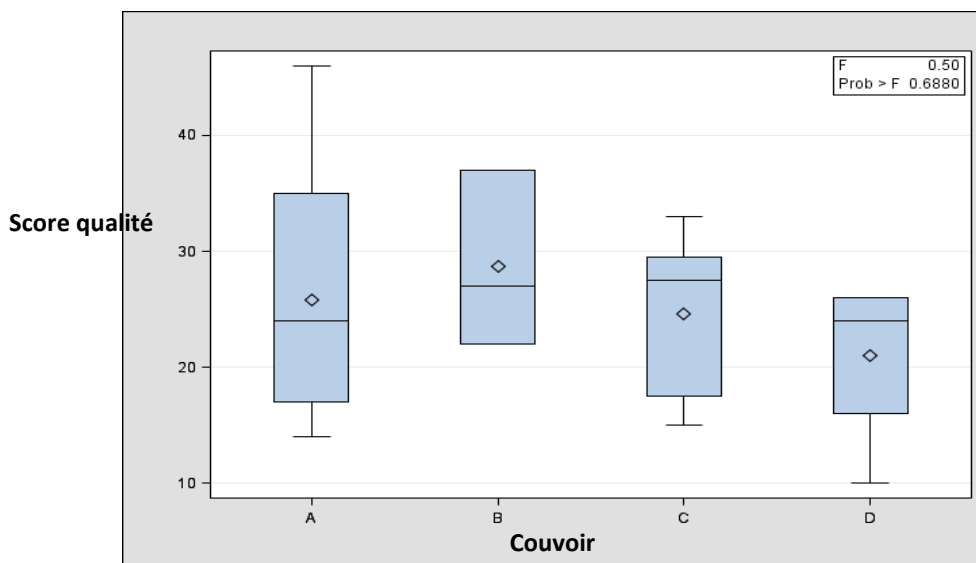


Figure 10. Distribution du score qualité obtenu chez les dindonneaux au jour de livraison pour les quatre couvoirs participant au projet.

Lors de l'évaluation de la qualité des dindonneaux à leur arrivée, on aurait pu croire que certains scores mesurés auraient un impact sur les performances d'élevage. Toutefois, en mesurant le score qualité et la mortalité aucune corrélation significative n'a été observée. On peut donc déduire que même si un producteur reçoit des dindonneaux de qualités inférieures, il pourra quand même atteindre une mortalité normale s'il y met les efforts et porte attention afin de combler les besoins primaires des dindonneaux. De plus, aucune corrélation n'a été trouvée entre le score qualité et le poids à l'arrivée. Comme le poids à l'arrivée est majoritairement corrélé avec l'âge des parents et non avec la qualité des oiseaux, on peut comprendre qu'aucune corrélation n'a été mesurée (Hybrid Turkeys, 2017c). Si on analyse plutôt le score de manipulation, évalué en prenant le nombre de dindonneaux présentant un bec rouge dans une boîte de livraison en contenant 100 et la mortalité, aucune corrélation significative n'est obtenue. Toutefois, des pattes avec des ecchymoses et des tailles de griffes trop courtes pour certains doigts, allant jusqu'à l'amputation de la première phalange ont été observées de façon régulière (figures 11 et 12). Cela indique qu'il faudrait probablement mieux ajuster les machines au couvoir pratiquant la coupe des griffes, afin d'éviter des souffrances inutiles aux dindonneaux. Comme ces manipulations n'influencent pas la mortalité à 10 jours et finale, on comprend qu'en majorité les dindonneaux ne décéderont pas des suites de ces mauvaises manipulations.



Figure 11. Image comparant un dindonneau déshydraté (droite sur l'image), qui est très foncée par rapport à un dindonneau sain (à gauche sur l'image). (Photo prise par Violette Caron Simard)



Figure 12. Image présentant une taille des griffes mal effectuées, car elle dépasse la première phalange et les doigts sont très rouges (Photo prise par Violette Caron Simard)

Dans le même sens, aucune corrélation n'a été décelée entre la taille du bec à jour 1 et la mortalité à 10 jours ainsi qu'entre la taille et le gain moyen quotidien. Ainsi, même si la taille des griffes est mal effectuée cela n'influence ni les mortalités de départ, ni la capacité du dindonneau à consommer de la nourriture. Même si le dindonneau avait quelques difficultés à se déplacer en début d'élevage au final cela n'a pas semblé, dans le cadre de notre étude, avoir d'impact sur le gain moyen quotidien obtenu tout au long de l'engraissement des oiseaux.

Finalement pour ce qui est de la qualité des dindonneaux livrés à la ferme, aucune corrélation n'a été mesurée entre les nombres de nombrils anormaux à la livraison et la mortalité à 10 jours et la mortalité finale. Pour ces paramètres, on s'attendait à une corrélation, car il est rapporté que les nombrils non fermés ou mal cicatrisés causent des infections et des mortalités (Hammond, 2016). Toutefois, on peut déduire que malgré le nombre élevé de nombrils non cicatrisés, ce ne sont pas tous les dindonneaux avec ce type de lésion qui développent des infections et encore moins en meurent. Il est également fort possible que les départs au Québec qui se font toujours sur nouvelle litière sèche aident à réduire ces infections

