

CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES POULETTES, PONDEUSES ET POULES DE RÉFORME: VOLAILLE (PONDEUSES)

REVUE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE RELATIVE AUX QUESTIONS PRIORITAIRES

Décembre 2013

Comité scientifique du Code de pratiques pour la volaille (poules pondeuses)

Tina M. Widowski, B.S., M.S., Ph.D. (présidente)

Professeure, Département des sciences animales et avicoles
Directrice, Campbell Centre for the Study of Animal Welfare
Chaire de recherche sur le bien-être de la volaille des Producteurs d'œufs du Canada
Université de Guelph

Henry Classen, B.S.A., M.S., Ph.D., PAg

Professeur
Département des sciences animales et avicoles
Université de la Saskatchewan

Ruth C. Newberry, Ph.D.

Professeure agrégée
Département des sciences animales et aquacoles
Université norvégienne des sciences de la vie

Mike Petrik, DVM, M.Sc.

Directeur des services techniques
McKinley Hatchery Inc.

Karen Schwean-Lardner, B.S., M.S., Ph.D

Gestionnaire de l'unité de recherche et d'enseignement avicoles
Département des sciences animales et avicoles
Université de la Saskatchewan

Stephanie Yue Cottee, B.Sc., M.Sc., Ph.D

Rédactrice de recherche

Bernadette Cox

Présidente du Comité d'élaboration du Code pour
les poules pondeuses (d'office)



REMERCIEMENTS

Le présent rapport représente un travail considérable qui a bénéficié de l'aide et de l'apport de nombreuses personnes. Le Comité scientifique tient à remercier les personnes suivantes pour la contribution qu'elles ont apportée à ce rapport : Dre Stephanie Torrey, qui a servi à titre de coordonnatrice du comité d'examen par les pairs; les quatre experts examinateurs anonymes; Bernadette Cox et Chris Nash, des Producteurs d'œufs du Canada, qui ont fourni l'expertise de l'industrie et de nombreux précieux commentaires afin de rendre le texte plus clair et plus pertinent. Un merci tout spécial à notre secrétaire du Code, Betsy Sharples, qui nous a prodigué ses conseils professionnels et a consacré de très longues heures à réviser nos ébauches et à nous aider à demeurer organisés et sur la bonne voie.

Merci à Martine Bouliane, qui a offert son temps pour examiner la traduction du rapport. Nous apprécions ses efforts pour assurer la cohérence et l'exactitude entre les versions anglaise et française.

Les mises à jour des Codes de pratiques, réalisées entre 2010 à 2013, font partie du projet : Adresser les attentes domestiques et internationales relatives au bien-être animal d'élevage.

Ce projet, financé par Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) par l'entremise du Fonds Agri- flexibilité, fait partie du Plan d'action économique (PAE) du gouvernement du Canada. Le PAE met l'accent sur le renforcement de l'économie et la concrétisation de l'avenir économique du Canada. Pour de plus amples renseignements sur le Fonds Agri-flexibilité et sur le Plan d'action économique du Canada, veuillez visiter les sites www.agr.gc.ca/fra/?id=1277926779921 et www.actionplan.gc.ca/fr. Les opinions exprimées dans ce document sont celles du Conseil national pour les soins aux animaux d'élevage (CNSAE) et pas nécessairement celles d'AAC ou du gouvernement du Canada.

Extrait du mandat du comité scientifique

Contexte

Il est largement admis que les codes, les lignes directrices, les normes ou la législation portant sur les soins aux animaux devraient tirer profit des meilleures connaissances disponibles. Cette somme de connaissances prend souvent sa source dans la documentation scientifique, d'où l'expression « s'appuyant sur la science ».

En réinstaurant un processus d'élaboration des codes de pratiques, le CNSAE reconnaît la nécessité de mettre en place des moyens plus officiels pour intégrer l'expertise scientifique au processus d'élaboration des codes de pratiques. L'examen par un Comité scientifique des questions prioritaires portant sur les soins aux animaux à l'étude fournira des informations très utiles au Comité d'élaboration des codes dans l'élaboration ou la révision d'un code de pratiques. Étant donné que le rapport du Comité scientifique sera rendu public, le processus d'élaboration du Code reflétera un processus de transparence, qui n'en sera que plus crédible.

Le CNSAE demandera la formation d'un Comité scientifique pour chaque code de pratiques en cours d'élaboration. Ce Comité scientifique sera composé de 6 spécialistes de la recherche sur les soins et la régulation des animaux à l'étude. Le CNSAE demandera que deux membres de chacune des associations suivantes fassent partie du Comité : 1) l'Association canadienne des médecins vétérinaires, 2) la Société canadienne de science animale, et 3) la section canadienne de la Société internationale d'éthologie appliquée.

Objectif et buts

Le Comité scientifique rédigera un rapport qui fera la synthèse de tous les résultats de la recherche portant sur les questions essentielles des soins aux animaux, telles que déterminées par le Comité et par le Comité d'élaboration des codes. Le rapport servira au Comité d'élaboration des codes à rédiger l'ébauche d'un Code de pratiques pour les animaux à l'étude.

Le mandat intégral du Comité scientifique est affiché dans le processus d'élaboration des Codes de pratiques pour le soin et la manipulation des animaux d'élevage du CNSAE accessible au www.nfacc.ca/processus-delaboration-des-codes#appendixc.

PRÉFACE

Le document suivant, préparé par le Comité scientifique, est basé sur les 6 enjeux prioritaires sur le bien-être identifiées lors d'une consultation pluripartite sur le Code de pratiques pour le soin et la manipulation des poulettes, pondeuses et poules de réforme. Cette liste de questions, extraite d'une liste beaucoup plus longue, ne se veut pas un examen exhaustif de toutes les questions qui peuvent toucher au bien-être des pondeuses. À peu près au même moment où le Comité scientifique pour le Code des pondeuses était mis sur pied, le Comité scientifique du Code de pratiques pour le soin et la manipulation des poulets, dindons et reproducteurs entreprenait un examen des enjeux prioritaires sur le bien-être pour la volaille des secteurs de la viande. Étant donné que certains des spécialistes scientifiques siégeaient aux deux comités et qu'il existe un certain chevauchement des questions de bien-être et des études scientifiques connexes dans les divers secteurs avicoles, il fut décidé de ne pas étudier les mêmes sujets deux fois, mais que les renseignements obtenus par chaque groupe d'étude soient mis à la disposition de l'autre code, le cas échéant. Pour cette raison, les sujets « Méthodes d'euthanasie » et « Qualité de l'air et de la litière » ne sont pas inclus dans cette étude parce que la recherche pertinente aux poules pondeuses est couverte dans le rapport du Comité scientifique pour les oiseaux de chair. De la même manière, une revue beaucoup plus approfondie de la recherche sur le « Traitement du bec » et sur le « Picage des plumes et le cannibalisme », qui pourrait s'appliquer aux reproducteurs de poulets de chair, est incluse dans le rapport du Comité scientifique sur les pondeuses mais non dans celui pour les oiseaux de chair.

Au départ, il convient également de noter qu'il existe une diversité considérable dans le bassin génétique des poules pondeuses et que les changements attribuables à la sélection de différents traits se produisent très rapidement dans l'industrie avicole. Bien qu'il existe des différences de race considérables, en termes de comportement, de taille et de production, qui peuvent déterminer comment les oiseaux s'adaptent aux différents systèmes de logement et déterminer ainsi leur bien-être, la recherche scientifique prend souvent du retard dans la sélection des nouveaux traits dans une race donnée. C'est pour cette raison que nous n'avons pas inclus les noms spécifiques des races génétiques dans le présent rapport, préférant plutôt faire référence de façon plus générale aux oiseaux commerciaux bruns ou blancs. Aux fins du présent rapport, la « race brune » fait référence aux oiseaux commerciaux de poids moyen à lourd qui pondent des œufs à coquille brune, alors que la « race blanche » fait référence aux oiseaux commerciaux de poids léger qui pondent des œufs à coquille blanche.

**CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES POULETTES,
PONDEUSES ET POULES DE RÉFORME : VOLAILLE (PONDEUSES)
REVUE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE RELATIVE AUX QUESTIONS
PRIORITAIRES**

**Comité scientifique du Code de pratiques pour la volaille (poules pondeuses)
Décembre 2013**

TABLE DES MATIÈRES

Approches visant à définir et à évaluer le bien-être animal.....	1
1. Méthodes d'élevage	2
Conclusions	2
Réduire la peur	2
Régie des éleveuses	4
Densité et type de logement durant l'élevage (en éleveuse)	5
Effets comparatifs de l'élevage sur parquet ou en cage (en éleveuse) sur les poules logées dans des cages	10
Faciliter l'adaptation des poulettes au logement des poules adultes	12
2. Logement : systèmes de cages classiques, de cages aménagées et sans cage.....	18
Conclusions	18
Introduction	19
Description des systèmes de logement.....	19
Effets du système de logement sur les mesures biologiques de bien-être.....	20
Effets du système de logement sur le comportement.....	25
Effets du système de logement sur les états affectifs	27
Autres facteurs qui affectent le bien-être des poules dans différents systèmes de logement.....	29
3. Exigences en matière d'espace et taille du groupe pour les différents systèmes de logement durant la ponte	35
Conclusions	35
Introduction	35
Cages classiques	36
Cages aménagées.....	40
Espace minimum pour certains équipements	41
Logement sans cage.....	42
Espace minimum pour certains équipements – systèmes sans cage	45
4. Santé osseuse.....	50
Conclusions	50
Introduction	50
Effets de la nutrition	51
Effets génétiques	53
Effets du logement et de la régie	53

5. Picage des plumes et cannibalisme	61
Conclusions	61
Introduction	62
Effet de l'éclairage	64
Facteurs génétiques	65
Facteurs nutritionnels et recherche de nourriture	66
Autres effets environnementaux.....	68
Effets de l'expérience en éleveuse	69
6. Traitement du bec	81
Conclusions	81
Introduction	81
Descriptions de la taille à la lame chaude et à l'infrarouge.....	83
Répercussions de la taille du bec.....	84
Comparaison des tailles à la lame chaude et à l'infrarouge	90
Conséquences du traitement sur l'anatomie et la fonction du bec	91
7. Glossaire.....	97

APPROCHES VISANT À DÉFINIR ET À ÉVALUER LE BIEN-ÊTRE ANIMAL

L'évaluation scientifique du bien-être animal fait appel à des méthodes empiriques pour obtenir, au sujet des animaux, des renseignements qui pourront éclairer les décisions de nature éthique concernant la qualité de vie des animaux. Un des défis majeurs vient du fait que les gens ont des opinions différentes sur ce qui constitue une bonne qualité de vie et, par conséquent, expriment une variété de préoccupations éthiques et se fondent sur des critères différents pour définir ce qu'ils entendent par le bien-être animal. Nous avons classés ces critères dans trois catégories générales : 1) le fonctionnement biologique, 2) les états affectifs et 3) la vie naturelle, pour former la base des différentes approches à la recherche sur le bien-être animal (Fraser et coll., 1997). L'approche basée sur le fonctionnement biologique met l'accent sur la santé de base et le fonctionnement normal et inclut des mesures ayant trait à la santé et à la productivité, à la réponse au stress et au comportement normal (ou non anormal) (Broom, 1991). Le bien-être animal défini en termes d'états affectifs, souvent désigné comme l'approche fondée sur le sentiment, porte sur les expériences subjectives des animaux en mettant l'accent sur les états de souffrance (douleur, peur, frustration), les états de plaisir (confort, contentement) et la notion que les animaux devraient être logés et manipulés de manière à minimiser leurs souffrances et à promouvoir des expériences positives (Duncan, 1993). La notion de la vie naturelle fait ressortir la similarité des expériences de l'animal aux circonstances de la vie à l'état naturel et la possibilité de l'animal de vivre selon sa nature (Fraser, 2008). Bien que l'approche selon la vie naturelle fournisse un autre point de vue au sujet de ce qui constitue une bonne qualité de vie pour les animaux, il est plus difficile d'en dériver des mesures spécifiques qui permettraient d'évaluer le bien-être (Fraser, 2008).

Dans la mesure du possible, chaque section de cette étude passe en revue la littérature scientifique selon les trois approches visant à évaluer le bien-être des poules. De nombreuses questions relatives au bien-être animal, surtout celles affectant potentiellement de longues périodes de la vie de l'animal, tels les systèmes de logement ou d'allocation d'espace, ont surtout été examinés d'après une revue critique de la littérature avec l'aide de mesures de la fonction biologique. D'autres questions de bien-être animal ont été étudiés par recherche empirique des états subjectifs, par exemple, les facteurs produisant la peur et le degré de douleur subi durant la taille du bec. En général, les critères déterminant l'état 'au naturel' sont moins souvent abordés dans la littérature scientifique, bien que la liberté de mouvement, les possibilités de s'adonner aux comportements propres à l'espèce et les activités quotidiennes aient été ici prises en considérations, notamment lorsqu'il est établi que toute mesure contrariant l'expression de ces comportements donne lieu à des états affectifs visiblement négatifs (par ex., peur ou frustration) ou compromet le fonctionnement biologique (par ex., réaction de stress).

Le Comité scientifique avait pour mandat d'examiner les répercussions des sujets dégagés sur le bien-être des poulettes et des pondeuses. Peu de références, sinon aucune, portent sur les considérations économiques ou sur la santé et le bien-être des humains parce que ces aspects débordaient du mandat du Comité et n'étaient abordés que rarement dans la documentation étudiée. Le Comité d'élaboration du Code, pour lequel le présent rapport a été préparé, représente une expertise considérable dans ces domaines et a la tâche de tenir compte de ces facteurs dans ses discussions.

Références

- Broom D.M. (1991) Animal welfare: Concepts and measurement. *Journal of Animal Science* 69:4167-4175.
- Duncan I.J.H. (1993) Welfare is to do with what animals feel. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 6 (Suppl. 2):8-14.
- Fraser D. (2008) *Understanding Animal Welfare: The Science in Its Cultural Context*. Ames IA: Wiley-Blackwell.
- Fraser D., Weary D.M., Pajor E.A. et Milligan B.N. (1997) A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare* 6:187-205.

1. MÉTHODES D'ÉLEVAGE

CONCLUSIONS

1. **L'expérience en début de vie affecte considérablement le caractère craintif des poules pondeuses. Une exposition régulière aux humains, à la manipulation par des humains et à des environnements plus complexes durant l'élevage peuvent sensiblement réduire le caractère craintif des poulettes et des poules.**
2. **Le démarrage utilisant des cycles lumière-noirceur alternés et les éleveuses obscures synchronisent l'activité et augmentent le comportement de repos des poussins.**
3. **À mesure que l'allocation d'espace augmente durant l'élevage, la prise alimentaire et le poids de l'oiseau augmentent alors que la conversion alimentaire diminue. Il existe des interactions statistiquement significatives entre la race et la densité d'élevage.**
4. **Les poulettes élevées sur parquet ou dans des volières semblent s'adapter à la mise en cage durant la ponte, mais la recherche sur ce sujet est limitée.**
5. **Les poulettes élevées sans perchoirs et environnements complexes ont de la difficulté à s'adapter à des systèmes sans cage lors de la ponte, ce qui peut entraîner une réduction de l'accès à la nourriture, à l'eau, aux perchoirs et aux nids.**

Les premières expériences des poussins et des poulettes affectent le bien-être des jeunes oiseaux et peuvent avoir des effets durables sur la santé, le comportement et le bien-être des poules pondeuses. Le présent chapitre passe en revue la littérature scientifique sur les facteurs de logement et de régie de l'élevage des poulettes qui peuvent affecter le bien-être durant tout le cycle de vie de l'oiseau. Les facteurs d'élevage affectant le développement du picagepicage des plumes et les effets du traitement du bec sur le bien-être des poulettes sont couverts aux chapitres 5 et 6 respectivement.

Dans l'évaluation des facteurs d'élevage qui affectent le bien-être, on doit prendre en considération tous les aspects de la fonction biologique, des états affectifs et de la vie à l'état dit 'naturel'. Les mesures des effets de l'environnement d'élevage sur la fonction biologique comprennent les taux de croissance, l'uniformité du poids corporel, la réaction au stress, la santé et la fonction immunitaire et le comportement normal et anormal des poulettes en croissance et les mesures de santé, de production et de comportement anormal des pondeuses. En termes d'états affectifs, les mesures de crainte et de caractère craintif des poulettes et des poules pondeuses sont considérées. En termes de condition de vie à l'état dit 'naturel', on prend en considération la recherche sur les effets de l'environnement sur la performance des modèles de comportement naturel caractéristiques de l'espèce tout au long de la vie de l'oiseau.

RÉDUIRE LA PEUR

La peur peut être un facteur de stress dommageable, surtout si elle est intense ou persistante. Certaines réactions de peur, comme la fuite hystérique, peuvent compromettre le bien-être en causant des blessures, de la douleur ou la mort (Jones, 1996). La peur peut empêcher les oiseaux de s'adapter aux changements environnementaux, rendant difficile l'utilisation de nouvelles ressources ou l'interaction avec leurs congénères et le personnel préposé aux soins (Jones, 1996). Il a été établi que les réactions intenses à la peur sont associées à une plus forte réaction de stress et à une baisse de production d'œufs chez les poules pondeuses (Barnett et coll., 1992). On associe également le caractère craintif au picagepicage des plumes (Jones, 1996). Pour toutes ces raisons, la réduction de la peur chez les oiseaux contribue de façon très importante à leur bien-être.

Il a été établi que l'augmentation de la complexité de l'environnement réduit les comportements liés à la peur (relevé dans Jones, 1996). Par exemple, les poussins élevés dans des environnements visuellement enrichis (c.-à-d. dans lesquels ils sont exposés à des miroirs ou peuvent observer des objets mobiles) plutôt que dans des

environnements visuellement non enrichis (c.-à-d. enclos avec parois opaques) ont moins tendance à se soustraire à une ampoule allumée introduite dans leur logement (Broom, 1969) et les poussins élevés en présence d'objets qui se déplacent ou qui font du bruit ont manifesté moins de tendance à s'immobiliser et à déféquer pendant un test les exposant à un stimulus mobile et bruyant (Candland et coll., 1963). De la même manière, les poussins élevés en présence d'une variété d'objets (balles, ficelles, objets suspendus) par opposition à des environnements dénudés, ont affiché moins d'immobilité et ont mangé, marché, sauté et vocalisé davantage dans un test en espace ouvert et sont sortis plus tôt d'un trou dans le mur lors d'un test de timidité (Jones, 1982). Plus récemment, Morris (2009) a constaté que des poussins élevés dans des enclos sur parquet avec enrichissement auditif (musique), visuel (décorations suspendues), nutritionnel (vers de farine) et tactile (contact humain) ont eu moins peur des humains et d'un nouvel environnement comme poulettes; les poulettes avaient aussi un plumage en meilleur état à 30 semaines d'âge.

Une stimulation plus fréquente et plus variée dans l'environnement familial peut aussi expliquer pourquoi on observe moins de crainte chez les pondeuses adultes logées dans des enclos sur parquet plutôt que dans des cages (Jones et Faure, 1981a), dans des volières plutôt que dans des cages (Hansen et coll., 1993) et aux étages inférieurs plutôt qu'aux étages supérieurs de systèmes de cages à paliers multiples (Jones, 1985; Hemsworth et Barnett 1989). Jones (1985) a fait valoir que les oiseaux à l'étage supérieur des cages sont exposés à des lumières plus vives et des températures plus chaudes, ont des champs visuels plus restreints et sont exposés à moins de stimulations extérieures (c.-à-d., préposés humains, instruments de nettoyage et chariots d'alimentation, etc.) que ceux des étages inférieurs, alors que Hemsworth et Barnett (1989) ont suggéré que les plus hauts niveaux de comportements craintifs, la réaction de stress plus intense et la plus faible productivité des poules des étages supérieurs par rapport aux étages inférieurs étaient attribuables plus spécifiquement à la peur des humains.

Quelques études ont démontré que, outre la complexité environnementale, une manipulation en douceur durant l'élevage peut atténuer les réactions d'immobilité protectrice chez les poussins et peut réduire leur crainte de l'expérimentateur (Jones et Faure, 1981b). En réalité, divers types de manipulations ou d'expositions aux humains, y compris prendre et flatter, suspendre brièvement par les pattes ou exposer visuellement à une personne debout devant leur cage, contribuent toutes à réduire la tendance subséquente des poussins à éviter les humains comparativement aux poussins non manipulés du groupe témoin (Jones, 1993). Jones et Waddington (1993) ont observé que la peur des humains diminuait également chez les oiseaux de 20 jours, peu importe qu'ils aient été manipulés de 0 à 9 jours, de 10 à 18 jours ou de 1 à 18 jours, ce qui semble indiquer qu'il ne semble pas y avoir une période très précoce ou précisément définie de sensibilité à la manipulation. Jones (1996) a proposé qu'une manipulation régulière réduit la peur qu'éprouvent les oiseaux envers les humains plutôt que de diminuer le caractère craintif en général. Une manipulation en douceur réduit la peur des humains sans toutefois modifier la réaction des poussins aux endroits et objets inusités (Jones et Faure, 1981b; Jones et Waddington, 1992). Peu d'études ont abordé les méthodes pratiques pour réduire la crainte des humains dans les troupeaux commerciaux. Fiks-van Niekerk et coll. (2009) ont constaté qu'une exposition de 5 jours à une personne marchant en parlant ou non dans le logement ou nourrissant les oiseaux à 10 et 20 semaines dans les troupeaux commerciaux n'avait aucun effet sur la réaction des oiseaux à l'approche des humains ou aux tests de nouveaux objets. Les chercheurs ont suggéré que des recherches plus poussées étaient nécessaires pour déterminer si l'administration des traitements à d'autres moments ou pour de plus longues durées pendant l'élevage contribuerait à atténuer la crainte durant la période de ponte.

Afin d'examiner le développement du caractère craintif chez les poussins, on a comparé les effets de l'élevage par une poule couveuse et dans une éleveuse classique. Rodin et Weschler (1998) ont constaté que la fréquence de la réaction de fuite était nettement inférieure chez les poussins couvés comparativement aux poussins logés dans des enclos identiques sans la présence de poules couveuses. D'après les résultats de tests en champ ouvert et d'approche d'un humain, Shimmura et coll. (2010) ont également conclu que le caractère craintif était moindre chez les poussins élevés par une poule couveuse comparativement à ceux élevés sous une lampe chauffante. Les poussins élevés par une poule couveuse faisaient également montre de comportements plus actifs, soit les bains de poussière et le picorage au sol et moins de temps passé à becqueter des plumes. De la même manière, Rodenburg et coll. (2009) constaté que les poussins élevés par une poule couveuse étaient nettement moins craintifs et plus actifs dans un test en champ ouvert à 5 semaines d'âge que les poussins élevés sans mère. Perré et coll. (2002) ont

comparé le comportement des poulettes qui avaient été élevés en compagnie de poules couveuses durant les 53 premiers jours de leur vie avec des poulettes élevées sans mère. Lors de tests à 14 et 29 semaines, les poulettes élevées par les poules s'approchaient davantage d'un nouvel objet que les oiseaux élevés sans mère; cependant, contrairement aux résultats des autres études, les deux groupes n'affichaient aucune différence dans leurs réactions aux tests d'immobilité protectrice (IP) et de champ ouvert.

Les réactions de peur des oiseaux varient également selon l'âge et la race, indépendamment de l'expérience. Hocking et coll. (2001) ont soumis 2 lignées de poulettes commerciales élevées sur parquet à plusieurs tests de peur à 5 moments différents entre l'éclosion et l'âge de 30 semaines. En général, en vieillissant, les oiseaux avaient moins tendance, à éviter les nouveaux objets, mais on a observé des interactions race-âge en réponse au test d'IP. Albertosa et coll. (2003) ont obtenu des résultats mitigés quand ils ont comparé les réactions à différents tests de peur, mais ils ont surtout noté que les niveaux de peur diminuaient généralement chez les poulettes à mesure qu'elles prenaient de l'âge. Certaines mesures de crainte peuvent changer également en fonction de l'environnement des poules. Bien qu'Anderson et Adams (1992) aient observé une diminution de la crainte entre 34 et 54 semaines chez les oiseaux en cage, Hansen et coll. (1993) ont observé que les poules en cage avaient des réactions d'IP considérablement plus fortes que les poules en volière à 70 semaines, mais non à 30 semaines. Il semblerait que l'âge, la race et l'environnement ont de nombreux effets sur le développement et l'expression d'un comportement craintif; il est donc parfois difficile d'en interpréter les résultats. Ainsi, il arrive souvent que le test d'immobilité protectrice ne donne pas des résultats clairs et cohérents à cause de différences de méthodologie. Par exemple, le test du champ ouvert a d'abord été conçu pour mesurer l'émotivité chez les rongeurs (Walsh et Cummins, 1976); ce test doit donc être utilisé avec prudence chez les poussins, poulettes et pondeuses en raison des différences qui existent entre les espèces. Ainsi, il est difficile de savoir si plus de mouvement dans un test du champ ouvert doit être interprété comme l'indication d'un état plus spontané et décontracté ou comme la manifestation de réactions de fuite.

Néanmoins, il est important de diminuer les réactions de crainte chez les volailles. Durant la manipulation et le dépeuplement, les réactions de crainte et de fuite des poules peuvent augmenter les risques de blessures. Il est donc désirable de réduire le caractère craintif des oiseaux afin d'atténuer les effets psychologiques et physiques de la manipulation lors du transfert à l'installation de ponte et à la fin de la période de ponte. Reed et coll. (1993) ont assigné des oiseaux soit à un groupe témoin, soit à un groupe d'enrichissement dans lequel les oiseaux étaient exposés régulièrement à la voix humaine, à la manipulation et à de nouveaux objets colorés entre l'éclosion et l'âge de 24 semaines, âge auquel ils furent placés dans des cages pour la phase de ponte. Les oiseaux du groupe à traitement enrichi ont fait montre de plus bas niveaux de réaction de peur durant les tests de manipulation à 26 semaines et se sont moins frappés à leur cage durant un dépeuplement simulé à 27 semaines comparativement aux oiseaux du groupe témoin.

RÉGIE DES ÉLEVEUSES

L'élevage par poule couveuse fournit une fonction essentielle en maintenant la température corporelle des poussins au cours des premières semaines de la vie. Dans les conditions d'élevage commercial, une chaleur supplémentaire est requise et est souvent fournie par des lampes chauffantes, ceci résultant en une constante exposition à la lumière. Les cycles naturels de couvaion par la poule augmentent la synchronisation de l'activité des poussins (Roden et Weschler, 1998; Riber et coll., 2007) ce qui, a-t-on suggéré, favorise le repos et réduit le développement du picagepicage des plumes en séparant les oiseaux actifs des oiseaux inactifs (Gilani et coll., 2012). Certains des effets positifs des poules couveuses peuvent être obtenus dans des systèmes d'élevage commerciaux en simulant les cycles alternés de lumière et d'obscurité lors de l'élevage des poussins (Malleau et coll., 2007) et par l'utilisation d'éleveuses obscures (Riber et coll., 2007).

Malleau et coll. (2007) ont soumis des poussins de pondeuses et de poulets à griller à, soit un horaire de longues journées de 19 h 20 minutes d'éclairage en continu avec 4 h 40 minutes de noirceur, soit un cycle de couvaion simulé exposant les poussins à une même longueur de journée, mais en ponctuant la journée par l'alternance de 40 minutes de lumière et de 40 minutes de noirceur. La chaleur supplémentaire était fournie par des radiants sombres. Les poussins soumis au cycle de couvaion se reposaient plus longtemps que les poussins soumis à l'horaire de

longues journées et avaient des cycles d'activité distincts; la consommation de nourriture et le rythme de croissance n'étaient pas affectés. Malleau et coll. (2007) ont suggéré que les longues périodes de lumière et les groupes de grande taille que connaissent les poussins élevés dans les systèmes d'exploitation modernes peuvent causer des distractions constantes et un manque de repos.

Le concept des éleveuses obscures a été décrit par Gilani et coll. (2012). Dans leur étude, les éleveuses obscures consistaient en des panneaux horizontaux placés au-dessus unités de chauffage et entourés de bordures noires pour intercepter toute lumière. Ils ont observé que les troupeaux élevés dans ces éleveuses obscures avaient des poids corporels et des taux de mortalité semblables à la fin du cycle d'élevage mais affichaient moins de picagepicage des plumes et un plumage en meilleur état durant l'élevage et en période de ponte, comparativement aux troupeaux élevés dans des éleveuses à gaz ordinaires. Bien qu'on ait observé que les troupeaux élevés dans l'obscurité semblaient avoir moins peur des humains, les données des tests de peur de cette étude n'ont pu être analysées statistiquement et les résultats sont donc non concluants.

DENSITÉ ET TYPE DE LOGEMENT DURANT L'ÉLEVAGE (EN ÉLEVEUSE)

Très peu d'études récentes ont abordé les effets de la densité ou du type de logement durant l'élevage sur le bien-être des poulettes élevées, soit dans des cages, soit dans des systèmes sans cages. La plupart des études remontent à plusieurs décennies et portent sur d'anciens stocks génétiques de poules pondeuses subséquentement logées dans des cages à des densités beaucoup plus élevées que celles en usage aujourd'hui. Dans la plupart des études, la densité de logement était modifiée en ajustant le nombre d'oiseaux dans une cage ou un enclos, affectant également du même coup les allocations d'espace pour la mangeoire et l'abreuvoir.

Effet de la densité dans les élevages en cage (en éleveuse)

Les résultats des études sur les effets de la densité d'élevage sur la performance des poulettes et des pondeuses dans des cages sont présentés aux tableaux 1. Carey (1987) a comparé des densités d'élevage en cage de 311, 259 et 239 cm²/oiseau dans une première expérience et de 311, 259 et 222 cm²/oiseau dans une seconde expérience. Les expériences portaient sur différentes tailles de groupes à diverses densités dans des logements à côtés fermés et ouverts et sur trois races d'oiseaux (ces races n'étant pas indiquées). Les densités de logement plus élevées ont occasionné une plus faible prise alimentaire, un poids corporel moindre à 18 semaines et un retard dans l'âge à 50 % de la production et, dans la seconde expérience, une mortalité plus élevée à 20 semaines. La densité d'élevage n'a pas affecté la production, la mortalité ou l'alimentaire durant la période de ponte pendant les deux expériences. Anderson et Adams (1992) ont constaté que des densités d'élevage de 221, 249, 277 et 304 cm²/oiseau n'avaient aucun effet sur le poids corporel à 18 semaines, l'uniformité, la consommation d'aliments, l'âge au premier œuf ou la mortalité durant la période de ponte chez 3 races de poulettes blanches Leghorn. Dans une autre expérience, ces mêmes auteurs ont constaté que le poids corporel à 18 semaines était nettement plus bas quand les mêmes races d'oiseaux étaient élevées à 193 plutôt qu'à 221 cm²/oiseau; la densité d'élevage n'a pas affecté la production d'œufs subséquente jour-poule et le caractère craintif des poules quand les oiseaux étaient logés dans des cages classiques à 348 cm²/oiseau. Patterson et Siegel (1998) ont observé que deux races d'oiseaux White Leghorn élevés à 97,8, 116,1, 142,9 et 185,8 cm²/oiseau entre 1 jour et 6 semaines et à 195,6, 232,3, 285,9 et 371,6 cm²/oiseau entre 6 et 18 semaines, respectivement, accusaient une réduction marquée du poids corporel à la plus grande densité de cage (195,6 cm²/oiseau), à l'âge de 18 semaines. Les prises alimentaires étaient plus faibles, mais les indices de conversion alimentaire étaient plus élevés dans les cages à plus grandes densités. Il n'y avait aucun effet sur les paramètres sanguins indicatifs de plus hauts niveaux de stress. La mortalité, le rapport hétérophile/lymphocyte (indicateur de stress) et l'immunité humorale n'ont pas été affectés par des conditions de surpeuplement. Keshavarz (1998) a constaté la même chose, des oiseaux blancs Leghorn auxquels on a accordé plus d'espace de plancher (346 vs 283 cm²/poulette) durant la phase d'élevage (de 8 à 18 semaines) montrant une plus grande prise alimentaire et un poids corporel plus élevé à 18 semaines. On n'a observé aucun effet sur la conversion alimentaire et la taille des premiers œufs n'a pas été affectée.

Plus récemment Pavan et coll. (2005) ont évalué l'effet du logement de poulettes brunes dans des cages à 275,9, 250,0, 228,6 et 210,5 cm²/oiseau entre 0 et 6 semaines et à 500,0, 416,7 et 357,1 cm²/oiseau entre 6 et 16 semaines dans un arrangement factoriel. Ils n'ont constaté aucun effet significatif de la densité des cages sur le gain de poids,

la prise alimentaire, la conversion alimentaire ou l'uniformité durant la période de croissance ou sur les caractères spécifiques de production durant la ponte dans des cages classiques. Bozkurt et coll. (2006) ont mesuré les effets de l'élevage de deux races blanches et deux races brunes à 3 densités de cage différentes (105,9, 134,8, 185,3 cm²/oiseau du jour 1 à 4 semaines et 211,8, 274,5 et 370,6 cm²/oiseau entre 4 et 16 semaines) et 3 positions des cages (rangées du haut, du milieu et du bas). Le poids corporel était affecté par la race, la densité et la position de la cage, ainsi que par de nombreuses interactions entre les facteurs. Dans l'ensemble, les oiseaux logés à densité intermédiaire démontraient la plus grande augmentation du poids; les oiseaux logés à faible densité avaient la plus grande prise alimentaire; les oiseaux logés à la plus grande densité avaient une meilleure conversion alimentaire et une meilleure uniformité du troupeau. La mortalité totale n'a pas été affectée par la densité, mais il y avait des interactions race-densité significatives. Les effets de la position de la cage n'étaient pas constants selon la race ou dans le temps.

Lorsque l'on accorde plus d'espace aux poulettes en éleveuse, la tendance générale observée dans la littérature souligne une plus grande prise alimentaire/plus faible efficacité alimentaire. Ceci pourrait être attribuable aux besoins énergétiques accrus requis pour soutenir un surplus de mouvements (c.-à-d., l'exercice) ou encore la thermorégulation, les oiseaux logés à plus faibles densités pouvant perdre plus de chaleur. Souvent, les oiseaux logés à de faibles densités ont un poids plus élevé et requièrent plus d'aliments pour l'accroissement et le maintien des tissus.

Tableau 1 : Sommaire des études sur les effets de la densité d'élevage sur la performance des poulettes en cage. Les résultats des expériences séparées dans une même étude sont divisés par des lignes grasses. ^{a-d} Les moyennes dans une colonne et expérience sans exposants communs différent ($P < 0,05$)

Référence	Race d'oiseaux	Allocation d'espace (cm ² /oiseau)	Mortalité (%)	Poids corporel (g)	Prise alimentaire (g)	Indice de conversion alimentaire		
Carey (1987) 2 expériences séparées	Commercial (1- 147 jours d'âge)	239	2,04 ^a (jours 7-147)	1343 à 147 jours	6310 ^a (jours 1-147)			
		259	2,50 ^b	1370	6490 ^b			
		311	2,34 ^c	1397	6850 ^c			
		222	2,64 ^a (jours 7-147)	1279 ^a à 147 jours	6900 ^a (jours 1-147)			
		259	1,93 ^b	1320 ^b	7300 ^b			
		311	1,37 ^b	1338 ^c	7620 ^c			
Pavan et coll. (2005)	ISA brune 0-6 semaines d'âge	210,52		455,53	1021,04	2,24 (par kg de moulée consommée)		
		228,57		448,43	1029,94	2,29		
		250,00		444,77	1015,00	2,28		
		275,86		457,07	1045,55	2,29		
	6-16 semaines d'âge	357 élevé à 210		1458,0 à 16 semaines	4774,5 à 16 semaines	4,91 à 16 semaines		
		357 élevé à 228		1426,7	4663,0	4,90		
		357 élevé à 250		1421,1	4651,0	4,98		
		357 élevé à 275		1442,8	4729,0	4,92		
		416 élevé à 210		1445,3	4836,8	4,99		
		416 élevé à 228		1413,5	4693,3	4,92		
		416 élevé à 250		1460,5	4934,3	5,01		
		416 élevé à 275		1435,6	4867,4	5,06		
		500 élevé à 210		1459,8	4969,7	5,08		
		500 élevé à 228		1425,4	4780,9	4,95		
		500 élevé à 250		1420,4	4806,3	5,00		
		500 élevé à 275		1430,1	4886,7	5,19		
		Patterson et Siegel (1998)	DeKalb Delta 1-6 semaines d'âge	97,8		398 ^c à 6 semaines		
				116,1		407 ^{bc}		
				142,9		425 ^{ab}		
185,8				434 ^a				
DeKalb Delta 6-18 semaines d'âge	195,6			1210 ^{bc} à 18 semaines				
	232,3			1242 ^b				
	285,9			1329 ^a				
	371,6			1357 ^a				

Hy-Line W-36 1-6 semaines d'âge	97,8		372 à 6 semaines				
	116,1		377				
	142,9		373				
	185,8		379				
Hy-Line W-36 6-18 semaines d'âge	195,6		1161^d à 18 semaines				
	232,3		1182 ^{cd}				
	285,9		1186 ^{cd}				
	371,6		1215 ^{bc}				
DeKalb Delta 2-6 semaines d'âge	97,8		279 ^{cd} gain de poids	745 ^a (g/oiseau)	2,67g prise alimentaire : g de gain de poids (g:g)		
	116,1		296 ^{bc}			784 ^b	2,64
	142,9		315 ^{ab}			849 ^c	2,7
	185,8		327 ^a			884 ^d	2,71
DeKalb Delta 12-18 semaines d'âge	195,6		217 ^c gain de poids	2300 ^d	10,66		
	232,3		245 ^b			2550 ^{cd}	10,46
	285,9		296 ^a			2749 ^b	9,30
	371,6		317 ^a			3161 ^a	9,99
Hy-Line W-36 2-6 semaines d'âge	97,8		252 gain de poids	813 ^a	3,23 ^b		
	142,9		254			928 ^c	3,66 ^a
	185,8		259			959 ^d	3,70 ^a
	1116,1		256			869 ^b	3,39 ^{ab}
Hy-Line W-36 12-18 semaines d'âge	195,6		234 gain de poids	2114 ^d	9,06 ^b		
	232,3		233			2357 ^{cd}	10,17 ^{ab}
	285,9		244			2603 ^b	10,66 ^a
	371,6		258			2436 ^{bc}	9,44a ^b
Bozkurt et coll. (2006)	Lohmann brune 1-4 semaines d'âge	105,9	0,57	220,71 à 4 semaines	285,51 g/oiseau de 2-4 semaines	3,31 de 2-4 semaines	
		134,8					
		185,3					
	ISA brune 1-4 semaines d'âge	105,9	2,92	204,57 à 4 semaines	283,61 g/oiseau de 2-4 semaines	3,42 de 2-4 semaines	
		134,8					
		185,3					
	Lohmann blanche 1-4 semaines d'âge	105,9	4,15	220,71 à 4 semaines	326,42 g/oiseau de 2-4 semaines	3,67 de 2-4 semaines	
		134,8					
		185,3					
	Bovans blanche 1-4 semaines d'âge	105,9	6,98	195,58 à 4 semaines	291,05 g/oiseau de 2-4 semaines	3,81 de 2-4 semaines	
		134,8					
		185,3					
Lohmann brune 4-16 semaines d'âge	211,8	3,72	1492,36 à 16 semaines	2999,31 g/oiseau de 12-16 semaines	7,37 de 12-16 semaines		
	274,5						
	370,6						

	ISA brune 4-16 semaines d'âge	211,8	4,97	1438,07 à 16 semaines	2843,23 g/oiseau de 12-16semaines	8,05 de 12-16 semaines
		274,5				
		370,6				
	Lohmann blanche 4-16 semaines d'âge	211,8	8,13	1202,43 à 16 semaines	2805,20 g/oiseau de 12-16semaines	11,93 de 12-16 semaines
		274,5				
		370,6				
	Bovans blanche 4-16 semaines d'âge	211,8	10,23	1115,45 à 16 semaines	2650,14 g/oiseau de 12-16semaines	10,6 de 12-16 semaines
		274,5				
		370,6				
	Toutes les races 1-4 semaines d'âge	105,9-211,8	3,64	213,33 ^a à 4 semaines	281,61 ^b g/oiseau de 2-4 semaines	3,3 ^c de 2-4 semaines
		134,8-274,5	3,79	205,72 ^b à 4 semaines	285,39 ^b g/oiseau de 2-4 semaines	3,54 ^b de 2-4 semaines
		185,3-370,6	3,54	212,13 ^b à 4 semaines	322,96 ^a g/oiseau de 2-4 semaines	3,82 ^a de 2-4 semaines
	Toutes les races 4-16 semaines d'âge	105,9-211,8	6,84	1275,34 ^a à 16 semaines	2733,29 ^b g/oiseau de 12-16 semaines	9,94 de 12-16 semaines
		134,8-274,5	7,03	1340,35 ^b à 16 semaines	2808,23 ^b g/oiseau de 12-16 semaines	8,63 de 12-16 semaines
		185,3-370,6	6,46	1320,54 ^c à 16 semaines	2931,9 ^a g/oiseau de 12-16 semaines	9,91 de 12-16 semaines
Keshavarz (1998)	Babcock B300	283		1261 ^a	3995 ^a g/oiseau	6,22 g:g
	8-18 semaines d'âge	346		1284 ^b	4157 ^b	6,24

*Nombre de poulettes élevées dans cet espace

Effet de la densité durant l'élevage sur parquet (en éleveuse)

Dans 2 expériences visant à évaluer les effets de la taille du groupe et de la densité durant l'élevage sur parquet sur le bien-être et la performance de poules pondeuses, Meunier-Salaün et coll. (1984) ont élevé des poulettes hybrides de taille moyenne sur parquet et les ont placées dans des cages (4 oiseaux/cage; densité de 450 cm²/oiseau) à 19 semaines d'âge. Dans la première expérience, les facteurs considérés ont été la taille du groupe durant l'élevage et le placement des poules en cages avec des oiseaux familiers et non familiers. Les tailles du groupe étaient de 10, 60 ou 500 oiseaux (5 882 cm², 1 000 cm² et 1 000 cm²/oiseau, respectivement). Dans la seconde expérience, les oiseaux étaient logés à des densités de 1 000, 2 000 ou 3 030 cm²/oiseau en groupes de 60 oiseaux. Les caractéristiques de production d'œufs, la santé des pieds, les blessures cutanées, l'état du plumage et la mortalité n'ont été affectés par aucun de ces facteurs dans ces deux expériences. Ces résultats correspondent aux observations antérieures de Wells (1972) qui n'ont constaté aucun effet d'élevage d'hybrides légères en troupeaux de 400 à 700, 930, 1 390 ou 1 860 cm² de densité sur la production, la mortalité, le poids et la consommation alimentaire après le transfert, soit vers des cages, soit sur litière profonde.

Effets de l'espace aux mangeoires durant l'élevage (en éleveuse)

Quelques études ont abordé les effets de l'espace aux mangeoires durant l'élevage; cependant, une étude a signalé que l'espace aux mangeoires durant l'élevage affecte la croissance des poulettes élevées dans des cages et des enclos sur parquet. On a donné à des poulettes blanches de type Leghorn 5,4, 4,0 ou 2,7 cm d'espace aux mangeoires (Anderson et Adams, 1994a). On a observé une différence de poids corporel selon l'espace aux mangeoires à 12 semaines et, à 18 semaines, les poids corporels étaient nettement plus élevés chez les poulettes ayant reçu 5,4 plutôt que 2,7 cm d'espace aux mangeoires, alors que les poulettes ayant disposé de 4,0 cm se situaient entre les deux autres groupes dans les deux types d'environnement d'élevage. L'espace aux mangeoires n'a eu aucun effet sur la mortalité, le développement du squelette, la solidité des os ou le caractère craintif. De plus, on n'a relevé aucun effet à long terme sur la production d'œuf par poule-jour ou sur la conversion alimentaire lorsque les poulettes furent transférées subséquemment à des installations de ponte et logées dans des cages à 348 cm²/poule (Anderson et Adams, 1994b).

EFFETS COMPARATIFS DE L'ÉLEVAGE SUR PARQUET OU EN CAGE (EN ÉLEVEUSE) SUR LES POULES LOGÉES DANS DES CAGES

Une des préoccupations associées au transfert des poulettes de l'élevage (en éleveuse) sur parquet à des cages est que leur perception de l'espace peut être affectée par leur expérience antérieure. Dans une étude sur les préférences, Lagadic et Faure (1987) ont élevé des oiseaux sur litière profonde de l'éclosion jusqu'à 18 semaines d'âge avant de les placer dans des cages. À l'âge de 12 mois, les poules furent entraînées à augmenter la taille de leur cage de 1600 à 6100 cm² en becquetant une touche; l'espace ainsi gagné était couvert, soit de copeaux de bois, soit d'un grillage. Les poules étaient disposées à travailler pour gagner cet espace supplémentaire peu importe le type de plancher. Utilisant cette même approche, Faure (1991) a constaté que, lorsque testés entre 50 et 66 semaines d'âge, les poules gardées dans des cages (4 oiseaux/1800 cm²) durant la période de ponte travaillaient moins fort à agrandir leurs cages que celles logées sur parquet (4 oiseaux/6 m²) durant la ponte. Faure a conclu que les poules en cage s'adaptaient à la restriction d'espace.

Dans 2 expériences, Craig et coll. (1988) ont comparé les réactions comportementales de poulettes élevées sur parquet et de poulettes élevées en cage après le transfert à des cages classiques à densité de 403 cm²/poule à 18 semaines (Expérience 1) ou 372 cm²/poule à 19 semaines (Expérience 2). Les oiseaux furent observés après le transfert aux jours 1, 4 et 15. Dans ces deux expériences, les poulettes élevées sur parquet ont fait montre d'une tendance beaucoup plus prononcée à s'accroupir, à moins bouger et à consommer moins de nourriture que les poulettes élevées dans des cages dès le jour 1. Au jour 4, les poulettes élevées sur parquet consommaient toujours moins d'aliments; au jour 15, il n'y avait plus de différences quant à la tendance à s'accroupir, à la quantité de mouvement et à la prise alimentaire. Les poulettes élevées dans des cages affichaient plus de picagepicage des plumes le jour 1, mais moins au jour 15 que les poulettes élevées sur parquet. Les oiseaux des deux environnements d'élevage n'affichaient aucune différence en termes de gain de poids quotidien à la fin de la période en éleveuse. L'activité agonistique était plus grande chez les poulettes élevées sur parquet que chez poulettes élevées en cages.

En général, l'environnement en éleveuse avait des effets temporaires sur le comportement après le transfert des poulettes dans leur environnement pour la ponte. Craig et coll. (1988) ont émis le raisonnement que l'élevage en cages présente un environnement semblable sur plusieurs points à celui lors de la ponte alors que l'élevage sur parquet se fait généralement dans un environnement différent; par conséquent, la réduction de l'activité générale manifestée par les oiseaux élevés sur parquet indique qu'ils étaient d'abord plus craintifs dans ce nouvel environnement de cages que les oiseaux élevés en cages.

Jin et Craig (1988) ont comparé la performance de trois races de poules blanches de type Leghorn élevées dans des cages classiques placées, soit dans des cages (30 oiseaux/cage à 145 et 310 cm²/oiseau à 0 à 2 semaines et 2 à 19 semaines, respectivement), soit dans des enclos sur parquet (930 cm²/oiseau en groupes de 120 oiseaux). Les oiseaux élevés en cages étaient plus lourds à 19 semaines d'âge et commençaient à pondre plus tôt sans qu'il y ait de différence dans la mortalité en éleveuse. Aucun effet résiduel n'a été observé durant la période de ponte (les oiseaux logés à 348 cm² d'espace de plancher) sur les traits de production d'œufs ou les réactions de peur à une personne debout à l'extérieur de la cage; l'état du plumage était pire à 60 semaines mais non à 75 semaines chez les oiseaux élevés sur parquet. Anderson et Adams (1994b) ont élevé des poulettes blanches de type Leghorn à des densités de 304 cm² dans des cages ou 735 cm² dans des enclos sur parquet et ont ensuite placé ces oiseaux dans des cages classiques à raison de 348 cm²/oiseau. L'environnement en éleveuse n'a eu aucun effet sur la production journalière d'œuf ou sur l'indice de conversion alimentaire, mais les poules élevées en cages ont produit des œufs plus lourds avec moins de coquilles bosselées (irrégularités dans la formation de la coquille) et étaient moins craintives à la fin de la période de ponte que celles élevées sur parquet.

Peu d'études ont examiné l'effet de l'environnement en éleveuse sur la production et les mesures de bien-être des poules pondeuses logées dans des cages aménagées. Dans l'un des deux essais étudiant la mortalité dans 3 styles de cages aménagées (tailles de groupe variant entre 10 et 60 poules), Weitzenburger et coll. (2005) ont comparé la mortalité de poules LSL (Lohmann Selected Leghorns) qui avaient été élevées, soit sur parquet litière sans perchoirs, soit dans des cages d'élevage standard. Dans l'ensemble, la mortalité était nettement plus élevée chez les poules élevées sur parquet (7,9 %) que celles élevées dans des cages (2,1 %), la mortalité la plus élevée survenant dans les groupes plus grands élevés sur parquet (10,1 %). La principale cause de décès dans cette étude a été le cannibalisme; cependant, les auteurs n'ont pas précisé si les poulettes avaient subi une taille du bec. Dans une étude à plus petite échelle, Roll et coll. (2008) ont élevé une race de poulettes brunes, soit dans des cages d'élevage standard, soit sur parquet avec litière (sans perchoirs), puis ils ont placé les oiseaux dans des cages aménagées pour des colonies de 10 poules. La production d'œufs, l'état du plumage et la mortalité ne furent pas affectés par l'environnement en éleveuse, bien que les nombres d'œufs fêlés et sales aient été plus élevés chez les poulettes élevées sur parquet; la solidité et l'épaisseur des coquilles étaient plus faibles à la fin de la ponte chez les oiseaux élevés sur parquet. Dans une expérience à l'échelle commerciale comparant les effets de l'élevage en volière et en cage sur le comportement des poules logées dans des cages aménagées, Janczak et coll. (2013) ont observé des effets transitoires de l'environnement en éleveuse sur le comportement de confort (plus grand chez les poules élevées en volière) et sur les réactions aux tests de peur (plus bas chez les poules élevées en volière); 5 semaines après le transfert au logement pour oiseau adulte, il n'y avait plus de différences observables.

Moe et coll. (2010) ont étudié les effets de l'environnement en éleveuse (sur parquet et en cage) sur l'activité surrénalienne, la réaction immunitaire et le ratio hétérophile/lymphocyte (H:L) chez les poules pondeuses logées dans des cages classiques ou aménagées. L'environnement en éleveuse n'avait aucun effet sur la réponse surrénalienne (stimulus ACTH) à 50 ou 70 semaines d'âge, bien qu'à 70 semaines les ratios H:L avaient tendance à être plus élevés chez les poules élevées sur litière profonde et étaient nettement plus hauts chez les poules élevées sur litière profonde puis placées dans des cages aménagées. Inversement, la production d'anticorps en réponse aux tests immunitaires était plus intense chez les poules qui avaient été élevées sur litière. Alors que les résultats du rapport H:L indiquaient que les oiseaux élevés sur parquet peuvent avoir rencontré plus de situations stressantes, notamment quand elles étaient logées dans des cages aménagées durant la période de ponte, la réponse immunitaire chez les poules élevées sur parquet était meilleure. Les auteurs ont suggéré que les effets de la réponse immunitaire peuvent avoir été associés à la quantité d'agents pathogènes qu'on retrouve sur parquet et dans un environnement de cages aménagées plutôt qu'au stress attribuable à l'environnement en éleveuse ou au système de logement en soi.

Walstra et coll. (2010) ont aussi constaté que l'élevage de poussins sur litière peut améliorer les réponses immunitaires aux maladies infectieuses. Les poussins ont été incubés et éclos dans des conditions, soit suboptimales, soit optimales, puis élevés dans des cages ou dans des enclos sur parquet enrichis de copeaux, tourbe et perchoirs de 0 à 7 semaines d'âge. À 53 et 92 jours, les oiseaux furent exposés à *Eimeria* spp. et au virus de la bronchite infectieuse. Les conditions optimales d'incubation et d'éclosion suivies d'un élevage enrichi sur parquet ont entraîné une plus faible perte de poids, une plus forte prise alimentaire dans les jours qui ont suivi l'infection à *Eimeria* spp. et un plus grand gain de poids après une infection avec la bronchite comparativement à toutes les autres combinaisons de traitement. Alors que les conditions d'incubation optimale semblent augmenter la qualité des poussins et donc donner, en général, un oiseau plus fort post-éclosion, les effets positifs d'un environnement en éleveuse enrichi sur la performance et la guérison après une infection à *Eimeria* peuvent être attribués aux microorganismes dans la litière qu'on croit responsables de stimuler le développement du système immunitaire.

FACILITER L'ADAPTATION DES POULETTES AU LOGEMENT DES POULES ADULTES

Les poules et les poulettes sont très enclines à se percher et elles préfèrent les plus hauts perchoirs disponibles, soulignant le vestige d'un comportement antiprédateur et ce, malgré de nombreuses générations de domestication (Newberry et coll., 2001). Les poussins commencent à se percher autour de l'âge de 7 à 10 jours (Workman et Andrew, 1989) et le temps passé au perchoir augmente régulièrement avec le temps. Heikkilä et coll. (2006) ont constaté que le nombre de jours jusqu'à la première session observée au perchoir était inversement proportionnel au temps passé sous une lampe chauffante durant les premières semaines de la vie. On a aussi observé une corrélation positive entre l'utilisation précoce du perchoir le jour et l'utilisation ultérieure du perchoir pour le repos nocturne.

Nombre d'études ont démontré qu'il existe une composante d'apprentissage à ce comportement et à la capacité des oiseaux à naviguer dans des environnements complexes. Les poules élevées sans perchoirs étaient moins portées à pondre dans les nids, même lorsque ceux-ci étaient au niveau du sol, que les poules élevées avec des perchoirs; à vrai dire, les poules qui avaient toujours vécu sur un seul niveau avaient de la difficulté à monter sur un autre niveau (Appleby et coll., 1988). Appleby et Duncan (1989) ont d'abord proposé que, pour se percher, l'oiseau doit apprendre qu'il est possible de se déplacer dans plus de 2 dimensions; ils ont proposé également que l'apprentissage est plus facile durant une phase réceptive quand les oiseaux sont très jeunes. Gunnarsson et coll. (2000) ont élevé des poussins d'un jour dans des enclos sur litière avec accès ou non à des perchoirs. À l'âge de 8 semaines, tous les oiseaux ont eu accès à des perchoirs. À 16 semaines d'âge, on leur a fait subir une série de tests consécutifs, chaque test comportant une difficulté croissante dans lequel l'oiseau devait atteindre de la nourriture située en alternance, à des étages placés à 40, 80 et 160 cm au-dessus du sol. On n'a relevé aucune différence entre les oiseaux élevés avec ou sans perchoirs quant au temps nécessaire pour atteindre la nourriture à l'étage le plus bas. Cependant, dans les tests exigeant que les oiseaux accèdent aux étages supérieurs en sautant d'un palier à l'autre, les oiseaux élevés sans perchoirs ont mis plus de temps à atteindre la nourriture ou ne l'ont pas atteint.

L'expérience des perchoirs dans des environnements complexes est particulièrement importante pour les poulettes destinées aux volières étant donné qu'une incapacité à naviguer dans un espace tridimensionnel augmente les risques d'émaciation, de déshydratation et de ponte d'œufs au sol quand la nourriture, l'eau et les nids sont situés à différents niveaux (Tauson 2005). La présence de perchoirs donne aussi aux oiseaux subordonnés la possibilité d'éviter leurs congénères et augmente l'espace accessible aux oiseaux (Cordiner et Savory, 2001). Il a été démontré que l'accès aux perchoirs à partir de la 4^e semaine d'âge diminue la prévalence ultérieure d'œufs pondus au sol et de cannibalisme cloacal chez les poules pondeuses logées dans des volières (Gunnarsson et coll., 1999). Mis à part les effets comportementaux, l'accès précoce aux perchoirs peut aussi favoriser la santé des poulettes et des pondeuses. Les poulettes ayant accès, dès un jour d'âge, à des perchoirs dans leurs cages, avaient une plus haute densité minérale osseuse dans le tibia, le sternum et l'humérus, ainsi qu'une plus grande masse musculaire à 12 semaines (Enneking et coll., 2012) et 71 semaines d'âge (Hester et al., 2013a) et ce, sans effets sur les diverses réactions au stress mesurées en cours d'élevage (Yan et coll., 2013). Il existe dans l'industrie avicole, différents systèmes d'élevage qui donnent accès à des perchoirs et à un espace tridimensionnel à divers moments de la période de croissance. Dans l'ensemble, la littérature portant sur l'expérience et l'adaptation en bas âge à des environnements complexes suggère que l'exposition des poulettes à des perchoirs, plateformes et paliers multiples

tôt dans leur développement (durant les premières semaines de la vie) peut avoir une influence déterminante sur leur développement comportemental et physique.

L'utilisation d'autres équipements dans des environnements dits enrichis pour les pondeuses peut aussi dépendre des expériences en début de vie. Sherwin et Nicol (1993) ont constaté que les poules élevées sur litière étaient plus portées à pondre à l'extérieur de la zone de nid et à être moins prévisibles dans leur choix d'emplacement de nid quand on les transférait dans des cages aménagées pour la ponte que les oiseaux élevés en cage. Cependant, un transfert plus précoce dans des cages de ponte réduisait cet effet et l'âge au transfert dans l'environnement de ponte (16 semaines ou moins) était plus important en ce qui a trait aux œufs pondus au sol que l'environnement en éleveuse. Plus récemment, Roll et coll. (2008) ont comparé l'adaptabilité aux cages aménagées entre les oiseaux élevés sur parquet et ceux élevés en cage. Ils ont observé les oiseaux jusqu'à 78 semaines d'âge après un transfert à 18 semaines. Le temps passé à marcher était plus long et celui passé à se percher était plus court chez les poules élevées en cage que chez les poules élevées sur parquet. L'utilisation de bains de poussière augmentait en général durant la période de ponte, mais cette utilisation était plus grande chez les poules élevées sur parquet que chez celles élevées en cage.

Il semble que le meilleur moyen pour faciliter la transition de l'éleveuse à l'installation de ponte et ainsi réduire des problèmes tels le picage des plumes et le cannibalisme, spécialement dans les systèmes sans cages et les volières, consiste à faire correspondre l'environnement en éleveuse à celui de la poule adulte (van der Weerd et Elson, 2006). Dans une méta-analyse portant sur la mortalité des poules pondeuses en volière, Aerni et coll. (2005) ont observé que le génotype et l'environnement en éleveuse (si et quand les poussins sont exposés à une litière) sont responsables de la majorité des mortalités dans les systèmes sans cages. Il y a aussi eu de l'intérêt à explorer les méthodes facilitant l'adaptation des oiseaux aux volières. Par exemple, après avoir transféré dans des volières de ponte, à l'âge de 17 semaines, des oiseaux élevés dans des volières et sur parquet aménagés, Colson et coll. (2005) ont mesuré la mobilité/espace utilisé et les performances de ponte jusqu'à l'âge de 69 semaines. Les poules élevées en volière ont utilisé davantage les plateformes avec mangeoires voletaient et sautaient davantage que celles élevées sur parquet. Elles ont également pondu plus d'œufs que les poules élevées sur parquet et moins d'œufs ont été pondus à l'extérieur des nids. Les chercheurs ont conclu que les poules élevées en volière utilisaient mieux l'espace que les poules élevées sur parquet parce qu'elles étaient plus habituées à la dimension verticale (c.-à-d., qu'elles avaient développé une meilleure disposition à voler et à sauter ce qui leur a permis de trouver la nourriture et les nids plus efficacement). Dans une autre étude, Colson et coll. (2008) ont comparé l'utilisation de l'espace, la ponte et la mortalité chez des oiseaux élevés sur litière en parquet dotés de plateformes, perchoirs et de trémies d'alimentation manuelles placées au sol, chez des oiseaux élevés en volière avec plateformes et de trémies d'alimentation manuelles placées au sol, puis chez des oiseaux élevés en volière avec mangeoires automatiques à chaîne placées sur des différentes plateformes à plusieurs étages. Toutes les poules furent par la suite transférées à 17 semaines d'âge dans des volières de ponte avec mangeoires automatiques à chaîne disposées sur des plateformes. Les poules élevées sur litière ont moins utilisé les étages supérieurs, faisaient montre de moins de précision dans leurs longs vols et sauts, et ont passé plus de temps aux étages inférieurs que les poules élevées dans des volières. Le taux de mortalité des poules élevées sur litière était plus élevé que celui des groupes de poulettes élevées en volière, et plus élevé que celui des poulettes élevées en volière avec mangeoires automatiques à chaîne placées sur des plateformes à plusieurs étages après le transfert. Les poulettes élevées en volière avec mangeoires au sol utilisaient davantage les étages inférieurs et volaient plus souvent sur de plus longues distances que les oiseaux élevés dans des volières avec mangeoires sur plateformes avant le transfert, mais ces différences sont disparues après le transfert. Après le transfert, la mortalité était plus élevée chez les poules élevées en volière avec mangeoires au sol que chez celles élevées en volière avec mangeoires sur des plateformes. On en a conclu que l'élevage de poulettes en volière plutôt que sur parquet aménagés permettait une meilleure adaptation aux volières de ponte à cause de la capacité améliorée des oiseaux à naviguer aux niveaux supérieurs et à trouver de la nourriture.

Plusieurs facteurs peuvent influencer le comportement des poules élevées en libre parcours. Dans certains cas, les oiseaux logés en libre parcours peuvent hésiter à quitter le poulailler et à se promener à l'extérieur quand on leur en donne l'occasion; par conséquent, seulement une petite proportion des poules faisant partie de troupeaux élevés en liberté est normalement à l'extérieur à tout moment donné (Keeling et coll., 1988). Peu d'études ont abordé les

effets du type d'élevage en éleveuse sur le comportement des poules pondeuses en libre parcours. Grigor et coll. (1995) ont comparé le comportement de poules soumises à des manipulations régulières (attrapées, mises dans des cages et relâchées sur parquet), exposées régulièrement à l'extérieur (attrapées, mises dans des cages et relâchées dans un enclos à l'extérieur) ou jamais manipulées (groupe témoin) entre 12 et 20 semaines d'âge. Le traitement avait peu d'effet sur la peur testée par le test d'immobilité protectrice, mais les oiseaux manipulés et exposés à l'extérieur sortaient d'une boîte plus rapidement et s'en éloignaient davantage que les oiseaux manipulés et ceux du groupe témoin quand le test d'émergence était effectué en plein air. Les chercheurs ont comparé le comportement des oiseaux d'un troupeau en liberté, et ont constaté, lors des tests d'immobilité protectrice, que les oiseaux observés régulièrement à l'extérieur étaient moins craintifs que ceux qui ne sortaient jamais. Plus récemment, Krause et coll. (2006) ont testé la capacité d'apprentissage et la mémoire de poussins (de race de ponte) âgés de 6 semaines exposés à une semaine d'accès à l'extérieur, qu'ils ont comparé à des poussins élevés sur parquets identiques mais sans accès à l'extérieur. Les poussins ayant accès à l'extérieur étaient moins craintifs et apprenaient à trouver une récompense alimentaire beaucoup plus rapidement que les oiseaux du groupe témoin. Cependant, après avoir appris la même tâche, les oiseaux des deux groupes ont eu les mêmes résultats dans les tests de mémoire. La littérature sur ce sujet étant rare, des recherches plus poussées sont nécessaires afin de déterminer les méthodes d'élevage (en éleveuse) convenant le mieux aux poules qui seront en libre parcours lors de la ponte.

En général, plus de recherche est requise afin de mieux comprendre les pratiques d'élevage en éleveuse qui prépare le mieux les oiseaux à leur environnement de ponte.

Références

- Aerni V., Brinkhof M.W.G., Wechsler B., Oester H. et Frolich E. (2005). Productivity and mortality of laying hens in aviaries: a systematic review. *World's Poultry Science Journal* 61:131-142.
- Albentosa M.J., Kjaer J.B. et Nicol C.J. (2003) Strain and age differences in behaviour, fear response and pecking tendency in laying hens. *British Poultry Science* 44:333-344.
- Anderson, K.E. et Adams A.W. (1992) Effects of rearing density and feeder and waterer spaces on the productivity and fearful behavior of layers. *Poultry Science* 71:53-58.
- Anderson K.E. et Adams, A.W. (1994a). Effects of floor versus cage rearing and feeder space on growth, long bone development, and duration of tonic mobility in single comb White Leghorn pullets. *Poultry Science* 73:958-964.
- Anderson K.E. et Adams A.W. (1994b) Effects of cage versus floor rearing environments and cage floor mesh size on bone strength, fearfulness, and production of single comb white leghorn hens. *Poultry Science* 73:1233-1240.
- Appleby M.C. et Duncan I.J.H. (1989) Development of perching in hens. *Biology of Behaviour* 14: 157-168.
- Ableby M.C., Duncan I.J.H. et McRae H.E. (1988) Perching and floor laying by domestic hens: experimental results and their commercial application. *British Poultry Science* 29:351-357.
- Barnett J.L., Hemsworth P.H. et Newman E.A. (1992) Fear of humans and relationships with productivity in laying hens at commercial farms. *British Poultry Science* 33:699-710.
- Broom D.M. (1969). Effects of visual complexity during rearing on chicks' reactions to environmental change. *Animal Behavior* 17:773-780.
- Bozkurt Z., Bayram I. Türkmenoğlu, İ et Aktepe, O.C. (2006). Effects of cage density and cage position on performance of commercial layer pullets from four genotypes. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 30: 17-28.
- Candland D.K., Nagy Z.M., et Conklyn D.H. (1963). Emotional behaviour in the domestic chicken (White Leghorn) as a function of age and developmental environment. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 56:1069-1073.
- Carey J.B. (1987) Effects of pullet-stocking density on performance of laying hens. *Poultry Science* 66:1283-1287.

- Colson S., Arnould C., Huonnic D. et Michel V. (2005). Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries. *Animal Science Papers and Reports* 23(Suppl.1): 85-93.
- Colson S., Arnould C. et Michel, V. (2008). Influence of rearing conditions of pullets on space use and performance of hens placed in aviaries at the beginning of the laying period. *Applied Animal Behaviour Science* 111:286-300.
- Cordiner L.S. et Savory C.J. (2001). Use of perches and nest boxes by laying hens in relation to social status, based on examination of consistency of ranking orders and frequency of interaction. *Applied Animal Behaviour Science* 71: 305–317.
- Craig J.V., Okpokho, N.A. et Milliken G.A. (1988). Floor- and cage-rearing effects on pullets' initial adaptation to multiple-hen cages. *Applied Animal Behaviour Science* 20: 319-322.
- Enneking SA, Cheng HW, Jefferson-Moore KY, Einstein ME, Rubin DA et Hester PY (2012). Early access to perches in caged White Leghorn pullets. *Poultry Science* 91: 2114-2120.
- Fiks-van Niekerk, T., Ruis, M., Gunnink H., et Reuvekamp B. (2009). Effects of human-animal contact with layer pullets on fearfulness and technical results in the rearing and laying periods [abstract]. Poultry Welfare Symposium. Cervia, Italy, May 18-22, 2009.pg 137.
- Faure J.M. (1991). Rearing conditions and needs for space and litter in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 31:111-117.
- Gilani A-M, Knowles T.G. et Nicol C.J. (2012) The effect of dark brooders on feather pecking on commercial farms. *Applied Animal Behaviour Science* 142: 42-50.
- Grigor P.N., Hughes B.O. et Appleby M.C. (1995). Effects of regular handling and exposure to an outside area on subsequent fearlessness and dispersal in domestic hens. *Applied Animal Behaviour Science* 44:47-55.
- Gunnarsson S., Keeling L.J. et Svedberg J. (1999) Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science* 40: 12-18.
- Gunnarsson S., Yngvesson J., Keeling L.J. et Forkman B. (2000) Rearing without early access to perches impairs the spatial skills of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 67:217-228.
- Hansen I., Braastad, B.O., Storbråten J. et Tofastrud (1993). Differences in fearfulness indicated by tonic immobility between laying hens in aviaries and in cages. *Animal Welfare* 2:105-112.
- Heikkila M., Wichman A., Gunnarsson S. et Valros A. (2006). Development of perching behaviour in chicks reared in enriched environment. *Applied Animal Behaviour Science* 99:145-156.
- Hemsworth P.H. et Barnett J.L. (1989) Relationships between fear of humans, productivity and cage position of laying hens. *British Poultry Science* 30:505-518.
- Hester, P.Y., Enneking, S.A., Haley, B.K., Einstein, M.E., Cheng, H.W., Rubin, D.A. (2013). The effect of perch availability during pullet rearing and egg laying on musculoskeletal health of caged White Leghorn hens. *Poultry Science* 92:1972-1980.
- Hocking P.M., Maxell M.H., Robertson G.W. et Mitchell M.A. (2001) Welfare assessment of modified rearing programmes for broiler breeders. *British Poultry Science* 42:424-432.
- Janczak, A.M., Orritt, R., Hansen, T.B., Nicol, C. et Moe, R.O., 2013. Rearing laying hens in aviaries does not adversely affect long term welfare following transfer to furnished cages. *Proceedings of the IX European Symposium on Poultry Welfare*, Uppsala, Sweden, page 37.

- Jin L. et Craig J.V. (1988) Some effects of cage and floor rearing on commercial White Leghorn pullets during growth and the first year on egg production. *Poultry Science* 67:1400-1406.
- Jones R.B. (1982) Effects of early environmental enrichment upon open-field behavior and timidity in the domestic chick. *Developmental Psychobiology* 15:105-111.
- Jones R.B.(1985) Fearfulness of hens caged individually or in groups in different tiers of a battery and the effects of translocation between tiers. *British Poultry Science* 26:399-408
- Jones R.B. (1993) Reduction of the domestic chick's fear of human beings by regular handling and related treatments. *Animal Behaviour* 46:991-998.
- Jones R.B. (1996). Fear and adaptability in poultry: insights, implications and imperatives. *World's Poultry Science Journal* 52: 131-174.
- Jones R.B. et Faure J.M. (1981a) Tonic immobility ("Righting time") in laying hens housed in cages and pens. *Applied animal Ethology* 7:369-372.
- Jones R.B. et Faure J.M. (1981b) The effects of regular handling on fear responses in the domestic chick. *Behavioural Processes* 6:135-143.
- Jones R.B. et Waddington D.(1992) Modification of fear in domestic chicks, *Gallus gallus domesticus*, via regular handling and early environmental enrichment. *Animal Behaviour* 43:1021-1033.
- Jones R.B. et Waddington D.(1993) Attenuation of the domestic chick's fear of human beings via regular handling: in search of a sensitive period. *Applied Animal Behaviour Science* 36:185-195.
- Keeling, L.J., Hughes B.O. et Dun P. (1988) Performance of free-range laying hens in a polythene house and their behaviour on range. *Farm Building Progress* 94: 21-28.
- Keshavarz K. (1998) The effect of light regimen, floor space, and energy and protein levels during the growing period on body weight and early egg size. *Poultry Science* 77:1266-1279.
- Krause E.T., Naguib M., Trillmich F. et Schrader L. (2006). The effects of short term enrichment on learning in chickens from a laying strain (*Gallus gallus domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science* 101:318-327.
- Lagadic H. et Faure J.M. (1987) Preference of domestic hens for cage size and floor types as measured by operant conditioning. *Applied Animal Behaviour Science* 19:147-155.
- Malleau A.E., Duncan I.J.H., Widowski T.M. et Atkinson J.L. (2007) The importance of rest in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 106:52-69.
- Meunier-Salaun M.C., Huon F. et Faure J.M. (1984) Lack of influence of pullet rearing conditions on the hen's performance. *British Poultry Science* 25:541-546.
- Moe R.O., Guémené D., Bakken M., Larsen H.J.S., Shini S., Lervik S., Skjervy E., Michel V. et Tauson R. (2010). Effects of housing conditions during the rearing and laying period on adrenal reactivity, immune response and heterophil to lymphocyte (H/L) ratios in laying hens. *Animal* 4:1709-1715.
- Morris H.M. (2009) Effects of Early Rearing environment on Learning Ability and Behavior in Laying Hens. M.Sc. Thesis. Corvallis, Oregon: Oregon State University.
- Newberry R.C., Estevez I. et Keeling L.J.(2001). Group size and perching behaviour in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 73:117-129.
- Patterson P.H. et Siegel H.S. (1998) Impact of cage density on pullet performance and blood parameters of stress. *Poultry Science* 77:32-40.

- Pavan A.C, Garcia E.A., Móri C, Pizzolante C.C. et Piccinin A. (2005). Effect of cage stocking density on performance of laying hens during the growing and laying periods. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34:1320-1328.
- Perré Y., Wauters A-M. et Richard-Yris M-A (2002) Influence of mothering on emotional and social reactivity of domestic pullets. *Applied Animal Behaviour Science* 75:133-136.
- Reed H.J., Wilkins L.J., Austin S.D. et Gregory N.G. (1993) The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. *Applied Animal Behaviour Science* 36:39-46.
- Riber A.B., Nielsen B.L., Ritz C. et Forkman B. (2007) Diurnal activity cycles and synchrony in layer hen chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science* 108:276-287.
- Roden C. et Wechsler B. (1998). A comparison of the behaviour of domestic chicks reared with or without a hen in enriched pens. *Applied Animal Behaviour Science* 55:317-326.
- Rodenburg, T.B., Uitdehaag, K.A., Ellen, E.D., Komen, J. (2009) The effects of selection on low mortality and brooding by a mother hen on open-field response, feather pecking and cannibalism in laying hens. *Animal Welfare* 18:427-432.
- Roll V.F.B., Levrino G.A.M. et Briz R.C. (2008) Rearing system and behavioural adaptation of laying hens to furnished cages. *Ciência Rural* 38:1997-2003.
- Sherwin C.M. et Nicol C.J. (1993) Factors influencing floor-laying by hens in modified cages. *Applied Animal Behaviour Science* 36:211-222.
- Shimmura T., Kamimura E., Azuma T., Kansaku N., Uetake K. et Tanaka T. (2010). Effect of broody hens on behaviour of chicks. *Applied Animal Behaviour Science* 126:125-133.
- Tauson R. (2005). Management and housing systems for layers – effects on welfare and production. *World's Poultry Science Journal* 61:478-490.
- van de Weerd H.A. et Elson A. (2006) Rearing factors that influence the propensity for injurious feather pecking in laying hens. *World's Poultry Science Journal* 62:654-664.
- Weitzenbürger D., Vits A., Hamann H. et Distl O. (2005). Effect of furnished small group housing systems and furnished cages on mortality and causes of death in two layer strains. *British Poultry Science* 46:553-559.
- Wells R.G. (1972) The effect of varying stocking density on the development and subsequent laying performance of floor-reared pullets. *British Poultry Science* 13:13-25.
- Walsh R.N. et Cummins R.A. (1976). The Open-field test: a critical review. *Psychological Bulletin* 83:482-504.
- Walstra I., ten Napel J., Kemp B., Schipper H. et van der Brand H. (2010) Early life experiences affect the adaptive capacity of rearing hens during infectious challenges. *Animal* 4:1688-1696.
- Workman L. et Andrew R.J. (1989). Simultaneous changes in behaviour and in lateralization during the development of male and female domestic chicks. *Animal Behaviour* 38:596-605.
- Yan, F.F., Hester, P.Y., Enneking, S.A. et Cheng, H.W. (2013) Effects of perch access and age on physiological measures of stress in caged White Leghorn pullets. *Poultry Science* 92:2853-2859.

2. LOGEMENT : SYSTÈMES DE CAGES CLASSIQUES, DE CAGES AMÉNAGÉES ET SANS CAGE

CONCLUSIONS

- 1. Tous les systèmes de logement présentent à la fois des coûts et des avantages pour le bien-être des poules. Dans tous les systèmes, des améliorations au bien-être peuvent être apportées en accordant une attention aux particularités de la conception, de la régie, des conditions d'élevage et du choix des races en fonction du logement.**
- 2. Les maladies infectieuses, les parasites internes et externes peuvent se manifester dans tous les systèmes de logement; les risques que ces maladies surviennent et se propagent sont plus élevés dans les systèmes en libre parcours et autres systèmes sans cage que dans les systèmes de cages classiques et aménagées. Cependant, la vaccination et les stratégies de régie de la santé peuvent affecter la prévalence des maladies infectieuses dans ces systèmes.**
- 3. Les risques de maladies non-infectieuses telles la stéatose hépatique et l'ostéoporose sont plus élevés dans les cages classiques que dans les systèmes donnant une plus grande liberté de mouvement aux oiseaux.**
- 4. Que les poules aient le bec taillé ou non, la race et la qualité de la régie ont une importante interaction avec le type de système de logement en ce qui a trait à la mortalité. Selon la littérature la mortalité augmente en général dans l'ordre suivant : cages (aménagées et classiques), systèmes sans cage à l'intérieur et libre parcours (en liberté à l'extérieur).**
- 5. Des problèmes de patte sont observés dans tous les types de systèmes de logement, mais la nature des lésions et leur sévérité varient selon les systèmes. En général, le risque d'hyperkératose et de croissance excessive des griffes est plus grand sur les planchers grillagés, alors que le risque pododermatite est plus grand sur les planchers avec litière (humide) et certaines conceptions de perchoirs.**
- 6. Les risques de blessures, et particulièrement de fracture du bréchet, sont nettement plus élevés dans les systèmes sans cage que dans les systèmes avec cages classiques ou aménagées et le risque de fracture du bréchet est affecté par la conception du système de logement. De plus, il existe un risque de dommages au bréchet quand les poules ont accès à des perchoirs, bien que cette situation dépende de la conception des perchoirs. Le risque de fractures durant le dépeuplement est plus grand dans les cages classiques que dans les systèmes sans cage, et ce risque est affecté par les méthodes de manipulation des poules.**
- 7. La production d'œufs (ou au moins les œufs ramassés) et les taux de conversion alimentaire sont semblables dans les cages classiques et les cages aménagées et sont meilleurs que dans les systèmes sans cage.**
- 8. Les poules sont enclines à nidifier, picorer, se percher, se baigner dans la poussière, se déplacer et à chercher des comportements favorisant le confort (s'étirer les membres et les ailes). Ces modèles de comportement sont considérablement restreints dans les cages classiques à cause du manque d'espace et de commodités. Dans des cages aménagées, l'utilisation de nids et de perchoirs et le comportement dit de confort (tel que le lissage des plumes) semblent bien établis. Cependant, le picorage et les bains de poussière ne semblent pas pleinement supportés par la présence des tapis de grattage, ceci dépendant de la taille des ces tapis et de la disponibilité de litière ou de nourriture suffisante sur ces surfaces.**

- 9. Quand on fournit aux poules des espaces clos pour nids, ces espaces sont généralement bien utilisés pour la ponte. Les poules ayant accès à de tels espaces passent plus de temps en position assise durant la période précédant la ponte que les poules qui n'en ont pas.**
- 10. Les cages aménagées avec espaces de nid, perchoirs et tapis de grattage présentent généralement les mêmes avantages de santé et d'hygiène offerts par les cages classiques tout en favorisant l'expression de plus de comportements liés à la motivation chez les poules.**

INTRODUCTION

Les mesures utilisées pour évaluer le bien-être des poules dans différents systèmes de logement peuvent inclure des aspects de la fonction biologique (p. ex., production d'œufs, santé, état physique, mortalité et indicateurs de stress), les états affectifs (p. ex., conditions entraînant la douleur, l'inconfort, la peur, la frustration et le plaisir) et la vie à l'état naturel (p. ex., la capacité d'exécuter des modèles de comportement propres à l'espèce). Au cours de la dernière décennie, diverses revues de la littérature sur des études expérimentales portant sur le bien-être des poules pondeuses dans différents systèmes de logement ont été publiées (Barnett et Hemsworth, 2003; EFSA, 2005; Rodenburg et coll., 2005; Lay et coll., 2011; Freire et Cowling, 2013). De plus, il y a eu plusieurs rapports comparant diverses mesures de bien-être animal dans différents systèmes de logement à partir de données recueillies dans des fermes commerciales de l'Union européenne (Tauson, 2005; Elson et Croxall, 2006; Blokhuis et coll., 2007; Rodenburg et coll., 2008; Sherwin et coll., 2010; LayWel). Dans le présent chapitre, nous nous sommes surtout appuyés sur ces revues et rapports publiés. Des références supplémentaires sont utilisées dans les cas de conclusions divergentes, quand il convient de mettre à jour la littérature en ajoutant des constatations plus récentes et à des fins de clarification.

DESCRIPTION DES SYSTÈMES DE LOGEMENT

On définit un système à cages comme un système dans lequel le préposé aux soins n'entre pas dans l'enceinte où sont logées les poules. Au Canada, les cages classiques (non aménagées) sont généralement de petites enceintes grillagées à plancher incliné logeant normalement de 4 à 8 poules. Ces systèmes fournissent l'équipement nécessaire pour l'alimentation, l'abreuvement, la collecte des œufs, l'enlèvement du fumier, l'introduction et l'enlèvement des poules et parfois le raccourcissement des griffes. Les cages aménagées (aussi appelées systèmes de 'cages enrichies' ou 'colonie enrichie') fournissent tout l'équipement qu'on retrouve dans les cages classiques, ainsi que de l'équipement permettant aux poules d'exprimer certains comportements importants. Ces systèmes comprennent normalement des perchoirs, une zone de nid définie, une surface de grattage ou un bain de poussière, un dispositif de raccourcissement des griffes et une hauteur de cage supplémentaire. Les cages aménagées sont plus grandes que les cages classiques et contiennent plus de poules, normalement de 10 à 30 poules dans des petites et moyennes cages aménagées alors que les grands systèmes aménagés de colonie ont des groupes comptant de 40 à 100 poules.

Les systèmes sans cage (aussi appelés systèmes alternatifs) logent de plus grands groupes de poules que les systèmes avec cage (normalement plus de 1000 poules) et les préposés aux soins entrent dans ces enclos pour vaquer à leurs occupations. Les systèmes sans cage peuvent être combinés ou non avec des installations ou un accès à l'extérieur. Les systèmes à niveau unique comprennent une surface de plancher entièrement ou partiellement couverte de litière et/ou de planchers perforés. Il n'y a qu'un seul niveau pour les oiseaux en tout temps, même si ce niveau comporte des marches. Les systèmes à paliers multiples, tels les volières, consistent en un plancher au sol avec un niveau ou plus de plateformes. À un endroit dans le système, il y a au moins deux niveaux accessibles aux oiseaux. Comme les systèmes de cages aménagées, les systèmes sans cages comprennent normalement des perchoirs et nids communs. Les systèmes sans cages et sans accès à l'extérieur sont désignés comme systèmes d'élevage sur parquet. Les systèmes à libre parcours donnent accès à une zone à l'extérieur du poulailler, normalement pourvue de végétation. Les poules ont accès à cette zone extérieure depuis des poulaillers fixes ou mobiles par des portes ou trappes d'accès aménagées dans le mur. Ces systèmes peuvent être également dotés d'une véranda couverte.

Il y a une variation considérable dans les spécifications des systèmes de logement appartenant aux différentes descriptions générales susmentionnées et la signification d'appellation comme « élevées en plein air » ou 'élevées sur libre parcours' varie selon les pays en fonction des règlements qui y sont appliqués, lorsqu'il y a règlements. Même en Europe, où les cages classiques ne sont plus permises, différents systèmes de logement doivent satisfaire à des exigences spécifiques qui évoluent au fil des ans, de sorte que les travailleurs de l'industrie avicole ont dû ajuster leurs pratiques de régie. Parce que les systèmes de logement diffèrent de plusieurs façons, on ne sait toujours pas clairement quels facteurs spécifiques ont contribué aux différences observées entre systèmes de logement. Par conséquent, on se doit d'interpréter et de comparer avec prudence les résultats des différents systèmes de logement, pays et années.