9.9 Moulées de départ

Nous avons comparé les grosseurs des moulées de type « départ » présentes dans chacune des fermes du projet. Une grande variation a été observée dans la granulométrie pour l'alimentation du dindon en provenance des fermes participantes (voir figure 13). Les résultats obtenus ont été des grains moyens de tailles variant de 1200 à 1800 microns. Il a déjà été démontré que les dindonneaux étaient très pointilleux avec leur nourriture, en sélectionnant leur propre taille de particules (Melcion 2000). La taille ne devrait pas être trop large, car les dindonneaux doivent pouvoir l'ingérer correctement en fonction de la grosseur de leur bec (Picard et al., 2000). Une alimentation optimale pour les dindonneaux leur permet de développer leur tube digestif rapidement et permet d'optimiser leur croissance (Noy et al., 2001). L'objectif souhaité est le développement rapide de leur système digestif, il est donc important que la moulée soit appétente. Selon un collègue nutritionniste travaillant en production avicole, les moulées servies aux dindonneaux doivent présenter une taille se situant autour de 1700 à 2000 microns pour les moulées de départ (Lebel, 2017).

Finalement, d'autres résultats auraient pu être intéressants à mesurer tel que la concentration de CO et de CO₂ en ferme. Au début de la récolte de données, nous avions un appareil permettant de mesurer le CO mais qui s'est avéré défectueux. La concentration exacte de CO et de CO₂ dans l'environnement des fermes aurait été très utile pour vérifier si ces paramètres ont un impact réel sur les performances d'élevage (Hall, 2016). De plus,

la mesure de la température humide de la pièce aurait pu nous permettre d'apprécier l'influence de la température sur la température de cloaque, car les dindonneaux sont reconnus comme étant très sensibles aux taux d'humidité (Hammond, 2016).

9.10 Méthodes optimales

À la suite de tous ces résultats calculés et obtenus, plusieurs recommandations sont à faire en lien avec les méthodes optimales à utiliser en ferme pour avoir le meilleur départ de dindonneaux possibles. Tout d'abord, le type de départ et les équipements importent peu, selon les résultats obtenus, tant que les producteurs sont à l'aise avec le matériel et connaissent ses points faibles auxquels porter attention, il n'y a pas de différence de résultats au niveau du type de départ choisi. Les fermes doivent avoir une luminosité maximale de 50 lux, mesuré à la hauteur des yeux des dindonneaux lors de leur arrivée. Cette luminosité permet d'avoir un meilleur remplissage de jabot, qui lui doit être évalué 24 heures après l'arrivée des oiseaux. La température cloacale des dindonneaux doit aussi être évaluée au même moment. Ces deux paramètres permettent de voir comment se passe le démarrage, et si des ajustements sont à faire. On doit avoir un maximum d'oiseaux ayant mangé, visant le 90%, et des températures cloacales entre 103 et 104°F (39,4 et 40°C)

Ensuite, la température ambiante doit être autour de 90 à 92°F (32,2 à 33,3°C) pour permettre un bon confort aux oiseaux. La température ne doit pas fluctuer au cours de la journée, et on doit éviter les courants d'air au niveau des dindonneaux. Les mortalités obtenues à 10 jours et lors de l'envoi des oiseaux à l'abattage doivent être idéalement autour de 2% lorsque l'élevage s'est bien déroulé.

Lors de l'arrivée des dindonneaux provenant du couvoir, il est important d'évaluer leur score qualité, et d'ajuster les méthodes d'élevage en fonction du résultat obtenu. Des dindonneaux déshydratés nécessitent plus d'eau et de venir les déplacer plus souvent pour s'assurer qu'ils trouvent l'eau rapidement.

Finalement, le producteur doit fournir aux dindonneaux une moulée idéale et appétente selon leurs goûts. Généralement, une moulée ayant des grains entre 1700 et 2000 microns convient aux jeunes dindonneaux.

10. Discussion dindonneaux pédaleurs

En lien avec le deuxième article, nous avons tenté d'établir une cause ou un élément qui aurait pu nous indiquer pourquoi on retrouve des dindonneaux pédaleurs. Le but était de comparer les dindonneaux qualifiés de pédaleurs avec des dindonneaux sains sur plusieurs facteurs physiques, physiologiques, biochimiques et histologiques.

10.1 Sains vs pédaleurs

L'analyse de la comparaison du poids a été démontré que les dindonneaux sains avaient statistiquement un poids plus lourd de 10,9 grammes que les dindonneaux pédaleurs ($p=0,00001$). Cette différence de près de 11 grammes est relativement élevée, car elle représente environ 15% du poids des dindonneaux âgés d'un jour. Cette différence fait du sens, car les dindonneaux en santé vont nécessairement grossir plus rapidement et manger plus que les dindonneaux malades. Il faut également considérer que l'on reçoit des oiseaux provenant de reproducteurs d'âge différents ce qui favorise une grande variabilité individuelle du poids à la naissance. De plus, l'état d'hydratation des dindonneaux peut influencer leur poids corporel. Si les pédaleurs étaient plus déshydratés, alors leur poids corporel serait nécessairement plus faible comparativement aux dindonneaux sains, qui ne présentent pas de signe de déshydratation. Également, on a observé que les sains présentaient en moyenne des jabots plus remplis que les dindonneaux pédaleurs de 0,36 sur des cotes de 0-1-2 ($p=0,00001$). Il faut penser que les dindonneaux sains ont des jabots plus remplis que les dindonneaux pédaleurs, ce qui signifie une consommation plus élevée de moulée. Aussi, il ne faut pas oublier que les « pédaleux » ne sont pas en mesure de se déplacer, puisqu'ils sont en position dorsale ou latérale, et incapables de marcher convenablement. Cette incapacité à se déplacer veut donc dire que les pédaleurs ne pourront pas consommer de la nourriture. Le poids de moulée consommée n'atteint fort probablement pas 11 grammes, mais il a influencé la différence de poids entre les deux groupes. Dans une autre recherche effectuée sur des dindonneaux présentant les mêmes caractéristiques de syndrome, les chercheurs n'avaient pas trouvé une différence de poids