EFFETS DU SYSTÈME DE LOGEMENT SUR LES MESURES BIOLOGIQUES DE BIEN-ÊTRE

Maladies, parasites et mortalité

Les maladies infectieuses d'origine virale et bactérienne, les parasites intestinaux tels les coccidies et les vers, et les ectoparasites comme les mites peuvent être présents dans tout système de logement, bien que certains systèmes augmentent les risques de développement et de propagation des maladies (EFSA, 2005; Lay et coll., 2011). Les infections bactériennes, les maladies virales, la coccidiose et les poux rouges sont généralement plus souvent signalés dans les systèmes sur litière ou en libre parcours que dans les systèmes avec cages classiques et cages aménagées (Fossum et coll., 2009; Rodenburg et coll., 2008). Tout contact avec le sol, la litière, les fientes et autres vecteurs (p. ex., rongeurs, ténébrions et équipements porteurs d'agents infectieux) augmente le risque de maladies infectieuses et parasitaires. Par exemple, les poules ayant accès au plein air sont plus susceptibles d'excréter des oocystes de coccidies et on y retrouve une plus forte incidence d'helminthes que les poules qui n'ont pas accès à un parcours extérieur. Les poules en libre parcours sont aussi exposés aux oiseaux sauvages qui peuvent être potentiellement porteurs du virus de la grippe aviaire, du virus de la maladie de Newcastle et d'ectoparasites (Lay et coll., 2011). Lors d'une revue rétrospective des résultats de nécropsies de poules mortes ramassées dans divers systèmes suédois, Fossum et coll. (2009) ont signalé une occurrence relativement plus élevée de maladies bactériennes et parasitaires chez les poules logées dans des systèmes avec litière et sur libre parcours et une occurrence relativement plus élevée d'infections virales chez les poules logées dans des systèmes à litière à l'intérieur comparativement aux poules en cages (les données des cages classiques et aménagées ont été combinées). Une enquête suisse (Kaufmann-Bart et Hoop, 2009) a signalé une diminution constante de la proportion de poules soumises à une nécropsie avec un diagnostic de maladie virale, des parasites et des maladies non infectieuses au cours des 12 années qui ont suivi l'interdiction des cages classiques. Le changement relatif à la prévalence de ces pathologies a été attribué à l'amélioration des pratiques de vaccination et de régie dans les systèmes avec litière et sur libre parcours.

L'occurrence de maladies infectieuses (Tauson et Holm, 2002; EFSA, 2005) semble être semblable dans les cages aménagées et les cages classiques, alors que les pathologies non infectieuses comme le syndrome du foie et du rein gras et l'ostéoporose sont plus fréquentes dans les cages classiques que dans les systèmes fournissant une plus grande liberté de mouvement (Lay et coll., 2011). Les parasites intestinaux comme les coccidies, les vers ronds (*Ascaris*), les vers du cæcum (*Heterakis gallinae*) et les capillaires ne posent généralement pas de problèmes aux poules logées dans des cages classiques avec planchers grillagés, et ce parce que la transmission fécale-orale du parasite y est interrompue. De la même manière, la prévalence des infestations aux ascaris semble très rare dans les cages aménagées (Jansson et coll., 2010) et ce, probablement à cause d'une exposition minimale des poules à leurs fientes. Lay et coll. (2011) ont classifié les ectoparasites en deux catégories : ceux logeant dans des nids et les permanents. Ceux qui logent dans des nids vivent dans l'environnement des poules et ne s'en approchent que pour se nourrir de leur sang la nuit principalement. Les parasites logeant dans les nids comme les poux rouges survivent bien dans des environnements complexes qui offrent beaucoup d'endroits pour se cacher; par conséquent, les systèmes sans cages sont plus enclins à héberger ces organismes que les cages avec planchers grillagés et suspendues (EFSA, 2005). Selon Lay et coll. (2011), l'ordre de risque, de plus élevé au plus bas, d'ectoparasites logeant dans les nids sont les systèmes sans cages, les cages aménagées et les cages classiques. Les ectoparasites permanents, comme la mite du nord et le pou, complètent quant à eux tout leur cycle de vie sur leur hôte. Nous ne

disposons pas présentement de suffisamment d'informations sur les systèmes sans cages pour prédire le risque relatif d'ectoparasites permanents dans les différents systèmes de logement (Lay et coll., 2011).

Les causes de mortalité chez les poules pondeuses comprennent les maladies infectieuses et non infectieuses et les blessures. Le cannibalisme peut contribuer de façon significative à la mortalité; par conséquent, les différences de cannibalisme selon la race et la taille du bec des poules peuvent interagir avec le type de logement et affecter les taux de mortalité. L'EFSA (2005) a fait un relevé des taux de mortalité de plusieurs études expérimentales et travaux terrains effectués entre 1996 et 2004. Les poules au bec non taillé des troupeaux expérimentaux avaient une plus faible mortalité lorsque logées dans de petites cages aménagées (1,4 à 3,2 %) comparativement à celles logées dans des cages classiques (3,9%) (Abrahamsson et Tauson, 1997) et dans de grandes cages aménagées (3,5 à 5,5 %) comparativement à des cages classiques (6,8 %) et des volières (9,3 %) (Zoons 2004 tel que cité dans EFSA, 2005). Les taux de mortalité des poules au bec taillé étaient plus bas, en moyenne, (5 %) dans des cages classiques que dans des systèmes sur parquet ou en libre parcours (8 %) dans une étude de troupeaux commerciaux au R.-U. (NFU, 2003 tel que cité dans EFSA, 2005). Sherwin et coll. (2010) ont signalé que les taux de mortalité dans des exploitations commerciales au R.-U. étaient plus faibles dans les systèmes avec cages aménagées, suivis par les systèmes avec cages classiques, en libre parcours et sur parquet, respectivement. Rodenburg et coll. (2008) ont constaté des taux de mortalité de 3 % dans les cages aménagées (2 des 6 troupeaux n'avaient pas le bec taillé) et 8 % dans les systèmes sans cages (les 7 troupeaux avaient le bec taillé) dans une enquête sur des troupeaux commerciaux aux Pays-Bas, en Belgique et en Allemagne. Weeks et coll. (2012) ont observé dans 1 486 troupeaux en Grande-Bretagne que les niveaux moyens de mortalité durant la période de ponte, étaient nettement plus bas dans les cages (5,39 %) que dans les systèmes sur parquets (8,55 %), en libre parcours (9,52 %) ou les élevages biologiques (8,68 %) et ceci, d'après les dossiers des producteurs et tel que mesuré 7 jours (valeur médiane) avant le dépeuplement, avec des variations considérables entre les troupeaux de tous les systèmes. De la même manière, Fossum et coll. (2009) ont signalé que les taux de mortalité en Suède (où les poules n'ont pas le bec taillé) étaient plus faibles dans les systèmes avec cage que dans les systèmes sur parquet ou en libre parcours. La tendance générale observée est que la mortalité augmente dans l'ordre suivant : cages (aménagées et classiques), systèmes sans cage à l'intérieur (sur parquet) et systèmes en libre parcours (EFSA, 2005; Elson et Croxall, 2006). Par contraste, des revues systématiques (Aerni et coll., 2005) et quantitatives (Freire et Cowling, 2013) d'études expérimentales n'ont détecté aucune différence de mortalité entre les systèmes avec cages classiques et les systèmes alternatifs et les auteurs ont noté que la mortalité était surtout affectée par le fait que les oiseaux avaient ou non le bec taillé. Toutefois, ces deux études ne comportaient aucun rapport de travaux terrains. Le rapport Laywel (Blokhuis et coll., 2007), qui se fondait sur une vaste base de données européennes dérivées de rapports expérimentaux et terrains a démontré un effet marqué de la taille du bec (la mortalité étant plus élevée dans les troupeaux aux becs non taillés) et une interaction entre le système de logement et si les données provenaient d'installations commerciales ou expérimentales. Ceci indique que les pratiques de régie ont une forte incidence sur les taux de mortalité. La race de l'oiseau joue aussi un rôle dans les taux de mortalité, les génotypes à plumes blanches affichant habituellement des taux de mortalité plus bas que les génotypes à plumes brunes (EFSA, 2005; Blokhuis et coll., 2007; LayWel).

L'asphyxie par entassement peut contribuer de façon importante à la mortalité chez les troupeaux sans cages et ceux en libre parcours, alors que les oiseaux s'entassent, souvent les uns sur les autres, causant la mort par suffocation (EFSA, 2005; Bright et Johnson, 2011). L'asphyxie par entassement peut survenir lors d'une panique et hystérie résultant d'un choc comme l'arrivée d'un prédateur, un bruit soudain et intense ou un changement de luminosité et lors d'un entassement dans un nid, ce qui se produit surtout quand les poules sont en début de ponte (Bright et Johnson, 2011). Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les causes d'asphyxie par entassement.

Santé des pattes

Les lésions et dommages aux pattes se manifestent dans tous les types de systèmes de logement, mais leur sévérité varie d'un système à un autre en plus d'être influencés par la race et le genre de perchoir (EFSA, 2005). La dermatite du coussinet est une pathologie caractérisée par une inflammation de la surface plantaire qui devient parfois ulcérée. Cet ulcère peut alors s'infecter et alors former un abcès. On y retrouve le plus souvent la bactérie

Staphylococcus aureus. Selon le degré de sévérité, la pododermatite entraînera de la boiterie et est considérée douloureuse (EFSA, 2005). Les perchoirs et litières humides augmentent plusieurs fois l'incidence de la pododermatite comparativement à des perchoirs et litières maintenus secs (EFSA, 2005). La conception des perchoirs modifie la distribution du poids et, par conséquent, la pression exercée sur les coussinets plantaires (Pickel et coll., 2011) ce qui contribue, au développement de la pododermatite; les concepts de perchoirs qui minimisent la pression localisée sur les coussinets des pieds, par exemple les formes ovales, aplaties ou en forme de champignon ont été recommandées plutôt que les perchoirs ronds (Struelens et Tuytens, 2009). Dans plusieurs études de Tauson et Holm (1998, 2001 et 2002), la pododermatite affecte un faible pourcentage des poulets avec 5 % dans les petites cages aménagées, alors qu'elle est 3 à 4 fois plus fréquente dans les volières et les logements traditionnels sur parquet. Elson et Croxall (2006) ont aussi constaté que les systèmes de cages classiques et aménagées présentent les plus faibles incidences de pododermatite. Les comparaisons faites à la ferme de Rodenburg et coll. (2008) entre les systèmes avec cages aménagées et les systèmes sans cages n'indiquent également aucune différence en termes de pododermatite entre les différents systèmes de logement.

L'hyperkératose est l'hypertrophie de la couche cornée de la peau qui se développe sur les surfaces plantaires des pieds des poules, surtout celles logées dans des cages classiques. Cette lésion est causée par la charge de compression de l'orteil ou du coussinet du pied sur le fond grillagé de la cage. De plus faibles incidences de l'hyperkératose ont été signalées dans les cages aménagées comparées aux cages classiques (Abrahamsson et Tauson, 1997) et dans les volières comparées aux cages (Abrahamson et Tauson, 1995). On considère que les planchers grillagés exacerbent le problème de l'hyperkératose dans les cages classiques comparativement aux systèmes sans cage (Lay et coll., 2011).

Les poules pondeuses peuvent présenter, surtout dans les cages classiques, une croissance excessive des griffes qui ont alors tendance à se casser ou à se coincer, causant ou non des dommages tissulaires des pieds. Il est possible de raccourcir ou d'émousser les griffes des poules en cage en installant une bande abrasive sur la plaque derrière la mangeoire. Hester et coll. (2013) ont constaté que les poules logées dans des cages classiques avec perchoirs bas en métal avaient des griffes plus courtes en général, mais plus de griffes arrière cassées que les poules sans perchoirs. La litière dans les systèmes sans cage encourage le comportement de grattage qui empêche la croissance excessive des griffes (Lay et coll., 2011). Cependant, Michel (2002, tel que cité dans EFSA, 2005) a observé que la longueur des griffes des pondeuses brunes était la même dans des cages classiques et dans les volières. L'usure de la griffe peut être influencée par des conditions spécifiques dans les systèmes de logement qui déterminent la quantité de contact entre les griffes et les surfaces abrasives, comme l'épaisseur de la litière et la texture du plancher de béton. La longueur des griffes varie selon la race, les griffes des génotypes bruns de poids moyen étant plus courtes que celles des races de pondeuses blanches (EFSA, 2005). Par conséquent, un excès de matériaux abrasifs peut causer une usure trop intense des griffes, surtout chez les pondeuses brunes (EFSA, 2005). Il n'y a pas de données quant à l'efficacité relative des divers designs de perchoirs et dispositifs de raccourcissement des griffes installés dans les diverses conceptions de cages aménagées.

État physique

On associe souvent la prévalence du plumage endommagé et des blessures corporelles au système de logement et au fait que les poules aient ou non le bec taillé. Sherwin et coll. (2010) ont comparé les systèmes de cages classiques, cages aménagées, élevage sur parquet et en libre parcours au R.-U., dans lesquels la majorité des poules avaient le bec taillé. L'incidence de plumes endommagées était plus faible chez les poules en libre parcours et plus élevée chez les poules élevées sur parquet à l'intérieur, alors que la proportion de poules becquetées au cloaque était deux fois plus grande dans les systèmes en libre parcours que dans les trois autres systèmes. Dans une étude suédoise, on a relevé des blessures ventrales sur 42 à 49 % des oiseaux de 80 semaines au bec non-taillé dans des systèmes de volière comparativement à 21 % dans les cages classiques, alors que les nombres correspondants de blessures au dos étaient de 39 à 68 % et 21 %, respectivement (Abrahamsson et Tauson, 1995). Dans une étude comparant un système sur litière sur un seul niveau et un système de cages aménagées, Tauson et Holm (2001) ont constaté des blessures à la crête chez environ 61 % et 14 % des poules, respectivement. Les chiffres correspondants pour les blessures à la partie arrière du corps étaient de 23 % et 5 %. Elson et Croxall (2006) ont observé que les systèmes avec cages classiques et aménagées présentaient les plus faibles incidences de blessures à la crête et ont

proposé que la proportion plus élevée de blessures à la crête dans les volières et les systèmes en libre parcours était attribuable à des niveaux plus élevés de picage agressif. Cependant, Rodenburg et coll. (2008) n'ont constaté aucune différence dans les blessures au cloaque ou à la crête dans les différents systèmes de logement où les blessures sévères étaient d'ailleurs rares. De la même manière, Freire et Cowling (2013) n'ont décelé aucune différence en termes de blessures corporelles entre systèmes dans leur analyse. L'utilisation de parois pleines entre cages classiques peut améliorer considérablement l'état du plumage en réduisant l'abrasion à l'intérieur des cages et le picage des plumes entre les cages (EFSA, 2005).

Le principal souci avec l'ostéoporose est la faiblesse et la fragilité des os menant à des fractures. Dans les cages classiques, une ostéoporose sévère peut entraîner des fractures vertébrales par compression, suivi de paralysie (fatigue de la pondeuse en cage). Bien qu'une meilleure nutrition contribue à réduire la fatigue de la pondeuse en cage, la fragilité osseuse résultant du manque d'exercice demeure une préoccupation. Même de courts exercices de charge statique et dynamique des os grâce à l'aménagement de cages plus hautes, de plus d'espace de plancher et de perchoirs bas dans les cages peuvent améliorer la solidité du squelette (Lay et coll., 2011). Freire et Cowling (2013) ont signalé que les oiseaux logés dans des cages aménagées et systèmes intérieurs à paliers multiples ont des os plus forts que les oiseaux logés dans des cages classiques. De plus, Michel et Huonnic (2004) ont observé que les os des ailes et des pattes étaient plus forts dans les volières que dans les cages classiques. Rodenburg et coll. (2008) ont noté que les oiseaux dans des systèmes sans cage ont des ailes et des bréchets plus forts que les oiseaux dans des cages aménagées, mais qu'il n'y a pas de différence dans la solidité des os des pattes.

Des os plus forts peuvent réduire l'incidence des fractures, surtout lors du dépeuplement (Lay et coll., 2011). Cependant, en dépit du fait que les poules en système sans cage ont des os plus forts, on constate une plus grande incidence d'anciennes blessures (guéries) plus sévères de fractures du bréchet que dans les cages aménagées et les cages classiques (Elson et Croxall, 2006; Rodenburg et coll., 2008). Ces fractures ne sont pas nécessairement attribuables à une faiblesse osseuse mais pourraient plutôt résulter de chocs avec l'équipement et dans le logement, et d'accidents survenant en sautant de perchoirs élevés et des divers paliers dans une volière (Rodenburg et coll., 2008; Lay et coll., 2011; Freire et Cowling, 2013).

Dans une étude comparant les cages classiques, les cages aménagées, les enclos sur parquet et les systèmes en libre parcours, Sherwin et coll. (2010) ont constaté que les oiseaux dans tous ces systèmes de logement avaient des fractures du bréchet. Les fractures plus récentes étaient 5 fois plus fréquentes chez les oiseaux logés dans des cages classiques (prévalence de 24,6 %) et semblaient résulter de dommages causés durant le dépeuplement au transfert. La prévalence d'anciennes fractures du bréchet était plus grave dans les systèmes sur parquet à 69,1 %, suivis des systèmes en libre parcours à 59,8%, des cages aménagées à 31,7 % et enfin des cages classiques à 17,7 % (Sherwin et coll., 2010). Le poids corporel et la protrusion du bréchet furent mesurés comme indicateurs d'émaciation possible. Les poules provenant de systèmes sur parquet étaient les plus légères et avaient la plus forte prévalence de protrusion sévère du bréchet. Cependant, la plus forte proportion de poules affichant un certain degré de protrusion du bréchet a été relevée chez les poules en libre parcours. Les poules logées dans des cages classiques étaient les plus lourdes et affichaient la plus faible incidence de protrusion sévère du bréchet. Wilkins et coll. (2011) ont observé que les troupeaux logés dans des cages aménagées avaient une plus faible prévalence de fractures du bréchet à la fin de la période de ponte (36 %) que les troupeaux logés dans des systèmes à plusieurs niveaux de perchoirs (plus de 80 %). Plus haut est le perchoir le plus élevé, plus sévères sont les dommages au bréchet, les plus graves dommages se produisant quand les perchoirs se trouvent au-dessus de lattes plutôt que de litière. La hauteur des surfaces lattées par rapport à la litière était aussi un facteur de risque de dommage au bréchet. Par palpation, Richards et coll. (2012) ont observé une incidence accrue de dommage au bréchet chez les poules en libre parcours avec l'âge, soit à partir de 25 semaines (5,5 %) jusqu'à 68 à 70 semaines d'âge (78,5 %). Ils ont noté que les plus graves dommages au bréchet étaient associés à une réduction de l'utilisation des trappes d'accès (donnant accès à la course à l'extérieur) par temps froid, qu'ils ont supposé résulter de la douleur causée par les dommages tissulaires aux muscles entourant le bréchet. Nasr et coll. (2012; 2013) ont démontré expérimentalement que les fractures du bréchet sont douloureuses. L'administration d'un supplément d'acide linoléique oméga-3 alpha aux poules en libre parcours a amélioré considérablement la santé osseuse en comparaison de l'administration d'une diète standard riche en oméga-6 (réduction de 40-60 % de fractures du bréchet, Tarlton et coll., 2013).

Mesures de stress

Lay et coll. (2011) ont fait rapport des niveaux relatifs de stress physiologique observé dans des études expérimentales utilisant diverses mesures de réponse au stress, y compris la corticostérone plasmatique, le ratio hétérophile:lymphocyte (H/L) et les titres d'anticorps. Les résultats n'ont pas différé entre les cages classiques, les cages aménagées et les systèmes sans cage, suggérant ainsi que les différences dans les résultats dépendent des conditions exactes comparées dans les diverses études. L'analyse quantitative de Freire et Cowling (2013) des études sur le logement des poules a aussi indiqué que les mesures de stress n'étaient pas affectées par le système de logement, bien qu'il semble que la réponse immunitaire (titre d'anticorps) était plus élevée chez les oiseaux logés dans des cages classiques. Les concentrations de corticostérone fécale dans les échantillons recueillis chez des troupeaux commerciaux logés dans des systèmes sans cage (à l'intérieur) étaient nettement plus élevées que celles mesurées dans les cages aménagées et classiques, alors que les concentrations dans les échantillons recueillis sur les installations en libre parcours étaient intermédiaires (Sherwin et coll., 2010).

Dans un certain nombre d'études, il ressort que des conceptions spécifiques, la taille du troupeau, les densités ou les pratiques de régie dans un même système ont autant, sinon plus d'effets, sur la réponse au stress que le système de logement lui-même. Par exemple, Craig et Craig (1985) ont constaté que le niveau de corticostérone plasmatique était affecté par la manipulation mais non par les conditions de logement (enclos sur parquet et cages classiques). Guesdon et coll. (2004, cités dans EFSA, 2005) n'ont trouvé aucune différence dans le niveau de corticostérone plasmatique après une stimulation à l'ACTH entre poules logées dans différents modèles de cages classiques et aménagées, alors que Guémené et coll. (2004, cités dans EFSA, 2005) ont trouvé des interactions entre la taille du groupe, la densité d'élevage et le modèle de cage spécifique, et le niveau de référence de corticostérone et de sensibilité surrénalienne. Des niveaux de stress plus bas, mesurés par les ratios H/L et les niveaux de corticostérone après une stimulation à l'ACTH, ont été signalés chez des oiseaux logés dans des cages classiques aux parois opaques comparativement aux poules logées dans des cages à côtés grillagés et sur parquet (EFSA, 2005).

La mesure de la corticostérone, avec et sans stimulation à l'ACTH, est sujette à plusieurs variations attribuables à des différences individuelles, des conditions environnementales durant le prélèvement, l'âge de l'oiseau et le temps écoulé entre la stimulation et l'échantillonnage. De plus, des niveaux accrus de corticostérone indiquent un état d'alerte qui peut être attribuable à des expériences positives ou négatives. Par conséquent, on doit éviter de tirer des conclusions concernant les différences dans les niveaux de corticostérone se doit de les examiner dans un contexte d'autres mesures de bien-être (EFSA, 2005). Lorsqu'exposées à des conditions stressantes, les poules retardent parfois l'oviposition ce qui a pour effet d'ajouter du carbonate de calcium sur les coquilles d'œuf ou de déformer les œufs. Dans une comparaison entre les cages classiques, les cages aménagées, les systèmes sur parquet et les systèmes en libre parcours, Sherwin et coll. (2010) ont trouvé les plus fortes proportions de coquilles d'œufs avec 'saupoudrage' de calcification sur les œufs provenant de systèmes sans cage (à l'intérieur) et les plus faibles proportions sur les œufs provenant de cages aménagées. Le 'saupoudrage' de calcification diminue linéairement avec l'âge dans les cages aménagées, mais suit une courbe de distribution en U durant le cycle de ponte dans les trois autres systèmes, ce qui suggère que les phases initiales et finales de la période de ponte peuvent être plus stressantes pour les oiseaux gardés dans des cages classiques, sur parquet et des systèmes en libre parcours.

Mesures de production

Le rapport EFSA (2005) résume les données de productivité provenant d'études et d'enquêtes portant sur au moins deux systèmes de logement. Tauson et Holm (2001) ont comparé les troupeaux dans un système sans cage à un seul niveau et dans des cages aménagées. La masse des œufs était de 3 % inférieure et le taux de conversion alimentaire de 4 % supérieur dans le système sans cage. Dans une étude allemande, Leyendecker et coll. (2002, cités dans EFSA, 2005) ont comparé des cages classiques, des cages aménagées et une volière. Un plus grand nombre d'œufs a été ramassé dans les cages aménagées et un plus faible dans la volière. La conversion alimentaire était meilleure dans les cages que dans la volière. Zoons (2004, cité dans EFSA, 2005) a aussi constaté qu'un plus grand nombre d'œufs était ramassé dans les cages aménagées, suivi par les cages classiques et un plus petit nombre dans une volière. En comparant les cages classiques aux volières, Michel et Huonnic (2003) ont ramassé plus d'œufs des poules en cages que de celles en volière et ont observé un conversion alimentaire supérieur dans les cages

classiques. Une enquête au R.-U. (NFU, 2003, citée dans EFSA, 2005) a aussi signalé que le plus grand nombre d'œufs avait été ramassé dans des cages classiques (307 œufs/poule), suivi des systèmes sans cage à un niveau (298 œufs/poule). La prise alimentaire moyenne était la plus faible dans les cages classiques (117 g/oiseau/jour) suivie des systèmes sans cage à l'intérieur (124 g/oiseau/jour) et la plus élevée chez les poules en libre parcours (128 g/oiseau/jour). Elson et Croxall (2006) ont observé que l'utilisation des aliments par les poules dans des cages classiques et dans des cages aménagées était nettement inférieure à celle des poules dans des systèmes sans cage. Les poids corporels et des œufs étaient plus élevés dans les cages, tant classiques qu'aménagées, que dans les systèmes sans cage.

Quand on interprète ces résultats, on doit tenir compte du fait que les œufs oubliés ou cassés peuvent fausser les données sur le nombre d'œufs ramassés comparés aux œufs effectivement pondus (EFSA, 2005). Dans une étude, une moyenne de 26 % d'œufs sales ont été retrouvés dans les systèmes en libre parcours et les troupeaux de basse-cour et, dans une autre étude des systèmes en libre parcours, des moyennes de 10 à 12 % d'œufs cassés et de 5 à 15 % d'œufs sales ont été signalées alors que, dans les cages classiques, la moyenne d'œufs dégradés était de 6,5 %, y compris 1 à 2 % d'œufs sales (EFSA, 2005). Le nombre d'œufs fêlés et sales peut aussi être plus élevé dans les cages aménagées que dans les cages classiques, dépendamment de la conception du système (Tauson, 2005). Comparé aux systèmes commerciaux sans cage, De Reu et coll. (2009) ont constaté, en moyenne, une plus faible contamination bactérienne et un plus fort pourcentage d'œufs fêlés dans les systèmes commerciaux à cages aménagées; cependant, on a observé des variations considérables dans un même troupeau et entre troupeaux utilisant les mêmes modèles de systèmes. Dans les systèmes sans cage, la ponte au sol dépend de plusieurs facteurs (p. ex., manque d'expérience en élevage avec des perchoirs et plateformes élevés, retards dans le transfert des poules au poulailler de ponte, manque de nid, espace de nid insuffisant et autres lacunes dans l'accessibilité et l'attrait des nids relativement aux autres sites de ponte possibles), de sorte que le nombre d'œufs pondus au sol peut varier considérablement. Un rapport sur les volières au R.-U. indique que les pourcentages d'œufs pondus au sol étaient de plus de 10 % et un rapport sur les systèmes de perchoirs fait état de 2,8 à 9,3 % (EFSA, 2005). Abrahamsson et Tauson (1998, cités dans EFSA, 2005) ont effectué 5 essais expérimentaux et ont noté un pourcentage d'œufs pondus au mauvais endroit, entre 0,7 % et 10,5 % dans les systèmes sans cages. Le pourcentage d'œufs pondus au sol dans les systèmes sans cages a cependant considérablement diminué avec l'amélioration des pratiques de régie visant à en réduire le nombre (Tauson, 2005).

EFFETS DU SYSTÈME DE LOGEMENT SUR LE COMPORTEMENT

Nidification

Dans l'heure qui précède l'oviposition, les poules exécutent une série de comportements préalables à la ponte comprenant la recherche d'un site de nid, la construction d'un nid et l'occupation du nid. Il existe de nombreuses publications démontrant l'importance des nids pour le bien-être des poules et leur capacité à afficher le comportement de la nidification (Cooper et Albentosa, 2003; Weeks et Nicol, 2006; Cronin et coll., 2012). Dans les cages classiques dépourvue d'aire de nidification, les poules de certaines races montrent des mouvements prolongés avant la ponte qu'on a interprété comme un signe de frustration (Yue et Duncan, 2003), et les poules effectuent peu d'activité de construction de nids et passent moins de temps assises avant l'oviposition comparativement aux poules auxquelles des nids sont fournis (Cooper et Albentosa, 2003). Diverses techniques ont été utilisées pour mesurer le degré de motivation des poules à trouver accès à une enceinte de nid. Ces techniques ont constamment montré que cette quête est une priorité pour la plupart des poules pondeuses (Cooper et Albentosa, 2003; Weeks et Nicol, 2006). Quand des nids ou des aires de nidification désignées sont fournies aux poules dans des cages aménagées et des systèmes sans cage, ces aménagements sont généralement bien utilisés.

Perchoirs

Les perchoirs exercent diverses fonctions dans les systèmes de logement des poules. Elles permettent d'augmenter l'utilisation de l'espace vertical et fournissent des occasions d'exercice et d' aussi se reposer au-dessus du sol la nuit. Les poules qui n'ont pas accès à des perchoirs peuvent montrer des signes d'agitation et plus de déplacements,

surtout à la brunante (Cooper et Albentosa, 2003). Dans une étude, des poules logées dans des cages dotées de perchoirs ont passé environ 25 % de leur temps perchées durant les heures du jour et environ 90 à 100 % pendant la nuit (Cooper et Albentosa, 2003). Les poules montrent relativement peu de motivation à travailler pour avoir accès aux perchoirs durant les heures du jour, mais elles sont très motivées à le faire la nuit (Olsson et Keeling, 2002). Il est impossible aux poules de se percher dans les cages classiques, alors qu'elles peuvent, dans une large mesure, le faire dans des cages aménagées et dans des systèmes sans cage. Elles ont aussi tendance à se percher sur les points les plus élevés disponibles (Weeks et Nicol, 2006). La question qui demeure est de savoir comment la conception, l'emplacement et la hauteur des perchoirs satisfont la motivation des poules à se percher (EFSA, 2005). L'ajout de perchoirs dans un système de logement peut avoir des conséquences positives et négatives. Les perchoirs améliorent la solidité des os, mais les atterrissages forcés peuvent causer des fractures. La disposition stratégique de perchoirs dans un système sans cage à paliers multiples pourrait réduire les blessures des poules en facilitant les atterrissages réussis (Sandilands et coll., 2009).

Picorage

Le comportement de picorage comprend les activités de locomotion, de picagepicage et de grattage associées à la recherche et à l'ingestion de nourriture. Dans les systèmes en libre parcours, les poules peuvent passer une bonne partie de leur journée active en comportement de picorage en cherchant, examinant, choisissant, extrayant et ingérant des aliments tels des graines d'herbes, des vers de terre et des insectes, et en ingérant du gravier (Lay et coll., 2011). Les poules nourries dans des mangeoires qui sont logées dans des cages à plancher grillagé exécutent souvent des modèles de comportement comme le picorage et le grattage lorsqu'elles se nourrissent. Les poules montrent aussi une aversion envers les aliments gratuits, c'est-à-dire la tendance à travailler pour obtenir leur nourriture plutôt que d'accepter la nourriture offerte « gratuitement » par une mangeoire (Weeks et Nicol, 2006). Bien que Bubier (1996) ait constaté que le temps passé à picorer et à gratter était relativement constant, même quand les poules devaient payer le prix en passant par une étroite ouverture pour accéder aux ressources de picorage, d'autres études visant à mesurer la force de la motivation des poules à obtenir un substrat de picorage ont donné des résultats équivoques (Cooper et Albentosa, 2003; Weeks et Nicol, 2006). La performance du comportement de picorage exige de l'espace pour marcher et gratter et un substrat de particules que les oiseaux peuvent manipuler (p. ex. compost, tourbe, sable, copeaux de bois, paille). L'occasion de picorer sur une litière, tant durant la croissance qu'en période de ponte peut réduire le risque de picagepicage des plumes et de cannibalisme si les matériaux de la litière stimulent suffisamment le comportement de picorage. L'accessibilité et la qualité de la litière affectent également les choix de picorage (Lay et coll., 2011).

Bains de poussière

Le bain de poussière est un comportement d'entretien qui contribue à maintenir le plumage en bon état en démêlant le duvet et en enlevant les huiles viciées devant être remplacés par des huiles fraîches par comportement de lustrage (van Lier et Bokma, 1987). Dans les systèmes sans cage, les poules prennent des bains de poussière en groupes dans des zones avec litière au moins une fois tous les quelques jours. La préférence pour certains matériaux est déterminée en partie par les expériences antérieures et peut varier entre les individus, bien que les matières à fines particules comme la tourbe et le sable soient généralement préférées à la sciure de bois ou à la paille. Les poules ayant eu accès passé à de la litière, passent généralement, mais pas toujours, de plus en plus de temps à prendre des bains de poussière quand on leur fournit un substrat convenable après une période sans un tel substrat (Cooper et Albentosa, 2003; Weeks et Nicol, 2006). Dans les cages classiques dépourvues de substrat permettant les bains de poussière, et même dans les cages aménagées où un bain de poussière est fourni, les poules peuvent simuler les bains de poussières sur un plancher grillagé. Les tests du degré de motivation des poules à obtenir des substrats pour prendre un bain de poussière donnent, comme dans le cas de la motivation en matière de substrat à picorer, des résultats équivoques (Cooper et Albentosa 2003; Weeks et Nicol, 2006).

Il est difficile, dans les cages aménagées, de fournir aux poules des occasions de bain de poussière et de picorage, ce qui incite à recourir à l'épandage intermittent de moulée pour encourager ces deux activités. La taille, le matériau de surface et la quantité de nourriture déposée sur des tapis de grattage ont des effets déterminants sur leur

efficacité et on observe souvent des bains de poussière sur des planchers grillagés dans des cages aménagées (Rodenburg et coll., 2012). Alvino et coll. (2013) ont observé que les poules logées dans des cages sans expérience préalable avec une litière se baignaient plus longtemps dans une boîte contenant du sable que sur un coussin de gazon synthétique, avec ou sans moulée. Les poules avaient aussi moins tendance à simuler un bain de poussière sur un grillage quand on leur fournissait du sable. Les auteurs ont conclu que le gazon synthétique, avec ou sans moulée, n'est pas un substrat convenable pour les bains de poussière dans des cages aménagées, mais ils ont noté que l'expérience vécue dans l'éleveuse pouvait influencer ces résultats.

Comportement de locomotion et de confort

Dans les cages classiques, l'exécution de comportements de locomotion, de confort et de thermorégulation est fortement restreinte par la taille de la cage et la densité de peuplement. On a constaté une surcompensation de battement des ailes, de branlement de la queue et d'étirement quand 6 poules logées individuellement étaient placées dans un espace plus grand (2310 cm²) après avoir passé plusieurs semaines confinées dans un petit espace (847 cm²) (Nicol, 1987). Dans une reprise de cette expérience, on a aussi constaté que l'intensité avec laquelle ces comportements furent manifestés était en corrélation avec la durée du confinement, suggérant que les poules dans cette étude ne s'étaient pas complètement adaptées à une extrême restriction spatiale. Les cages aménagées fournissent diverses quantités d'espace horizontal pour les comportements de locomotion et de confort, mais les comportements dans l'axe vertical comme le battement des ailes et le vol demeurent limités. La conception spécifique d'une cage aménagée joue un rôle important; par exemple, les perchoirs installés sur la largeur (plutôt que sur la longueur) de la cage réduisent l'espace disponible à la marche parce que les oiseaux doivent sauter par-dessus les perchoirs (Struelens et coll., 2008). Dans les systèmes sans cage, il y a suffisamment d'espace pour l'exécution d'un répertoire complet de comportements de locomotion et de confort. Cependant, les poules ont besoin d'apprendre et de mémoriser les ressources et leur utilisation; les poules les mieux adaptées à ces types de systèmes à l'âge adulte sont celles qui ont eu l'expérience d'un système de logement semblable en éleveuse (Lay et coll., 2011).

Agression

Freire et Cowling (2013) n'ont dégagé aucune différence dans leur revue des études expérimentales portant sur la quantité de picagepicage agressif de la tête ou de la crête chez les oiseaux logés dans des cages classiques, dans des systèmes à un niveau sur parquet à l'intérieur, dans des systèmes à paliers multiples sur parquet à l'intérieur, dans des systèmes à l'extérieur et dans des cages aménagées. Dans leur revue, Lay et coll. (2011) ont constaté que la densité de peuplement peut affecter le niveau d'agression dans les systèmes sans cage. À plus faible densité, il peut exister des zones à plus forte densité et d'autres contenant moins d'animaux, ce qui peut déclencher des comportements agressifs de défense des ressources chez certaines poules. Par exemple, certaines poules peuvent être attaquées si elles marchent sur une zone avec litière, ce qui les confine aux surfaces lattées. Les densités plus fortes obligent les poules à être réparties plus uniformément sur toute la superficie du logement, ce qui peut aider à expliquer leurs plus faibles niveaux d'agression.

EFFETS DU SYSTÈME DE LOGEMENT SUR LES ÉTATS AFFECTIFS

On considère qu'il est d'une importance critique pour l'avancement du bien-être animal de bien comprendre les états affectifs et les émotions des animaux (Dantzer, 2002; Déséré et coll., 2002). Bien qu'on ne puisse mesurer directement les expériences conscientes des animaux, on peut mesurer les indicateurs comportementaux, physiologiques et neurobiologiques des émotions (Mendl et coll., 2010). Les états négatifs comme la peur et la douleur sont souvent accompagnés de l'activation d'une réponse au stress ou d'autres changements du système nerveux autonome. Notre compréhension de ces états affectifs chez les oiseaux et les mammifères a fait des progrès considérables au cours des dernières années. Les relations entre la réaction comportementale et les processus neurobiologiques avec d'autres états négatifs comme la frustration et avec des états affectifs positifs sont moins bien connues mais sont présentement à l'étude chez diverses espèces, y compris les poules (p. ex. Nicol et coll.,

2011; Gygas et coll., 2013; Leliveld et coll., 2013). Jusqu'à maintenant, la plupart des études portant sur les états affectifs chez les poules pondeuses se basent principalement sur des mesures du comportement.

Crainte

Les indicateurs d'un caractère craintif (la propension à avoir peur) comprennent l'accroupissement, la course ou le vol en réaction à des menaces perçues. La crainte a été évaluée expérimentalement au moyen de divers tests validés dont le plus commun est une mesure de la durée de l'immobilité protectrice (EFSA, 2005). La revue de l'EFSA (2005) a conclu que les poules logées aux étages inférieurs de systèmes de cages classiques à étages multiples affichent moins de crainte des humains et des objets nouveaux que celles logées aux étages supérieurs. De plus, Rodenburg et coll. (2008) ont observé que les poules provenant de systèmes sans cage passent moins de temps en immobilité protectrice quand on les manipule que les poules provenant de cages aménagées. Hansen et coll. (1993) ont observé que la réaction d'immobilité protectrice n'était pas affectée par le système de logement quand les oiseaux étaient testés à l'âge de 30 semaines, mais qu'elle était plus faible dans les volières que dans les cages classiques à 70 semaines d'âge. Campo et coll. (2008) ont aussi constaté aucune différence dans la réaction d'immobilité protectrice entre les poules logées sur litière épaisse et les poules en libre parcours à 36 semaines d'âge. Lay et coll. (2011) ont noté que les races moins craintives sont utilisées davantage dans les systèmes sans cage que dans les systèmes avec cage.

Frustration

Les systèmes de logement diffèrent en termes de prestation de ressources qui permettent aux poules d'exhiber des comportements spécifiques à leur espèce tels picorer, se baigner dans la poussière, se percher et se faire un nid. Un état de frustration peut survenir quand une ressource attendue n'est pas disponible ou quand un oiseau perçoit une ressource qu'il ne peut atteindre; plutôt que d'abandonner, les oiseaux peuvent persister dans leurs efforts pour y accéder (EFSA, 2005). Zimmerman et coll. (2000) ont observé qu'une vocalisation spécifique connue sous le nom « gakel » augmentait quand les poules s'attendaient à avoir accès à de la nourriture, de l'eau ou un bain de poussière, en étaient privées. S'appuyant sur ces observations, Zimmerman et coll. (2003) ont conclu que les poules peuvent être frustrées quand on les empêche de prendre un bain de poussière. La frustration se manifeste probablement dans les cages aménagées quand les poules doivent entrer en concurrence pour avoir accès à des ressources limitées comme les matériaux de bain de poussière et de picorage; certaines poules réussissent de façon agressive, à interdire l'accès des autres poules à ces ressources (Lay et coll., 2011). Il existe une abondante documentation démontrant que les poules sont très motivées à accéder à des nids et à exécuter des comportements d'avant-ponte (Cronin et coll., 2012). Sherwin et Nicol (1993) ont noté que les comportements de déplacement et de marche étaient moins fréquents dans les cages aménagées ayant des installations de nidification que dans les cages classiques, et que les poules exprimaient un répertoire complet d'activités avant-ponte, y compris les comportements de couvain, de nidification et d'accroupissement. En général, les systèmes sans cage offrent une plus grande variété de sites de nidification potentiels et élicitent ainsi moins de comportements pouvant être interprétés comme de la frustration que les systèmes qui restreignent l'expression du comportement de nidification (EFSA, 2005).

Bien que plusieurs des réactions comportementales observées quand les poules n'ont pas les ressources nécessaires pour donner libre cours à leurs comportements de nidification, de picorage et de bain de poussière soient considérées comme des signes de frustration, peu d'études ont tenté de mesurer les indices physiologiques de stress qui peuvent être associés à des émotions négatives. Ni Yue et Duncan (2003), ni Cronin et coll. (2012) n'ont relevé de différences dans le calcium extra-cuticulaire sur les œufs ou dans la corticostérone plasmatique respectivement, entre les poules ayant accès à des nids, et chez les poules ayant déjà eu la possibilité de pondre dans un nid puis n'y ayant plus accès. Cependant, Cronin et coll. (2012) ont relevé une association significative entre le comportement avant-ponte et la corticostérone; les poules qui passaient plus de temps assises durant les 2 heures précédant l'oviposition avaient un taux de corticostérone plasmatique plus bas que les poules moins paisibles avant l'oviposition.

Douleur

Les sources de douleur possibles associées aux différents systèmes de logement comprennent le picagepicage des plumes, le cannibalisme, les coups de bec agressifs à la tête, le coincement de parties du corps dans les installations de logement, les maladies, les infections parasitaires, les troubles des pattes et les fractures (voir les chapitres sur le picagepicage des plumes et le cannibalisme et sur la santé osseuse et les sections ci-dessus sur les maladies, les parasites et la mortalité, sur la santé des pattes et sur l'état physique). Les fractures du bréchet, la pododermatite et d'autres états douloureux peuvent causer des difficultés dans la mobilité et l'accès aux ressources telles la nourriture, l'eau, les nids, la litière et les perchoirs, surtout dans les systèmes sans cage (EFSA, 2005). La plus forte incidence de vieilles fractures guéries dans les installations sans cage par rapport aux systèmes avec cage est un indicateur de douleur chronique, alors que la plus forte incidence de nouvelles fractures chez les poules logées dans des cages classiques soulève la question de douloureuses blessures subies lors de la capture de poules aux os fragiles lors du transfert au pondoir (Lay et coll., 2011).