provenant de dindonneaux de la même lignée (Christensen et al., 2003). Il faudrait également prendre en considération qu'en choisissant des dindonneaux sains, un biais s'est possiblement introduit avec une tendance à sélectionner parmi les dindonneaux les plus beaux et généralement les plus gros aussi afin d'être certain d'obtenir les sujets les plus performants. Cette sélection pourrait avoir influencé le poids des dindonneaux sains calculés.

10.2 Poids du jaune, du foie et corporel

Toujours en ce qui concerne les statistiques de poids, une différence significative entre le poids du jaune (0,69 grammes de plus pour les « pédaleurs ») et le poids du foie (0,73 grammes de plus chez les sains) a été observée (respectivement $p=0,003$ et $p=0,00001$). Pour le jaune, cette différence est très intéressante, car nous avons comme hypothèse qu'un dindonneau n'ayant pas mangé utiliserait son jaune pour compenser le manque de nourriture, puisque l'utilité de base du sac vitellin (Donaldson et Christensen, 1991). Comme les résultats nous démontrent l'inverse, on peut supposer qu'un dindonneau doit commencer à consommer de la nourriture pour pouvoir utiliser son sac vitellin plus rapidement. Pour ce qui est du poids du foie, on peut supposer qu'un dindonneau plus lourd aura généralement un foie qui sera plus lourd également. Suite à ce raisonnement, une nouvelle statistique a été calculée afin de connaître si les dindonneaux plus lourds présentaient un foie et un jaune également plus lourd. Les statistiques ont démontré qu'il existait une corrélation de 0,6 entre le poids des oiseaux et le poids de leur foie ($p=0,00001$). La différence mesurée entre le poids des foies des dindonneaux sains et pédaleurs serait donc explicable par leur différent poids corporel. En ce sens, l'étude effectuée par Donaldson et Christensen (2003) a décelée qu'il n'y avait aucune différence entre les poids des foies pour les dindonneaux des deux catégories. Pour ce qui est de la corrélation entre le poids du jaune et le poids corporel des dindonneaux, la corrélation était de $r=0,19$ pour les pédaleurs et $r=0,39$ pour les sains ($p=0,0033$ et $p=0,00001$). On obtient donc une corrélation semblable à celle du foie. Ainsi, plus un dindonneau était lourd, plus son jaune avait tendance à être lourd.

10.3 Température corporelle

En analysant la différence de la température corporelle des dindonneaux par une évaluation de leur température cloacale, on obtient une différence de 0,65°F ($p=0,0048$). Cette différence est minime considérant qu'on évalue les températures en fahrenheit. Toutefois, on obtient une moyenne de 102,6°F de température cloacale pour les dindonneaux pédaleurs et une moyenne de 103,2°F pour les dindonneaux sains. Il faut rappeler que la température idéale de cloaque est entre 103 et 104°F, donc les dindonneaux présentant le syndrome de pédalage auraient tendance à avoir une température corporelle inférieure à celle visée (Christensen, 2014). Il ne faut pas oublier que les pédaleurs sont dans l'incapacité de se déplacer. Comme ils sont poïkilothermes, s'ils ne peuvent pas se déplacer pour se rendre dans un endroit plus chaud s'ils ont froid, alors leur température corporelle va nécessairement baisser rapidement (Hill, 2001). Cela pourrait expliquer pourquoi leur température cloacale est inférieure à celle souhaitée. De plus, lors de la récolte de données, nous avons observé des dindonneaux pédalant sous la lampe chauffante. Leur température cloacale indiquait au-dessus de 108°F ce qui est largement au-delà de leur température idéale. Ce détail indique clairement que les dindonneaux sont incapables de se déplacer. Il est donc important pour les producteurs de se promener régulièrement dans le parquet les premiers jours d'élevage, pour détecter ces dindonneaux et les déplacer afin d'éviter un état de déshydratation et d'inanition pouvant entraîner la mort.

10.4 Glucose sanguin

Comme notre hypothèse de départ était que les dindonneaux avaient le syndrome du pédalage puisqu'ils présentaient un manque de glucose dans le sang, les teneurs de glucose sanguin ont été analysées et comparées pour analyser s'il existait une différence entre le glucose sanguin des sains et des pédaleurs. Effectivement, une différence a été mesurée. Les dindonneaux sains ont une teneur de glucose sanguin de 18,21 mmol/litres plus élevée de 2,72 mmol/litres par rapport aux oiseaux pédaleurs. Cette différence est statistiquement significative, elle n'est toutefois pas significative cliniquement. Il ne faut

pas oublier que les dindonneaux pédaleurs ont moins mangé que les dindonneaux sains, puisque le score de remplissage du jabot est moindre. De plus, comme les pédaleurs ne sont pas en mesure de se déplacer par eux-mêmes et de se rendre à la moulée, il est fort probable que la plupart des pédaleurs récoltés n'aient pas mangé depuis quelques heures, ce qui peut expliquer leur faible taux de glucose. Il faut se souvenir que le système rénal n'est pas complètement formé à la naissance et les dindonneaux doivent impérativement consommer de la nourriture et de l'eau rapidement pour compenser le fait que leur système rénal qui régule le taux de glucose, via le processus de néoglucogenèse par le foie, dans le sang est immature dans leurs premiers jours de vie (Christensen, 2009). De plus, les pédaleurs dépensent beaucoup d'énergie pour tenter de se relever, et comme ils ne consomment pas de nourriture ils utilisent nécessairement leurs réserves de glycogène hépatique. Également, comme le taux de glucose a été mesuré dans les 24 heures suite à leur arrivée en ferme, les dindonneaux ont éclos récemment. Tel que rapporté, l'éclosion demande beaucoup d'effort de la part des oiseaux et utilise beaucoup de leur réserve de glycogène (Wittmann et Weiss, 1981).

10.5 Score de qualité total

Un score de qualité total fut mesuré pour chacun des dindonneaux euthanasiés lors du projet, afin de déterminer leur état. Pour ce score, on mesurait plusieurs éléments comme la grosseur du jabot, l'état de fermeture du nombril, la présence d'une malformation congénitale, la fermeté de l'abdomen, la propreté des pattes, la taille du bec et des griffes, l'aspect des coudes, l'état d'hydratation et le niveau d'alerte. Tous ces scores étaient additionnés ensemble pour donner un score de qualité total. Un score élevé signifiait un dindonneau ayant un mauvais aspect. On voulait donc obtenir un score le plus bas possible pour tous les oiseaux. L'analyse statistique a révélé une différence entre la qualité des dindonneaux sains et des pédaleurs. Cette différence est de 1,8 entre les deux types de dindonneaux et elle est significative statistiquement ($p < 0,0001$). Cet écart entre les deux groupes est très important puisque la moyenne des scores totaux pour les « pédaleux » était de 3,5 et celle des sains était de 1,7. On peut affirmer qu'il existait une différence importante et significative entre la qualité des dindonneaux sains et celle des pédaleurs.

Parmi les scores analysés, celui qui présentait la différence la plus importante était le niveau d'alerte et l'état d'hydratation. Généralement les sains avaient un excellent niveau d'alerte tandis que les pédaleurs étaient amorphes et souvent hautement déshydratés vu leur incapacité à se déplacer pour boire de l'eau en ferme.

10.6 Hématocrites sanguins et protéines totales du sang

Les teneurs en hématocrite sanguins et en protéines totales du sang ont été analysées. Pour ce qui est des hématocrites sanguins, les sains ont une teneur plus faible de 1,4 (sur une moyenne de 33,26 pour les sains et 34,66 pour les pédaleurs). Cette différence est statistiquement significative ($p=0,0093$), par contre il est important de mentionner que cette différence seule ne peut pas expliquer les symptômes que l'on observe pour le syndrome de pédalage. En effet, il est fort probable que ce soit plutôt le fait que les dindonneaux affectés n'aient pas bu depuis plusieurs heures qui font que l'hématocrite sanguin est plus élevé que celui des sains. La même explication s'applique pour la teneur en protéines totales. La différence de 0,24 g/100ml est significative statistiquement mais a peu d'importance cliniquement. On peut également supposer que pour cette situation, le manque d'eau peut expliquer cette faible différence qui est tout de même significative. Le fait de constamment bouger pour essayer de se relever peut également expliquer ces résultats. Comme ils bougent, ils perdent de l'eau qui n'est jamais remplacée, car ils sont incapables de s'abreuver. Pour les dindonneaux « pris » sous la lampe chauffante depuis plusieurs heures, on peut assumer que leur état de déshydratation était probablement influencé par le temps passé sous des hautes températures. Une autre corrélation de 0,27 a également été obtenue entre la teneur en hématocrite et en protéines totales du sang ($p=0,00001$). Effectivement, quand un dindonneau a une teneur en hématocrite qui augmente, sa teneur en protéines totales va augmenter aussi. Les deux sont donc reliés. Le fait que les deux paramètres montent de façon conjointe démontre qu'il y a une légère hémococoncentration, c'est-à-dire une perte d'eau favorisant l'augmentation des valeurs d'hématocrites et de protéines totales. Ces résultats nous orienter vers une déshydratation de l'oiseau. Cela pourrait expliquer une conséquence plutôt que la cause, car ils n'ont pas consommé d'eau depuis un certain temps vu qu'ils sont dans l'incapacité de se déplacer.