AUTRES FACTEURS QUI AFFECTENT LE BIEN-ÊTRE DES POULES DANS DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE LOGEMENT

Poussière

La poussière se compose de débris de peau, de plumes et d'aliments, ainsi que de matières fécales et de matériau de litière, lorsque présent. Quand les poules sont actives, les niveaux de poussière sont de 5 à 15 fois plus élevés dans les systèmes de volière que dans les cages (EFSA, 2005). Elson et Croxall (2006) et Rodenburg et coll. (2008) ont signalé des niveaux de poussière plus élevés dans les systèmes sans cage que dans les systèmes avec cages classiques et aménagées. Lorsque les oiseaux l'inhalent, la poussière en aérosol peut avoir un impact négatif sur leur santé et ainsi contribuer à une mortalité plus élevée (Lay et coll., 2011). Les plus grosses particules de poussière (3,7 à 7,0 microns) se déposent principalement sur la partie antérieure du système respiratoire alors que les plus petites particules respirables (1,1 à 0,091 microns) se dispersent dans tout le système, y compris les poumons (Hayter et Besch, 1974; Donham, 1999, cité dans EFSA, 2005). Des observations histopathologiques de poumons de poules en fin de ponte ont montré des lésions pulmonaires de parabranchite ou de pneumonie interstitielle plus graves chez les oiseaux logés dans des volières que ceux dans des cages (Michel et Huonnic, 2003).

Ammoniac

Des concentrations d'ammoniac au-dessus d'environ 25 ppm peuvent avoir des effets négatifs sur la santé et la productivité des poules pondeuses, en causant, par exemple, de la kératoconjunctivite (EFSA, 2005). Wathes et coll. (2002) ont montré que, lorsqu'on leur donne le choix d'entrer dans des compartiments contenant 0, 10, 20, 30 et 40 ppm de NH₃, les poules préfèrent l'air le plus pur. Les concentrations d'ammoniac sont généralement plus fortes dans les systèmes de logement contenant du fumier en compost ou un du fumier liquide à l'intérieur du logement que dans les systèmes possédant des convoyeurs de fumier ou autres moyens d'évacuation régulière du fumier vers l'extérieur. Tauson et Holm (2001) ont signalé des niveaux d'ammoniac de 1 à 2 ppm dans un système de cages aménagées avec convoyeurs de fumier, mais des concentrations de 5 à 40 ppm dans un système sans cage à un étage avec litière et lattes au-dessus d'une fosse à fumier. L'EFSA (2005) rapporte aussi de faibles concentrations de NH₃ (<2 ppm) dans des cages aménagées. Quand ils ont utilisé un système de séchage de litière dans une volière à plancher grillagé à plusieurs étages, Groot Koerkamp et coll. (1998) ont constaté une concentration relativement faible d'ammoniac (5 ppm) dans l'air évacué.

Prédation

Dans les systèmes en libre parcours, les oiseaux peuvent être victimes de prédateurs sauvages tels les oiseaux de proie et les renards. Des pertes de 0 à 21 % attribuables aux prédateurs ont été signalées et ces attaques ne résultent pas toujours en une mort rapide (EFSA, 2005).

Références

- Abrahamsson, P., Tauson, R. (1995) Aviary systems and conventional cages for laying hens. Effects on production, egg quality, health and bird location in three hybrids. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science* 45:191-203.
- Abrahamsson, P., Tauson, R., (1997) Effects of group size on performance health and birds' use of facilities in furnished cages for laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A* 47:254-260.
- Aerni, V., Brinkhof, M.W.G., Wechsler, B. Oester H., Frölich, E. (2005) Productivity and mortality of laying hens in aviaries: a systematic review. *World's Poultry Science Journal* 61:130-142.
- Alvino, G.M., Tucker, C.B., Archer, G.S., Mench, J.A. (2013) Astroturf as a dustbathing substrate for laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* (en impression).
- Barnett, J.L., Hemsworth, P.H., (2003) Science and its application in assessing the welfare of laying hens in the egg industry. *Australian Veterinary Journal* 81:615-624.
- Blokhuis, H.J., Fiks Van Niekirk, T., Bessei, W., Elson, A. Guémené, D., Kjaer, J.B., Maria Levrino, G.A., Nicol, C.J., Tauson, R., Weeks, C.A., Van de Weerd, H.A. (2007) The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. *World's Poultry Science Journal*. 63:100-114.
- Bright, A., Johnson, E.A. (2011) Smothering in commercial free-range laying hens: A preliminary investigation. *Veterinary Record* 168:512-513
- Bubier, N.E. (1996) The behavioural priorities of laying hens: the effect of cost/no cost multi-choice tests on time budgets. *Behavioural Processes* 37, 225-238.
- Campo, J.L., Prieto, M.T., Davila, S.G. (2008) Effects of housing system and cold stress on heterophil-to-lymphocyte ratio, fluctuating asymmetry, and tonic immobility duration of chickens. *Poultry Science* 87:621-626.
- Caplan, G., Statham, P., Browne, W.J. (2011) Decisions about foraging and risk trade-offs in chickens are associated with individual somatic response profiles. *Animal Behaviour* 82:255-262.
- Charles, D.R., Payne, C.G. (1966) The influence of graded levels of atmospheric ammonia on chickens.1. Effects on respiration and on performance of broilers and replacement growing stock. *British Poultry Science* 7:177-187.
- Cooper, J.J., Albertosa, M.J. (2003) Behavioural priorities of laying hens. *Avian and Poultry Biology Reviews* 14:127-149.
- Craig, J.V., Craig, J.A. (1985) Corticosteroid levels in white leghorn hens as affected by handling, laying-house environment, and genetic stock. *Poultry Science* 64:809-816.
- Cronin, G.M., Barnett, J.L., Hemsworth, P.H. (2012) The importance of pre-laying behaviour and nest boxes for laying hen welfare: a review. *Animal Production Science* 52:398-405.
- Dantzer, R. (2002) Can farm animal welfare be understood without taking into account the issues of emotion and cognition? *Journal of Animal Science* 80:E1-9.
- Désiré, L. Boissy, A., Veissier, I. (2002) Emotions in farm animals: a new approach to animal welfare in applied ethology. *Behavioural Processes* 60:165-180.

- De Reu, K., Rodenburg, T.B., Grijspeerdt, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Tuytens, F.A.M., Sonck, B., Zoons, J., Herman, L. (2009) Bacteriological contamination, dirt, and cracks of eggshells in furnished cages and non-cage systems for laying hens: An international on-farm comparison. *Poultry Science* 88:2442-2448.
- Donham, K. (1999) A historical overview of research on the hazards of dust in livestock buildings. Proceedings of the International Symposium on Dust Control in Animal Production Facilities, Aarhus (Denmark), 30 mai – 2 juin tel que mentionné dans : EFSA, 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. *The EFSA Journal* 197:1-23.
- EFSA, 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. *The EFSA Journal* 197, 1-23.
- Elson, H.A., Croxall, R. (2006) European study on the comparative welfare of laying hens in cage and non-cage systems. *Archiv für Geflügelkunde* 70:194-198.
- Fossum, O., Jansson, D.S., Etterlin, P.E., Vagsholm, I. (2009) Causes of mortality in laying hens in different housing systems in 2001 to 2004. *Acta Veterinaria Scandinavica* 51:3-11.
- Freire, R., Cowling, A. (2013) The welfare of laying hens in conventional cages and alternative systems: first steps towards a quantitative comparison. *Animal Welfare* 22:57-65.
- Groot Koerkamp, P.W.G., Speelman, L., Metz, J. H. M. (1998) Litter composition and ammonia emission in aviary houses for laying hens Part 1: performance of a litter drying system. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70:375-382.
- Guémené, D., Guesdon, V., Moe, R.O., Michel, V., Faure, J.M. (2004) Production and stress parameters in laying hens, beak-trimmed or not, raised in standard or furnished cages. World Poultry Congress, Istanbul, Turkey, en impression, tel que mentionné dans : EFSA, 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. *The EFSA Journal* 197:1-23.
- Guesdon, V., Rousseau, F., Faure, J. M. (2004) Influence of nest and dust-bath size on the behaviour of laying hens. Submitted to Applied Animal Behaviour Science as cited in: EFSA, 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. *The EFSA Journal* 197:1-23.
- Gygax, L., Reefman, N., Wolf, M., Langbein, J. (2013) Prefrontal cortex activity, sympatho-vagal reaction and behaviour distinguish between situations of feed reward and frustration in dwarf goats. *Behavioural Brain Research* 239:104-114.
- Hansen, I., Braastad, B.O., Storbråten, J., Tofastrud, M. (1993) Differences in fearfulness indicated by tonic immobility between laying hens in aviaries and in cages. *Animal Welfare* 2:105-112.
- Hayter, R.B., Besch, E.L. (1974) Airborne particle deposition in the respiratory tract of chickens. *Poultry Science* 53:1507-1511.
- Hester, P.Y., Enneking, S.A., Jefferson-Moore, K.Y., Einstein, M.E., Cheng, H.W., Rubin, D.A. (2013) The effect of perches in cages during pullet rearing and egg laying on hen performance, foot health, and plumage. *Poultry Science* 92:310-320.
- Jansson, D.S., Nyman, A., Vågsholm, I., Christensson, D., Göransson, M., Fossum, O., Höglund, J. (2010) Ascarid infections in laying hens kept in different housing systems. *Avian Pathology* 39:525–532.
- Jones, R.B. (1993) Reduction of the domestic chick's fear of human beings by regular handling and related treatments. *Animal Behaviour* 46:991-998.
- Kaufman-Bart, M., Hoop, R.K. (2009) Diseases in chicks and laying hens during the first 12 years after battery cages were banned in Switzerland. *Veterinary Record* 164:203-207.

Lay, D.C., Fulton, R.M., Hester, P.Y., Karcher, D.M., Kjaer, J.B., Mench, J.A., Mullens, B.A., Newberry, R.C., Nicol, C.J., O'Sullivan, N.P., Porter, R.E. (2011) Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science* 90:278-294.

LayWel. (pas de date) Welfare Implications of Changes in Production Systems for Laying Hens. Disponible : <http://www.laywel.eu/>.

Leliveld, L.M.C., Langbein, J., Puppe, B. (2013) The emergence of emotional lateralization: evidence in non-human vertebrates and implications for farm animals. *Applied Animal Behaviour Science* 145:1-14.

Leyendecker, M., Hamann, H., Hartung, J., Weber, R.M., Glunder, G., Nogosseck, M., Neumann, U., Kamphues, J., Disti, O. (2002) Mortality and production traits of laying hens kept in battery cages, furnished cages and an aviary housing system. Proceedings of the 11th European Poultry Conference. Bremen. CD-Rom. as cited in: EFSA, 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. The EFSA Journal 197, 1-23.

Mashaly, M.M., Webb, M.L., Youtz, S.L., Roush, W.B., Graves, H.B. (1984) Changes in serum corticosterone concentration on laying hens as a response to increased population density. *Poultry Science* 63:2271-2274.

Mendl, M., Burman, O.H.P., Paul, E. (2010) An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. Proceedings of the Royal Society B 277, 2895-2904.

Michel, V. (2002) Comparaison de l'élevage de poules pondeuses, avant et pendant la période de ponte, dans un système alternatif de type volière et dans un système classique de cages en batteries. Deuxième étude. Rapport final pour le ministère français de l'Agriculture, décembre 2002 tel que mentionné dans : EFSA, 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. The EFSA Journal 197, 1-23.

Michel, V., Huonnic, D. (2003) A comparison of welfare, health and production performance of laying hens reared in cages or aviaries. *British Poultry Science* 43:775-776.

National Farmers' Union (NFU), 2003. UK National Farmers Union Egg Production Bulletin pp. 4-15. May 2003. as cited in: EFSA, 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. The EFSA Journal 197, 1-23.

Nasr, M.A.F., Nicol, C.J., Murrell, J.C. (2012) Do laying hens with keel bone fractures experience pain? PLoS ONE 7(8): e42420. doi:10.1371/journal.pone.0042420

Nasr, M.A.F., Browne, W.J., Caplen, G., Hothersall, B., Murrell, J.C., Nicol, C.J. (2013) Positive affective state induced by opioid analgesia in laying hens with bone fractures. *Applied Animal Behaviour Science* 147:127-131

Nicol, C.J., Brown, S.N., Glen, E., Pope, S.J., Short, F.J., Warriss, P.D., Zimmerman, P.H., Wilkins, L.J. (2006) Effects of stocking density, flock size and management on the welfare of laying hens in single-tier aviaries. *British Poultry Science* 47:1709-1719.

Nicol, C. J. (1987) Behavioural responses of laying hens following a period of spatial restriction. *Animal Behaviour* 35:1709-1719.

Nicol, C.J., Caplan, G., Statham, P., Browne, W.J. (2011) Decisions about foraging and risk trade-offs in chickens are associated with individual somatic response profiles. *Animal Behaviour* 82:255-262.

Olsson, I.A.S., Keeling, L.J. (2002) The push-door for measuring motivation in hens: laying hens are motivated to perch at night. *Animal Welfare* 11:11-19.

Pickel, T., Schrader, L., Scholz, B. (2011) Pressure load on keel bone and foot pads in perching laying hens in relation to perch design. *Poultry Science* 90:715-724.

Reed, H.J., Wilkins, L.J., Austin, S.D., Gregory, N.G. (1993) The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. *Applied Animal Behaviour Science* 36:39-46.

- Richards, G.J., Wilkins, L.J., Knowles, T.G., Booth, F., Toscano, M.J., Nicol, C.J., Brown, S.N. (2012) Pop hole use by hens with different keel fracture status monitored throughout the laying period. *The Veterinary Record* 170:494-499. doi: 10.1136/vr.100489.
- Rodenburg, T.B., Tuytens, F.A.M., Sonck, B., Reu, K.D., Herman, L., Zoons, J. (2005) Welfare, health and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternative systems. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 8:211-226.
- Rodenburg, T.B., Tuytens, F.A.M., Reu, K.D., Herman, L., Zoons, J., Sonck, B. (2008) Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems: an on-farm comparison. *Animal Welfare* 17:363-373.
- Rodenburg, TB, De Reu, K., Tuytens, F.A.M. (2012) Performance, welfare, health and hygiene of laying hens in non-cage systems in comparison with cage systems, in: *Alternative Systems for Poultry – Health, Welfare and Productivity*. (Sandilands, V., Hocking, P. eds.) Glasgow, UK: pp 210-224.
- Sandilands, V., Moinard, C., Sparks, N.H.C. (2009) Providing laying hens with perches, fulfilling behavioural needs but causing injury? *British Poultry Science* 54:395-406.
- Sherwin, C.M., Nicol, C.J. (1993) A descriptive account of the pre-laying behaviour of hens housed individually in modified cages with nests. *Applied Animal Behaviour Science* 38:49-60.
- Sherwin, C.M., Richards, G.H., Nicol, C.J. (2010) Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. *British Poultry Science* 51:488-499.
- Struelens, E., Van Poucke, E., Duchateau, L., Ödberg, F., Sonck, B., Tuytens, F.A.M. (2008) Effect of cross-wise perch designs on perch use in laying hens. *British Poultry Science* 49:402-408
- Struelens, E., Tuytens, F.A.M. (2009) Effects of perch design on behaviour and health of laying hens. *Animal Welfare* 18:533-538.
- Tarlton, J.F., Wilkins, L.J., Toscano, M.J., Avery, N.C., Knott, L. (2013) Reduced bone breakage and increased bone strength in free range laying hens fed omega-3 polyunsaturated fatty acid supplemented diets. *Bone* 52:578-586. doi: 10.1016/j.bone.2012.11.003.
- Tauson, R. (2005) Management and housing systems for layers- effects on welfare and production. *World's Poultry Science Journal* 61:477-490.
- Tauson, R., Holm, K.E. (1998) Utvärdering av Marielund inhysningssystem för värphöns. Report 244. SLU, Dept. of Animal Nutrition and Management, Uppsala, Suède.
- Tauson, R., Holm, K.E. (2001) First furnished small group cages for laying hens in evaluation program on commercial farms in Sweden. In Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Welfare, Zollikofen, Switzerland, 1-4/9 2001, pp. 26-32. Swiss Branch of the WPSA, Zollikofen, Suisse.
- Tauson, R., Holm, K.E. (2002) Evaluation of Victorsson furnished cage for 8 laying hens according to the 7§ of Swedish Animal Welfare Ordinance and according to the New-Technique Evaluation Program at the Swedish Board of Agriculture. Rapport 251, Swedish University of Agricultural Sciences. Dept. of Animal Nutrition and Management, Uppsala 2002.
- Tuytens, F.A.M., Sonck, B., Staes, M., Van Gansbeke, S., Van den Bogaert, T., Ampe, B. (2011) Survey of egg producers on the introduction of alternative housing systems for laying hens in Flanders, Belgique. *Poultry Science* 90:941-950.
- van Liere, D.W., Bokma, S. (1987) Short-term feather maintenance as a function of dustbathing in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 18:197-204.
- Wathes, C.M., Jones, J.B., Kristensen, H.H., Jones, E.K.M., Webster, A.J.F. (2002). Aversion of pigs and domestic fowl to atmospheric ammonia. *Transactions of the ASAE* 45, 1605-1610.

Weeks, C.A., Brown, S.N., Richards, G.J., Wilkins, L.J., Knowles, T.G. (2012). Levels of mortality in hens by end of lay on farm and in transit to slaughter in Great Britain. *Veterinary Record* 179:647-650.

Weeks, C.A., Nicol, C.J. (2006). Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *World's Poultry Science Journal* 62:296-307.

Wilkins, L.J., McKinstry, J.L., Avery, N.C., Knowles, T.G., Brown, S.N., Tarlton, J., Nicol, C.J. (2011) Influence of housing system and design on bone strength and keel bone fractures in laying hens. *The Veterinary Record* 169:414-420. doi: 10.1136/vr.d4831.

Yue, S., Duncan, I.J.H. (2003) Frustrated nesting behaviour: relation to extra-cuticular shell calcium and bone strength in White Leghorn hens. *British Poultry Science* 44:175-181.

Zimmerman, P.H., Koene, P., Hoof, J.V. (2000) Thwarting of behaviour in different contexts and the gakel call in the laying hen. *Applied Animal Behaviour Science* 69:255-264.

Zimmerman, P.H., Lundberg, A., Keeling, L.J., Koene, P. (2003) The effect of an audience on the gakel-call and other frustration behaviours in the laying hen, *Gallus gallus domesticus*. *Animal Welfare* .

Zoons, J. (2004) Data from egg production systems studies. Proefbedrijft Veehouderij. Geel, Belgium as cited in: EFSA, 2005. The welfare aspects of various systems of keeping laying hens. *The EFSA Journal* 197, 1-23.

3. EXIGENCES EN MATIÈRE D'ESPACE ET TAILLE DU GROUPE POUR LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE LOGEMENT DURANT LA PONTE

CONCLUSIONS

- 1. Lorsque les allocations d'espace augmentent dans les cages classiques, la mortalité diminue, la prise alimentaire et la production d'œufs augmentent proportionnellement. Les plus grands avantages sont obtenus quand l'allocation d'espace passe de 350 à 450 cm²/poule, mais les augmentations au-delà de 450 cm²/poule peuvent aussi avoir des résultats positifs sur la production.**
- 2. On rapporte que l'espace moyen (aire transversale horizontale) requis pour que la poule se tienne debout de 475 à 563 cm²/poule. Lorsque l'allocation d'espace augmente au-delà de ces valeurs, on constate que les poules s'adonnent à un plus large éventail de comportements.**
- 3. Le besoin d'espace pour l'expression d'un comportement dépend de celui-ci et exige, dans la plupart des cas, un espace plus grand que celui requis pour se tenir debout. À mesure que la taille du groupe augmente dans les cages, il y a plus d'espace libre pour le mouvement et l'expression de comportements parce que les oiseaux se tiennent en groupes.**
- 4. La recherche sur l'effet de la taille du groupe dans des cages aménagées sur le bien-être des poules est limitée et les résultats ne permettent pas de tirer des conclusions. Cependant, les mesures de production et de mortalité ne sont généralement pas affectées par des groupes dont la taille varie entre 10 et 60 oiseaux dans des cages aménagées.**
- 5. Une hauteur de cage de 45 cm accomode la plupart des comportements des pondeuses hybrides légères. Une hauteur de cage de 55 cm peut être requise pour permettre le battement des ailes.**
- 6. La recherche indique que les poules peuvent s'adapter à divers espaces autour de la mangeoire. Cependant, les résultats d'une étude épidémiologique indiquent qu'un espace aux mangeoires de moins de 10,7 cm par poule dans des cages classiques réduit la production d'œufs.**
- 7. La recherche sur les besoins d'espace aux mangeoires et dans les nids des cages aménagées et dans les systèmes sur parquet est déficiente.**
- 8. La recherche sur les besoins d'abreuvoirs pour les poules dans systèmes avec cage et sur parquet est déficiente.**
- 9. Un espace par oiseau entre 12 et 15 cm de perchoir linéaire s'avère suffisant mais peut ne pas accommoder toutes les poules. Les perchoirs transversaux et les autres dispositions des perchoirs qui limitent l'accès des poules peut réduire l'efficacité de l'espace de repos.**
- 10. Il n'y pas de données probantes quant à la taille des troupeaux et la densité de peuplement dans les systèmes sans cage. Les conceptions de système, la distribution des oiseaux dans un système et les conditions environnementales ont des effets plus importants sur le bien-être des oiseaux que la taille du groupe et la densité de peuplement.**

INTRODUCTION

Les mesures utilisées pour évaluer le bien-être des poules en ce qui a trait à l'allocation d'espace et à la taille du groupe peuvent inclure la fonction biologique, les expériences subjectives (états affectifs) et la possibilité d'exprimer un comportement naturel chez les poules. L'évaluation de la fonction biologique comprend la production d'œufs, la santé, la mortalité, l'état du corps et des plumes et les taux de blessures, d'agression et de picagepicage des plumes. En termes d'états affectifs, l'allocation d'un espace suffisant se traduira par la prévention de la souffrance attribuable à la douleur, de la peur et de la frustration et permettra aux poules de vivre des expériences positives. En termes d'expression d'un comportement naturel, l'allocation d'un espace suffisant

permettra aux poules d'exécuter les mouvements corporels de base et les comportements de confort comme les étirements et le lustrage des plumes, et leur fournira des occasions de nidification, de bain de poussière, de picorage et de grattage sans restriction.

CAGES CLASSIQUES

Les premières études sur les besoins d'espace en cage classique ont porté sur la production, la mortalité et la rentabilité (Keeling, 1995; Barnett et Hemsworth, 2003). Dans la plupart de ces recherches, l'évaluation de la fonction biologique était incomplète et négligeait d'examiner les états affectifs et l'expression des comportements naturels. Les recherches subséquentes ont examiné un plus large éventail de critères de réponses qui a été intégré à divers degrés dans les recommandations en matière de besoin en espace minimum. Par exemple, l'industrie ovicole américaine a adopté des exigences en espace minimum volontaires basées sur les recommandations d'un groupe d'experts scientifiques qui a fait la revue de la littérature existante axée sur les données de mortalité, de qualité du plumage, de stress, de production d'œufs et sur d'autres critères chez les poules en cage ainsi que sur l'expérience de l'industrie lorsque les données scientifiques faisaient défaut (Bell et coll., 2004). Ces normes sont résumées dans le document de la United Egg Producers (2010). Des normes en matière d'espace minimum ont aussi été établies pour les systèmes avec cage pour les poules pondeuses de l'Union européenne (Commission des communautés européennes, 1999). Ces normes se sont fondées sur la recherche scientifique (p. ex., Commission des communautés européennes, 1996; Appleby, 2003), sur l'expérience pratique et sur des discussions entourant les règlements proposés. En raison de l'existence des revues scientifiques susmentionnées, la présente revue des besoins d'espace dans les cages classiques mettra l'accent sur la recherche publiée depuis.

Allocation d'espace horizontal (plancher) et taille du groupe dans les cages classiques

On a intérêt à évaluer les caractéristiques de la production en fonction des besoins d'espace des oiseaux à cause des répercussions économiques évidentes, mais une performance réduite (fonction biologique) peut aussi être un indicateur d'un bien-être réduit. Jalal et coll. (2006) ont comparé la production de poules blanches de type Leghorn recevant divers niveaux d'énergie alimentaire (2 800, 2 850 et 2 900 kcal d'énergie métabolisable/kg) et logées dans des cages classiques à 342, 413, 516 et 690 cm²/poule. La production d'œufs, la masse des œufs et l'efficacité en énergie métabolisable de la production d'œufs étaient plus élevées chez les poules logées à 690 cm²/poule que pour celles logées aux autres densités, peu importe le niveau d'énergie alimentaire. L'allocation d'espace n'a eu aucun effet sur le poids des œufs, le poids des poules, le contenu minéral des os, ou le niveau énergétique de maintien. Rech et coll. (2010) ont comparé des allocations d'espace de 375, 450 et 563 cm²/poule et n'ont relevé aucun effet sur la production d'œufs, bien que la taille des œufs ait augmenté et que la mortalité ait diminué de façon linéaire avec l'augmentation de l'espace. Ils ont démontré une interaction entre le génotype de l'oiseau et l'espace en cage sur l'efficacité alimentaire. Pour la race A, la plus faible efficacité alimentaire survenait à 450 cm², alors que 375 et 563 cm² étaient à égalité, tandis que pour la race B l'efficacité alimentaire à 563 cm² était plus faible que pour les poules logées plus densément. Rios et coll. (2009) ont étudié des poules (hybrides légères) en cage sous 3 allocations d'espace (321, 375 et 450 cm²/oiseau) au cours de 3 périodes d'âge (de 25 à 44, de 45 à 64 et de 65 à 84 semaines d'âge). Les auteurs ont constaté que l'augmentation de la densité en cage faisait diminuer la prise alimentaire et améliorerait la conversion alimentaire à tous les temps de l'étude, mais que la production d'œufs n'était affectée négativement par l'augmentation de la densité de logement qu'après l'âge d'environ 45 semaines. La mortalité était plus élevée pour le traitement à 321 cm² (6,00 %) qu'aux densités de 375 (1,05 %) et 450 (1,25 %) cm². Rios et coll. (2009) ont suggéré qu'une allocation d'espace de 375 cm²/oiseau soit utilisée jusqu'à l'âge de 45 semaines et de 450 cm²/oiseau par la suite. Cependant, cette conclusion peut être contestée parce que, même si elle semble statistiquement significative, une densité de logement accrue avant l'âge de 45 semaines abaisse numériquement la production d'œufs (95,41 %, 94,23 % et 93,56 % pour des densités de 450, 375 et 321 cm²/oiseau, respectivement). De plus, il n'est pas pratique de modifier la densité de logement en cours de ponte. Sohail et coll. (2004) ont observé que l'augmentation de l'espace/poule (hybrides légères de 310 à 413 cm²) augmentait la prise alimentaire, la production d'œufs et le poids des œufs mais diminuait la quantité de moulée nécessaire à la production d'une douzaine d'œufs; l'allocation d'espace n'a pas affecté la gravité spécifique des œufs ou la mortalité des poules. De la même manière, Anderson et coll. (2004) ont constaté que deux races de

poules hybrides légères avaient une plus grande production œuf/jour et une plus grande masse d'œufs lorsque logées à 482 plutôt qu'à 361 cm²/poule. Lorsqu'il y a une plus grande allocation d'espace, un plus grand nombre de déplacement des oiseaux est observé, mais aucune autre différence en terme de comportement n'est présente.

Les expériences visant à étudier l'allocation d'espace horizontal en cage (toutes les études susmentionnées) sont confondues si la variation d'espace est accomplie en changeant le nombre de poules ajoutées à des cages de même grandeur. Par exemple, la modification de l'espace aux mangeoires et aux abreuvoirs peut à elle seule être responsable des effets attribués à l'espace de plancher. Cependant, l'observation que les poules semblent s'adapter à une modification de l'espace autour des mangeoires donne à penser qu'on ne devrait en surestimer l'influence sur les résultats (Thogerson et coll., 2009a; voir la section Allocation d'espace aux mangeoires et aux abreuvoirs ci-dessous pour de plus amples détails). La conception des expériences peut aussi être limitée par la fourchette des densités de logement examinées. Si un trait de production comme la production d'œufs est à son maximum (Anderson et coll., 2004; Sohail et coll., 2004; Rios et coll., 2009) à l'allocation d'espace la plus grande, il est possible que la production d'œufs aurait été encore plus grande à une allocation d'espace plus grande.

L'aire transversale horizontale d'une poule peut nous fournir des renseignements pertinents sur ses besoins en espace. Or, cet espace dépend de la taille de la poule. Dawkins et Hardie (1989) ont observé que l'aire transversale d'une poule hybride de taille moyenne était de 475 cm² et, plus récemment, Mench (2011) a trouvé des valeurs similaires pour les poules hybrides légères (moyenne - 563 cm², de 391 à 717 cm²). Si on accorde présentement aux animaux un espace à peu près égal à l'espace qu'occupe leur corps, toute augmentation de l'espace alloué augmente la liberté de mouvement. Ceci ne fait référence qu'à la liberté de mouvement locale, mais ce changement est important pour plusieurs comportements de base comme l'alimentation, le grattage, les étirements, le lissage des plumes et la position assise (Appleby, 2004).

Les données indiquent que les poules pondeuses ont besoin d'une certaine quantité d'espace individuel. Par conditions de forte densité, les poules maximiseront cet espace en se répartissant également (Albentosa et Cooper, 2003). Cependant, à de plus faibles densités de peuplement, les poules peuvent s'espacer de façon plus aléatoire ou se rassembler à l'emplacement des ressources environnementales. L'espacement entre les poules peut aussi dépendre de leur comportement. Par exemple, Keeling et Duncan (1991) proposent que les oiseaux sont plus près les uns des autres quand ils se lissent les plumes et plus éloignés quand ils picorent. Keeling (1994) a étudié les distances entre oiseaux durant diverses activités à quatre densités de peuplement (600, 1200, 3000 ou 5630 cm²/oiseau) en groupes de trois. Les comportements mesurés étaient la marche, le picorage au sol, le lissage des plumes et la station debout. L'auteur a conclu que, quand l'espace est suffisant, les oiseaux d'un groupe se positionnent à des distances convenant à une activité et s'adonnent fréquemment à cette activité. Cependant, à mesure que l'espace se restreint, la fréquence de certains types de comportement diminue (Nicol, 1987). Faure (1986) a étudié un groupe de quatre poules (hybrides moyennes) entraînées à becqueter une touche pour obtenir plus d'espace et a suggéré que 400 cm² par oiseau paraissait adéquat pour environ 75 % de la journée (photopériode), mais que les poules travaillaient pour obtenir 1500 cm² d'espace pour environ 25 % de la journée. Lagadic et Faure (1987) ont obtenus des résultats similaires, mais ont observé que les poules (hybrides moyennes) cherchaient à obtenir un espace de plus de 450 cm² pour 50 % de la journée. Barnett et coll. (2009) ont fait enquête sur l'incidence des aménagements et de l'espace horizontal dans des cages aménagées sur les niveaux de corticostérone et sur l'immunocompétence. Bien que les articles fournis dans les cages aménagées étaient bien utilisés, c'est l'espace supplémentaire qui semblait plus important aux poules. Savory et coll. (2006) ont suggéré qu'une allocation d'espace de moins de 5000 cm²/poule impose des contraintes à la libre expression du comportement. Mishra et coll. (2005) ont noté que les poules en cage passaient 97 % de la journée assises sur le nid, à se lisser les plumes, à boire, à manger, à se tenir debout, à marcher, à se percher, à se reposer et moins de 0,1 % de la journée à battre des ailes, à s'ébouriffer les plumes, à s'étirer les ailes et à voler. Si on accepte qu'un espace réduit limite l'expression comportementale, les faibles valeurs de comportements peuvent refléter une limitation d'espace plutôt qu'un manque d'importance. De nombreuses cages classiques fournissent seulement 450 cm² par poule, ce qui, d'après la recherche ci-dessus, ne donne pas aux oiseaux l'espace individuel dont ils ont besoin pour se tenir debout en position détendue (563 cm², Mench, 2011).

Un autre critère qu'on peut utiliser pour établir les besoins d'espace des poules consiste à mesurer l'espace nécessaire pour exécuter des activités de confort normales. Dawkins et Hardie (1989) ont enregistré sur vidéo des

poules s'adonnant à diverses activités et ont mesuré l'espace minimum requis pour chaque activité. Ils ont calculé ainsi les besoins d'espace moyen suivants : se tenir debout, 475 cm²; picorer au sol, 856 cm²; s'ébouriffer les plumes, 873 cm²; s'étirer les ailes, 893 cm²; se lisser les plumes, 1150 cm²; se retourner, 1271 cm²; et battre des ailes, 1876 cm². Bien que ces valeurs soient utiles, elles ne représentent pas ce dont chaque poule a besoin dans un contexte de groupe. Appleby (1998) a étudié la taille du groupe et l'allocation d'espace dans un système de cages modifiées Edinburg logeant des poules hybrides brunes de taille moyenne. D'après le comportement et l'utilisation des ressources, il a conclu qu'un espace minimum de 675 cm²/poule était requis dans l'aire principale de la cage, donnant un espace total (en incluant le nid) de 915 cm²/poule. Dans une étude ultérieure, Appleby (2004) a utilisé des modèles théoriques pour suggérer que 675 cm² serait un minimum pratique dans l'aire principale de la cage mais que le besoin en espace total dépend de la taille du groupe. Il a suggéré de prévoir 800 cm²/oiseau pour des groupes de 8 oiseaux ou plus (plus 175 cm²/oiseau d'aire pour la litière), 850 cm²/oiseau pour des groupes de 4 à 7 (plus la litière) et 900 cm²/oiseau (plus la litière) pour des groupes de 2 ou 3.

À l'aide d'un procédé cinématique tridimensionnel mesurant des variables du comportement en trois dimensions, Mench (2011) a étudié une heure d'enregistrement vidéo de 9 poules matures de race blanche logées individuellement dans un enclos de 8361 cm² (Tableau 2). Elle a constaté les mêmes besoins d'espace moyens par oiseau pour les comportements suivants : se tenir debout en position détendue, 563 cm²; se retourner à 180 degrés, 1315 cm²; se coucher, 318 cm²; battre des ailes, 1378 cm². Elle a aussi observé que l'envergure des ailes des oiseaux variait entre 36 et 46,5 cm. Bien qu'il y ait un certain écart avec les données de Dawkins et Hardie (1989), peut-être à cause de la taille des poules, on y trouve aussi des similitudes. Savory et coll. (2006) ont étudié le besoin d'espace pour le lissage des plumes, la marche, la station debout et le picorage au sol. Ils ont conclu qu'un espace inférieur à 775 cm²/oiseau entraînait une certaine restriction à la marche et du picorage au sol et donnait lieu à une augmentation du temps passé en station debout et au lissage des plumes. Nicol (1987) a signalé que, lorsque l'espace limite l'étirement des ailes, l'ébouriffage des plumes, le branlement de la queue, l'étirement des pattes et le battement des ailes, les poules manifestent un comportement de surcompensation et exécutent ces activités beaucoup plus longtemps quand elles ont finalement l'occasion d'évoluer dans un plus grand espace. Albentosa et Cooper (2004) ont fait état d'une réduction importante du nombre d'étirements des ailes et des pattes effectués par les poules logées à une densité de 762 cm²/oiseau comparé aux paires d'oiseaux logées à une densité de 3048 cm²/oiseau.

S'appuyant sur le principe du regroupement et de la synchronisation des activités chez les poules pondeuses (Collins et coll., 2011) et sur la modélisation de l'espace selon la taille du groupe (Appleby, 2004), Mench (2011) a suggéré l'utilisation d'une formule pour calculer les besoins d'espace des poules. L'auteure a suggéré que la formule suivante pourrait être utilisée pour calculer le besoin d'espace par poule dans des groupes de différentes tailles :

- Mesures impériales - $322 \text{ po}^2 + ((n-1) \times 87,3 \text{ po}^2)/n$ où 322 po² est l'espace maximum requis pour le battement des ailes, n = le nombre de poules dans un groupe et 87,3 po² est l'espace moyen occupé par un oiseau se tenant debout.
- Mesures métriques - $2077 \text{ cm}^2 + ((n-1) \times 563 \text{ cm}^2)/n$ où 2077 cm² est l'espace maximum requis pour le battement des ailes, n = le nombre de poules dans un groupe et 563 cm² est l'espace moyen occupé par un oiseau se tenant debout.

Hauteur de la cage

Albentosa et Cooper (2004) ont étudié l'effet de deux hauteurs de cage (38 cm et 45 cm) sur les activités de poules de race brune dans des cages aménagées. Les auteurs ont rapporté que la hauteur de la cage n'avait aucun effet sur des activités telles bâillements, grattages de la tête, branlements de la tête, étirements des ailes et des pattes, soulèvements des ailes, secouages du corps et branlements de la queue. Ils ont suggéré leurs choix de hauteur de cage n'étaient pas suffisamment différents pour permettre de détecter des différences dans le comportement. Dans l'ensemble, ils ont constaté une très faible incidence de comportements de confort, ce qui pourrait avoir été affecté par la hauteur limitée de la cage. Dans l'étude suivante, Albentosa et Cooper (2005) ont suggéré que les oiseaux préféraient une cage à hauteur minimum de 45 cm quand on leur donnait le choix entre 38 cm et 45 cm. Albentosa

et coll. (2007) ont évalué l'effet de la hauteur de la cage (38 et 45 cm) et de la densité en cage (609, 762, 870 ou 1016 cm²/oiseau) sur les comportements des poules pondeuses. Leurs résultats ont démontré que les hauteurs de la cage et densités en cage étudiées avaient très peu d'effet sur le comportement, sauf que les séances d'alimentation étaient plus longues par densité en cage de 609 cm² /poule et que les bâillements et grattages de la tête étaient plus fréquents dans les cages ayant une hauteur minimum de 45 cm. Dawkins (1985) a noté que 25 % des mouvements de tête se produisaient à 40 cm au-dessus du plancher de la cage et que 15 % de ces mouvements se situaient entre 35 et 41 cm. Bien qu'il fût évident que les oiseaux pouvaient atteindre de plus grandes hauteurs que celles enregistrées, il n'a pas été démontré qu'ils auraient tiré parti d'un plus grand espace vertical.

Mench (2011) a signalé que la plus grande hauteur requise par les poules était pour le battement des ailes, qui exige de 40 à 60 cm. Comme le mentionne Mench (2011), Nicol (1987) a observé des poules gardées dans des cages de hauteurs variables (30, 42,5 et 55 cm). Le battement des ailes n'a été observé que dans la cage la plus haute. Albentosa et Cooper (2004) ont comparé des cages de 38 cm de hauteur à des cages de 45 cm de hauteur et n'ont observé des battements d'ailes que dans ces dernières. Toutefois, les battements d'ailes étaient extrêmement rares dans ces deux études et il n'y avait pas de différences statistiquement significatives entre les traitements, de sorte que ces données sont seulement suggestives.

Inclinaison du plancher de la cage

Tauson (1998) a relevé de dommages sévères à la partie extérieure des phalanges des pieds (hyperkératose et inflammation) chez plus de 60 % des oiseaux logés dans des cages dont les planchers étaient fortement inclinés (>20 %, >11,3°), comparé à seulement 1 à 3 % de poules affectées sur les planchers à faibles inclinaisons (<14 %, <8°). Il a aussi constaté que, à une densité de cage de 480 cm² par poule, la pente optimale du plancher de la cage était d'environ 10 % (5,7°) tant pour la qualité des œufs (œufs fêlés et sales) que pour l'état des pattes. L'amélioration subséquente de l'état des pattes n'a pu être détectée avant une diminution de l'inclinaison du plancher à 3 % (1,7°). Cependant, à cette inclinaison, les œufs ne roulent pas facilement hors de la cage et leur qualité ne peut être maintenue (Tauson, 1998). En effet, les études sur les poules en cage ont cité des inclinaisons allant de 14 % (8°) (Appleby et coll., 2002) à > 26 % (>15°) (Tauson, 1984). Dans une enquête sur différentes cages, Garner et coll. (2012) ont constaté que la pente des planchers des cages variait entre 7,5 % (4,3°) et 23 % (13,6°) et que 80 % de tous les planchers des cages avaient des pentes dans la plage 10 % (5,7°) à 17,5 % (10°).

Allocation d'espace autour des mangeoires et des abreuvoirs

Les poules en cage ont manifesté une préférence à manger de façon synchronisée (Webster et Hurnik, 1994), indiquant ainsi que si l'espace aux mangeoires n'est pas suffisant, les oiseaux subordonnés peuvent se voir interdire l'accès à la mangeoire avec le groupe. Cependant, n'ayant pu confirmer cette préférence chez les poules hybrides moyennes logées dans des cages aménagées, Albentosa et coll. (2007) ont suggéré qu'une étude plus poussée sur l'importance de l'alimentation synchronisée et sur les facteurs qui affectent son occurrence était nécessaire. Thogerson et coll. (2009a) ont fourni 5,8, 7,1, 8,4, 9,7, 10,9 ou 12,2 cm d'espace aux mangeoires/poule et ont constaté que les poules hybrides légères jouissant de moins d'espace aux mangeoires passaient moins de temps à se nourrir, avaient moins de séances d'alimentation synchronisées, faisaient moins de permutations à la mangeoire (c.-à-d. que les poules passaient de s'alimenter à ne pas s'alimenter) et partageaient moins la mangeoire. La qualité du plumage, le poids corporel et l'uniformité du poids corporel n'ont pas été affectés par l'allocation d'espace aux mangeoires et on a signalé peu de comportements agressifs et un faible niveau de mortalité. Il a été conclu que les poules n'ont pas réagi à une réduction de l'espace aux mangeoires en excluant leurs congénères en les chassant de la mangeoire, mais ont plutôt désynchronisé leur comportement d'alimentation. Dans une étude similaire utilisant les mêmes allocations d'espace aux mangeoires, Thogerson et coll. (2009b) ont constaté que les poules dont l'allocation d'espace aux mangeoires était limitée utilisaient plus d'aliments et avaient un indice de conversion alimentaire inférieur. Le poids corporel était le même entre les groupes exposés à divers espaces aux mangeoires et il n'y avait aucun effet observé sur la taille des œufs. Les auteurs ont donc suggéré que la moins bonne efficacité alimentaire pouvait être attribuable à un plus grand gaspillage de moulée. De plus, la diminution de l'espace aux mangeoires n'a pas affecté la minéralisation osseuse et n'a pas causé de stress physiologique. Garner et coll.