10.7 Ronds d'hôpital

Certaines fermes ont tendance à faire ce que l'on appelle des ronds d'hôpital où ils rassemblent les dindonneaux mal en point pendant les premiers jours et les dindonneaux pédaleurs. Il semble, suite à l'observation pendant 3 heures avec une caméra d'un de ces ronds d'hôpital, dans une ferme qui présentait un total record de 300 dindonneaux pédaleurs durant le premier 24 heures, que ces oiseaux ne meurent pas toujours de ce syndrome et qu'ils sont en mesure de revenir à la normale si on les place dans un rond d'hôpital avec de la moulée et de l'eau près d'eux pour éviter qu'ils aient à trop se déplacer. Cette ferme a eu un des meilleurs taux de mortalité et la grande majorité de ces dindonneaux malades ont été sauvés grâce à de l'attention et des soins. Les producteurs mettent aussi au fond de ce rond d'hôpital des feuilles de carton. Ces cartons vont par-dessus la litière et ils permettent aux dindonneaux de se relever plus facilement, car ils ne sont pas en mesure de creuser un trou dans la litière et d'avoir encore plus de difficulté à se relever. Les dindonneaux pédaleurs semblent également avoir plus de facilité à se déplacer si le sol est lisse. Si le syndrome est de cause neurologique, un sol irrégulier rendrait le déplacement encore plus difficile. Ce rond d'hôpital permet donc de récupérer ces dindonneaux et de s'assurer qu'ils s'hydratent, qu'ils soient dans une température confortable et qu'ils aient de la moulée à consommer dans un endroit rapproché. Aussi, il semble que de simplement replacer les dindonneaux sur leurs pattes puisse les aider. Donc si les producteurs ne veulent pas créer des ronds d'hôpital, ils peuvent toujours les remettre près de la moulée et de l'eau qu'ils recommencent à prendre très rapidement. Mais ils ont tout de même de la difficulté à se déplacer dès qu'on les relève. Il faut donc les mettre près de la moulée et de l'eau.

Il est également important de mentionner que les dindonneaux pédaleurs semblent apparaître dès les premières heures de l'élevage pendant 24 à 48 heures. Toutefois, il n'a pas été rapporté dans cette étude à partir de quel moment exactement ils commencent à développer le syndrome. Il est aussi très difficile de déterminer si la condition est d'origine neurologique, musculaire ou métabolique.

11. Conclusion

Une production optimale de dindons nécessite un suivi de plusieurs paramètres de la part du producteur, en particulier sur l'aspect régie qui affecte directement le confort et l'état physiologique des oiseaux. Ces paramètres permettent d'obtenir des oiseaux en santé et des performances zootechniques optimales. Il faut toutefois aider les producteurs à améliorer leurs méthodes de démarrage en leur fournissant des informations et des documents faciles à comprendre et faciles d'accès.

Cette recherche a démontré la variété des méthodes de départ au Québec, particulièrement en ce qui a trait aux températures des poulaillers à la livraison de dindons et l'intensité lumineuse. Ces différences sont illustrées par la grande variation des scores de remplissage de jabot entre les fermes participantes qui démontre dans les poulaillers que 10% à 90% des dindonneaux avaient mangé 24 heures après leur arrivée. L'intensité de la lumière devrait être réglée à au moins 25 lux pour améliorer le remplissage du jabot et faciliter l'accès à l'alimentation. Tous les producteurs de dinde devraient vérifier la qualité des dindonneaux livrés au moment de leur arrivée à la ferme et ajuster leurs équipements en conséquence. Ils devraient également prendre la température cloacale qui devrait être comprise entre 103 et 104°F (39,4 et 40°C) pour tous les dindonneaux dans le poulailler. Le remplissage de jabot ciblé est de 90% au jour 1 pour les dindonneaux livrés. Une méthode de démarrage optimale, une réduction de la mortalité de 10 jours et de la mortalité finale, permettront également aux producteurs de meilleurs résultats d'élevage et, par conséquent, de plus de gains.

Pour ce qui est du syndrome des pédaleurs, ce projet de maîtrise n'a pas été en mesure de déterminer la cause exacte du syndrome, mais il a été possible d'éliminer plusieurs causes suggérées du syndrome comme l'hypoglycémie, ou la déshydratation. Comme la condition ne semble pas être associée au métabolisme du glucose, on peut supposer que la cause est tout autre.

Toutefois, même si la cause du syndrome n'a pas été identifiée dans l'étude, les producteurs peuvent utiliser un parc hôpital contenant tous les éléments nécessaires à la

survie des dindonneaux, et en ajoutant un fond de boîte de livraison fait de bois tressé par-dessus la litière pour aider le dindonneau à se relever. Tous ces éléments semblent assurer la survie des dindonneaux pédaleurs et ainsi éviter aux producteurs de perdre ces oiseaux et augmenter la mortalité en début d'élevage.

Bibliographie

- Agriculture et agroalimentaire Canada (2012). *Les programmes à la ferme des Éleveurs de dindon du Canada*. Repéré à <https://www.leseleveursdedindonducanada.ca/document/4f5f717a15ead5a197d07c6e4fee4114/>
- Agriculture et agroalimentaire Canada. (2016). L'industrie canadienne du dindon. Repéré le 22 avril 2016 à <http://www.agr.gc.ca/fra/industrie-marches-et-commerce/statistiques-et-information-sur-les-marches/par-produit-secteur/volaille-et-oeufs/information-sur-le-marche-de-la-volaille-et-des-oeufs-industrie-canadienne/dindon/?id=1384971854398>
- Appleby, M. C., Hughes, B. O. et Elson, H. A. (1992). *Poultry production systems: behaviour, management and welfare*. C.A.B. International.
- Aviagen. (2017a). Hatchery tips. Repéré le 17 juin 2017 à http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Resources_Tools/Hatchery_Tips/HatcheryTips-1-22-EN.pdf
- Aviagen. (2017b). How to Set Up Whole-House Brooding. Repéré le 13 juillet 2017 à http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Resources_Tools/Broiler-Mgt/AVBR-Howto2-WholeHouseBrooding-EN-17.pdf
- Aviagen Turkeys. (2015). Management guidelines : Raising commercial turkeys. Repéré le 14 juin 2017 à <http://www.aviagenturkeys.us/uploads/2015/12/21/Aviagen%20Commercial%20Guide.pdf>
- Aviagen Turkeys. (2017a). About Aviagen Turkeys. Repéré le 14 juin 2017 à <http://www.aviagenturkeys.us/about-us>
- Aviagen Turkeys. (2017b). Broody Control. Repéré le 14 juin 2017 à <http://www.aviagenturkeys.us/uploads/2017/05/22/ATI%20Broody%20Control.pdf>
- Aviagen Turkeys. (2017c). Ressource Center. Repéré le 15 juin 2017 à http://www.aviagenturkeys.us/documents?_english
- Barnes, H. J. (1994). Poults growth depression costs industry big bucks. *Turkey World*, 70, 12-14.
- Bestman, M., Ruis, M., Heijmans, J. et Van Middlkoop, K. (2011). *Signes de poules : guide pratique de l'observation des volailles*. Zutphen, Pays-Bas: Éditions Roodbont.
- Brugère-Picoux, J., Vaillancourt, J.-P., Bouzouaia, M., Shivaprasad, H. L. et Venne, D. (2015). *Manuel de pathologie aviaire*. Paris: AFAS.
- Cahill, G. F. J. (1986). Hormonal control of gluconeogenesis. Dans N. Kraus-Friedmann (dir.), *Physiology of gluconeogenesis* (Vol. 1). FL: CRC Press.
- Card, L. E. (2016). *Poultry Production*. (9 édition^e éd.). Norton Creek Press.
- Carver, D. K., Fetrow, J., Gerig, T., Krueger, K. K. et Barnes, H. J. (2002). Hatchery and transportation factors associated with early poults mortality in commercial turkey flocks. *Poultry Science*, 81(12), 1818-1825.
- Chaire en recherche avicole de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal. (2015). Poussin Podium Repéré le 19 janvier 2017 à volaillesduquebec.qc.ca/publication/24
- Cherry, P. et Barwick, M. W. (1962). The effect of light on broiler growth:I. Light intensity and colour. *Br. Poult. Sci.*, 3(1), 31-39. doi: 10.1080/00071666208415456
- Chickens Farmers of Canada. (2016). Questions et Réponses. Repéré le 29 avril 2017 à <http://www.producteursdepoulet.ca/ce-que-nous-faisons/les-antibiotiques/faq/>

- Christensen, V. L. (2009). Development during the first seven days post-hatching. *Avian Biology Research*, 2(1/2), 27-33.
- Christensen, V. L. (2014). *Poult Temperature management*. Document inédit.
- Christensen, V. L., Ort, D. T. et Grimes, J. L. (2003). Physiological factors associated with weak neonatal poult (Meleagris gallopavo). *International Journal of Poultry Science*, 2(1), 7-14.
- Conseil de la transformation alimentaire du Québec. (2016). Les associations. Repéré le 15 mars 2016 à <https://conseiltaq.com/associations/>
- Dawson, W. R. et Whittow, G. C. (2000). Regulation of body temperature. Dans G. C. Whittow (dir.), *Avian Physiology* (p. 344-390). San Diego: Academic Press.
- Donaldson, W. E. et Christensen, V. L. (1991). Dietary carbohydrate level and glucose metabolism in turkey poult. *Comp Biochem Physiol A Comp Physiol*, 98(2), 347-350.
- Fasenko, G. M. (2007). Egg Storage and the Embryo1. *Poultry Science*, 86(5), 1020-1024. doi: 10.1093/ps/86.5.1020
- Ferket, P. R. (2002). Turkey growth statistics. *Poultry USA*, 2, 40-49.
- Fournier, J., Schwean-Lardner, K., Knezacek, T. D., Gomis, S. et Classen, H. L. (2015). The effect of toe trimming on behavior, mobility, toe length and other indicators of welfare in tom turkeys. *Poultry Science*, 94(7), 1446-1453.
- Goodwin, M. A., Bounous, D. I., Brown, J., McMurray, B. L., Ricken, W. L. et Magee, D. L. (1994). Blood Glucose Values and Definitions for Hypoglycemia and Hyperglycemia in Clinically Normal Broiler Chicks. *Avian Diseases*, 38(4), 861-865. doi: 10.2307/1592125
- Gosselin, É., Jacques, D. et Pouliot, A. (1998). *Guide aviculture*. Québec: Conseil des productions animales du Québec.
- Gruhl, P. (2016). *AQUINAC: Dinde sans antibiotique*. Reperé dans l'environnement www.rv-aqinac.com/le-rendez-vous-avicole. Document inédit.
- Hall, G. (2016). *AQUINAC: Gérer la litière*. Reperé dans l'environnement www.rv-aqinac.com/le-rendez-vous-avicole. Document inédit.
- Hammond, J. C. et Marsden, S. J. (1937). Sexing Turkeys from Hatching to Maturity. *Poultry Science*, 16(4), 287-288. doi: 10.3382/ps.0160287
- Hammond, P. P. (2016). Understanding first week health issue to achieve optimal genetic potential. *International Poultry Production*, 24, 11-13.
- Henderson, S. N., Barton, J. T., Wolfenden, A. D., Higgins, S. E., Higgins, J. P., Kuenzel, W. J., . . . Hargis, B. M. (2009). Comparison of beak-trimming methods on early broiler breeder performance. *Poultry Science*, 88(1), 57-60. doi: 10.3382/ps.2008-00104
- Hill, D. (2001). The crucial first 48 hours in the life of a chick. *Poultry Proceedings*, 30-34.
- Hybrid Turkeys. (2017a). Brooding Whole rooms. Repéré le 23 mars 2017 à <http://resources.hybridturkeys.com/fr/brooding-whole-room/lights>
- Hybrid Turkeys. (2017b). Qui sommes nous. Repéré le 14 juin 2017 à <https://www.hybridturkeys.com/fr/about-us-fr/>
- Hybrid Turkeys. (2017c). Ressources : Hatchery. Repéré le 14 juin 2017 à v
- Institut technique de l'Aviculture (1976). *Les maladies de la dinde [comptes-rendus de la] session [tenue à Vannes, 1976]*. Institut technique de l'Aviculture.
- Iresha Kapur et Mehra, A. (2012). *Chickens : physiology, diseases and farming practices*. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers inc.
- Lara, L. J. et Rostagno, M. H. (2013). Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 3(2), 356-369. doi: 10.3390/ani3020356
- Le dindon du Québec. (2017). L'élevage des dindons. Repéré le 11 mars 2016 à <http://www.ledindon.qc.ca/info-dindon/en-savoir-plus-sur-le-dindon/lelevage-du-dindon-au-quebec>