(2012) ont utilisé les données de 165 à 168 poulaillers commerciaux pour étudier l'effet de l'âge et de la conception du logement sur la production d'œufs et le poids chez des poules blanches de type Leghorn. Dans cette étude, l'espace aux mangeoires variait approximativement de 5 cm à 12 cm par poule. La production d'œufs a augmenté avec l'augmentation de l'espace aux mangeoires jusqu'à 10,7 cm et le poids des caisses d'œufs a diminué (0,27 kg/cm) avec l'augmentation de l'espace.

Il n'y a pas de recherche sur l'allocation d'espace aux abreuvoirs.

CAGES AMÉNAGÉES

Allocation d'espace horizontal (plancher)

Le besoin d'espace horizontal permettant d'exécuter des comportements spécifiques dans des cages aménagées étant semblable à ce qui a été décrit ci-dessus pour les cages classiques, la description ne sera pas reprise dans la présente section. Outre l'espace horizontal de plancher, les cages aménagées sont dotées de nids fermés, de perchoirs et d'aires de litière/grattage.

Tactacan et coll. (2009) ont comparé le rendement des poules dans des cages classiques (5 poules à 562 cm²) à celui de poules dans des cages aménagées (24 poules à 642 cm²) et n'ont rapporté aucune différence en termes de production. Les poules dans des cages aménagées avaient une meilleure qualité osseuse, probablement à cause d'une plus grande activité. Widowski et coll. (en préparation) n'ont trouvé aucune différence dans la production d'œufs, la prise alimentaire, les traits de qualité des œufs, la solidité des os ou la mortalité quand les poules étaient logées à 516 et 750 cm²/poule dans des cages aménagées à raison de 55 et 80 contre 28 et 40 poules, respectivement. Cependant, l'état du plumage et la propreté des oiseaux étaient nettement inférieurs à plus forte densité en cage.

Taille du groupe

Les poules pondeuses semblent être en mesure de distinguer les différents individus au sein de leur groupe social (Bradshaw, 1991). On ne sait pas le nombre exact maximum de congénères du troupeau qu'une poule peut reconnaître, mais on estime qu'il est à moins de 100 individus (Nicol et coll., 1999). Lindberg et Nicol (1996) ont rapporté que les poules dans un plus grand espace préfèrent des groupes de 5 aux groupes de 120. Cependant, l'inverse était vrai si l'espace d'un groupe de cinq était réduit. Keeling et coll. (2003) ont étudié l'effet de la taille du groupe (15, 30, 60 et 120 poules) chez les pondeuses logées dans des enclos sur parquet à densité constante (réalisée par ajustement de la taille de l'enclos) et à quantité constante d'espace aux mangeoires, aux abreuvoirs, nid et de perchoir par oiseau. Ils ont constaté que le poids corporel et le poids moyen des œufs étaient le plus bas dans les enclos de 30 poules. Ils ont suggéré que les résultats obtenus avaient trait à la structure sociale des groupes de tailles différentes. Plus précisément, ils ont proposé une structure sociale hiérarchique au sein des groupes plus petits (15) et un système social tolérant pour les deux plus grands groupes (60 et 120). Par contre, le groupe de 30 oiseaux était trop grand pour l'établissement d'une hiérarchie stable et trop petit pour permettre l'existence d'un système social tolérant. Ils ont également suggéré que les tailles de groupes d'environ 30 oiseaux pourraient être problématiques en production commerciale et, par extension, dans les cages aménagées. Cette hypothèse est appuyée par Hughes et coll. (1997) et Estevez et coll. (2002), mais ne semble pas être applicable à toutes les conditions. Widowski et coll. (en préparation) n'ont observé aucun effet de la taille des cages (groupes de 28 et 40 et de 55 et 80) sur la production d'œufs ou les indicateurs de bien-être, bien que la prise alimentaire ait été plus forte dans les cages plus petites. Barnett et col. (2009) a comparé les effets du logement de 8 oiseaux/cage à des densités de 750 et 1500 cm²/poule et de 16 oiseaux/cage à une densité de 750 cm²/poule dans des cages aménagées. Les poules logées en groupes de 16 avaient des concentrations de corticostérone plus élevées dans les œufs et certains aspects de leur réponse immunitaire étaient réduits comparativement aux groupes de 8 poules logées à 750 ou 1500 cm²/poule. La cage plus grande, indépendamment de la densité du logement, augmentait la solidité de l'os coracoïde, suggérant que plus d'espace avait un effet bénéfique sur ce paramètre. Les auteurs ont conclu que la taille du groupe pouvait avoir plus de répercussions sur le bien-être que l'allocation d'espace aux densités évaluées.

La recherche sur les cages aménagées a aussi utilisé des tailles de groupe variables, mais les résultats ne peuvent être attribués avec certitude au nombre de poules par cage à cause des différences dans la conception des cage. Ces résultats sont présentés ci-bas comme données intéressantes et par souci d'exhaustivité. Wall (2011) a étudié la performance de plusieurs races logées dans des cages aménagées par groupes de 8, 10, 20 et 40 oiseaux à la même densité. Il n'a relevé aucune différence dans la production ou la mortalité, mais les œufs fêlés et sales ont augmenté en fonction de la taille du groupe. Vits et coll. (2005) ont étudié la performance de deux races de pondeuses logées selon les normes de l'UE dans trois systèmes de cages aménagées. Les conceptions de cages Aviplus et Eurovent 625A logeaient des groupes de 10 ou 20 poules, alors que le modèle de cages Eurovent 625A logeait des groupes de 40 et 60 poules. La meilleure production d'œufs (89,4 %) a été relevée pour les groupes de 10 (Eurovent 625A) alors que la plus forte proportion d'œufs fêlés (0,7 %) a été observée dans les groupes de 60 poules. De plus, les groupes plus petits tendaient à consommer plus d'aliments dans le système Aviplus. Weitzenburger et coll. (2005) ont utilisé les mêmes races et systèmes de cages et ont noté que la mortalité était plus élevée (5,2 %) dans les petits groupes logés dans le système Eurovent 625A que dans les plus grands groupes logés dans les systèmes Aviplus et Eurovent 625A. Cependant, à l'intérieur de chaque type de cage, les différentes tailles de groupe n'avaient aucun effet sur la mortalité causée par le cannibalisme.

ESPACE MINIMUM POUR CERTAINS ÉQUIPEMENTS

Nids fermés

Wall (2011) a comparé l'utilisation de nids dans quatre concepts de cages aménagées et quatre (8, 10, 20 et 40) tailles de groupe offrant 150 cm² (23 po²) d'espace de nid par poule. Dans cette étude, 95 % des poules dans les groupes de 8 et 10 utilisaient les nids. Dans les groupes plus grands, plus d'œufs étaient pondus dans l'aire de grattage et l'utilisation des nids dépendait de la race. Il était important de fermer le bain de poussière durant la période de pointe de la ponte. Cependant, dans les groupes plus grands, jusqu'à 56 % des poules rejetaient les nids garnis de gazon synthétique et pondaient leurs œufs sur la litière, ce qui occasionnait plus d'œufs sales. Il ressort également que la synchronisation du comportement de nidification diminue avec la taille du groupe (Appleby, 2004). Le ratio d'espace de nid requis par oiseau diminue avec la taille du groupe, de sorte que dans un groupe de 12 poules ou plus, environ la moitié seulement d'espaces de nids est nécessaire par rapport au nombre d'oiseaux (Appleby, 2004). Appleby (1990) a suggéré qu'un nid de 625 cm² peut accommoder deux oiseaux à la fois, pour un groupe de 5 oiseaux (125 cm²/oiseau). Hunniford et coll. (2013) ont observé que lorsque l'on accordait aux poules 70 ou 100 cm²/poule d'espace de nid dans de grandes cages aménagées, la taille du groupe/concept de la cage et non l'allocation d'espace de nid affectait l'utilisation du nid et il y avait plus de picage agressif autour du nid dans les plus grands groupes. L'utilisation des nids fermés était moindre dans les cages plus grandes (77,1 %) que dans les cages plus petites (91,5 %). Les autres œufs et ce pour tous les groupes étaient pondus dans la zone de grattage (Hunniford et coll., 2013). Wall et coll. (2002) ont utilisé deux races d'oiseaux dans des groupes de 6, 14 et 16 et accordé 208 cm² de nid d'espace par poule, et ont signalé que la garniture de gazon synthétique ne peut être réduite à 50 % de la superficie du nid sans en affecter l'utilisation. L'utilisation du nid était nettement plus élevée quand 100 % du fond du nid était garni de gazon synthétique.

Espace de perchoir

Les caractéristiques des perchoirs et leur effet sur le comportement des oiseaux ont été revus (Struelens et Tuytens, 2009). L'utilisation des perchoirs est un comportement hautement synchronisé, surtout la nuit (Appleby et Hughes, 1990). Par conséquent, l'espace nécessaire au perchoir est déterminé entre autre par le nombre de poules et aussi par la largeur de leur corps (Appleby et Hughes, 1990; Duncan et coll., 1992; Appleby et coll., 1992; 1993), qui sera influencée par la taille des poules. Bien que plusieurs études aient démontré que 14 cm d'espace de perchoir par oiseau sont nécessaires pour des races hybrides de taille moyenne pour augmenter l'utilisation des perchoirs (Appleby et coll., 1993; Abrahamsson et coll., 1996) et diminuer les dommages aux pattes et aux plumes (Appleby, 1995), d'autres études ont constaté qu'une longueur de perchoir de 12 cm par oiseau est suffisante pour que les hybrides plus légères se perchent fréquemment la nuit (Tauson, 1984; Tauson et Abrahamsson, 1994; Wall et coll., 2002). Cependant, on a fait valoir que l'espace était insuffisant pour permettre une activité synchronisée parce que

les poules occupent au moins 18 cm d'espace en position assise (Sandilands et coll., 2009) et parce que les poules préfèrent s'éloigner de leurs voisines d'environ 5 cm quand elles sont perchées (Savory et coll., 2002). Appleby (1995) a comparé des espaces de perchoir de 12 cm et 15 cm par oiseau et a conclu que, bien que les deux aménagements aient été utilisés également, la disposition des perchoirs peut être aussi importante que l'espace. Des aspects de la disposition des perchoirs comme la distance jusqu'au mur du fond de la cage, la distance entre les perchoirs et l'utilisation de perchoirs transversaux peuvent influencer l'utilisation de l'espace des perchoirs. Struelens et coll. (2008b) ont constaté que les perchoirs transversaux n'étaient pas utilisés aussi efficacement que les perchoirs linéaires et que la sélection des positions par les poules étaient plus perturbées. Il convient de préciser que les données sur les besoins d'espace de perchoir sont basées sur des mesures linéaires.

Espace aux mangeoires et aux abreuvoirs

Un minimum de recherche a été effectué sur les besoins d'espace aux mangeoires et aux abreuvoirs des poules dans des cages aménagées.

Espace de grattage et de bains de poussière

Peu d'études ont examiné la quantité d'espace requise pour les bains de poussière et les tapis de grattage dans les cages aménagées. Herwig et Widowski (2013) ont constaté que la majorité du picorage, du grattage et des bains de poussière se produisaient sur des planchers grillagés plutôt que sur les tapis de grattage quand l'allocation d'espace aux tapis de grattage variait entre 31 et 89 cm²/poule.

Hauteur de la cage

La discussion sur la hauteur de la cage dans la section sur les cages classiques s'applique aux cages aménagées, sauf en ce qui a trait à la présence de perchoirs dans les cages aménagées. Les perchoirs doivent être suffisamment élevés pour permettre aux œufs de rouler librement en-dessous (Struelens et Tuytens, 2009) mais la distance entre le perchoir et le plafond de la cage doit être suffisante pour permettre aux poules de se percher. Struelens et coll. (2008a) ont examiné le comportement de poules pour lesquelles des perchoirs avaient été installés à diverses hauteurs dans des cages aménagées à hauteurs variables et ils ont conclu qu'une distance minimum de 19 à 24 cm était requise entre le plafond et le perchoir pour permettre à la plupart des poules de se percher. Dans une cage aménagée de 45 cm de hauteur ayant un perchoir à 24 cm sous le plafond de la cage, le perchoir peut se trouver à 21 cm au-dessus du plancher de la cage. Par conséquent, la présence de perchoirs ne nécessite pas une augmentation de la hauteur de la cage, sauf si on place les perchoirs plus haut.

LOGEMENT SANS CAGE

Exigences en matière d'espace horizontal (plancher)

La recherche sur les exigences en matière d'espace horizontal dans les systèmes de logement sans cage est difficile parce que la taille de l'exploitation exige une étude d'une grande superficie (contenant des milliers de poules) et à cause de la nature plus complexe et moins uniforme des systèmes qui y sont utilisés (p. ex., la nature du revêtement de plancher, l'utilisation de l'espace vertical, etc.). Les besoins d'espace fondamentaux mentionnés dans la section sur les cages classiques sont satisfaits d'emblée dans les systèmes de logement sans cage mais des critères supplémentaires comme le contrôle environnemental du poulailler (humidité relative, poussière, ammoniac), le comportement et le bien-être des oiseaux sont des facteurs pertinents à l'établissement des exigences en matière d'espace.

Poulaillers

Aucune recherche pertinente sur ces systèmes n'a été trouvée.

Volières

Dans l'étude de Carmichael et coll. (1999) sur la densité de peuplement (9,9, 13,5, 16 ou 19 oiseaux/m²) et sur l'utilisation des ressources dans les systèmes avec perchoirs, on a constaté que la densité de peuplement n'avait aucun effet sur la proportion d'oiseaux sur les planchers lattés ou sur les perchoirs élevés, mais que la proportion d'oiseaux sur la litière diminuait. Ceci donne à penser que les oiseaux se trouvaient dans l'aire de litière quand la demande pour cette ressource dépassait l'offre. Les comportements qui diminuaient avec l'augmentation de la densité de peuplement étaient, les déplacements, le picorage et le bain de poussière, alors que la station debout augmentait à cause du surpeuplement. Les comportements qui n'ont pas changé comprenaient les comportements de repos, de lissage des plumes, de préparation à la ponte et de confort. La proportion d'oiseaux mangeant et buvant ne change pas en fonction de la densité des groupes. Les auteurs ont conclu que 'Le bien-être des oiseaux à 19 oiseaux/m² pourrait avoir été légèrement compromis'. Channing et coll. (2001) ont étudié 5 différentes tailles de troupeau (323, 374, 431, 572 et 912 oiseaux) à densité constante (18,5 oiseaux/m²); les chercheurs ont constaté que la taille de la colonie n'a pas modifié la répartition des oiseaux dans les différentes aires de la volière avec perchoirs. Les oiseaux se déplaçaient dans l'enclos comme groupe synchronisé en flux constant, causant ainsi des zones temporaires à forte et faible densité tout au long de la journée. La taille de la colonie avait une certaine influence sur le comportement des oiseaux. Dans l'ensemble, on a relevé une tendance à moins manger et à se tenir debout plus longtemps dans la plus petite et la plus grande colonie. Nicol et coll. (1999) ont placé des oiseaux à des densités de 6, 14, 22 et 30 oiseaux/m² dans une volière avec perchoirs. Chaque perchoir occupait une superficie totale au plancher de 2,3 x 5,2 m et une aire de perchoir supplémentaire de 1,0 x 4,0 m. L'aire de perchoir comportait quatre étages de perchoirs placés directement à 40 cm au-dessus du précédent. La production d'œufs et l'état du plumage étaient à leur meilleur à la plus faible densité. L'état du plumage se détériorait avec l'augmentation de la taille du troupeau et de sa densité, ce qu'on a attribué à un léger picage des plumes. Le picage agressif était plus fréquent dans les troupeaux plus petits et à plus faibles densités de peuplement, possiblement parce que ces oiseaux tentaient de former des hiérarchies sociales. Les oiseaux dans les plus grands troupeaux à plus fortes densités semblaient adopter des stratégies de comportement non social et non agressif.

Par contre, Zimmerman et coll. (2006) ont observé que les niveaux initiaux de picage des plumes et d'agression étaient plus élevés dans la plus faible densité de peuplement (7 oiseaux/m²) de leur volière. Le picage des plumes et l'agression augmentaient avec l'âge, mais seulement dans les conditions de forte densité de peuplement (12 oiseaux/m²). Cet état de choses était compliqué encore davantage par la taille du troupeau en ce sens que les oiseaux logés dans des conditions de forte densité de peuplement affichaient plus d'agressivité, de lissage de leurs plumes et celles de leurs congénères et encore davantage dans les petits troupeaux que dans les grands troupeaux. Les auteurs ont conclu que, dans l'ensemble, le bien-être des poules ne semble pas être compromis par une densité de logement de 12 oiseaux/m², en comparaison à un logement à 9 ou 7 oiseaux/m² dans des systèmes de volière à un seul niveau.

Libre parcours

Il est impossible d'établir scientifiquement les besoins d'allocation d'espace dans les systèmes en libre parcours parce que les conditions environnementales varient considérablement d'un site à l'autre. En plus des résultats utilisés pour établir l'allocation d'espace susmentionnée, les facteurs pertinents à considérer comprennent la croissance végétale, les questions environnementales concernant les nutriments contenus dans les excréments et les conditions sanitaires (Knierim, 2006). Les relations entre ces facteurs et le bien-être des oiseaux n'ont pas été étudiées, mais des exercices de modélisation ont suggéré que, en général, l'accès au libre parcours apporte une petite contribution au bien-être animal si on le compare au niveau d'alimentation, à l'espace accordé à chaque poule, aux perchoirs, à la disponibilité de l'eau et aux nids (De Mol et coll., 2006). Cependant, les comportements naturels qui prévalent surtout dans les parcours en plein air sont les bains de soleil, la locomotion, l'exploration et le picorage, la course et le vol (Knierim, 2006). En général, il semble que plus les groupes sont grands, moins les poules vont à l'extérieur; or, la prévalence de l'utilisation du plein air varie selon les enquêtes, ce qui suggère que d'autres facteurs interviennent. Tel que cité dans Knierim (2006), Fürmetz et coll. (2004) ont conclu qu'on devrait fournir au moins 15 m² d'espace à l'extérieur par poule pour exploiter correctement un système mobile de libre

parcours dans lequel les poulaillers sont déplacés pour permettre l'entretien de la végétation. Tel que noté ci-dessus, cette estimation est très sensible à l'environnement dans lequel se trouve le libre parcours.

Dans leur étude, Hegelund et coll. (2005) ont signalé qu'en moyenne, 9 % du troupeau utilisait l'aire extérieure mais qu'il y avait d'importantes variations tant entre troupeaux qu'à l'intérieur d'un même troupeau et que les facteurs climatiques exerçaient une influence partielle. En effet, l'utilisation du libre parcours était affectée par la température, le vent, les précipitations et la saison. Le nombre de poules à l'extérieur diminuait avec l'augmentation de la vitesse du vent et des précipitations et présentait une relation parabolique avec la température; c'est-à-dire que le nombre de poules sur parcours augmentait jusqu'à ce que la température atteigne environ 17°C, ce après quoi le nombre diminuait. On a constaté également que le nombre de poules dans la cour avait tendance à diminuer plus tard dans la journée et quand la taille du troupeau augmentait (Hegelund et coll., 2005). On a observé que l'utilisation diminuait au cours de la journée et cette observation était plutôt inattendue, puisque d'autres études avaient constaté que le nombre de poules sur le parcours culminait en soirée (Davison, 1986; Bubier et Bradshaw, 1998). Cependant, cette différence peut s'expliquer du fait que chaque étude faisait ses relevés à des heures différentes.

Selon Hegelund et coll. (2005), le pourcentage des poules à l'extérieur semble avoir tendance à diminuer à mesure que la taille du troupeau augmente. Une tendance semblable a été observée dans une enquête effectuée par Grigor (1993 telle que citée dans Hegelund et coll., 2005) sur les tailles de troupeaux entre 1 et 7000 poules. Il semble y avoir deux points critiques – un quand le troupeau dépasse 500 poules et l'autre quand il dépasse 4000. On a aussi dégagé une claire corrélation entre la taille du troupeau et l'utilisation du parcours dans les troupeaux étudiés par Bubier et Bradshaw (1998), dans lesquels l'utilisation moyenne du parcours passait de 42 % dans un troupeau de 490 oiseaux à 5 % dans un troupeau de 2450 oiseaux.

Taille du groupe – Systèmes sans cage

Le nombre de poules utilisées en recherche sur la taille des groupes ne s'applique pas aux grandes exploitations où les troupeaux consistent en des milliers d'oiseaux logés ensemble. L'adoption de stratégies de comportement non social et non agressif par les oiseaux semble plus probable dans les plus grands troupeaux.

ESPACE MINIMUM POUR CERTAINS ÉQUIPEMENTS – SYSTÈMES SANS CAGE

Nids fermés, mangeoires, abreuvoirs et perchoirs

Il n'y a pas suffisamment de recherche sur les besoins en nids fermés, mangeoires, abreuvoirs et perchoirs chez les poules pondeuses logées sur parquet.

Tableau 2. Besoins de surface et de hauteur pour des poules exécutant divers comportements
(données modifiées de Mench, 2011) (Moyenne + Erreur-type sur la moyenne)

Comportement	Surface			Hauteur			n
	Unité	Moy. \pm ETM	Plage	Unité	Moy. \pm ETM	Plage	
Debout	po ²	87,3 \pm 1,2	60,6-111,1	po	13,7 \pm 0,5	12,0-16,2	9
	cm ²	563,2 \pm 7,7	391,0-716,8	cm	34,8 \pm 1,3	30,5-41,1	
Se retourner	po ²	203,9 \pm 3,6	143,5-339,6	po	15,2 \pm 0,9	12,1-20,6	9
	cm ²	1315,5 \pm 23,2	925,8-2191,0	cm	38,6 \pm 2,3	30,7-52,3	
Se coucher	po ²	49,3 \pm 0,99	45,0-52,0	po	-	-	8
	cm ²	318,1 \pm 6,39	290,3-335,5	cm	-	-	
Battre des ailes	po ²	213,6 \pm 2,9	165,6-287,0	po	19,9 \pm 0,8	14,8-22,5	9
	cm ²	1378,1 \pm 18,7	1068,4-1851,6	cm	50,5 \pm 2,0	37,6-57,2	
Envergure des ailes	po ²	16,7 \pm 1,6	14,2-18,3	po	-	-	9
	cm ²	107,7 \pm 10,3	91,6-118,1	cm	-	-	
Battre des ailes + 1 po (2,5 cm)	po ²	244,0 \pm 13,1	192,5-321,9	po	20,9 \pm 0,8	15,8-23,5	9
	cm ²	1574,2 \pm 84,5	1241,9-2076,8	cm	53,1 \pm 2,0	40,1-59,7	

Références

- Abrahamsson, P., R. Tauson et M. C. Appleby. 1996. Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *British Poultry Science* 37:521-540.
- Albentosa, M. J. et J. J. Cooper. 2003. Cage height preference of laying hens housed in furnished cages. *British Poultry Science* 44:55-56.
- Albentosa, M. J. et J. J. Cooper. 2004. Effects of cage height and stocking density on the frequency of comfort behaviours performed by laying hens housed in furnished cages. *Animal Welfare* 13:419-424.
- Albentosa, M. J. et J. J. Cooper. 2005. Testing resource value in group-housed animals: an investigation of cage height preferences in laying hens. *Behavioural Processes* 70:113-121.
- Albentosa, M. J., J. J. Cooper, T. Luddem, S. E. Redgate, H. A. Elson et A. W. Walker. 2007. Evaluation of the effects of cage height and stocking density on the behaviour of laying hens in furnished cages. *British Poultry Science* 48:1-11.
- Anderson K.E., Davis G.S., Jenkins PK, Carroll AS. 2004. Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. *Poultry Science* 83, 15-23.
- Appleby, M.C. 1998. The Edinburgh modified cage: effects of group size and space allowance on brown laying hens. *Journal of Applied Poultry Research* 7:152-161.
- Appleby, M. C. 1990. Behaviour of laying hens in cages with nest sites. *British Poultry Science* 32:71-80.
- Appleby, M. C. 1995. Perch length in cages for medium hybrid laying hens. *British Poultry Science* 36:23-31.
- Appleby, M.C. 2003. The European Union ban on conventional cages for laying hens: history and prospects. *J. Applied Animal Welfare Sci.* 6:103-121.
- Appleby, M. C. 2004. What causes crowding? Effects of space, facilities and group size on behaviour, with particular reference to furnished cages for hens. *Animal Welfare* 13:313-320.
- Appleby, M. C. et B. O. Hughes. 1990. Cages modified with perches and nests for the improvement of bird welfare. *World's Poultry Science J.* 46:38-40.
- Appleby, M.C., B.O. Hughes et H.A. Elson. 1992. Movement and maintenance. In *Poultry Production Systems. Behaviour, Management and Welfare*. Editors M.C. Appleby, B.O. Hughes et H.A. Elson. C.A.B International Wallingford OX10 8DE R.-U. Pages 199-201.
- Appleby, M. C., S. F. Smith et B. O. Hughes. 1993. Nesting, dustbathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behaviour and welfare. *British Poultry Science* 34:835-847.
- Appleby, M. C., A. W. Walker, C. J. Nicol, A. C. Lindberg, R. Freire, B. O. Hughes et H. A. Elson. 2002. Development of furnished cages for laying hens. *British Poultry Science* 43:489-500.
- Barnett, J.L., G.M. Cronin, J.A. Downing, V. Janardhana, J.W. Lowenthal et K.L. Butler. 2005. Effects of group size and space allowance on laying hen welfare. *Proceedings of the 17th Australian Poultry Science Symposium, Sydney, New South Wales, Australie, 7-9 février 2005 pp. 205-206.*
- Barnett, J.L. et P.H. Hemsworth. 2003. Science and its application in assessing the welfare of laying hens in the egg industry. *Australian Veterinary Journal* 81:615-624.
- Barnett, J. L., R. Tauson, J. A. Downing, V. Janardhana, J. W. Lowenthal, K. L. Butler et G. M. Cronin. 2009. The effects of a perch, dustbath and nest box, either alone or in combination as used in furnished cages, on the welfare of laying hens. *Poultry Science* 88:456-470.

- Bell, D., B. Chase, A. Douglass, P. Hester, J. Mench, R. Newberry, M. Shea-Moore, L. Stanker, J. Swanson et J. Armstrong 2004. UEP uses scientific approach in its establishment of welfare guidelines. *Feedstuffs*, 76 (11; March 15), 1-10.
- Bradshaw, R. H. 1991. Discrimination of group members by laying hens *Gallus domesticus*. *Behavioural Processes* 24:143-151.
- Bubier, N.E. et R.H. Bradshaw, 1998. Movement of flocks of laying hens in and out of the hen house in four free range systems. *British Poultry Science* 39:SS-SI8.
- Carmichael, N.L., A.W. Walker et B.O. Hughes. 1999. Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. *British Poultry Science* 40:165-176.
- Commission des Communautés européennes. 1996. Scientific Veterinary Committee Animal Welfare Section Report on the Welfare of Laying Hens. Directorate-General for Agriculture VI/BII.2.
- Commission des Communautés européennes. 1999. Council Directive 1999/74/EC laying down minimum standards for the protection of laying hens. *Official Journal of the European Communities* 203:53-57.
- Channing C.E., B.O. Hughes et A.W. Walker. 2001. Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system. *Applied Animal Behaviour Science* 72:335-345.
- Collins, L. M., L. Asher, D. U. Pfeiffer, W. J. Browne et C. J. Nicol. 2011. Clustering and synchrony in laying hens: the effect of environmental resources on social dynamics. *Applied Animal Behaviour Science* 129:43-53.
- Davidson, R. 1986. Land usage by domestic fowl in a free range egg production system. Unpublished Report, Poultry Department, West of Scotland Agricultural College.
- Dawkins, M.S. 1985. Cage height preference and use in battery-kept hens. *Veterinary Record* 116: 345-347.
- Dawkins, M. S. et S. Hardie. 1989. Space needs of laying hens. *British Poultry Science* 30:413-416.
- De Mol, R.M., W.G.P. Schouten, E. Evers, H. Drost, H.W.J. Houwers et A.C. Smits. 2006. A computer model for welfare assessment of poultry production systems for laying hens. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 54:157-168.
- Duncan, E. T., M. C. Appleby et B. O. Hughes. 1992. Effect of Perches in Laying Cages on Welfare and Production of Hens. *British Poultry Science* 33:25-35.
- Estevez, I., R. C. Newberry et L. J. Keeling. 2002. Dynamics of aggression in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 76:307-325.
- Faure, J. M. 1986. Operant determination of the cage and feeder size preferences of the laying hen. *Applied Animal Behaviour Science* 15:325-336.
- Garner J.P., A.S. Kiess, J.A. Mench, R.C. Newberry et P. Y. Hester. 2012. The effect of cage and house design on egg production and egg weight of White Leghorn hens: an epidemiological study. *Poultry Science* 91:1522-1535.
- Grigor, N. (1993) Use of space by laying hens: social and environmental implications for free-range systems. Thèse de Ph.D., University of Edinburgh.
- Hegelund L., J.T. Sorensen, J.B. Kjaer et I.S. Kristensen. 2005. Use of the range area in organic egg production systems: effect of climatic factors, flock size, age, and artificial cover. *British Poultry Science* 46:1-8.
- Herwig, E. et T. M. Widowski. 2013. Effect of density and cage size on foraging and dustbathing by laying hens in large furnished cages. 9th European Symposium on Poultry Welfare Book of Abstracts. Uppsala, Suède, p. 39.
- Hughes, B.O., N.L. Carmichael, A.W. Walker et P.N. Grigor. 1997. Low incidence of aggression in large flocks of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 54:215-234.

- Hunniford, M. E., S. Torrey, G. Bedecarrats, I.J.H. Duncan et T. M. Widowski. 2013. Does it seem crowded to you? Nesting behaviour and nest box use in large furnished cages. 9th European Symposium on Poultry Welfare Book of Abstracts. Uppsala, Suède, p. 40.
- Jalal, M.A., S.E. Scheideler et D. Marx. 2006. Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. *Poultry Science* 85:306-311.
- Keeling, L.J. 1994. Inter-bird distances and behavioural priorities in laying hens: the effect of spatial restriction. *Applied Animal Behaviour Science* 39:131-140.
- Keeling, L.J. 1995. Spacing behaviour and an ethological approach to assessing optimum space allocations for groups of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 44:171-186.
- Keeling, L.J. et I.J.H. Duncan. 1991. Social spacing in domestic fowl under seminatural conditions: the effect of behavioural activity and activity transitions. *Applied Animal Behaviour Science* 32:205-217.
- Keeling, L.J., I. Estevez, R.C. Newberry et M.G. Correia. 2003. Production-related traits of layers reared in different sized flocks: The concept of problematic intermediate group size. *Poultry Science* 82:1393-1396.
- Knierim, U. 2006. Animal welfare aspects of outdoor runs for laying hens: a review. *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* 54:133-145.
- Lagadic, H. et J. M. Faure. 1987. Preferences of domestic hens for cage size and floor types as measured by operant conditioning. *Applied Animal Behaviour Science* 19:147-155.
- Lindberg, A. C. et C. J. Nicol. 1996. Space and density effects on group size preferences in laying hens. *British Poultry Science* 37:709-721.
- Mench, J. A. 2011. Determination of space use by laying hens. Final report-CDFA Agreement 09-0854. Communication personnelle non publiée.
- Mishra, A., P. Koene, W. Schouten, B. Spruijt, P. van Beek et J. H. M. Metz. 2005. Temporal and sequential structure of behavior and facility usage of laying hens in an enriched environment. *Poultry Science* 84:979-991.
- Nicol, C. J. 1987. Behavioural responses of laying hens following a period of spatial restriction. *Animal Behaviour* 35:1709-1719.
- Nicol, C. J., N. G. Gregory, T. G. Knowles, I. D. Parkman et L. J. Wilkins. 1999. Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 65:137-152.
- Rech, O.A., J.W. Pinheiro, N.A.N. Fonseca, C.A. da Silva et A. Oba. 2010. Effect of genetic strain, cage space and dietetic tryptophan level on the laying hens performance. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 31: 1051-1058.
- Rios, R.L., A.G. Bertechini, J.C.C. Carvalho, S.F. Castro et V. A. Costa. 2009. Effect of cage density on the performance of 25- to 84- week old laying hens. *Brazilian Journal of Poultry Science* 11:257-262.
- Sandilands, V., C. Moinard et N.H.C. Sparks. 2009. Providing laying hens with perches: fulfilling behavioural needs but causing injury? *British Poultry Science* 50:395-406.
- Savory, C.J., D. Percival et I. Yuill. 2002. Influence of perch space allowance on perching behaviour of laying hens. *British Poultry Science* 43:22-23.
- Savory, C. J., M.C. Jack et V. Sandilands. 2006. Behavioural responses to different floor space allowances in small groups of laying hens. *British Poultry Science* 47:120-124.
- Sohail, S.S., M.M. Bryant et D.A. Roland, Sr., 2004. Effects of reducing cage density on performance and economics of second cycle (force rested) commercial leghorns. *Journal of Applied Poultry Research* 13:401-405.

- Struelens, E. et F.A.M. Tuytens. 2009. Effects of perch design on behaviour and health of laying hens. *Animal Welfare* 18:533-538.
- Struelens, E., F.A.M. Tuytens, L. Duchateau, T. Leroy, M. Cox, E. Vranken, J. Buyse, J. Zoons, D. Berckmans, F. Ödberg et B. Sonck. 2008a. Perching behaviour and perch height preference of laying hens in furnished cages varying in height. *British Poultry Science* 49:381-389.
- Struelens, E., E. Van Poucke, L. Duchateau, F. Ödberg, B. Sonck et F.A.M. Tuytens. 2008b. Effect of cross-wise perch designs on perch use in laying hens. *British Poultry Science* 49:402-408.
- Tactacan, G. B., W. Guenter, N. J. Lewis, J. C. Rodriguez-Lecompte et J. D. House. 2009. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. *Poultry Science* 88:698-707.
- Tauson, R. 1998. Health and production in improved cage designs. *Poultry Science* 77:1820-1827.
- Tauson, R. 1984. Effects of a perch in conventional cages for laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Anim. Sci.* 34:193-209.
- Tauson, R. et P. Abrahamsson. 1994. Foot and skeletal disorders in laying hens: Effects of perch design, hybrid, housing system and stocking density. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A -An. Sci.* 34:110-119.
- Thogerson, C. M., P. Y. Hester, J. A. Mench, R. C. Newberry, E. A. Pajor et J. P. Garner. 2009a. The effect of feeder space allocation on behaviour of Hy-line W-36 hens housed in conventional cages. *Poultry Science* 88:1544-1552.
- Thogerson, C.M., P.Y. Hester, J.A. Mench, R.C. Newberry, C.M. Okura, E.A. Pajor, P.N. Talaty et J.P. Garner. 2009b. The effect of feeder space allocation on productivity and physiology of Hy-Line W-36 hens housed in conventional cages. *Poultry Science* 88:1793-1799.
- Vits, A., D. Weitzenburger et O. Distl. 2005. Comparison of different housing systems for laying hens in respect of economic, health and welfare aspects with special regard to furnished cages (Review article). *Deut. Tierarztl. Woch.* 112:332-342.
- Wall, H. 2011. Production performance and proportion of nest eggs in layer hybrids housed in different designs of furnished cages. *Poultry Science* 90:2153-2161.
- Wall, H., R. Tauson et K. Elwinger. 2002. Effect of nest design, passages, and hybrid on use of nest and production performance of layers in furnished cages. *Poultry Science* 81:333-339.
- Webster, A. B. et J. F. Hurnik. 1994. Social synchronization of behaviour amongst laying hens in battery cages. *Applied Animal Behaviour Science* 40:153-165.
- Weitzenburger, D., A. Vits, H. Hamann et O. Distl. 2005. Effect of furnished small group housing systems and furnished cages on mortality and causes of death in two layer strains. *British Poultry Science* 46:553-559.
- Zimmerman, P.H., A. C. Lindberg, S. J. Pope, E. Glen, J. E. Bolhuis et C. J. Nicol. 2006. The effect of stocking density, flock size and modified management on laying hen behaviour and welfare in a non-cage system. *Applied Animal Behaviour Science* 101:111-124.

4. SANTÉ OSSEUSE

CONCLUSIONS

1. **L'augmentation des niveaux de calcium dans l'alimentation à 2,5 % ou plus, au moins 2 semaines avant la ponte du premier œuf dans l'installation des poulettes, diminue le risque d'ostéoporose.**
2. **L'administration d'au moins 33 % de calcium dans la ration sous forme de grosses particules de calcium (>2,5 mm diamètre) diminue le risque d'ostéoporose.**
3. **L'assurance qu'il n'y a pas de carence en Ca, P ou vitamine D diminuera le risque d'ostéoporose mais l'administration de ces nutriments après l'apparition de cette maladie a peu d'effet sur la qualité osseuse des poules affectées. Il ressort que l'administration d'un supplément alimentaire ralentit le développement de l'ostéopénie à l'ostéoporose chez les poules qui ne sont pas encore cliniquement affectées.**
4. **La solidité des os est inversement proportionnelle à la production d'œufs et à la solidité de la coquille.**
5. **La solidité des os est un trait héritable qui peut être sélectionné dans des programmes de sélection génétique. Des marqueurs génétiques de la solidité des os ont été identifiés, ceux-ci pourront être utilisés dans de futurs programmes de sélection.**
6. **La manipulation de programmes d'éclairage en période de croissance a peu d'effet sur la solidité des os au cours de la deuxième moitié de la ponte.**
7. **Le logement dans des cages classiques cause une plus faible solidité des os comparativement à tous les autres types de logement et le nombre le plus élevé de nouvelles fractures lors du dépeuplement et du transfert au pondoir. Cependant, il est associé au plus petit nombre d'anciennes fractures observées au cours de la ponte.**
8. **Le logement des poules dans des cages aménagées améliore la solidité des os comparativement au logement dans des cages classiques et il occasionne le plus petit nombre total de fractures, anciennes et nouvelles.**
9. **Le logement sans cages donne les os les plus forts et le plus petit nombre de nouvelles fractures au dépeuplement comparativement aux autres systèmes de logement. Cependant, il occasionne le plus grand nombre d'anciennes fractures et le plus grand nombre de fractures au total.**
10. **La quantité d'exercices favorisant le travail contre la gravité terrestre durant la ponte, disponibles surtout dans les types de logement plus élaborés, est le principal facteur contribuant à l'augmentation de la solidité des os.**

INTRODUCTION

Le métabolisme osseux chez les poules pondeuses diffère de celui des autres animaux à cause de la forte demande imposée aux poules lors de la production de la coquille de l'œuf. L'ostéoporose et la susceptibilité aux fractures sont des problèmes métaboliques qui affectent les poules pondeuses retrouvées dans tous les types de logement. L'ostéoporose consiste en une perte progressive des os structurels causée par des changements dans les mécanismes de formation et de remplacement des os, qui débute à la maturité sexuelle et qui se poursuit durant toute la période de ponte des poules (Whitehead et Fleming, 2000; Whitehead, 2004).

Les oiseaux ont trois types de tissus osseux dans leurs os longs (p. ex., fémur, humérus) : l'os cortical qui forme la couche extérieure rigide, l'os trabéculaire tissé à l'intérieur de l'os et agissant comme des entretoises pour donner de la rigidité et l'os médullaire, qui agit comme réservoir du calcium nécessaire à la production quotidienne de la coquille, mais qui a peu de force inhérente (Fleming et coll., 1998). Avant qu'un oiseau ne commence à pondre, la majorité de la formation et de la résorption des tissus osseux touche l'os trabéculaire et l'os cortical, mais lors de la

maturité sexuelle, les œstrogènes et testostérone déclencheront la production de l'os médullaire (Whitehead, 2004). L'os médullaire est produit aux dépens des os structurels et, au cours d'une intense période de production, la quantité des composants structurels diminue, rendant les os plus fragiles et prédisposés à l'ostéoporose (Whitehead, 2004). L'ostéopénie, un état précurseur, est caractérisée par une perte osseuse se situant entre 1 et 2,5 d'écart type sous la masse osseuse maximale; à plus de 2,5 écart-type sous la masse osseuse maximale, l'état pathologique est désigné comme ostéoporose (Beck et Hansen, 2004). À cause de l'étroite relation entre les œstrogènes, les récepteurs d'œstrogène et l'ostéoporose (Beck et Hansen, 2004) et étant donné que les récepteurs d'œstrogène diminuent au cours de la vie, le nombre de récepteurs étant nettement plus faible à 70 semaines d'âge que plus tôt dans la vie (Hansen et coll., 2003), le risque d'ostéoporose augmente avec l'âge de l'oiseau. Ainsi, les préoccupations quant au bien-être en raison du risque d'ostéoporose devraient être prises en considération quand on détermine la durée de la période de production d'une poule pondeuse.

Si la poule cesse de pondre, les niveaux d'hormones chutent, la formation des os structurels reprend et la régénération du squelette peut se produire (Whitehead, 2004).

Les principaux facteurs qui influent sur la gravité de l'ostéoporose sont la génétique, l'alimentation et le type de logement. Le type de logement joue un rôle important selon qu'il fournit ou non des occasions d'exercices qui sont reconnus comme affectant le niveau d'ostéoporose. Le logement peut aussi avoir une incidence sur les fractures, affectant les os les plus souvent fracturés et la période dans la vie d'une poule où les fractures sont les plus probables.

Les préoccupations en matière de bien-être liées à la santé osseuse chez les poules pondeuses résultent de l'ostéoporose, qui peut entraîner des fractures. On peut aborder la question du bien-être animal selon trois aspects distincts : l'état affectif (sentiments), la vie à l'état naturel et la fonction biologique. Une mauvaise santé osseuse a des répercussions sur l'état affectif des poules car elle cause de la douleur (Webster, 2004). Bien qu'on ne sache pas si l'ostéoporose est douloureuse chez les poules, les données expérimentales indiquent que les fractures sont douloureuses (Nasr et coll., 2012b). Les fractures et l'ostéoporose sont rares chez les poules de type sauvage. Ainsi, les poules pondeuses n'ont pas évolué pour s'adapter à ces conditions de logement confiné (Rubin et coll., 2007). Les fractures inhibent les activités naturelles comme voler, se percher et grimper, selon le site de la fracture (Sandilands, 2011). Les fractures et l'ostéoporose diminuent la fonction biologique en causant un stress à l'animal, en obligeant la poule à réparer la fracture et en diminuant les niveaux d'activité, la production d'œufs, la qualité des œufs et la viabilité (Nasr et coll., 2012a).

EFFETS DE LA NUTRITION

Kappeli et coll. (2011a) ont étudié les effets de la nutrition sur les difformités du bréchet chez les poules pondeuses. Dans deux expériences, les chercheurs ont examiné l'effet du 25-hydroxycholecalciférol (HyD, un supplément de vitamine D) sur les difformités du bréchet chez des poules de type Leghorn élevées en volière. Bien qu'aucun des oiseaux n'affichaient de difformités du bréchet durant la phase d'élevage, des difformités modérées à graves sont apparues graduellement pour atteindre 35 % dans la première expérience et 43,8 % dans la seconde à la fin de la ponte. Dans la première expérience, l'HyD n'a eu aucun effet marqué sur la prévalence des difformités du bréchet. Dans la seconde expérience, l'HyD n'a encore une fois eu aucun effet sur les difformités du bréchet, bien qu'on ait observé des différences entre les races. Les auteurs ont conclu qu'il y a un effet important selon la race et que la génétique pourrait avoir des effets plus puissants sur l'amélioration de la solidité osseuse que des modifications à la nutrition. Il est probable que la quantité de vitamine D dans la moulée commerciale pour pondeuses soit déjà suffisante et que la consommation de doses de vitamine D plus élevées ou encore de ses métabolites ne parvient pas à améliorer davantage la minéralisation osseuse chez les poules pondeuses (Kappeli et coll., 2011a). Il a été établi que les déficiences nutritionnelles en calcium, phosphore ou vitamine D3 entraînent la perte de l'os médullaire (Wilson et Duff, 1991). Rennie et coll. (1997) ont obtenu des résultats semblables quand ils ont observé qu'aucun des traitements nutritionnels (écailles d'huîtres, fluorure, 1-25-dihydroxycholecalciférol, acide ascorbique et divers niveaux de phosphore, protéines brutes et vitamine K) affectaient les volumes des os trabéculaires (structurels). Ainsi, Rennie et coll. (1997) ont conclu que des modifications à la nutrition avaient peu d'effet sur la prévention de l'ostéoporose chez les poules pondeuses. Des travaux plus récents par Tarleton et d'autres chercheurs (2013)

indiquent que les taux de fractures peuvent être réduits considérablement par la manipulation des niveaux d'acide gras de type oméga 3.

Bien que les composantes nutritionnelles puissent ne pas avoir d'effets significatifs, le moment de l'administration de ces composantes nutritionnelles a démontré des effets bénéfiques sur la santé osseuse. Dans une étude de cas, Mayeda et Ernst (2008) ont étudié les causes des problèmes de santé dans une installation ovicole commerciale et ont découvert qu'un nombre significatif de mortalités étaient causées par l'ostéoporose (c.-à-d. déformation et repli des côtes par suite de fractures à la jonction du sternum et des vertèbres). Les chercheurs ont tenté d'améliorer la situation au moyen d'un programme d'alimentation expérimental. La diète de croissance contenait 1,1 % de calcium et 0,48 % de phosphore; quand les oiseaux commençaient à pondre, la moulée des pondeuses contenait 3,8 % de calcium et 0,47 % de phosphore. Mayeda et Ernst (2008) ont proposé de modifier le programme d'alimentation en donnant aux poules une moulée pré-ponte avec 2,3 % de calcium et 0,4 % de phosphore puis d'augmenter le calcium à 4,09 % et le phosphore à 0,48% quand les poules commençaient à pondre. La nécropsie des poules mortes a indiqué que le programme d'alimentation modifié réduisait la mortalité attribuable à l'ostéoporose. Par conséquent, il est important de bien synchroniser l'intervention nutritionnelle. Fleming (2008) conseille de ne pas attendre la maturité sexuelle avant d'intervenir parce que toute intervention à ce stade n'affectera que la formation de l'os médullaire. L'inclusion de quantités adéquates de calcium, de vitamine D et de phosphore est importante durant la croissance afin de maximiser la solidité des os avant la résorption excessive qui se produit en ponte (Fleming, 2008). Comme Mayeda et Ernst (2008), Fleming (2008) suggère de ne pas attendre que les oiseaux commencent à pondre avant d'augmenter les niveaux de calcium, soulignant qu'une augmentation des niveaux de calcium à 14 semaines d'âge n'a aucun effet négatif. De plus, la vitamine D n'est pas généralement le facteur limitatif dans l'absorption minérale dans une diète pour volaille, mais il est impératif de s'assurer qu'il n'y a pas de déficience. Il est également essentiel d'éviter les déficiences en phosphore et son équilibre avec le calcium dans l'alimentation de la pondeuse doit être soigneusement calculé (Fleming, 2008). Par exemple, dans l'alimentation de départ, le rapport Ca:P devrait être d'environ 2:1 (Whitehead, 2001). Fleming (2008) précise que, tant que le calcium, la vitamine D et le P sont adéquats, les taux d'inclusion de calcium dans la diète devraient être augmentés aux niveaux des diètes de ponte bien avant la maturité sexuelle parce que la plupart des interventions nutritionnelles semblent généralement inefficaces si les poules sont déjà en ponte. Il en est ainsi parce que les effets ne seront perçus que dans l'os médullaire qui n'augmente la solidité des os que de façon limitée.

L'ajout de fortes doses de calcium trop tôt dans le cycle de vie peut avoir des effets physiologiques nuisibles, surtout l'urolithiase et la goutte. Wideman et coll. (1985) ont démontré que l'introduction de rations élevées en calcium bien avant la maturité sexuelle (dans ce cas, à 7 semaines) cause une augmentation marquée de la mortalité attribuable aux urolithes durant toute la vie du troupeau. À cause de la corrélation entre l'augmentation de l'estrogène et le remodelage osseux, 3 semaines avant la production du premier œuf semblerait être l'âge minimum approximatif indiqué pour augmenter le calcium dans la diète (Beck et Hansen, 2004).

Il a été démontré que la forme sous laquelle le calcium est présenté a aussi un rôle à jouer. Dans sa revue, Roland (1986) déclare que lorsqu'on compare différentes sources de calcium dont la taille des particules est semblable, la majorité des chercheurs ont conclu que les écailles d'huîtres et la pierre à chaux sont de valeur égale dans la qualité de coquille. Saunders-Blades et coll. (2009) ont constaté que les particules de calcium de plus grande taille augmentaient la minéralisation osseuse; par conséquent, la qualité des os s'en est trouvée améliorée. Scott et coll. (1971) ont émis l'hypothèse que les particules de calcium de plus grande taille demeurent dans le jabot et le gésier pour de plus longues périodes que les sources de calcium à particules plus fines, et que le calcium demeure disponible plus longtemps pour l'absorption. Les grosses particules de calcium peuvent donc être bénéfiques aux poules lors de leur phase nocturne alors qu'elles ne consomment pas d'aliments mais ont quand même un fort besoin en calcium en raison de la formation de la coquille (Etches, 1987).

Dans une expérience étudiant l'effet de multiples facteurs sur les caractéristiques osseuses, Fleming et coll. (2006) ont constaté que l'administration de pierre à chaux sous forme de particules à des oiseaux en cage augmentait la résistance à la rupture du tibiotarse et diminuait les nombres d'ostéoclastes comparativement aux oiseaux recevant seulement de la pierre à chaux. Une étude subséquente de Fleming (2008) a relevé des résultats similaires lorsqu'il a comparé des poules nourries avec de la pierre à chaux à des poules nourries de calcium fin; les résultats ont démontré que le nombre d'ostéoclastes était réduit et que la résistance à la rupture de même la densité

radiographique du tibiotarse augmentaient dans le groupe de poules nourries de pierre à chaux particulière (Fleming, 2008). Fleming et coll. (2006) ont affirmé que les interventions environnementales et nutritionnelles doivent être introduites et soutenues à des moments clés dans la vie d'une poule.

EFFETS GÉNÉTIQUES

Il existe des variations considérables dans la santé osseuse des poules pondeuses, les races commerciales ayant généralement des os plus faibles que les races traditionnelles (Hocking et coll., 2003). Les différences de solidité des os entre races spécifiques ont été relevées à maintes reprises. Riczu et coll. (2004) ont constaté que la résistance à la rupture, tant du radius que de l'humérus, dans la race brune était plus élevée que dans la race blanche à 66 semaines d'âge. Silversides et coll. (2006) ont constaté des différences selon la race dans les densités trabéculaires et corticales, ainsi que dans la résistance à la rupture de l'humérus d'une race non sélectionnée de poule brune de type Leghorn dont les os sont plus forts que ceux d'une race blanche commerciale ou d'une race brune commerciale. Budgell et Silversides (2004) ont comparé le nombre de poules ayant d'anciennes fractures avant le transport, des fractures survenues durant le dépeuplement et le transport, et des fractures survenues à l'abattage d'un échantillon de deux lignées commerciales et d'une lignée patrimoniale de poules en cage ayant été abattues à 72 semaines d'âge. La race brune commerciale et la race commerciale produisant des œufs blancs affichaient des nombres nettement plus élevés d'anciennes fractures et de fractures durant le transport que la lignée patrimoniale de poule brune de type Leghorn. Cependant, les oiseaux des trois lignées affichaient des fractures durant l'abattage.

La solidité des os est un trait héritable. Utilisant des poules blanches de type Leghorn commerciales en fin de ponte, Bishop et coll. (2000) ont constaté que la solidité des os peut être améliorée par la sélection génétique. La procédure utilisée pour générer ces lignées consistait à sélectionner la progéniture en fonction d'un indice osseux comprenant la résistance à la rupture du tibia et de l'humérus ainsi que la densité radiographique du bréchet. Les évidences scientifiques au sujet d'un QTL affectant certaines caractéristiques osseuses comme la résistance à la rupture de l'humérus et de l'articulation tibio-tarsienne ont été identifiées chez des lignées de poules blanches de type Leghorn sélectionnées de façon divergente en fonction d'une solidité osseuse accrue (Dunn et coll., 2007). Fleming et coll. (2006) ont observé que la sélection génétique pouvait être utilisée pour créer des lignées d'oiseaux qui sont plus ou moins résistants à l'ostéoporose.

Dans un croisement de 3 générations entre la poule blanche de type Leghorn et la poule de type sauvage (jungle fowl), Rubin et coll. (2007) ont identifié plusieurs QTL affectant significativement la solidité des os et la densité minérale de l'os fémoral. Fleming et coll. (2006) n'ont constaté aucune interaction entre la génétique et l'environnement en ce qui a trait aux caractéristiques osseuses, mais Fleming (2008) a constaté que la génétique et la nutrition peuvent avoir des effets additifs sur la solidité des os.

La solidité des os est inversement proportionnelle à la production d'œuf et les poules prédisposées à l'ostéoporose produisaient des œufs à coquilles sensiblement plus épaisses, indiquant que ces poules avaient une résorption osseuse plus active pour fabriquer les coquilles d'œuf (Kim et coll., 2012). C'est là un résultat de la relation inverse entre la quantité d'os médullaire et d'os cortical en vertu de laquelle l'os médullaire augmente aux dépens de l'os cortical durant le cycle de ponte. Ainsi, la perte d'os structurels et le développement de l'ostéoporose chez les poules pondeuses sont associés à la modélisation et à la remodelisation de l'os médullaire qui sert principalement de source de calcium pour la formation de la coquille (Wilson et Thorp, 1998; Cransberg et coll., 2001).

EFFETS DU LOGEMENT ET DE LA RÉGIE

Le type de logement a un effet important sur la sévérité de la faiblesse osseuse. Les cages limitent la quantité d'activité physique. Or, le manque d'exercice contribue au développement de la fragilité des os (Whitehead et Fleming, 2000). Dans une enquête sur les poules en fin de ponte au R.-U., Gregory et Wilkins (1989) ont signalé que près de 30 % des poules avaient subi une fracture ou plus au cours de leur vie. Une enquête ultérieure de Gregory et coll. (1994) a répété ces observations, ayant constaté que, en moyenne, 10 % des poules avaient subi des fractures pendant leur séjour en cages et un autre 17 %, durant le dépeuplement et le transport.

Les changements à la solidité des os qui se produisent durant la ponte sont influencés par le type d'exercices que reçoivent les oiseaux. Knowles et Broom (1990) ont observé une plus grande résistance à la rupture du tibia et de l'humérus chez les oiseaux logés dans des systèmes avec terrasse ou perchoir comparativement aux oiseaux en cage. L'augmentation de la solidité de l'humérus était particulièrement évidente dans le système avec perchoirs dans lequel les oiseaux ont la plus grande liberté de mouvement des ailes. Fleming et coll. (1994) ont fait état de conclusions similaires après avoir comparé les résultats des systèmes en cages à ceux de trois différents systèmes de perchoirs. On a observé des améliorations considérables dans une vaste gamme de caractéristiques osseuses chez des oiseaux logés dans des systèmes à perchoirs, la principale amélioration portant sur la solidité de l'humérus. Ceci était plus prononcé dans un système contenant plusieurs perchoirs placés en hauteur comparativement au système sur litière ou plancher grillagé contenant seulement des perchoirs relativement bas. Par conséquent, la possibilité de voler est un facteur important dans l'amélioration de la solidité de l'humérus. De la même manière, Moinard et coll. (1998) n'ont relevé aucune différence dans la résistance à la rupture du tibia de poules logées dans des cages ayant diverses superficies de plancher et(ou) hauteurs de cage; toutefois, ils ont observé des humérus plus forts dans les cages haute de 60 cm comparativement à celles hautes de 40 cm. Ils ont suggéré que des exercices comme sauter sur un perchoir et d'un perchoir peuvent augmenter la masse (Shipov et coll., 2010) et le volume (Hughes et coll., 1993) des os. Par conséquent, les effets de l'exercice et des systèmes de logement alternatifs ont été étudiés comme moyens d'atténuer l'ostéoporose.

Newman et Leeson (1998) ont constaté que la solidité du tibia augmente dans les 20 jours suivant le transfert des poules d'un système avec cages à un système de volière. De plus, après 20 jours en volière, les valeurs minérales des os se situaient entre celles des oiseaux logés uniquement dans des cages et ceux logés dans des volières. On a aussi constaté que le contenu de calcium dans les os n'est pas influencé par l'environnement des oiseaux. Il est clairement établi que l'installation de perchoirs dans des cages conventionnelles et aménagées améliore la solidité des os des pattes (Hughes et Appleby, 1989; Norgaard-Nielsen, 1990; Gregory et coll., 1991; Hughes et coll., 1993; Barnett et coll., (1997). Les plus grandes améliorations à la solidité des os se produisent quand les poules ont l'occasion de s'adonner à un large éventail d'activités et d'exercices. Barnett et coll. (1997) ont noté que le fémur, l'humérus et le tibia des poules étaient nettement plus forts chez les oiseaux logés dans des enclos sur parquet avec perchoirs comparativement aux cages conventionnelles avec ou sans perchoirs, l'ajout d'un perchoir dans les cages conventionnelles augmentant seulement la solidité du fémur. Jendral et coll. (2008) ont mesuré la résistance à la rupture du fémur, de l'humérus et du tibia de poules qui avaient été logées dans des cages conventionnelles, dans des cages équipées d'un nid et d'un perchoir et dans des colonies de cages offrant un nid et un perchoir avec ou sans accès à une partie surélevée pour bains de poussière. Les poules logées dans des cages conventionnelles avaient une moindre résistance à la rupture du fémur et du tibia que celles des autres groupes; la résistance à la rupture était la plus grande pour ces trois os chez les oiseaux logés dans des cages de colonie offrant accès à une partie surélevée pour bains de poussière. Ces données suggèrent que, parmi les systèmes de logement en cage, ceux qui fournissent le plus d'occasion d'exercices favorisent les os les plus forts. Cependant, les exercices favorisant le travail contre la gravité terrestre ont moins d'effets sur les os des poulettes. Whitehead et Wilson (1992) ont utilisé l'exercice comme moyen pour stimuler la croissance osseuse en éleveuse, mais ni le logement des poulettes dans des enclos, ni l'aménagement d'un carrousel pour ajouter à leurs possibilités d'exercice n'ont amélioré la qualité osseuse au début de la ponte comparativement aux poulettes élevées dans des cages. Enneking et coll. (2012) ont observé une augmentation de la teneur en minéraux dans les os de poulettes élevées dans des cages avec perchoirs comparativement à des groupes témoins, mais la différence n'était pas significative avant 12 semaines d'âge.

Il a été établi que le type de logement a des effets sur la prévalence et le moment des fractures (Knowles et Wilkins, 1998; Gregory et coll., 1990; Sandilands et coll., 2008). Une enquête de Gregory et Wilkins (1989) sur les poules en cage a noté que près de 30 % des poules avaient des fractures récentes et que 5 % avaient des fractures anciennes au moment de l'abattage. Certains de ces problèmes résultent de la conception de la cage et de la porte, tel que décrit dans Tauson (1985) et Elson (1990); les pattes, les ailes et d'autres parties du corps peuvent se coincer dans les portes et les espaces entre les cages, causant des fractures, surtout durant le dépeuplement. Cependant, des modifications à la conception des cages peuvent aider à en réduire l'incidence.

Moinard et coll. (1998) ont noté que l'incidence des ailes brisées était beaucoup plus faible dans les cages plus hautes; les auteurs ont affirmé que ceci pourrait être partiellement attribuable au fait que les cages plus hautes ont

des ouvertures plus grandes et donc causent moins de fractures durant le dépeuplement. Les oiseaux logés dans des systèmes sans cage ont des os plus forts et subissent moins de fractures au dépeuplement et à l'abattage, mais ils ont une plus forte incidence d'anciennes fractures que les poules logées dans des cages (Gregory et coll., 1990; Knowles et Wilkins, 1998). Wilkins et coll. (2004) ont estimé que les anciennes fractures du bréchet et de la fourchette claviculaire variaient entre 50 et 78 % des oiseaux échantillonnés parmi des troupeaux en parcours libre et entre 62 et 72 % des oiseaux échantillonnés parmi des troupeaux logés à l'intérieur sur litière ou plancher grillagé.

Une récente étude de Wilkins et coll. (2011) a porté spécifiquement sur la quantité d'anciennes fractures subies par les poules dans des systèmes de logement variant selon la conception et la présence de perchoirs. Tous les systèmes étaient associés avec des incidences élevées de dommages au bréchet même si les effets des systèmes sur différentes parties du squelette variaient considérablement. Ainsi, les oiseaux logés dans des cages aménagées avaient moins de dommages au bréchet (36 %) mais de loin les os les plus faibles. Les oiseaux de tous les systèmes contenant des perchoirs avaient le niveau le plus élevé de difformités du bréchet (80 %) et les scores lésionnels les plus élevés indiquant de sévères dommages au bréchet.

Dans une étude portant sur diverses combinaisons de densité de logement et de taille de troupeau dans une volière à un étage, Nicol et coll. (2006) ont constaté que 60 % des poules avaient des fractures à la fin de la ponte et l'incidence n'était pas affectée par la densité du logement et la taille du troupeau. Sandilands et coll. (2008) ont comparé les fractures au dépeuplement dans des troupeaux commerciaux qui avaient été logés dans des systèmes avec cages classiques, à cages aménagées, sans cages à l'intérieur et sur libre parcours. Les chercheurs ont constaté que les nouvelles fractures, surtout celles des ailes, étaient les plus fréquentes dans les cages classiques (24%) alors que les anciennes fractures, principalement celles au bréchet, étaient plus courantes dans les cages aménagées (33%) et encore davantage dans les systèmes sans cages (54 % en libre parcours et 52 % sans cages à l'intérieur).

Bien qu'il soit clairement démontré que les systèmes sans cage sont associés aux dommages du bréchet, il n'en est pas toujours ainsi. Donaldson et coll. (2012) ont étudié les effets des perchoirs aériens sur les blessures du bréchet chez les poules pondeuses sur libre parcours et ils ont constaté qu'il existe une forte interaction entre la ferme et les perchoirs (c.-à-d., des scores lésionnels élevés pour les dommages au bréchet augmentent sur certaines exploitations et non sur d'autres). Leurs résultats ont indiqué que l'accès aux perchoirs n'a pas d'effets évidents sur la sévérité des blessures au bréchet. Les auteurs ont suggéré que les variations individuelles de la solidité des os contribuent aux différences dans la prédisposition aux blessures du bréchet. Ils ont conclu que l'utilisation de perchoirs aériens dans les systèmes en libre parcours ne contribue pas uniformément aux dommages du bréchet. Kappeli et coll. (2011b) ont aussi relevé les fortes variations qui surviennent parmi les troupeaux de pondeuses en Suisse. La prévalence globale des difformités du bréchet, y compris les légères difformités, variait entre 20 et 83 %, alors que la prévalence de bréchets modérément à gravement déformés variait entre 6 et 48 %. Les systèmes de logement étaient, soit des volières, soit des enclos à litière profonde, la majorité ayant accès à des parcours extérieurs. Le logement en volière affichait une plus forte prévalence de déformations totales graves ou modérées, comparativement aux enclos sur parquet.

La prévalence des anciennes fractures associée aux systèmes sans cage semble résulter du traumatisme physique que subit un oiseau par suite d'un mauvais atterrissage ou d'une chute ou après avoir été poussé d'un perchoir (Whitehead et Fleming, 2000). Il en est ainsi parce que les oiseaux logés dans des systèmes alternatifs ont plus de liberté de mouvement (Leyendecker et coll., 2005). Par conséquent, ils peuvent prendre leur envol, ce qui crée un plus fort impact quand ils frappent un perchoir ou un autre objet (Vits et coll., 2005). Le bréchet est normalement la première partie du corps à entrer en contact avec les objets à cause de sa position anatomique sur l'oiseau (Scholz et coll., 2008). Les rapports d'histopathologie des difformités du bréchet indiquent que ces difformités sont le résultat de traumatismes et non de troubles du développement (Fleming et coll., 2004). La manipulation des poules de réforme a un impact sur le nombre de nouvelles fractures subies lorsque les poules sont capturées. En étudiant les poules commerciales capturées dans un même système, Gregory et Wilkins (1989) ont démontré qu'une manipulation délicate réduisait les taux de fracture de 24 % à 14%.

La conception et l'emplacement des équipements dédiés à l'enrichissement de l'environnement dans les installations de ponte ont aussi des répercussions sur la santé osseuse. Pickel et coll. (2011) ont démontré que la forme et le matériau du perchoir ont d'importants effets sur la pression exercée sur le bréchet. La taille et la forme

du perchoir ont aussi un important effet sur la surface du bréchet en contact avec le perchoir. On soupçonne que la pression maximale et la surface de contact sont des critères qui affectent les difformités du bréchet. On soupçonne que les difformités du bréchet et les fractures du bréchet n'ont pas les mêmes causes. Les difformités du bréchet résultent d'un mauvais design des perchoirs et surviennent suite à une pression exercée sur le bréchet (Pickel et coll., 2011). Les fractures du bréchet, par ailleurs, sont le résultat de mauvais atterrissages et de chocs (Whitehead et coll., 2000). Les perchoirs carrés offrent la plus faible pression maximale et la plus grande surface de contact. Le prototype de perchoirs de ce genre utilisé dans une étude expérimentale a démontré une importante diminution de la pression maximale et une forte augmentation de la surface de contact en comparaison des configurations de perchoirs disponibles dans le commerce. Wilkins et coll. (2011) ont démontré que la disposition des perchoirs avait une incidence sur le nombre d'anciennes fractures dans les troupeaux de pondeuses. Les perchoirs aériens (>180 cm au-dessus du sol) et les perchoirs triangulaires sont reconnus comme occasionnant beaucoup plus de fractures du bréchet que les installations à perchoirs plus bas. Jendral et coll. (2008) ont démontré que l'installation d'un bain de poussière surélevé dans les cages aménagées augmente nettement la densité et la résistance à la rupture des os comparativement aux cages aménagées dotées seulement de perchoirs. Des recherches plus poussées sont nécessaires pour optimiser les effets positifs sur la santé osseuse que peuvent fournir les aménagements environnementaux dans les installations de ponte.

Il ressort donc que les divers systèmes présentent des risques différents de dommages au squelette. Sherwin et coll. (2010) ont comparé le bien-être de pondeuses dans quatre différents systèmes de logement – cages classiques, cages aménagées, enclos sur parquet et systèmes en libre parcours. En ce qui a trait aux dommages au squelette, ils ont constaté que chaque système de logement possède avantages et inconvénients mais que, dans l'ensemble, les poules dans des cages classiques subissaient plus de fractures au dépeuplement que les oiseaux dans tout autre système et que les oiseaux dans les cages aménagées avaient la plus faible prévalence de problèmes en général. Rodenburg et coll. (2008) ont effectué une comparaison directe des systèmes avec cages aménagées et des systèmes sans cage et ont mesuré divers paramètres sur les os et sur le comportement. Les oiseaux dans des systèmes sans cage avaient des os plus forts; cependant, les oiseaux dans des cages aménagées avaient une plus faible incidence de fractures. Sandilands et coll. (2009) ont reconnu ce compromis quand ils ont écrit que le logement de pondeuses dans des systèmes élaborés plutôt que dans des cages améliore la solidité mais augmente les risques de fractures, surtout du bréchet. Les auteurs ont proposé de réduire la prévalence des fractures en améliorant la conception du logement et la sélection génétique.

La manipulation de la photopériode a été étudiée comme outil de régie visant à influencer la solidité osseuse. Étant donné que les os structurels diminuent avec l'âge, Hester et coll. (2011) ont tenté de minimiser l'apparition de l'ostéoporose en retardant la maturité sexuelle. Ils ont émis l'hypothèse que cette manipulation pourrait permettre aux poulettes de développer un squelette plus fort avant de commencer à pondre; ceci donnerait une meilleure minéralisation du squelette en fin de ponte. Les poulettes furent exposées à trois programmes d'éclairage qui diminuaient la photopériode à différentes vitesses entre les âges de 2 semaines à 16 semaines – rapidement, modérément et lentement. La baisse plus lente du programme d'éclairage a eu pour résultat de retarder la maturité sexuelle, tel qu'indiquée par des os plus longs, mais n'a pas amélioré la minéralisation osseuse à 66 semaines d'âge. Silversides (2006) n'a relevé aucune amélioration de la résistance à la rupture du tibia à 74 semaines d'âge quand la photostimulation était retardée. Hester et coll. (2011) ont conclu que les programmes d'éclairage des poulettes n'avaient aucun effet sur la minéralisation osseuse des poules en fin de ponte.

On a examiné l'alimentation à minuit comme outil de régie visant à favoriser la solidité des os. Riczu et Korver (2007) n'ont observé aucune amélioration dans la solidité des os suite à l'administration de moulée à minuit chez un troupeau de poules commerciales, à partir de 17 semaines d'âge et tout au long du cycle de ponte. Le troupeau témoin dans cet essai n'a présenté aucun symptôme d'ostéoporose et les auteurs ont proposé que l'alimentation à minuit pourrait n'avoir aucun bienfait sur les troupeaux qui ne sont pas prédisposés à l'ostéoporose, mais que cette pratique pourrait quand même être bénéfique si un troupeau est prédisposé à une faiblesse des os.

Références

- Barnett J.L., Glatz P.C., Newman E.A. et Cronin G.M. (1997). Effects of modifying layer cages with perches on stress physiology, plumage, pecking and bone strength of hens. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37:523-529.
- Beck, M.M. et Hansen, K.K. (2004). Role of estrogen in avian osteoporosis. *Poultry Science* 83:200-206.
- Bishop S.C., Fleming R.H., McCormack, H.A., Flock, D.K. et Whitehead, C.C. (2000). Inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science* 41: 33-40.
- Budgell K.K. et Silversides F.G. (2004). Bone breakage in three strains of end-of-lay hens. *Canadian Journal of Animal Science* 84:745-747.
- Chen X., Deng Y., Zhou Z., Tao Q., Zhu J. Li X., Chen J. et Hou J. (2010) 17 β -estradiol combined with testosterone promotes chicken osteoblast proliferation and differentiation by accelerating the cell cycle and inhibiting apoptosis in vitro. *Veterinary Research Communication* 34:143-152
- Cransberg P. H., Parkinson G.B, Wilson S. et Thorp B.H. (2001). Sequential studies of skeletal calcium reserves and structural bone volume in a commercial layer flock. *British Poultry Science* 42:260–265.
- Donaldson C.J., Ball M.E.E. et O’Connell N.E. (2012). Aerial perches and free-range laying hens: the effects of access to aerial perches and of individual bird parameters on keel bone injuries in commercial free-range laying hens. *Poultry Science* 91:304-315.
- Dunn I.C., Fleming R.H., McCormack, H.A., Morrice D., Burt D.W., Preisinger R. et Whitehead C.C. (2007). A QTL for osteoporosis detected in an F₂ population derived from White Leghorn chicken lines divergently selected for bone index. *Animal Genetics* 38:45-49.
- Enneking, S.A., Cheng, H.W., Jefferson-Moore, K.Y., Rubin, D.A. et Hester, P.Y. (2012). Early access to perches in caged White Leghorn pullets. *Poultry Science* 91:2114-2120.
- Etches R.J. (1987). Calcium logistics in the laying hen. *Journal of Nutrition* 117:619-628.
- Elson H.A. (1990). Recent development in laying cages designed to improve bird welfare. *World’s Poultry Science Journal* 46:34-37.
- Fleming R.H. (2008). Nutritional factors affecting poultry bone health. Coleraine, Ireland, July 16-19, *Proceedings of the Nutrition Society* 67:177-183.
- Fleming R.H., McCormack H.A., McTeir L. et Whitehead C.C. (1998) Medullary bone and humeral breaking strength in laying hens. *Research in Veterinary Science* 64:63-67.
- Fleming R.H., McCormack H.A., McTeir L. et Whitehead C.C. (2004). Incidence, pathology and prevention of keel bone deformities in the laying hen. *British Poultry Science* 45: 320-330.
- Fleming R.H., McCormack H.A., McTeir L. et Whitehead C.C. (2006). Relationships between genetic, environmental and nutritional factors influencing osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science* 47:742-755.
- Fleming R.H., Whitehead C.C., Alvey D., Gregory N.G. et Wilkins, L.J. (1994). Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British Poultry Science* 35:651-662.
- Hester P.Y., Wilson D.A., Settar P., Arango J.A. et O’Sullivan N.P. (2011). Effect of lighting programs during the pullet phase on skeletal integrity of egg-laying strains of chickens. *Poultry Science* 90:1645-1651.
- Gregory N.G. et Wilkins L.J. (1989). Broken bones in domestic fowl: Handling and processing damage in end-in-lay battery hens. *British Poultry Science* 30:555-562.

- Gregory N.G., Wilkins L.J., Eleperuma S.D., Ballantyne A.J. et Overfield N.D. (1990). Broken bones in domestic fowls: effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. *British Poultry Science* 31:59-69.
- Gregory N.G., Wilkins L.J., Kestin S.C., Beyavin C.G. et Alvey D.M. (1991). Effects of husbandry system on broken bones and bone strength in hens. *Veterinary Record* 128:397-399.
- Gregory, N. G., Wilkins L.J., Knowles T.G., Sorensen P. et VanNiekerk T. (1994). Incidence of bone fractures in European layers. Pages 126–128 in: *Proceedings of the 9th European Poultry Conference. Vol II. UK Branch of WPSA, Glasgow, UK.* Cited in: Whitehead C.C. and Fleming R.H. (2000). Osteoporosis in cage layers. *Poultry Science* 79:1033-1041.
- Hansen, K.K., Kittok, R.J., Sarath, G., Toombs, C.F., Caceres, N., Beck, M.M. (2003). Estrogen receptor- α populations change with age in commercial laying hens. *Poultry Science* 82:1624-1629.
- Hocking P.M., Bain M., Channing C.E., Fleming R.H. et Wilson S. (2003). Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *British Poultry Science* 44:365-373.
- Hughes B.O. et Appleby, M.C. (1989). Increase in bone strength of spent laying hens housed in modified cages with perches. *Veterinary Record* 42:483-484.
- Hughes B.O., Wilson S., Appleby M.C. et Smith S.F. (1993). Comparison of bone volume and strength as measures of skeletal integrity in caged laying hens with access to perches. *Research in Veterinary Science* 54:202–206.
- Jendral M.J., Korver D.R., Church J.S. et Feddes J.J.R. (2008). Bone mineral density and breaking strength of white leghorns housed in conventional, modified, and commercially available colony battery cages. *Poultry Science* 87:828-837.
- Käppeli S., Gebhardt-Henrich S.G., Fröhlich E., Pfulg A. et Stoffel M.H. (2011b). Prevalence of keel bone deformities in Swiss laying hens. *British Poultry Science* 52: 531-536.
- Käppeli S., Gebhardt-Henrich S.G., Fröhlich E., Pfulg A., Schäublin H. et Stoffel M.H. (2011a). Effects of housing, perches, genetics, and 25-hydroxycholecalciferol on keel bone deformities in laying hens. *Poultry Science* 90:1637-1644.
- Kim, W.K., Bloomfield, S.A., Sugiyama, T., Ricke, S.C. (2012). Concepts and methods for understanding bone metabolism in laying hens. *Worlds Poultry Science Journal* 68:71-82.
- Knowles, T. G. et D. G. Broom (1990). Limb bone strength and movement in laying hens from different housing systems. *Veterinary Record* 126:354–356.
- Knowles T.G. et Wilkins L.J. (1998). The problem of broken bones during the handling of laying hens – A review. *Poultry Science* 77: 1789-1802.
- Leyendecker M., Hamann H., Hartung J., Kamphues J., Neumann U., Sürle C. et Distl O. (2005). Keeping laying hens in furnished cages and an aviary housing system enhances their bone stability. *British Poultry Science* 46:536–544.
- Mayeda B. et Ernst R.A. (2008). Prevention of fatal cage-layer osteoporosis. *Avian Diseases* 52:544-545.
- Moinard C., Morrise J.P. et Faure J.M. (1998). Effect of cage area, cage height and perches on feather condition, bone breakage and mortality of laying hens. *British Poultry Science* 39:198-202.
- Nasr, M.A.F., Murrell, J., Wilkins, L.J., Nicol, C.J. (2012a). The effect of keel fractures on egg-production parameters, mobility and behaviour in individual laying hens. *Animal Welfare*. 21:127-135.
- Nasr, M.A.F., Nicol, C.J., Murrell, J.C. (2012b) Do laying hens with keel bone fractures experience pain? *PLoS ONE* 7(8): e42420. doi:10.1371/journal.pone.0042420

- Newman, S. et Leeson, S. (1998). Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics. *Poultry Science* 77:1492-1496.
- Nicol C.J., Brown S.N., Glen E., Pope S.J. Short F.J., Wariss P.D., Zimmerman P.H. et Wilkins L.J. (2006). Effects of stocking density, flock size and management on the welfare of laying hens in single-tier aviaries. *British Poultry Science* 47:135-146.
- Nørgaard-Nielsen G. (1990). Bone strength of laying hens kept in an alternative system, compared with hens in cages and on deep litter. *British Poultry Science* 31:81-89.
- Pickel, T., Schrader, L., Scholz, B. 2011. Pressure load on keel bone and foot pads in perching laying hens in relation to perch design. *Poultry Science* 90:715-724.
- Rennie J.S., Fleming R.H., McCormack H.A., McCorquodale C.C., Whitehead C.C. (1997). Studies on effects of nutritional factors on bone structure and osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science* 38:417-424.
- Riczu, C.M., Korver, D.R. (2007) Effects of midnight feeding on performance, egg quality, and bone quality of white- and brown-egg-laying strains. *Poultry Industry Council Project #176*.
- Riczu C.M., Saunder-Blades J.L., Yngvesson A.K., Robinson F.E. et Korver D.R. (2004). End-of-cycle bone quality in white- and brown-egg laying hens. *Poultry Science* 83:375-383.
- Rodenburg T.B., Tuytens F.A.M., de Reu K., Herman L., Zoons J. et Sonk B. (2008). Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems: an on-farm comparison. *Animal Welfare* 17: 363-373.
- Roland D.A. Sr. (1986). Eggshell quality IV: Oyster shell versus limestone and the importance of particle size or solubility of calcium source. *World's Poultry Science Journal*: 42:166-171.
- Rubin C-J, Lindberg J., Fitzsimmons C., Savolainen P., Jensen P., Lundeberg J., Andersson L. et Kindmark A. (2007). Differential gene expression in femoral bone for red junglefowl and domestic chicken, differing for bone phenotypic traits. *BMC Genomics* 8:208-230.
- Sandilands V (2011) The laying hen and bone fractures. *Veterinary Record* 169:411-412.
- Sandilands V., Nevison I. et Sparks N.H.C. (2008). The welfare of laying hens during depopulation. Proceedings of the XXIII World's Poultry Congress (Brisbane, CD ROM).
- Sandilands V., Moinard C. et Sparks N.H.C. (2009). Providing laying hens with perches: fulfilling behavioural needs but causing injury? *British Poultry Science* 50:395-406.
- Saunder-blades J.L., MacIsaac J.L., Korver D.R. et Anderson D.M. (2009). The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. *Poultry Science* 88:338-353.
- Scholz, B., Rönchen S., Hamann H., Hewicker-Trautwein, M. et Distl O. (2008). Keel bone condition in laying hens: A histological evaluation of macroscopically assessed keel bones. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 121:89-94. Cited in: Donaldson C.J., Ball M.E.E. and O'Connell N.E. (2012). Aerial perches and free-range laying hens: the effects of access to aerial perches and of individual bird parameters on keel bone injuries in commercial free-range laying hens. *Poultry Science* 91:304-315.
- Scott M.L., Hull, S.J. et Mullenhoff P.A. (1971). The calcium requirement of laying hens and effects of dietary oyster shells upon eggshell quality. *Poultry Science* 50:1055-1063.
- Sherwin C.M., Richards G.J. et Nicol C.J. (2010). Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. *Poultry Science* 51:488-499.
- Shipov A., Sharir A., Zelzer E., Milgram J., Monsonogo-Orna E. et Shahar, R. (2010). The influence of severe prolonged exercise restriction on the mechanical and structural properties of bone in an avian model. *Veterinary Journal* 183:153-160.

- Silversides F.G., Korver D.R. et Budgell K.L. (2006). Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. *Poultry Science* 85:1136-1144.
- Tarlton, J.F., Wilkins, L.J., Toscano, M.J., Avery, N.C., Knott, L., 2013. Reduced bone breakage and increased bone strength in free range laying hens fed omega-3 polyunsaturated fatty acid supplemented diets. *Bone* 52, 578-586. doi: 10.1016/j.bone.2012.11.003.
- Tauson R. (1985). Mortality in laying hens caused by differences in cage design. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A – Animal Science* 35:165-174.
- Vits, A., Weitzenbürger D, Hamann H. et Distl O. 2005. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poultry Science* 84:1511–1519.
- Webster A.B. (2004) Welfare implications of avian osteoporosis. *Poultry Science* 83:184-192.
- Wideman, R.F., Closser, J.A., Roush, W.B., Cowen, B.S. 1985. Urolithiasis in pullets and laying hens: Role of dietary calcium and phosphorus. *Poultry Science* 64:2300-2309.
- Whitehead C.C. (2001) Nutrition and poultry welfare. *World's Poultry Science Journal* 58:349-356.
- Whitehead C.C. (2004). Overview of bone biology in the egg-laying hen. *Poultry Science* 83:193-199.
- Whitehead C.C. et Fleming R.H. (2000). Osteoporosis in cage layers. *Poultry Science* 79:1033-1041.
- Whitehead, C. C., et Wilson S. (1992). Characteristics of osteopenia in hens. In: *Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry*. (Whitehead C.C. éd). Abingdon, UK.: Carfax Publishing Co., pp. 265–280.
- Wilkins LJ, Brown S.N., Zimmerman P.H., Leeb C. et Nicol C.J. (2004). Investigation of palpation as a method for determining the prevalence of keel and furculum damage in laying hens. *Veterinary Record* 155:547-549.
- Wilkins L.J., McKinstry J.L., Avery N.C., Knowles T.G., Brown S.N., Tarlton J., Nicol C.J. (2011). Influence of housing system and design on bone strength and keel bone fractures in laying hens. *Veterinary Record* 169:414-421.
- Wilson S. et Duff S.R.I. (1991). Effects of vitamin or mineral deficiency on the morphology of medullary bone in laying hens. *Research in Veterinary Science* 50:216-221.
- Wilson S. et Thorp B.H. (1998). Estrogen and cancellous bone loss in the fowl. *Calcified Tissue International* 62:506–511.