- Lebel, A. (2017). [Animal Nutritionist, Poult feed]. Communication personnelle.
- Les éleveurs de dindon du Canada. (2015a). Données statistiques sur l'industrie. Repéré le 11 mars 2016 à <https://www.leseleveursdedindonducanada.ca/industrie/donnees-statistiques-sur-lindustrie/>
- Les éleveurs de dindon du Canada. (2015b). L'industrie canadienne du dindon. Repéré le 11 mars 2016 à <https://www.leseleveursdedindonducanada.ca/industrie/donnees-statistiques-sur-lindustrie/>
- Les éleveurs de dindon du Canada. (2017a). La gestion de l'offre. Repéré le 15/05/2017 à <https://www.leseleveursdedindonducanada.ca/ce-que-nous-sommes/la-gestion-de-loffre/>
- Les éleveurs de dindon du Canada. (2017b). Programme de salubrité des aliments à la ferme. Repéré le 16 juin 2017 à <https://www.leseleveursdedindonducanada.ca/a-la-ferme/programme-de-salubrite-des-aliments-a-la-ferme-des-edcmc/>
- Les Éleveurs de volailles du Québec. (2017). Salubrité à la ferme. Repéré le 13 juillet 2017 à <http://volaillesduquebec.qc.ca/elevage/techniques-delevage/salubrite-a-la-ferme>
- Lilburn, M. S. et Loeffler, S. (2015). Early intestinal growth and development in poultry. *Poultry Science*, 94(7), 1569-1576.
- Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B., Bruno, L. D. G., Malheiros, E. B., Furlan, R. L. et Macari, M. (2000). Environmental Temperature and Cloacal and Surface Temperatures of Broiler Chicks in First Week Post-Hatch. *The Journal of Applied Poultry Research*, 9(1), 111-117. doi: 10.1093/japr/9.1.111
- Mann, T. et Paulsen, A. (1976). Economic impact of restricting feed additives in livestock and poultry production. *American journal of agricultural economics*, 58(1), 47-53. doi: 10.2307/1238576
- Melcion, J. P. (2000). La granulométrie de l'aliment: principe, mesure et obtention. *INRA Unité de Physique et Technologie des Végétaux*, 13(2), 81-97.
- Meyer, C. et Rouvier, R. (2009). *L'insémination artificielle des volailles*. Montpellier, France: CIRAD. Repéré à https://agritrop.cirad.fr/550496/1/document_550496.pdf
- Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation. (2016). Abattoirs et vente en gros de produits carnés. Repéré le 22 avril 2016 à <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Transformation/md/Permis/Pages/preparation.aspx>
- Minnesota Agricultural Statistics Service. (1986). Minnesota turkey death losses and causes during 1985. *Gobbles*, 15-21.
- Noble, D. O., Nestor, K. E. et Polley, C. R. (1999). Factors influencing early poult flip-overs in experimental populations of turkeys. *Poultry Science*, 78(2), 178-181.
- Noy, Y., Geyra, A. et Sklan, D. (2001). The Effect of Early Feeding on Growth and Small Intestinal Development in The Posthatch Poultry. *Poultry Science*, 80(7), 912-919. doi: 10.1093/ps/80.7.912
- Noy, Y. et Sklan, D. (1999). Different Types of Early Feeding and Performance In Chicks and Poults. *The Journal of Applied Poultry Research*, 8(1), 16-24. doi: 10.1093/japr/8.1.16
- Phelps, P. V., Edens, F. W. et Christensen, V. L. (1987a). The posthatch physiology of the Turkey poult—I. Growth and development. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 86(4), 739-743. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629\(87\)90634-7](http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629(87)90634-7)
- Phelps, P. V., Edens, F. W. et Christensen, V. L. (1987b). The posthatch physiology of the Turkey poult—II. Hematology. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 86(4), 745-750. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629\(87\)90635-9](http://dx.doi.org/10.1016/0300-9629(87)90635-9)
- Picard, M., Le Fur, C., Melcion, J. P. et Bouchot, C. (2000). Feed particles: what chickens see and touch. *INRA Productions animales*(2), 117-130.