5. PICAGE DES PLUMES ET CANNIBALISME

CONCLUSIONS

1. **La taille du bec est une méthode efficace pour réduire le cannibalisme et le picage sévère des plumes. Ce compromis au bien-être des poules comprend une difficulté accrue à effectuer les activités normales de picage, y compris l'alimentation, le lissage des plumes, ainsi que la douleur associée à cette procédure. La douleur varie selon le moment et la méthode choisies pour effectuer la taille du bec (voir le chapitre Traitement du bec).**
2. **La sélection génétique contre le comportement de picage des plumes, le dommage des plumes et la mortalité attribuable à des blessures infligées par picage est efficace dans la réduction du risque de picage des plumes et de cannibalisme.**
3. **En encourageant le comportement de picorage en éleveuse et à l'âge adulte, en fournissant une litière attrayante et friable, on réduit le picage sévère des plumes ainsi que le cannibalisme. Pour les troupeaux en libre parcours, on réduit le risque en adoptant des mesures qui augmentent l'utilisation du parcours extérieur.**
4. **L'élevage dans un environnement donnant aux poulettes accès à des éleveuses obscures semble avoir certains effets protecteurs en minimisant le risque de picage sévère des plumes et le fait de donner aux poules adultes accès à des nids positionnés à l'ombre semble minimiser le risque de cannibalisme cloacal. Des études épidémiologiques suggèrent que le cannibalisme cloacal peut être réduit en utilisant des programmes d'éclairage qui empêchent l'apparition précoce de la maturité sexuelle. En réduisant la visibilité, des intensités lumineuses de moins de 5 lux peuvent atténuer les dommages infligés par picage. Les compromis au bien-être, si cette mesure est appliquée à la grandeur de l'installation, comprennent des répercussions sur la santé des yeux, la préférence des poules pour un environnement illuminé quand elles sont actives, le risque de picage dommageable quand l'éclairage est augmenté aux fins d'inspection du troupeau et les risques potentiels au bien-être résultant de la difficulté de juger l'atterrissage d'un perchoir (voir le chapitre Logement).**
5. **Les déficiences nutritionnelles augmentent le risque de picage sévère des plumes et de cannibalisme. En veillant à l'ingestion d'une diète équilibrée ayant un contenu en protéines brutes d'au moins 124 g/kg d'aliments et des acides aminés, minéraux et autres nutriments essentiels satisfaisant ou dépassant les lignes directrices du National Research Council (1994) des États-Unis, on réduit le risque de cannibalisme et de picage sévère des plumes. Les autres facteurs nutritionnels qui réduisent le risque de tels problèmes comportementaux comprennent l'administration des aliments sous forme de moulée farine plutôt que de granules et l'accès aux produits d'ensilage, au pâturage et aux autres sources de fibres alimentaires.**
6. **L'aménagement de perchoirs dès le bas âge (dans les 4 semaines suivant l'éclosion) peut réduire le risque de picage traumatique chez les poules adultes en facilitant apparemment l'utilisation de perchoirs élevés et de nids fermés. Le risque de picage traumatique est plus faible quand les perchoirs sont à plus de 45 cm au-dessus du plancher; ceci permet aux poules perchées d'éviter le picage d'oiseaux actifs sur le plancher en-dessous. Les compromis comprennent le risque accru de dommage au bréchet malgré des os plus forts et la contamination fécale des oiseaux situés sous les perchoirs (voir le chapitre Logement).**
7. **Le cannibalisme et le picage sévère des plumes se développent et se propagent par une combinaison d'apprentissage individuel et social. Le risque de ces problèmes de comportement augmente avec la taille du groupe, au moins jusqu'à environ 200 poules. Le risque peut être atténué par des aménagements qui séparent les poules s'adonnant à différentes activités et en retirant rapidement les oiseaux morts et blessés. Une fois établis, ces comportements sont plus difficiles à contrôler.**

8. Bien qu'aucune stratégie ne garantisse la prévention du picage traumatique, plus le nombre de facteurs de protection mis en place augmente, plus les risques de picage des plumes et de cannibalisme diminuent.

INTRODUCTION

On observe de nombreuses formes de picage des plumes et de cannibalisme chez les poules pondeuses. On constate l'*autoplumaison* chez certaines races de poules logées individuellement, mais le terme « picage des plumes » s'applique généralement au comportement dans lequel une poule picosse ou tire les plumes d'une autre poule. On observe communément un *léger picage des plumes exploratoire* ne causant aucun dommage chez les poules et les poulettes et ne semblant pas affecter le sujet ciblé. Chez les poussins, cette pratique semble constituer un comportement exploratoire social normal (Riedstra et Groothuis, 2002). Dans le *léger picage des plumes stéréotypé*, un oiseau persiste à en suivre un autre et à donner de légers coups de bec répétés à son plumage (Newberry et coll., 2007). Bien que ce comportement n'endommage pas les plumes, ce picage des plumes répété soulève des inquiétudes au sujet du bien-être de l'oiseau qui poursuit l'autre à cause de son aspect anormal et compulsif. Les sujets ciblés s'éloignent en donnant l'impression d'être légèrement perturbés par cette poursuite continue de l'autre oiseau (Newberry et coll., 2007). La plupart des documents de recherche ne font pas la distinction entre ces différentes formes de picage des plumes.

La forme la plus inquiétante de picage des plumes est le *picage sévère des plumes* dans lequel les poules saisissent et tirent, brisent ou enlèvent violemment des plumes qu'elles mangent parfois. Les sujets ciblés réagissent par évitement immédiat, souvent accompagné de cris indiquant que le déplumage est douloureux (Gentle et Hunter, 1991). Le dommage au plumage qui en résulte nuit à la thermorégulation qui, dans les climats plus froids, entraîne une augmentation de la prise alimentaire et une réduction de l'efficacité alimentaire (Leeson et Morrison 1978; Herremans et coll., 1989). La perte de plumes compromet également la fonction protectrice de la peau, ce qui peut augmenter le risque d'égratignures et, chez les oiseaux en libre parcours, le risque de coup de soleil. De plus, les dommages aux plumes de la queue et des ailes affectent l'abilité lors du vol et peuvent ainsi augmenter le risque de fractures chez les poules en liberté.

Le cannibalisme, ce comportement consistant à becqueter et à consommer le sang et les tissus d'individus de la même espèce, pose divers sérieux problèmes de bien-être chez les poules pondeuses parce que la victime subit des blessures qui, si elles sont sévères, entraînent la mort. Le cassage et l'enlèvement des plumes par picage sévère des plumes peut causer des saignements qui mènent au cannibalisme de la peau et des tissus sous-jacents (Blokhuys et Arkes, 1984; Cloutier et coll., 2000; McAdie et Keeling, 2000). En plus du *picage traumatique* des zones recouvertes de plumes du corps comme séquelle du picage sévère des plumes, le cannibalisme peut se produire indépendamment du picage des plumes sous forme de picage des orteils (Leonard et coll., 1995, Rodenburg et coll., 2009), de la crête/tête (lié à l'agression sociale, Leonard et coll., 1995; Cloutier et Newberry, 2002a) ou le *cannibalisme cloacal* (Hocking et coll., 2004; Newberry, 2004). Ce dernier phénomène peut causer des infections internes, un prolapsus et, dans les cas graves, une rapide éviscération de la victime. Ce comportement apparaît typiquement après le début de la ponte en association avec l'oviposition (Yngvesson et coll., 2004).

Les inquiétudes en matière de bien-être que soulèvent ces comportements comprennent la santé et les fonctions biologiques compromises (mortalité, blessure, plumage endommagé, immunosuppression, susceptibilité augmentée aux infections), un comportement anormal et des sensations négatives (peur et douleur de la victime, possibilité de sentiments négatifs entraînant un comportement d'agression). Ces comportements comportent plusieurs facteurs de risque, y compris la forme du bec, l'éclairage, la génétique, l'alimentation, les occasions de picorer et la taille du troupeau. Ces facteurs seront examinés ci-bas et se terminent par une section sur les effets des facteurs environnementaux vécus en éleveuse.

TRAITEMENTS DU BEC ET AUTRES MOYENS DISSUASIFS COMME MESURES DE CONTRÔLE¹

Chez les poules au bec intact, la mortalité attribuable au cannibalisme a été rapportée comme affectant un pourcentage variable du troupeau, dépassant 30 % dans certains cas (Allen et Perry, 1975; Curtis et Marsh, 1992; Craig et Muir, 1996). Le picage sévère des plumes et le cannibalisme sont souvent contrôlés par la taille du bec, une méthode consistant essentiellement à enlever une partie du bec supérieur et, une plus petite partie du bec inférieur. Lorsque bien exécutée par un personnel entraîné, la taille du bec peut réduire les blessures et mortalités infligées par le picage, diminuer la prise alimentaire et améliorer l'efficacité alimentaire (Blokhuis et van der Haar, 1989; Glatz, 1990; Maizama et Adams, 1994; Hughes et Gentle, 1995; Gentle et coll., 1997). Dans une lignée génétique chez laquelle l'incidence du picage sévère des plumes et du cannibalisme était déjà faible, on n'a pas observé de diminution supplémentaire de ces comportements suite à la taille du bec (Craig et Lee, 1990).

Bien que la taille du bec contribue à réduire les problèmes de bien-être causés par le cannibalisme et le picage des plumes, la procédure se fait sans anesthésie, soulevant ainsi des inquiétudes quant à la douleur qui en résulte. Les données indiquent que l'âge au moment de la procédure, la méthode utilisée et le site de la taille ont un effet sur la douleur ressentie (voir le chapitre Traitement du bec).

Diverses hypothèses ont été avancées pour expliquer pourquoi la taille du bec réduit les dommages infligés par les coups de bec. Structurellement, le bec taillé ne possède plus ce crochet pointu utilisé pour percer et déchirer la peau et la chair (Newberry, 2004) et les deux mandibules ne sont plus opposées l'une à l'autre d'une manière qui permet la saisie et la manipulation précise d'objets avec le bec. La taille du bec affecte les nocicepteurs et les mécanorécepteurs situés au bout du bec, entraînant une perte de rétroaction sensorielle, ainsi qu'une diminution de la discrimination tactile réduisant ainsi l'efficacité des coups de bec (Desserich et coll., 1983; Gentle et Breward, 1986). Si le bec taillé est douloureux, et la force des coups de bec réduite (Dennis et Cheng, 2010), les dommages aux autres oiseaux sont moindres. Puisque la taille du bec augmente la durée de la prise alimentaire, ceci peut peut-être réduire le temps qui autrement, serait consacré à donner des coups de bec aux autres oiseaux (Newberry, 2004). Il a été proposé que, si la taille du bec est effectuée en bas âge, les oiseaux ont moins l'occasion d'apprendre le picage des plumes (Hughes et Michie, 1982). Cependant, la repousse du bec après une taille précoce a été associée à des flambées de cannibalisme chez les poules adultes (revue par Glatz, 2000). De plus, le picage sévère des plumes et le cannibalisme cloacal peuvent se développer chez les adultes sans antécédents juvéniles de ces comportements (Newberry, 2004; Newberry et coll., 2007), et sont probablement le résultat des changements hormonaux associés à la maturité sexuelle (Hughes, 1973). Bien que la taille du bec réduise la gravité des blessures infligées par picage au sein d'un troupeau, il n'élimine pas la motivation des oiseaux à donner des coups de bec à leurs congénères (Blokhuis et Van Der Haar, 1989) et n'élimine pas complètement les dommages infligés par picage (Pöttsch et coll., 2001). Un risque variable et apparemment imprévisible de picage des plumes ou de cannibalisme persiste, surtout dans les systèmes de logement sans cage (p. ex., Appleby et coll., 1988; Gibson et coll., 1988; Keeling et coll., 1988).

Les exemples de solutions de rechange à la taille du bec visant à réduire les blessures causées par le picage des plumes et le cannibalisme en empêchant physiquement le picage comprennent les méthodes physiques, les aérosols anti-picage et les matériaux abrasifs. Savory et Hetherington (1996) ont appliqué sur le bec des oiseaux des dispositifs anti-picage en plastique qui empêchent le bec de se fermer, réduisant ainsi les dommages causés par le picage. Cependant, ces dispositifs donnaient lieu à des comportements soulignant un malaise et avaient tendance à tomber. Une autre stratégie consiste à appliquer des substances ayant mauvais goût comme le goudron minéral ou un aérosol anti-picage commercial sur les victimes (Pöttsch et coll., 2001; Harlander-Matauschek et Rodenburg, 2011). Ces préparations ayant mauvais goût préviennent le picage des plumes à court terme mais peuvent mener à une recrudescence du picage quand elles disparaissent, nécessitant ainsi une nouvelle application au moins à toutes les 2 semaines pour maintenir l'effet protecteur (Harlander-Matauschek et coll., 2010). On n'a pas établi avec certitude si les dommages causés par le bec peuvent être réduits par suite de l'émoussement du bout du bec par

¹ Pour plus de détails sur les procédures de rognage du bec, l'âge au traitement, l'ampleur de la taille, la douleur après la taille, etc., veuillez consulter le chapitre « Traitement du bec ». La présente section porte sur les effets sur le cannibalisme et le becquetage des plumes.

recherche de nourriture dans le sable et le picorage de particules sur une surface abrasive. La taille du bec et les autres mesures de dissuasion physiques contrôlent les symptômes du picage des plumes et du cannibalisme sans toutefois s'attaquer aux causes sous-jacentes de ce comportement (Newberry, 2004; Harlander-Matauschek et Rodenburg, 2011).

EFFET DE L'ÉCLAIRAGE

La diminution de l'intensité lumineuse à moins de 5 lux est l'une des méthodes les plus utilisées pour contrôler le picage sévère des plumes et le cannibalisme (Prescott et coll., 2003). Un éclairage plus intense augmente le picage des plumes et le cannibalisme cloacal dans les systèmes avec cages (Hughes et Duncan, 1972) et sans cages (Green et coll., 2000; Pöttsch et coll., 2001). Allen et Perry (1975) ont constaté que le picage des plumes apparaît de façon plus précoce dans les cages exposées à de plus fortes intensités lumineuses et se propagent ensuite aux cages adjacentes chez les poules logées en cage avec un éclairage variant de 0,9 à 7 lux. De la même manière, Tablante et coll. (2000) ont observé que le cannibalisme semble se concentrer dans les cages à l'étage supérieur là où l'intensité lumineuse est plus forte. Kjaer et Vestergaard (1999) ont découvert que, de 0 à 46 semaines d'âge, les picages sévères des plumes par des poules en enclos étaient 2 à 3 fois plus fréquents à 30 lux qu'à 3 lux, et que la mortalité entre 16 et 46 semaines d'âge était plus élevée lorsque l'éclairage était plus intense. Les plumes endommagées (McAdie et Keeling, 2000) ou les plumes de couleur ou d'apparence différente (Bright, 2007) attirent le picage, ce qui explique probablement pourquoi la réduction du stimulus visuel par l'atténuation de l'intensité lumineuse aide à contrôler le picage sévère des plumes.

Le risque de picage sévère des plumes était 11,5 fois plus élevé chez les troupeaux commerciaux en liberté quand l'intensité lumineuse était augmentée lors de l'inspection du troupeau (Green et coll., 2000). Ce risque est probablement le plus élevé dans les troupeaux pour lesquels la lumière a été abaissée afin de contrôler un problème de picage déjà existant. Dans les mêmes troupeaux, l'installation de lumières (par opposition l'absence de lumière) à l'intérieur des nids pour en encourager l'utilisation a fait augmenter le risque de picage des plumes 4,8 fois (Green et coll., 2000) et le risque de cannibalisme cloacal 9,6 fois (Pöttsch et coll., 2001). Ces dernières observations s'expliquent probablement parce que la muqueuse cloacale est exposée à l'extérieur immédiatement après l'oviposition et attire donc l'attention des congénères (Savory, 1995; Yngvesson et coll., 2004). Si le nid est sombre, un éclairage plus intense dans les zones d'activité pourrait avoir des effets positifs en encourageant la recherche de nourriture et en réduisant la ponte au sol. Dans une étude suédoise portant sur des poules aux becs intacts dans 81 troupeaux commerciaux, l'exposition à la lumière naturelle du jour par des fenêtres semblait être associée à une réduction des dommages au plumage et du cannibalisme par opposition à l'obstruction des fenêtres (Yngvesson et coll., 2011).

Le contrôle du picage sévère des plumes et du cannibalisme par l'hébergement des poules dans un environnement toujours tamisé ou monochromatique peut mener à des troubles oculaires, à un comportement anormal, à une plus forte mortalité et à une productivité réduite (étude de Prescott et coll., 2003). Kjaer et Vestergaard (1999) ont constaté que les légers picages des plumes stéréotypés étaient 20 fois plus fréquents à 3 lux qu'à 30 lux entre 0 à 46 semaines d'âge. De plus, les poules préfèrent se nourrir quand les conditions d'éclairage sont bonnes. Quand on leur offrait de la nourriture à <1, 6, 20 et 200 lux, les poules passaient moins de temps à manger et consommaient moins de moulée à <1 lux et elles étaient disposées à travailler 2,3 fois plus fort pour accéder à une nourriture bien éclairée (200 lux) qu'à une nourriture mal éclairée (<1 lux) (Prescott et Wathes, 2002). Gover et coll. (2009) ont constaté que l'aptitude visuelle spatiale des poules était stable entre 1,79 et 57,35 chandelles m² (environ 2 à 52 lux) mais que l'acuité visuelle diminuait à une intensité lumineuse moindre ce qui porte à croire que l'intensité devrait être inférieure à 2 lux pour fournir un contrôle efficace contre le picage traumatique. Si tel est le cas, toute visite du troupeau présente un défi à cause du risque accru de picage qui survient quand l'éclairage est intensifié pour permettre cette activité (Green et coll., 2000). De plus, on doit trouver une solution aux problèmes de cannibalisme dans les systèmes en libre parcours (Hovi et coll., 2003) compte tenu du fait que, même par temps couvert, l'intensité lumineuse à l'extérieur est considérablement plus forte qu'à l'intérieur.

Les observations de Gover et coll. (2009) sur l'acuité visuelle spatiale sont confirmées par les constatations sur la capacité des poules à naviguer entre perchoirs à diverses intensités lumineuses. Comparant cette capacité à des

intensités lumineuses de 0,8, 1,5, 6,0 et 40 lux, Taylor et coll. (2003) ont observé que les poules hésitaient davantage à sauter entre deux perchoirs espacés d'un mètre et qu'elles vocalisaient davantage aux deux intensités les plus faibles. En comparant à 0,6, 1,8 et 32 lux, il y avait encore une fois un effet de l'intensité lumineuse sur le saut entre deux perchoirs de couleurs différentes espacés de 0,75 m, la différence la plus marquée se produisant entre 0,6 et 1,8 lux. Moinard et coll. (2004) n'ont observé aucune différence dans la capacité des poules à juger leur atterrissage sur des perchoirs non obstrués sous des lumières incandescentes et fluorescentes à 5, 10 ou 20 lux, bien qu'ils se soient demandés ce qui serait arrivé si les conditions avaient été plus difficiles, comme devoir sauter sur un perchoir occupé par d'autres poules. Ces constatations sont pertinentes à l'égard de l'utilisation d'un faible éclairage comme moyen de contrôler le picage traumatique de poules en logement sans cages, surtout quand on tient compte du risque de fracture du bréchet chez celles-ci. (Voir le chapitre Logement).

On utilise aussi un éclairage de couleur rouge pour contrôler le picage des plumes et le cannibalisme (Schumaier et coll., 1968; Savory, 1995; Pöttsch et coll., 2001). Selon des études sur la vision et la fonction oculaire des poules pondeuses (Prescott et Wathes, 1999; Lind et Kelber, 2009), la lumière rouge contrôle probablement le picage des plumes et le cannibalisme en abaissant la visibilité et le contraste visuel. L'utilisation de lentilles cornéennes rouges pour contrôler les dommages infligés par picage ont provoqué une hausse de la mortalité parce que les poules ne réussissaient pas à trouver de la nourriture lorsque transférées au pondeoir (Adams, 1992). Une forte proportion des lentilles tombaient et on croit que c'est parce que les poules les ont grattées à cause de l'irritation oculaire. D'Eath et Stone (1999) ont observé que la discrimination sociale entre poules familières et non familières était atténuée sous un éclairage de couleur rouge comparativement à un éclairage de couleur blanche, tant à 5,5 qu'à 77 lux et ce, probablement parce que la crête et les barbillons sont moins distinctes sous un éclairage de couleur rouge.

FACTEURS GÉNÉTIQUES

Plusieurs études ont indiqué des différences selon la race en termes de picage des plumes, de cannibalisme, d'état du plumage et de traits en corrélation (p.ex., Nicol et coll. 2003). Dans une comparaison entre deux races de poules montrant des différences dans la durée de l'éversion cloacale après l'expulsion de l'œuf (Hori et Kamei, 1986), le cannibalisme cloacal était plus élevé dans la race où la durée était plus longue (Kawai et coll., 1987). Par conséquent, le contrôle de ces comportements par sélection génétique est une solution de rechange intéressante à la taille du bec (Kjaer et Sørensen, 1997; Muir et Craig, 1998; Ellen et coll., 2008; Rodenberg et coll., 2008). Les estimations de l'héritabilité du trait de picage des plumes ont été très variables, variant entre 0 et 0,56, selon l'âge auquel les mesures furent prises et selon que l'état du plumage ou du comportement de picage des plumes aient été utilisés comme critères de sélection (Kjaer et Sørensen, 1997; Jendral et Robinson, 2004; Kjaer et Hocking, 2004). Craig et Muir (1993) ont signalé une forte estimation d'héritabilité de 0,65 de picage menant à de graves blessures ou à la mort.

L'héritabilité du picage des plumes et du cannibalisme a été confirmée par sélection divergente de plusieurs lignées d'oiseaux différant dans leur tendance à afficher ces comportements (Kjaer et Hocking, 2004). Kjaer et coll. (2001) ont diminué la fréquence du comportement de picage des plumes et ont amélioré l'état du plumage en procédant à une sélection individuelle sur 3 générations. Une réduction marquée des décès attribuables au cannibalisme a été obtenue quand des poules apparentées à becs non taillés ont été placées en petits groupes dans des cages sous un fort éclairage et ont été sélectionnées pour un taux de survie de groupe élevé (Kuo et coll., 1991; Muir et Cheng, 2004; Ellen et coll., 2008). La sélection de groupes sur 6 générations a entraîné une baisse de mortalité de 68% à 8% (Muir et Cheng, 2004). D'ailleurs, les tests de groupes familiaux de poules à becs intacts en milieu commercial seraient maintenant un paramètre régulièrement utilisé dans les programmes commerciaux de sélection génétique (Lay et coll., 2011).

Les études sur le locus à caractère quantitative (QTL) ont révélé la présence d'allèles associés au comportement de picage des plumes (Labouriau et coll., 2009), différents gènes étant associés à l'exécution et à la soumission au picage des plumes (Wysocki et coll., 2010). Les analyses génétiques sont complexes à cause de l'interaction d'une multitude de facteurs de causalité et de liens génétiques avec d'autres ensembles de traits physiologiques et comportementaux (Jensen et coll., 2005; Su et coll., 2006; Wysocki et coll., 2010). Une analyse à grande échelle des QTL des croisements de coqs de type sauvage et de poules blanches de type Leghorn n'ont révélé aucun QTL

significatif pour le comportement de picage des plumes (Jensen et coll., 2005). Buitenhuis et coll. (2003) ont aussi échoué dans leurs efforts pour trouver des QTL démontrant des effets marqués sur le picage des plumes, ce qui donne à penser que de nombreux gènes sont concernés ou que les facteurs environnementaux ont un effet important sur ce comportement (Jensen et coll., 2005). Biscarini et coll. (2010) ont identifié 57 polymorphismes mononucléotidiques associés aux dommages des plumes du dos/croupe et(ou) du ventre de congénères de cage, dont l'un est un composant du gène récepteur de la sérotonine 2C. L'implication du système sérotoninergique dans le picage des plumes a aussi été suggéré par des études neurobiologiques (van Hierden et coll., 2004; Kops et coll., 2013).

Jusqu'à maintenant, la sélection contre le picage traumatique dans les lignées commerciales a mis l'accent sur le phénotype plutôt que sur la sélection à l'aide de marqueurs (Jensen et coll., 2005). Pour un croisement typique de 4 lignées, plus de 10 000 poules de lignée pure sont individuellement évaluées par lignée et 15 000 autres poules sont évaluées en groupes familiaux dans des environnements commerciaux. Ceci démontre que la sélection par le phénotype est une méthode fastidieuse et coûteuse (Lay et coll., 2011). Une gamme de tests comportementaux ont été examinés dans le but d'élaborer des outils de sélection du phénotype permettant le dépistage précoce des oiseaux susceptibles de développer un comportement de picage des plumes et de cannibalisme (Cloutier et coll., 2000; Albentosa et coll., 2003; Uitdehaag et coll., 2008). Les résultats n'ont pas été constants, jetant ainsi le doute sur l'utilité de tels tests pour prédire le picage des plumes. Une des difficultés vient du fait que la plupart des oiseaux pratiquent le léger picage des plumes exploratoire quand ils sont jeunes, ce qui ne permet pas de prédire un picage sévère des plumes à l'âge adulte même si c'est le cas chez certains oiseaux (Rodenburg et coll., 2004; Newberry et coll., 2007; Hughes et Buitenhuis, 2010). Hocking et coll. (2004) n'ont relevé aucune forte corrélation entre le picage des plumes ou le cannibalisme et des variables de comportement dans le temps, les réponses de peur, le comportement social ou le picage d'objets inanimés. Cependant, les races sélectionnées en raison d'un taux élevé ou faible de picage des plumes ou de survie ont montré certaines différences en matière de comportement, de fonction des glandes surrénales et de réponses neurobiologiques au stress (Korte et coll., 1997; Rodenburg et coll., 2002; van Hierden et coll., 2002; Cheng et Muir, 2004; Kops et coll., 2013). Par exemple, la sélection génétique basée sur une faible mortalité en logement de groupe a été associée à une activité accrue dans un test de champ ouvert entre les âges de 5 et 6 semaines, suggérant un caractère moins craintif des oiseaux sélectionnés (Rodenburg et coll., 2009). Ces constatations soulèvent la possibilité d'incorporer de tels traits dans les programmes de sélection.

FACTEURS NUTRITIONNELS ET RECHERCHE DE NOURRITURE

La régie de l'alimentation et les facteurs nutritionnels peuvent contribuer de façon importante au picage des plumes et au cannibalisme. Hughes et Whitehead (1979) ont signalé le cannibalisme chez des poules recevant des diètes à teneur faible (0,003 % Na) ou intermédiaire (0,03 % Na) en sodium mais pas de cannibalisme aux niveaux recommandés (0,13 % Na).

Les diètes déficientes en protéines peuvent aussi augmenter l'incidence du picage traumatique. Schaible et coll. (1947) ont démontré que l'ajout de suppléments protéiques comme la caséine, la gélatine, la farine de foie, la farine de sang, le tourteau de soya et le tourteau de coton à des diètes faibles en protéines brutes (PB), phosphore et fibres, réduit l'incidence du picage des plumes et du cannibalisme chez les poulettes. Ambrosen et Petersen (1997) ont observé que l'administration d'une diète faible en protéines (111 g PB/kg de nourriture) sans ajout d'acides aminés synthétiques, entraînait une mortalité de 17,6 % attribuable au cannibalisme, alors que cette mortalité était de 2,5 % quand les pondeuses recevaient une diète à plus forte teneur en protéines (193 g PB/kg de nourriture). L'augmentation des protéines brutes au-dessus de 124 g PB/kg de nourriture ne contribue pas à améliorer davantage la survie, alors que l'administration de 120 g/kg de protéines brutes a été abandonnée lors d'une étude expérimentale à cause des taux élevés de cannibalisme et de mortalité (Al Bustany et Elwinger, 1987).

Sachant que les poules ont des besoins alimentaires en matière d'acides aminés essentiels et utilisent également des protéines alimentaires pour faire la synthèse d'acides aminés non essentiels, les résultats ci-dessus peuvent dépendre davantage de l'équilibre et la suffisance des acides aminés plutôt que sur le niveau total de protéines brutes en soi. Par exemple, en réduisant les niveaux d'arginine de 6,9 % à 3,9 % dans la diète de poulets de 4

semaines une augmentation du pourcentage de cannibalisme de zéro à 21 % a été observé; en rétablissant les niveaux d'arginine à 6,9 %, le cannibalisme diminue (Siren, 1963). Étant donné qu'un plumage anormal peut stimuler un comportement de picage des plumes (McAdie et Keeling, 2000), le bon développement des plumes est de toute première importance. Les principaux acides aminés contribuant à la synthèse de la kératine des plumes sont la méthionine et la cystéine qui, lorsque déficientes, causent un plumage anormal (Robel, 1977; Deschutter et Leeson, 1986). Elwinger et coll. (2008) ont constaté qu'en administrant aux poules une diète relativement faible en protéine et méthionine on obtenait un plumage en mauvais état et une forte incidence de lésions causées par le picage. Par contre, des niveaux élevés de tryptophane dans l'alimentation peuvent supprimer les comportements de picage des plumes (Savory, 1998; Savory et coll., 1999). Le tryptophane est un précurseur de la sérotonine, ce qui suggère que le picage des plumes pourrait être associé à l'anxiété liée à une faible neurotransmission de la sérotonine (van Hierden et coll., 2004). Il n'existe aucune évidence que des sources de protéines d'origine uniquement végétale modifient le risque de picage des plumes et de cannibalisme en comparaison aux diètes contenant des protéines d'origine animale (Savory et coll., 1999; McKeegan et coll., 2001).

Il semble que la fibre alimentaire contribuerait à réduire le risque de picage sévère des plumes et de cannibalisme (Aerni et coll., 2000; Hartini et coll., 2002). Bearn et coll. (1940) ont en effet rapporté que l'augmentation du contenu en fibre brute de la diète, de 29 à 123 g/kg en remplaçant le maïs par des écales d'avoine réduisait le picage des plumes et le cannibalisme. De la même manière, l'augmentation des niveaux de fibre brute de 80 à 130 et à 180 g/kg en remplaçant le maïs par de la moulée à base d'avoine réduisait le picage des plumes et le cannibalisme (Esmail, 1997). Van Krimpen et coll. (2009) ont aussi noté une réduction des dommages aux plumes quand on fournissait aux poules des écales d'avoine pour augmenter l'ingestion de polysaccharides non amylacés insolubles, ce qu'ils attribuaient à une amélioration de la fonction intestinale. Johansson (2008) a observé moins de picage des plumes chez les pondeuses en cage quand on ajoutait un supplément d'ensilage d'orge à une diète équilibrée. Steinfeldt et coll. (2007) ont constaté qu'en permettant aux poules d'avoir accès à trois types de suppléments à forte teneur de fibres (ensilage de maïs, ensilage de pois et carottes) on diminuait le picage des plumes, de la peau et du cloaque, on réduisait le picage sévère des plumes et on améliorait la qualité du plumage à 54 semaines d'âge. Kalmendal et Wall (2012) ont aussi observé une diminution des blessures au cloaque chez les poules recevant un supplément de fibres alimentaires.

Il existe une relation entre l'ingestion de plumes et le picage des plumes (McKeegan et Savory, 1999). Les oiseaux appartenant à des lignées présentant des niveaux élevés de picage des plumes étaient plus motivés à manipuler et à manger des plumes que leurs congénères appartenant à des lignées à faibles niveaux de picage des plumes (McKeegan et Savory, 2001; Harlander-Matauscheck et coll., 2006; Harlander-Matauscheck et Hausler, 2009). Harlander-Matauscheck et coll. (2006) ont émis l'hypothèse que les plumes, étant principalement indigestibles, auraient des effets semblables à ceux de la fibre alimentaire. Ils ont signalé que l'ingestion de plumes accélère le passage des aliments. Hetland et coll. (2005) ont constaté que l'appétit pour des copeaux de bois et des plumes était dépendant du niveau de fibre dans l'alimentation. Les oiseaux avec une diète faible en fibres consommaient davantage de copeaux de bois et de plumes et démontraient une plus grande accumulation de fibres grossières dans le gésier. Les chercheurs ont conclu que les oiseaux mangeaient des plumes quand la fibre alimentaire n'était pas suffisante, surtout pour compenser pour le manque de composantes structurelles dans leurs aliments. Plus de recherche est nécessaire pour expliquer le rôle de l'ingestion des plumes dans le comportement de picage des plumes.

Pour maintenir la bonne croissance et l'uniformité du troupeau et pour éviter le développement anormal et l'asymétrie bilatérale du plumage, il est important de s'assurer que toutes les poules reçoivent une nutrition qui satisfait aux exigences du Conseil national de recherche (1994). Outre le fait que le picage des plumes semble cibler des plumes anormales et ébouriffées, (McAdie et Keeling, 2000), les poules ont plus tendance à becqueter des individus relativement plus légers et asymétriques (Yngvesson et Keeling, 2001; Cloutier et Newberry, 2002b; Campo et coll., 2008). Green et coll. (2000) et Pötzsch et coll. (2001) ont signalé que l'introduction de trois changements ou plus dans l'alimentation pendant la ponte constituait un facteur de risque de picage des plumes et du cloaque, possiblement parce qu'un changement à une diète moins appréciée peut mener à une activité accrue et à un comportement de picage redirigé (Dixon et coll., 2006).

Les occasions de rechercher leur nourriture semblent réduire les risques de picage sévère des plumes et de cannibalisme chez les poules (Blokhuys, 1986; Huber-Eicher et Wechsler, 1997, 1998; Klein et coll., 2000). Lors d'une étude épidémiologique, Nicol et coll. (2003) ont observé un risque accru de picage des plumes dans les troupeaux qui étaient tenus à l'écart de la litière pour éviter les œufs au sol et Green et coll. (2000) ont observé une augmentation du picage des plumes en l'absence de litière non-agglomérée à la fin de la période de ponte. Un comportement normal de recherche de nourriture comprend le picage de substrats tant nutritifs que non nutritifs (Blokhuys, 1986). Si les oiseaux sont logés dans un environnement n'offrant pas de substrats à becqueter, le picage peut être redirigé vers les plumes des autres oiseaux (Blokhuys, 1986; Huber-Eicher et Wechsler, 1997). Ceci peut aussi se produire si les substrats disponibles ne satisfont pas pleinement la motivation des oiseaux d'exécuter différents aspects du comportement de recherche de la nourriture, comme chercher, examiner et manipuler. L'aménagement de substrats qui encouragent un comportement de recherche de nourriture soutenu aide à minimiser le picage des autres oiseaux (Newberry, 2004). Par exemple, Huber-Eicher et Wechsler (1998) ont constaté que moins de picage des plumes et de cannibalisme survenaient quand les poussins avaient accès à des paquets de paille à longues tiges plutôt que de la paille hachée et des blocs de polystyrène plutôt que des billes de polystyrène comme substrats pour la recherche de nourriture. Les effets favorables à la réduction du cannibalisme et à l'amélioration de l'état du plumage résultant de la présence d'objets enrichissants dans l'environnement (Yasutomi et Adachi, 1987; Church, 1992; Gvoryahu et coll., 1994; Jones et coll., 2002) peuvent entraîner également de la satisfaction de l'aspect exploratoire du comportement de recherche de la nourriture.

De nombreuses études ont noté que l'administration de moulée farine plutôt qu'en granules réduit le risque de picage des plumes et de cannibalisme (Bearse et coll., 1949; Jensen et coll., 1962; Savory, 1974; El Lethey et coll., 2000; Lambton et coll., 2010). Les oiseaux s'adonnent à un comportement davantage axé sur leur alimentation quand on leur donne de la moulée fine plutôt que de la moulée grossière, des miettes ou des granules (Savory, 1974; Savory, 1995; Aerni et coll., 2000), ce qui suggère que les oiseaux qui passent plus de temps à manger satisfont leur besoin de recherche de la nourriture ce qui alors, diminue le comportement de picage ciblant les autres oiseaux (Blokhuys et Arkes, 1984). De la même manière, Van Krimpen et coll. (2008) ont proposé que l'augmentation du temps consacré à l'alimentation explique leur observation quant au retard dans l'occurrence de dommages aux plumes des poules recevant une nourriture broyée grossièrement, faible en énergie et riche en polysaccharides non amylacés insolubles.

AUTRES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX

Le cannibalisme et le picage des plumes sont présents dans tous les types de logement, y compris les systèmes avec cages, enclos, volières et libre parcours (p. ex., Swarbrick, 1986; Appleby et coll., 1988; Cloutier et coll., 2000; Hovi et coll., 2003). À l'intérieur du logement, la disponibilité de perchoirs peut réduire le risque de ces comportements. Wechsler et Huber-Eicher (1998) ont signalé une plus faible incidence de picage sévère des plumes quand les poules sont dotées de perchoirs plus hauts (70 cm) plutôt que plus bas (45 cm). Bilčík et Keeling (2000) ont noté que les poules assises sur des perchoirs bas (20 cm) faisaient l'objet de picage des plumes par des poules actives au sol. Dans les petites cages logeant 4 poules, Moinard et coll. (1998) ont rapporté un risque plus élevé de cannibalisme cloacal dans les cages dotées de perchoirs situés à 20 cm de hauteur que dans les cages sans perchoirs. Dans cette étude, le picage traumatique était également plus élevé dans les cages de 60 cm de haut que dans les cages de 40 cm de haut.

Dans les troupeaux en libre parcours, plus il y a de poules sur le parcours, plus le risque de picage des plumes est faible (Green et coll., 2000; Bestman et Wagenaar, 2003; Nicol et coll., 2003), ce qui peut résulter d'une consommation accrue de fibre, de l'occasion de compléter la diète alimentaire et la proximité réduite des autres poules durant la recherche d'aliments. Chez les troupeaux logés dans des volières, l'accès à un parcours semé de trèfle réduit également le picage des plumes en comparaison aux poules maintenues à l'intérieur (Shimmura et coll., 2008). Green et coll. (2000) ont observé moins de picage des plumes quand au moins 50 % du troupeau était à l'extérieur par beau temps. L'utilisation du parcours était aussi favorisée par des troupeaux plus petits (jusqu'à 500 poules), plus jeunes à l'achat et avec un pourcentage de couverture végétale (p. ex., arbres, buissons, haies) plus élevé sur le parcours (Bestman et Wagenaar, 2003). Une incidence réduite du picage des plumes était associée à la présence de cos dans les troupeaux en libre parcours (Bestman et Wagenaar, 2003) probablement parce que la

présence de mâles sur le parcours encourageait les femelles à sortir. Cependant, alors que le comportement agonistique diminuait, Odén et al. (1999) n'ont trouvé aucun avantage à inclure des mâles dans le troupeau pour contrôler le picage des plumes.

Il existe des preuves circonstanciées que le picage des plumes et le cannibalisme se répandent dans un troupeau par apprentissage social (Allen et Perry, 1975; Tablante et coll., 2000). Quand des oiseaux d'une lignée à picage des plumes élevé et d'une lignée à picage des plumes faible sont mêlés ou logés avec leur propre lignée, il semble en effet que le léger picage des plumes se transmet socialement (McAdie et Keeling, 2002). Zeltner et coll. (2000) ont observé une augmentation du picage des plumes chez les poulettes après l'introduction d'oiseaux reconnus pour picage comportement et Cloutier et coll. (2002) ont démontré expérimentalement l'apprentissage tant individuel que social d'un comportement cannibale chez les poulettes. Ces constatations font ressortir l'importance des moyens de régie pour minimiser les opportunités d'apprentissage de ces comportements, par exemple, en minimisant le risque de blessures accidentelles qui produisent un saignement, et en retirant immédiatement les oiseaux blessés ou morts (Newberry, 2004).

Chez les poules logées dans des enclos sur parquet en groupes de 4 tailles différentes (15, 30, 60 et 120 oiseaux), le taux le plus élevé de picage des plumes et de cannibalisme survenait dans les groupes de plus grande taille (Bilčík et Keeling, 2000; Newberry et coll., 2007). Plusieurs autres études ont indiqué une plus forte incidence de picage des plumes et(ou) de cannibalisme dans les groupes supérieurs aux groupes de 3 à 8 poules (Hughes et Duncan, 1972; Allen et Perry, 1975), 3 à 16 poules (Hetland et coll., 2004) et 72 à 368 poules (Nicol et coll., 1999). Cet effet de la taille du groupe peut être attribuable à la présence de plus de victimes potentielles de même qu'à la présence de plus d'observateurs qui peuvent apprendre le comportement par transmission sociale (Newberry et coll., 2004). Gunnarsson et coll. (1999) n'ont détecté aucune association entre la taille du groupe et le cannibalisme cloacal chez les troupeaux logés dans des volières dont la taille des groupes variait de 225 à 9 954 poules, ce qui suggère que d'autres facteurs de risque ont préséance dans les grands troupeaux. Les effets de la taille du troupeau sur les occasions d'apprentissage social peuvent être atténués par des aménagements qui séparent les poules qui nichent ou qui se reposent des poules qui recherchent activement de la nourriture.

Plusieurs autres facteurs ont été associés au picage des plumes et au cannibalisme dans des études épidémiologiques. Dans une étude de poules d'œufs biologiques en libre parcours, les facteurs associés à l'apparition précoce de dommages sévères aux plumes comprenaient l'utilisation de dispositifs d'alimentation à chaînes, des niveaux élevés de dioxyde de carbone et d'ammoniac, une plus grande prise alimentaire et des niveaux plus élevés de son et de lumière (Drake et coll., 2010). Green et coll. (2000) ont constaté que le picage des plumes était associé à une température dans le poulailler inférieure à 20°C et à la visite du troupeau par une seule personne plutôt que par plusieurs. L'utilisation d'abreuvoirs à tétine plutôt que d'abreuvoirs en forme de cloche protégeait davantage contre le picage sévère des plumes (Green et coll., 2000) et contre le cannibalisme (Pöttsch et coll., 2001). Lambton et coll. (2013) ont étudié l'effet de 46 facteurs de régie pouvant protéger contre le picage traumatique. Ils ont constaté que plus les facteurs de régie protecteurs mis en place sont nombreux, moins forte est la probabilité de dommages au plumage, de picage des plumes, de mortalité et de cannibalisme.

EFFETS DE L'EXPÉRIENCE EN ÉLEVEUSE

Le type de surface de plancher en éleveuse peut influencer le développement du picage des plumes et du cannibalisme. Blokhuis et van der Haar (1989) ont constaté que les oiseaux élevés sur parquet grillagé affichaient une plus grande fréquence de picage des plumes durant la ponte que les oiseaux élevés sur une litière. Dans une étude par Johnsen et coll. (1998), des poussins élevés sur un mélange de sable et de paille durant le premier mois de leur vie affichaient moins de dommage au plumage à 19, 33, et 45 semaines d'âge comparativement aux oiseaux élevés sur de la paille seulement, ce dernier groupe ayant moins de dommage au plumage que les oiseaux élevés sur un plancher grillagé. À 5 et 40 semaines d'âge, les poules élevées sur un plancher grillagé affichaient un comportement de picage des plumes plus marqué que les congénères des deux autres groupes; elles étaient plus craintives et la mortalité par cannibalisme était plus élevée comparativement aux poules élevées sur sable et paille ou sur paille seulement. Nørgaard-Nielsen et coll. (1993) ont observé que l'élevage donnant accès au sable et à la tourbe pour permettre les bains de poussière réduisait, à l'âge adulte, la tendance au picage des plumes et ce,

comparativement aux oiseaux élevés sur paille seulement. Cependant, dans un système à volière, un accès précoce à une litière a réduit la mortalité mais n'a pas influencé le cannibalisme (Aerni et coll., 2005). Nicol et coll. (2001) ont élevé des poussins sur des planchers grillagés dès un jour d'âge et ont ensuite remplacé ces planchers par des planchers recouverts de copeaux de bois à des âges différents et pour des durées différentes. Le picage des plumes chez des poules exposées aux copeaux de bois pour un minimum de 10 jours est inférieur comparativement à celui des poules qui ont été gardées sur plancher grillagé en éleveuse et au pondoir. Cependant, les poules adultes logées sur litière avec copeaux de bois pratiquaient beaucoup plus de picage du sol et moins de picage des plumes que les oiseaux élevés sur plancher grillagé, peu importe l'expérience en éleveuse, ce qui indique que les poules sont fortement influencées par le substrat courant.