- Rault, J.-L., Clark, K., Groves, P. J. et Cronin, G. M. (2017). Light intensity of 5 or 20 lux on broiler behavior, welfare and productivity. *Poult. Sci.*, 96(4), 779-787. doi: 10.3382/ps/pew423
- Reidy, T. R., Atkinson, J. L. et Leeson, S. (1998). Size and components of poult yolk sacs. *Poultry Science*, 77(5), 639-643. doi: 10.1093/ps/77.5.639
- Scott, T. R. et Washburn, K. W. (1985). Evaluation of growth, hormonal, and hematological responses of neonatal chickens to reduced temperature brooding. *Poult. Sci.*, 64, 777-784.
- Statistiques Canada. (2009). L'industrie du dindon et de la dinde s'adapte à la nouvelle donne démographique canadienne. Repéré le 15 mars 2016 à <http://www.statcan.gc.ca/pub/96-325-x/2007000/article/10670-fra.htm>
- Talha, E. A., Mamoun, M. Y., Mohamed, E. A. et Ali, A. H. (2011). Effect of fluctuating ambient temperature on the performance of laying hens in the closed poultry house. *Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences*, 1(4), 254-257.
- The Poultry Site. (2014). Global Poultry trends 2013: US produces half the World's turkey meat. Repéré le 114 juin 2017 à <http://www.thepoultrysite.com/articles/3177/global-poultry-trends-2013-us-produces-half-the-worlds-turkey-meat/>
- Tona, K., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Bruggeman, V., Moraes, V. M., Buyse, J., . . . Decuyper, E. (2003). Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poultry Science*, 82(5), 736-741. doi: 10.1093/ps/82.5.736
- Tullet, S. (2009). Investifation Hatchery Practices: Appendices. Repéré le 17 juin 2017 à http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Tech_Articles/RossTechInvestigatingHatcheryPractice.pdf
- Wineland, M. J., Christensen, V. L., Oviedo, E. O. et Funderburk, S. L. (2010). Incubational influences on poult quality and performance. *Zootecnica International*, 5, 28-31.
- Wittmann, J. et Weiss, A. (1981). Studies on the metabolism of glycogen and adenine nucleotides in embryonic chick liver at the end of incubation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 69(1), 1-6. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0306-4492\(81\)90093-9](http://dx.doi.org/10.1016/0306-4492(81)90093-9)
- Yalcin, S., Gursel, I., Bilgen, G., Horuluoglu, B. H., Gucluer, G. et Izzetoglu, G. T. (2017). Effect of egg storage duration and brooding temperatures on chick growth, intestine morphology and nutrient transporters. *animal*, 1-7. doi: 10.1017/S1751731117000404

Annexes

Annexe 1

Questionnaire couvoir

Ferme livrée : _____

Date d'éclosion	Heure d'éclosion	Heure de sortie des éclosés

Fenêtre d'éclosion	Pourcentage de dindonneaux qui ont commencé à éclore au transfert à l'éclosoir

Nombre de dindonneaux				
Identification des troupeaux reproducteurs				
Age des troupeaux reproducteurs				

Date de livraison	Heure de départ du couvoir (pour la livraison)	Heure d'arrivée à la ferme (pour la livraison)

Services :

	oui	non	Détail (méthode)
épointage			
Taille ergot			
Coupe ergot arrière			
Injection sous-cutanée d'ATB			
Antibiotique administré			

Annexe 2

Questionnaire pour l'éleveur

Identifiant

Nom éleveur : _____

Numéro téléphone pour rejoindre : _____

Nom de la ferme : _____

Adresse de la ferme : _____

Numéro de bâtiment : _____

Nombre de lots produits : _____

Date de placement : _____

Date de sortie : _____

Info sur les dindonneaux

Type de dindon : _____

Couvoir : _____

Nom du technicien et téléphone : _____

Âge des reproducteurs : _____

Nombre de dindonneaux entrés : _____

Morts à l'arrivée : _____

Sexe et type des dindonneaux : _____

Nombre de dindonneaux donnés par le couvoir : _____

Production et préparation du poulailler

Type de départ (cercle, grandes divisions, sans division) : _____

Taille des cercles/parquets : _____

Nombre de parquets : _____

Nombre oiseaux/parquet : _____

Densité d'oiseaux en départ : _____

Date de mise de la litière : _____

Date arrivée de la moulée : _____

Préchauffement du poulailler (date et température) : _____

Programme lumineux : _____

Vide sanitaire et méthode de désinfection : _____

Nb visite par jour pendant 1^{er} 24h : _____

Présence rond d'hôpital : _____

Équipement

Type de trémie : _____

Nombre de dindons/trémie : _____

Ajout trémie supp : _____

Type d'abreuvoir : _____

Nombre dindons/abreuvoir : _____

Type de lumière : _____

Type de litière : _____

Profondeur de litière : _____

Ajout abreuvoir supp au départ : _____

Type de chauffage : _____

Nb dindons / lampes : _____

Contrôle rongeurs et ténébrions : _____

Aliments

Type de moulée de départ : _____

Nb jours moulée départ prévus : _____

Meunerie : _____

Nom du technicien et téléphone : _____

Additifs moulée: _____

Antibiotiques utilisés dans la moulée : _____

Quantité de chlore dans l'eau : _____

Autres additifs : _____

Désinfection des lignes d'eau (fréquence) + produit : _____

Commentaires :

Annexe 3

Uniformité des dindonneaux (éjarrés, grosseur, couleur) :

Dindonneau		Nombril		Aile		Patte	Bec
Petit	Mushy	Petit	Gros	longue	Très longue	déshydraté	Rougeur

Total :

Poids boîte : _____ / **nb oiseaux ()**