Glatz (2000) a observé que des études non publiées sur l'utilisation de dispositifs d'enrichissement introduits dans des cages de pondeuses âgées de 30 semaines n'avaient pas contribué à réduire le picage des plumes; ceci suggère que les dispositifs d'enrichissement doivent être introduits à des oiseaux plus tôt dans leur vie. D'ailleurs, McAdie et coll. (2005) ont démontré que les dispositifs d'enrichissement sur ficelle éliminaient pratiquement le picage des plumes s'ils étaient offerts de façon continue dès le premier jour de la vie, alors que le picage des plumes était très prononcé chez les oiseaux qui n'avaient jamais été exposés à une ficelle à becqueter. L'introduction d'une ficelle à 22 ou 52 jours a produit des résultats intermédiaires.

L'exposition à la lumière durant le développement embryonnaire et la croissance pourrait affecter le comportement futur de picage des plumes et de cannibalisme. Riedstra et Groothuis (2004) ont exposé des œufs de poules de type Leghorn à un éclairage de 750 à 1000 lux ou à l'obscurité au cours de la dernière semaine d'incubation. Après l'éclosion, les poussins issus des œufs exposés à la lumière ont manifesté plus de léger picage des plumes que ceux incubés dans des incubateurs obscurs. Les auteurs ont donc suggéré d'éviter l'exposition des embryons à la lumière pendant la dernière semaine d'incubation. Par contre, l'accoutumance tôt après l'éclosion à des aires de litière sous éclairage relativement intense pourrait aider à réduire la crainte et la sensibilité au stress, contribuant possiblement à empêcher le développement d'un comportement anormal de picage des plumes (Rodenburg et coll., 2009). La constatation que le début de la ponte avant l'âge de 20 semaines a été associé à un risque accru de picage cloacal (Pötzsch et coll., 2001) suggère que le risque de cannibalisme cloacal peut être réduit en retardant le début de la ponte. L'âge à la maturité sexuelle peut être contrôlé en utilisant de courtes photopériodes et en retardant la photostimulation (Newberry et coll., 2004). Une bonne gestion du poids corporel évitant la présence de poulettes trop légères réduit la probabilité de prolapsus utérin qui entraîne le cannibalisme cloacal (Glatz, 2005).

Dans un rapport préliminaire, Johnsen et Kristensen (2001) ont noté que les poussins élevés dans des éleveuses sombres (permettant aux poussins de se reposer dans une enceinte chaude, sombre et à l'écart des zones d'activité bien éclairées environnantes) affichent de plus faibles niveaux de picage sévère des plumes que les poussins élevés dans des éleveuses à lampes caloriques. Jensen et coll. (2006) ont signalé par la suite que l'utilisation d'éleveuses sombres au cours des 5 premières semaines résultait en l'absence totale de picage sévère des plumes au cours de la période de 0 à 23 semaines d'âge, alors que la fréquence de ce comportement augmentait chez les poussins élevés sous lampes chauffantes. De la même manière, la mortalité était presque inexistante dans le groupe élevé dans l'obscurité mais augmentait avec l'âge dans le groupe élevé sous lampes chauffantes. Les dommages au plumage et à la peau et la fréquence du léger picage des plumes étaient également plus élevés dans le groupe élevé sous lampes chauffantes. Gilani et coll. (2011) ont étudié la question de l'éleveuse obscure dans 10 troupeaux sur deux établissements commerciaux d'élevage biologique. En comparaison des éleveuses au gaz, les éleveuses obscures contribuaient à réduire le picage sévère des plumes et à améliorer l'état du plumage des oiseaux à becs intacts au cours de la période allant du placement à l'âge de 35 semaines, sans effets contraires sur la croissance, l'uniformité du poids ou la mortalité à la fin de l'élevage. Les éleveuses sombres simulent plus exactement l'élevage naturel par la mère-poule et améliorent le synchronisme comportemental entre oiseaux, réduisent les perturbations en période de repos et produisent des oiseaux plus calmes (Riber et coll., 2007; Gilani et coll., 2011). Pour éviter les refroidissements, on doit veiller à ce que les poussins parviennent à trouver les éleveuses sombres dès leur placement en éleveuse (Gilani et coll., 2011).

Une étude épidémiologique a noté une association entre la présence de perchoirs à l'âge de 4 semaines et une diminution de la prévalence du cannibalisme cloacal dans les systèmes sans cage durant la ponte (Gunnarsson et coll., 1999). Les poules ayant accès en bas âge à des perchoirs (dès le placement des poussins en éleveuse) étaient

plus disposées à accéder à la nourriture placées aux étages supérieurs (80 et 160 cm au-dessus du sol) à l'âge de 16 semaines (Gunnarsson et coll., 2000) et à se réfugier sur des perchoirs lorsque soumis à un stimulus aversif (arrosage au pistolet à eau) simulant une attaque de cannibalisme (Yngvesson et coll., 2002), que les oiseaux ayant accès à des perchoirs à partir de l'âge de 8 semaines. Ces constatations suggèrent que l'expérience plus précoce au perchoir peut réduire le risque de cannibalisme cloacal chez les poules dont le bec n'a pas été taillé parce que les poules sont plus portées à utiliser des nids et perchoirs quand elles arrivent à l'installation de ponte.

Gilani et al. (2013) ont étudié les facteurs associés au picage sévères des plumes dans des élevages sur libre parcours, sans cage et élevages biologiques en Grande-Bretagne. Durant la période en éleveuse, les facteurs de risque comprenaient une plus faible proportion de poules en recherche de nourriture, une photopériode plus courte, des changements plus fréquents à la diète alimentaire, des préposés aux soins peu expérimentés, un plafond plus bas, des becs intacts et une méthode d'élevage biologique (que les auteurs supposent être due à la présence d'un plus faible pourcentage d'espace de litière par rapport à l'espace de plancher lattés). Aucun de ces facteurs d'élevage ne fut associé au risque de picage sévères des plumes à l'âge adulte et aucune association entre la densité de peuplement en éleveuse et le picage courant ou futur ne fut dégagée. L'élevage en éleveuse à de plus faibles densités a réduit le picage des plumes précoce et le cannibalisme dans deux études (6,5 contre 13 poulettes/m², Hansen et Braastad, 1994; < 10 contre ≥ 10 poulettes/m², Huber-Eicher et Audige, 1999) mais cet effet ne s'est pas prolongé pendant la ponte (Hansen et Braastad, 1994). Dans des exploitations biologiques en Suisse, les poules adultes avaient moins de dommages causés par le picage des plumes quand elles avaient été élevées dans les mêmes installations plutôt qu'avoir été achetées ailleurs entre 16 et 18 semaines d'âge (Bestman et Wagenaar, 2003). Drake et coll. (2010) ont aussi signalé que le fait de demeurer dans la même exploitation en éleveuse et pendant la ponte retardait l'apparition de dommages sévères au plumage. Tant Drake et coll. (2010) que Gilani et coll. (2013) ont constaté que les dommages aux plumes à la fin de l'élevage en éleveuse permettaient de prédire les dommages aux plumes futurs durant la ponte.

Références

- Adams, R.L., 1992. Effect of red plastic lenses on egg production, feed per dozen eggs, and mortality of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 1, 212-220.
- Aerni, V., Brinkhof, M.W.G., Wechsler, B., Oester, H., Fröhlich, E., 2005. Productivity and mortality of laying hens in aviaries: a systematic review. *World's Poultry Science Journal*, 61, 130-142.
- Aerni, V., El Lethey, H., Wechsler, B., 2000. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *British Poultry Science*, 41, 16-21.
- Al Bustany, Z., Elwinger, K., 1987. Comparison between barley/fish meal- and maize/soybean meal-based diets with various lysine and protein levels fed to different strains of laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 37, 41-49.
- Albentosa, M.J., Kjaer, J.B., Nicol, C.J., 2003. Strain and age differences in behaviour, fear responses and pecking tendency in laying hens. *British Poultry Science*, 44, 333-344.
- Allen, J., Perry, G.C., 1975. Feather pecking and cannibalism in a caged layer flock. *British Poultry Science*, 16, 441-451.
- Ambrosen, T., Petersen, V.E., 1997. The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poultry Science*, 76, 559-563.
- Appleby, M.C., Hogarth, G.S., Anderson, J.A., Hughes, B.O., Whittmore, C.T., 1988. Performance of a deep litter system for egg production. *British Poultry Science*, 29, 735-751.
- Appleby, M.C., Hughes, B.O., Elson, H.A., 1992. *Poultry Production Systems: Behaviour, Management and Welfare*. Wallingford, R.-U. : CABI.

- Bearse, G.E., Berg, L.R., McClary, C.F., Miller, V.L., 1949. The effect of pelleting chicken rations on the incidence of cannibalism. *Poultry Science*, 28, 756.
- Bearse, G.E., Miller, V.L., McClary, C.F., 1940. The cannibalism preventing properties of fiber fraction of oat hulls. *Poultry Science*, 19, 210-215.
- Bestman, M.W.P., Wagenaar, J.P., 2003. Farm level factors associated with feather pecking in organic laying hens. *Livestock Production Science*, 80, 133-140.
- Bilčík, B., Keeling, L.J., 2000. Relationship between feather pecking and group pecking in laying hens and the effect of group size. *Applied Animal Behaviour Science*, 68, 55-66.
- Biscarini, F., Bovenhuis, H., Parmentier, H.K., Van Der Poel, J.J., Rodenburg, T. B., Van Arendonk, J.A.M., 2010. Across-line SNP associations study of plumage condition in laying hens. *Behavior Genetics*. 40, 715-727.
- Blokhuis, H.J., 1986. Feather pecking in poultry: its relation with ground pecking. *Applied Animal Behaviour Science*, 16, 63-67.
- Blokhuis, H.J., Arkes, J.G., 1984. Some observations on the development of feather-pecking in poultry. *Applied Animal Behaviour Science*, 12, 145-157.
- Blokhuis, H.J., van der Haar, J.W., 1989. Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 22, 359-369.
- Bright, A., 2007. Plumage colour and feather pecking in laying hens, a chicken perspective? *British Poultry Science*, 48, 253-263.
- Buitenhuis, A.J., Rodenburg, T.B., van Hierden, Y.M., Siwek, M., Cornelissen, S.J.B., Nieuwland, M.G.B., Crooijmans, R.P.M.A., Groenen, M.A.M., Koene, P., Korte, S.M., Bovenhuis, H., van der Poel, J.J., 2003. Mapping quantitative trait loci affecting feather pecking behavior and stress response in laying hens. *Poultry Science*, 82, 1215- 1222.
- Campo, J.L., Prieto, M.T., Dávila, S.G., 2008. Association between vent pecking and fluctuating asymmetry, heterophil to lymphocyte ratio, and tonic immobility duration in chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 113, 87-97.
- Cheng, H.W., Muir, W.M., 2004. Chronic social stress differentially regulates neuroendocrine responses in laying hens: II. Genetic basis of adrenal responses under three different social conditions. *Psychoneuroendocrinology*, 29, 961-971.
- Church, J.S., 1992. *The Effects of environmental Enrichment on the Behaviour and Productivity of Caged White Leghorn Hens, Gallus gallus domesticus*, Thèse de Maîtrise, Université Dalhousie, Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada.
- Cloutier, S., Newberry, R.C., 2002a. A note on aggression and cannibalism in laying hens following rehousing and regrouping. *Applied Animal Behaviour Science*, 76, 157-163.
- Cloutier, S., Newberry, R.C., 2002b. Differences in skeletal and ornamental traits between laying hen cannibals, victims and bystanders. *Applied Animal Behaviour Science*, 77, 115-126.
- Cloutier, S., Newberry, R.C., Forster, C.T., Girsberger, K.M., 2000. Does pecking at inanimate stimuli predict cannibalistic behaviour in domestic fowl? *Applied Animal Behaviour Science*, 66, 119-133.
- Cloutier, S., Newberry, R.C., Honda, K., Alldredge, J.R., 2002. Cannibalistic behaviour spread by social learning. *Animal Behaviour*, 63, 1153-1162.

- Collins, S., Forkman, B., Kristensen, H.H., Sandøe, P., Hocking, P.M., 2011. Investigating the importance of vision in poultry: Comparing the behaviour of blind and sighted chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 133, 60–69.
- Craig, J.V., Lee, H.Y., 1990. Beak-trimming and genetic stock effects on behaviour and mortality from cannibalism in White Leghorn-type pullets. *Applied Animal Behaviour Science*, 25, 107-123.
- Craig, J.V., Muir, W.M., 1996. Group selection for adaptation to multiple-hen cages: beak-related mortality, feathering, and body weight responses. *Poultry Science*, 75, 294-302.
- Craig, J.V., Muir, W.M., 1993. Selection for reduction of beak-inflicted injuries among caged hens. *Poultry Science*, 72, 411-420.
- Curtis, P.E., Marsh, N.W.A., 1992. Cannibalism in laying hens. *The Veterinary Record*, 131, 424.
- D'Eath, R.B., Stone, R.J., 1999. Chickens use visual cues in social discrimination: an experiment with coloured lighting. *Applied Animal Behaviour Science*, 62, 233-242.
- Dennis, R.L., Cheng, H.W., 2010. Effects of beak trimming on pecking force. *International Journal of Poultry Science*, 9, 863-866.
- Deschutter, A., Leeson, S., 1986. Feather growth and development. *World's Poultry Science Journal*, 42, 259-267.
- Desserich, M., Ziswiler, V., Fölsch, D.W., 1983. Die sensorische Versorgung des Hühnerschnabels. *Revue Suisse de Zoologie*, 90, 799-807.
- Dixon, G., Green, L.E., Nicol, C.J., 2006. Effect of diet change on the behavior of chicks of an egg-laying strain. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 9, 41-58.
- Drake, K.A., Donnelly, C.A., Dawkins, M.S., 2010. Influence of rearing and lay risk factors on propensity for feather damage in laying hens. *British Poultry Science*, 51, 725-733.
- El Lethey, H., Aerni, V., Jungi, T.W., Wechsler, B., 2000. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science*, 41, 22-28.
- Ellen, E.D., Visscher, J., van Arendonk, J.A.M., Bijma, P., 2008. Survival of laying hens: genetic parameters for direct and associative effects in three purebred layer lines. *Poultry Science*, 87, 233-239.
- Elwinger, K., Tufvesson, M., Lagerkvist, G., Tauson, R., 2008. Feeding layers of different genotypes in organic feed environments. *British Poultry Science*, 49, 654-665.
- Esmail, S.H., 2012. 1997. Fibre nutrition. *Poultry International*, 36, 31-34.
- Forkman, B., Kerje, S., Fredriksson, R., Ohlsson, C., Larsson, S., Mallmin, H., Kindmark, A., 2005. Feather pecking in chickens is genetically related to behavioural and developmental traits. *Physiology and Behavior*, 86, 52-60.
- Gentle, M.J., Breward, J., 1986. The bill tip organ of the chicken (*Gallus gallus* var. *domesticus*). *Journal of Anatomy*, 145, 79-85.
- Gentle, M.J., Hughes, B.O., Fox, A., Waddington, D., 1997. Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 5-days-old domestic chicks. *British Poultry Science*, 38, 453-463.
- Gentle, M.J., Hunter, L.N., 1991. Physiological and behavioural responses associated with feather removal in *Gallus gallus* var *domesticus*. *Research in Veterinary Science*, 50, 95–101.
- Gibson, S.W., Dun, P., Hughes, B.O., 1988. The performance and behaviour of laying fowls in a covered strawyard system. *Research and Development in Agriculture*, 5, 153-163.

- Gilani, A.-M., Knowles, T.G., Nicol, C.J., 2012. The effect of dark brooders on feather pecking on commercial farms. *Applied Animal Behaviour Science*, 142, 42-50.
- Gilani, A.M., Knowles, T.G., Nicol, C.J., 2013. The effect of rearing environment on feather pecking in young and adult laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 148, 54-63
- Glatz, P.C., 1990. Effect of age of beak trimming on the production performance of hens. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30, 349-355.
- Glatz, P.C., 2000. Beak-trimming methods – review. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 11, 1619-1637.
- Glatz, P.C., 2005. *Poultry Welfare Issues: Beak Trimming*. Nottingham University Press, Nottingham, R.-U.
- Gover, N., Jarvis, J.R., Abeyesinghe, S.M., Wathes, C.M., 2009. Stimulus luminance and the spatial acuity of domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *Vision Research*, 49, 2747-2753.
- Green, L.E., Lewis, K., Kimpton, A., Nicol, C.J., 2000. Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its associations with management and disease. *The Veterinary Record*, 147, 233-238.
- Gunnarsson, S., Keeling, L.J., Svedberg, J., 1999. Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science*, 40, 12-18.
- Gunnarsson, S., Yngvesson, J., Keeling, L.J., Forkman, B., 2000. Rearing without early access to perches impairs the spatial skills of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 67, 217-228.
- Gvoryahu, G.E., Ararat, E., Asaf, E., Lev, M., Weller, J.I., Robinson, B., Snapir, N., 1994. An enrichment object that reduces aggressiveness and mortality in caged laying hens. *Journal of Physiology and Behavior*, 55, 313-316.
- Hansen, I., Braastad, B.O., 1994. Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition of laying hens in 2 types of aviary. *Applied Animal Behaviour Science*, 40, 263-272.
- Harlander Mataushek, A., Beck, P., Rodenburg, T.B., 2010. Effect of an early bitter taste experience on subsequent feather-pecking behaviour in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 127, 108-114.
- Harlander-Mataushek, A., Rodenburg, T.B., 2011. Applying chemical stimuli on feathers to reduce feather pecking in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 132, 146-151.
- Hartini, S., Choct, M., Hinch, G., Kocher A., Nolan, J.V., 2002. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA brown laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 11, 104-110.
- Herremans, M., Decuypere, E., Siau, O., 1989. Effects of feather wear and temperature on prediction of food intake and residual food consumption. *British Poultry Science*, 30, 15-22.
- Hetland, H. Moe, R.O., Tauson, R., Lervik, S., Svihus, B., 2004. Effect of including whole oats into pellets on performance and plumage condition in laying hens housed in conventional and furnished cages. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 54, 206-212.
- Hetland, H., Svihus, B., Choct, M., 2005. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *Journal of Applied Poultry Research*, 14, 38-46.
- Hocking, P.M. Channing, C.E., Robertson, G.W., Edmond, A., Jones, R.B., 2004. Between breed genetic variation for welfare-related behavioural traits in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 89, 85-105.
- Hori, H., Kamei, I., 1986. Research on time of contraction of the cloaca after oviposition. *Japanese Poultry Science*, 23, 379-380.

- Hovi, M., Sundrum, A., Thamsborg, S.M., 2003. Animal health and welfare in organic livestock production in Europe: current state and future challenges. *Livestock Production Science*, 80, 41-53.
- Huber-Eicher, B., Audige, L., 1999. Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *British Poultry Science*, 40, 599-604.
- Huber-Eicher, B., Wechsler, B., 1997. Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour*, 54, 757-768.
- Huber-Eicher, B., Wechsler, B., 1998. The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Animal Behaviour*, 55, 861-873.
- Hughes, A.L., Buitenhuis, A.J., 2010. Reduced variance of gene expression at numerous loci in a population of chickens selected for high feather pecking. *Poultry Science*, 89, 1858-1869.
- Hughes, B.O., 1973. The effect of implanted gonadal hormones on feather pecking and cannibalism in pullets. *British Poultry Science*, 14, 341-348.
- Hughes, B.O., Duncan, I.J.H., 1972. The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *British Poultry Science*, 13, 525-547.
- Hughes, B.O., Gentle, M.J., 1995. Beak trimming of poultry: its implications for welfare. *World's Poultry Science Journal*, 51, 51-61.
- Hughes, B.O., Michie, W., 1982. Plumage loss in medium-bodied hybrid hens: the effects of beak trimming and cage design. *British Poultry Science*, 23, 59-64.
- Hughes, B.O., Whitehead, C.C., 1979. Behavioural changes associated with the feeding of low-sodium diets to laying hens. *Applied Animal Ethology*, 5, 255-266.
- Jendral, M.J., Robinson, F.E., 2004. Beak trimming in chickens: historical, economical, physiological and welfare implications, and alternatives for preventing feather pecking and cannibalistic activity. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 15, 9-23.
- Jensen P., Keeling, L., Schütz, K., Andersson, L., Mormède, P., Brändström, H., Jensen, A.B, Palme, R., Forkman, B., 2006. Effect of brooders on feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 99, 287-300.
- Jensen, L.S., Merrill, L.H., Reddy, C.V., McGinnis, J., 1962. Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poultry Science*, 41, 1414-1419.
- Johansson, S.G., 2008. *Barley Silage Effects on Poultry Behaviour*. Thèse de Maîtrise, Université de la Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan.
- Johnsen, P.F., Kristensen, H.H., 2001. Effect of brooder quality on the early development of feather pecking behaviour in domestic chicks. pp. 209-212 in: Oester, H., Wyss, C. (Eds.), *Proceedings of the Sixth European Symposium on Poultry Welfare*, Zollikofen, Suisse.
- Johnsen, P.F., Vestergaard, K.S., Nørgaard-Nielsen, G., 1998. Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 60, 25-41.
- Jones, R.B., McAdie, T.M., McCorquodale, C., Keeling, L.J., 2002. Pecking at other birds and at string enrichment devices by adult laying hens. *British Poultry Science*, 43, 337-343.
- Kalmendal, R., Wall, H., 2012. Effects of a high oil and fibre diet and supplementary roughage on performance, injurious pecking and foraging activities in two layer hybrids. *British Poultry Science*, 53, 153-161.

- Kawai, M., Umeda, I., Sakurai, S., Nakashima, Y., 1987. Observations on cannibalism induced by prolapsed and its incidence in two commercial layer strains. *Japanese Poultry Science*, 24, 316-319.
- Keeling, L.J., Hughes, B.O., Dun, P., 1988. Performance of free-range laying hens in a polythene house and their behaviour on range. *Farm Building Progress*, 94, 21-28.
- Kjaer, J.B., Hocking, P.M., 2004. The genetics of feather pecking and cannibalism. In Perry, G.C. (Ed.), *Welfare of the Laying Hen* (pp. 109-121). Wallingford, R.-U. : CABI.
- Kjaer, J.B., Sørensen, P., 1997. Feather pecking behaviour in White Leghorn hens, a genetic study. *British Poultry Science*, 38, 333-341.
- Kjaer, J.B., Sørensen, P., Su, G., 2001. Divergent selection on feather pecking behaviour in laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 71, 229-239.
- Kjaer, J.B., Vestergaard, K.S., 1999. Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied Animal Behaviour Science*, 62, 243-254.
- Klein, T., Zeltner, E., Huber-Eicher, B., 2000. Are genetic differences in foraging behavior of laying hen chicks paralleled by hybrid-specific differences in feather pecking? *Applied Animal Behaviour Science*, 70, 143-155.
- Kops, M.S., de Haas, E.N., Rodenburg, T.B., Ellen, E.D., Korte-Bouws, G.A.H., Oliver, B., Güntürkün, O., Bolhuis, J.E., Korte, S.M., 2013. Effects of feather pecking phenotype (severe feather peckers, victims and non-peckers) on serotonergic and dopaminergic activity in four brain areas of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Physiology and Behavior*, 120, 77-82.
- Korte, S.M., Beuving, G., Ruesink, W., Blokhuis, H.J., 1997. Plasma catecholamine and corticosterone levels during manual restraint in chicks from a high and low feather pecking line of laying hens. *Physiology and Behavior*, 62, 437-441.
- Kuo, F.L., Craig, J.V., Muir, W.M., 1991. Selection and beak-trimming effects on behaviour, cannibalism, and short-term production traits in White Leghorn pullets. *Poultry Science*, 70, 1057-1068.
- Labouriau, R., Kjaer, J.B., Abreu, G.C.G., Hedegaard, J., Buitenhuis, A.J., 2009. Analysis of severe feather pecking behavior in a high feather pecking selection line. *Poultry Science*, 88, 2052-2062.
- Lambton, S.L., Knowles, T.G., Yorke, C., Nicol, C.J., 2010. The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 123, 32-42.
- Lambton, S.L., Nicol, C.J., Friel, M., Main, D.C., McKinstry, J.L., Sherwin, C.M., Walton, J., Weeks, C.A., 2013. A bespoke management package can reduce levels of injurious pecking in loose-housed laying hen flocks. *The Veterinary Record*, 172, 423-429.
- Lay, Jr. D.C., Fulton, R.M., Hester, P.Y., Karcher, D.M., Kjaer, J.B., Mench, J.A., Mullens, B.A., Newberry, R.C., Nicol, C.J., O'Sullivan, N.P., Porter, R.E., 2011. Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*, 90, 278-294.
- Leeson, S., Morrison, W.D., 1978. Effect of feather cover on feed-efficiency in laying birds. *Poultry Science*, 57, 1094-1096.
- Leonard, M.L., Horn, A.G., Fairfull, R.W., 1995. Correlates and consequences of allopecking in White Leghorn chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 43, 17-26.
- Lind, O., Kelber, A., 2009. Avian colour vision: Effects of variation in receptor sensitivity and noise data on model predictions as compared to behavioural results. *Vision Research*, 49, 1939-1947.
- Maizama, D.G., Adams, A.W., 1994. Effect of beak trimming, blade temperature, and age at beak trimming on performance of two strains of egg layers. *Journal of Applied Poultry Science Research*, 3, 69-73.

- McAdie, T.M., Keeling, L.J., 2000. Effect of manipulating feathers of laying hens on the incidence of feather pecking and cannibalism. *Applied Animal Behaviour Science*, 68, 215-229.
- McAdie, T.M., Keeling, L.J., 2002. The social transmission of feather pecking in laying hens: effects of environment and age. *Applied Animal Behaviour Science*, 75, 147-159.
- McAdie, T.M., Keeling, L.J., Blokhuis, H.J., Jones, R.B., 2005. Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 93, 67-80.
- McKeegan, D.E.F., Savory, C.J., 1999. Feather eating in layer pullets and its possible role in the aetiology of feather pecking damage. *Applied Animal Behaviour Science*, 65, 73-85.
- McKeegan, D.E.F., Savory, C.J., 2001. Feather eating in individually caged hens which differ in their propensity to feather peck. *Applied Animal Behaviour Science*, 73, 131-140.
- McKeegan, D.E.F., Savory, C.J., MacLeod, M.G., Mitchell, M.A., 2001. Development of pecking damage in layer pullets in relation to dietary protein source. *British Poultry Science*, 42, 33-42.
- Meehan, C.L., Millam, J.R., Mench, J.A., 2003. Foraging opportunity and increased physical complexity both prevent and reduce psychogenic feather picking by young Amazon parrots. *Applied Animal Behaviour Science*, 80, 71-85.
- Moinard, C., Morisse, J.P., Faure, J.M., 1998. Effect of cage area, cage height and perches on feather condition, bone breakage and mortality of laying hens. *British Poultry Science*, 39, 198-202.
- Moinard, C., Statham, P., Haskell, M.J., McCorquodale, C., Jones, R.B., Green, P.R., 2004. Accuracy of laying hens in jumping upwards and downwards between perches in different light environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 85, 77-92.
- Muir, W.M., Cheng, H.W., 2004. Breeding for productivity and welfare of laying hens. In: Perry, G.C. (Ed.), *Welfare of the Laying Hen*. (pp. 123-138). Wallingford, R.-U. : CABI.
- Muir, W.M., Craig, V.J., 1998. Improving animal well-being through genetic selection. *Poultry Science*, 77, 1781-1788.
- Newberry, R.C., 2004. Cannibalism. In: Perry, G.C. (Ed.), *Welfare of the Laying Hen* (pp. 239-257). Wallingford, R.-U. : CABI.
- Newberry, R.C., Keeling, L.J., Estevez, I., Bilcik, B., 2007. Behaviour when young as a predictor of severe feather pecking in adult laying hens: The redirected foraging hypothesis revisited. *Applied Animal Behaviour Science*, 107, 262-274.
- Nicol, C.J., Gregory, N.G., Knowles, T.G., Parkman, I.D., Wilkins, L.J., 1999. Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 65, 137-152.
- Nicol, C.J., Lindberg, A.C., Phillips, A.J., Pope, S.J., Wilkins, L.J., Green, L.E., 2001. Influence of prior exposure to wood shavings on feather pecking, dustbathing and foraging in adult laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 73, 141-155.
- Nicol, C.J., Pöttsch, C., Lewis, K., Green, L.E., 2003. Matched concurrent case-control study of risk factors for feather pecking in hens on free-range commercial farms in the UK. *British Poultry Science*, 44, 515-523.
- Nørgaard-Nielsen, G., Vestergaard, K., Simonsen, H.B., 1993. Effects of rearing experience and stimulus enrichment on feather damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 38, 345-352.
- National Research Council, 1994. Nutrient requirements of chickens. pp. 19-34. In: *Nutrient Requirements of Poultry, Revised 9th Edition*, Washington DC: National Academy Press.

- Odén, K., Vestergaard, K.S., Algers, B., 1999. Agonistic behaviour and feather pecking in single-sexed and mixed groups of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 62, 219-231.
- Pöttsch, C.J., Lewis, K., Nicol, C.J., Green, L.E., 2001. A cross-sectional study of the prevalence of vent pecking in laying hens in alternative systems and its association with feather pecking, management and disease. *Applied Animal Behaviour Science*, 74, 259-272.
- Prescott, N.B., Wathes, C.M., 1999. Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *British Poultry Science*, 40, 332-339.
- Prescott, N.B., Wathes, C.M., 2002. Preference and motivation of laying hens to eat under different illuminances and the effect of illuminance on eating behaviour. *British Poultry Science*, 43, 190-195.
- Prescott, N.B., Wathes, C.M., Jarvis, J.R., 2003. Light, vision and the welfare of poultry. *Animal Welfare*, 12, 269-288.
- Riber, A.B., Nielsen, B.L., Ritz, C., Forkman, B., 2007. Diurnal activity cycles and synchrony in layer hen chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 108, 276-287.
- Riedstra, B., Groothuis, T. G.G., 2004. Prenatal light exposure affects early feather-pecking behaviour in the domestic chick. *Animal Behaviour*, 67, 1037-1042.
- Riedstra, B., Groothuis, T.G.G., 2002. Early feather pecking as a form of social exploration: the effect of group stability on feather pecking and tonic immobility in domestic chicks. *Applied Animal Behaviour Science*, 77, 127-138.
- Robel, E.J., 1977. A feather abnormality in chicks fed diets deficient in certain amino acids. *Poultry Science*, 56, 1968-1971.
- Rodenburg, T.B., Komen, H, Ellen, E.D., Uitdehaag, K.A., van Arendonk, J.A.M., 2008. Selection method and early-life history affect behavioural development, feather pecking and cannibalism in laying hens: a review. *Applied Animal Behaviour Science*, 110, 217-228.
- Rodenburg, T.B., Tuytens, A.M., Sonck, B., Reu, K.D., Herman, L., Zoons, J., 2005. Welfare, health, and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternative housing systems. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 8, 211-226.
- Rodenburg, T.B., Uitdehaag, K.A., Ellen, E.D., Komen, J., 2009. The effects of selection on low mortality and brooding by a mother hen on open-field response, feather pecking and cannibalism in laying hens. *Animal Welfare*, 18, 427-432.
- Rodenburg, T.B., van Hierden, Y.M., Buitenhuis, A.J., Riedstra, B., Koene, P., Korte, S.M., van der Poel, J.J., Groothuis, T.G.G., Blokhuis, H.J., 2004. Feather pecking in laying hens: new insights and directions for research? *Applied Animal Behaviour Science*, 86, 291-298.
- Rodenburg, T.B., Zimmerman, P.H., Koene, P., 2002. Reaction to frustration in high and low feather pecking laying hens. *Behavioural Processes*, 59, 121-129.
- Savory, C.J., 1974. Growth and behaviour of chicks fed on pellets or mash. *British Poultry Science*, 15, 281-86.
- Savory, C.J., 1995. Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal*, 51, 215-219.
- Savory, C.J., 1998. Feather pecking damage in growing bantams is influenced by dietary tryptophan concentration but not dietary protein source. *British Poultry Science*, 39, S17-S18.
- Savory, C.J., Hetherington, J.D., 1996. Would plastic anti-pecking devices be an acceptable alternative to beak trimming for controlled pecking problems in laying hens? *British Poultry Science*, 37, S25-S26.

- Savory, C.J., Mann, J.S., MacLeod, M.G., 1999. Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. *British Poultry Science*, 40, 579-584.
- Schaible, P.J., Davidson, J.A., Bandemer, S.L., 1947. Cannibalism and feather pecking in chicks as influenced by certain changes in a specific ration. *Poultry Science*, 26, 651-656.
- Schumaier, G., Harrison, P.C., McGinnis, J., 1968. Effect of colored fluorescent light on growth, cannibalism, and subsequent egg production of single comb White Leghorn pullets. *Poultry Science*, 47, 1599-1602.
- Shimmura, T., Suzuki, T., Hirahara, S., Eguchi, Y., Uetake, K., Tanaka, T., 2008. Pecking behaviour of laying hens in single-tiered aviaries with and without outdoor area. *British Poultry Science*, 49, 396-401.
- Siren, M.J., 1963. Cannibalism in cockerels and pheasants. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 4, S1-S47.
- Steenfeldt, S., Kjaer, J.B., Engberg, R.M., 2007. Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour. *British Poultry Science*, 48, 454-468.
- Su, G., Kjaer, J.B., Sørensen, P., 2006. Divergent selection on feather pecking behavior in laying hens has caused differences between lines in egg production, egg quality, and feed efficiency. *Poultry Science*, 85, 191-197.
- Swarbrick, O., 1986. Clinical problems in 'free range' layers. *The Veterinary Record*, 118, 363.
- Tablante, N.L., Vaillancourt, J.P., Martin, S.W., Shoukri, M., Estevez, I., 2000. Spatial distribution of cannibalism mortalities in commercial laying hens. *Poultry Science*, 79, 705-708.
- Taylor, P.E., Scott, G.B., Rose, P., 2003. The ability of domestic hens to jump between horizontal perches: effects of light intensity and perch colour. *Applied Animal Behaviour Science*, 83, 99-108.
- Uitdehaag, K., Komen, H., Rodenburg, T.B., Kemp, B., van Arendonk, J., 2008. The novel object test as predictor of feather damage in cage-housed Rhode Island Red and White Leghorn laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 109, 292-305.
- van Hierden, Y.M., de Boer, S.F., Koolhaas, J.M., Korte, S.M., 2004. The control of feather pecking by serotonin. *Behavioral Neuroscience*, 118, 575-583.
- van Hierden, Y.M., Korte, S.M., Ruesink, E.W., van Reenen, C.G., Engel, B., Korte-Bouws, G.A.H., Koolhaas, J.M., Blokhuis, H.J., 2002. Adrenocortical reactivity and central serotonin and dopamine turnover in young chicks from a high and low feather-pecking line of laying hens. *Physiology and Behavior*, 75, 653-659.
- van Krimpen, M.M., Kwakkel, R.P., Reuvekamp, B.F.J., van der Peet-Schwering, C.M.C., den Hartog, L.A., Verstegen, M.W.A., 2005. Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 61, 663-686.
- van Krimpen, M.M., Kwakkel, R.P., van der Peet-Schwering, C.M., den Hartog, L.A., Verstegen, M.W., 2008. Low dietary energy concentration, high nonstarch polysaccharide concentration, and coarse particle sizes of nonstarch polysaccharides affect the behavior of feather-pecking-prone laying hens. *Poultry Science*, 87, 485-496.
- van Krimpen, M.M., Kwakkel, R.P., van der Peet-Schwering, C.M., den Hartog, L.A., Verstegen, M.W., 2009. Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behavior and feather damage of rearing and laying hens. *Poultry Science*, 88, 759-773.
- Wechsler, B., Huber-Eicher, B., 1998. The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 58, 131-141.
- Wysocki, M., Bessei, W., Kjaer, J.B., Bennewitz, J., 2010. Genetic and physiological factors influencing feather pecking in chickens. *World's Poultry Science Journal*, 66, 659-672.

Yasutomi, M., Adachi, N., 1987. Effects of playthings on prevention of cannibalism in rearing chickens. *Japanese Poultry Science*, 24, 372-373.

Yngvesson, J., Gustafson, J., Berg, C., Larsson, I., Gunnarsson, S., Oden, K., 2011. A field study of access to day light, ammonia, plumage condition and mortality in loose housed laying hens in south east Sweden. In: Sandilands, V., Hocking, P. (Eds.), *Proceedings of the 30th Poultry Science Symposium - Alternative systems for Poultry: Health, Welfare and Productivity*, Glasgow, R.-U.

Yngvesson, J., Nedergård, L., Keeling, L.J., 2002. Cannibalism in laying hens: effect of early access to perches on escape behaviour. P. 81 in: Koene, P., and the Scientific Committee (Eds.), *Proceedings of the 36th International Congress of the ISAE*, P. Koene for the Organising Committee, Wageningen, NL.

Yngvesson, J., Keeling, L.J., 2001. Body size and fluctuating asymmetry in relation to cannibalistic behaviour in laying hens. *Animal Behaviour*, 61, 609-615.

Yngvesson, J., Keeling L.J., Newberry, R.C., 2004. Individual production differences do not explain cannibalistic behaviour in laying hens. *British Poultry Science*, 45, 453-462.

Zeltner, E., Klein, T., Huber-Eicher, B., 2000. Is there social transmission of feather pecking in groups of laying hen chicks? *Animal Behaviour*, 60, 211-216.

6. TRAITEMENT DU BEC

CONCLUSIONS

1. **La taille du bec qui enlève environ un tiers à une demie du tissu entre l'extrémité distale du bec (le bout) et l'ouverture de la narine (l'opercule) en bas âge (<10 jours) :**
 - a. **Peut affecter le comportement et la croissance de l'oiseau pendant un certain temps suivant la procédure, mais n'a pas d'effets négatifs à long terme sur la production, le comportement ou le développement des névromes. Les modifications au comportement des oiseaux et les réductions du taux de croissance peuvent être attribuées à la douleur ou au malaise, à l'efficacité réduite à l'alimentation ou à l'ajustement à une capacité réduite de sensibilité du bec.**
 - b. **Améliore le bien-être à long terme des troupeaux de poules en réduisant l'effet de picage des plumes, en augmentant la couverture plumeuse (indice de réduction du picage des plumes et en fournissant une couverture protectrice de la peau) et en contrôlant efficacement le cannibalisme quand il se produit chez les poules pondeuses.**
 - c. **Améliore l'efficacité alimentaire en réduisant les coûts de chauffage par l'amélioration de la couverture plumeuse et par la réduction de gaspillage de nourriture.**
2. **La taille du bec (à la lame chaude) et la taille du bec (à l'infrarouge) sont des techniques qui, si mal appliquées, peuvent causer des douleurs aiguës et chroniques et ainsi réduire le bien-être des poules pondeuses.**
3. **Lorsque correctement effectué, ni la taille à la lame chaude, ni la taille à l'infrarouge ne produisent des douleurs à long terme, mais la majorité de la littérature scientifique suggère que la technique à l'infrarouge est plus précise, qu'elle réduit le développement anormal du bec et qu'elle cause moins de douleurs ou d'inconfort après son application.**

INTRODUCTION

La taille du bec est principalement effectuée afin de réduire l'incidence du cannibalisme chez les oiseaux qui atteignent la maturité sexuelle, y compris les pondeuses. Le bec contient des fibres nerveuses et des cellules réceptrices, de sorte que la taille du bec cause de la douleur, une perte sensorielle et affecte la capacité de l'oiseau à s'alimenter. Le présent chapitre révisé la littérature scientifique courante sur la taille du bec en mettant l'accent sur deux techniques utilisées au Canada dans l'industrie avicole, la taille du bec à la lame chaude et la taille à l'infrarouge.

Pour évaluer l'impact du raccourcissement du bec sur les fonctions biologiques de l'oiseau, des critères tels le poids corporel, la prise alimentaire, la mortalité, la qualité des œufs et la réaction de stress seront abordés. Des évaluations du comportement sont examinées en relation avec l'état affectif des oiseaux. En termes de condition de vie 'au naturel', le traitement du bec altère la morphologie du bec de l'oiseau, résultant en une perte de l'apport sensoriel et de la fonction mécanique.

Le bec du poulet est un organe relativement complexe. Il aide l'oiseau à exécuter diverses tâches, y compris la capacité de saisir des aliments, se lisser les plumes (important pour leur entretien), d'exhiber des comportements normaux comme la construction d'un nid, de servir d'outil lors des confrontations (défensif ou offensif) avec d'autres oiseaux, d'enlever les ectoparasites et d'explorer l'environnement (Gentle et coll., 1990). Dans l'industrie des œufs, l'enlèvement de la pointe du bec (taille du bec) est une pratique courante et très efficace pour réduire le cannibalisme et/ou le picage des plumes (Savory, 1995; Guesdon et al, 2006). Les préoccupations en matière de bien-être entourant la taille du bec comprennent la possibilité de causer des douleurs vives ou chroniques à l'oiseau (Breward, 1984) et la perte de réception sensorielle (étude de Gentle, 1986a). Dans les systèmes de logement plus élaborés, la taille du bec entraîne une réduction de la capacité d'enlever les ectoparasites. D'ailleurs, les oiseaux dont le bec est taillé ont de plus fortes populations de mites (Chen et coll., 2011). À l'heure actuelle, les méthodes

les plus répandues de taille du bec au Canada sont la taille à la lame chaude et la taille à l'infrarouge. Ces techniques peuvent avoir des impacts différents sur l'oiseau et il existe plusieurs variables pour chacune de ces techniques (par ex., l'âge au traitement, la sévérité, etc.) qui peuvent modifier également les effets.

Définitions de la terminologie

- Terminaisons nerveuses sensorielles ou libres – cellules réceptrices ou groupes de cellules normalement présents qui répondent à divers stimuli qu'ils transmettent au cerveau. Comprennent notamment (mais non exclusivement) :
 - les nocicepteurs – qui répondent aux stimuli douloureux
 - les mécanorécepteurs – qui répondent aux pressions ou vibrations mécaniques
 - les thermorécepteurs – qui répondent aux changements de température
- Névrome – quand un tissu nerveux est endommagé, une masse de tissu nerveux (faisceau de nerfs) peut se former. Les névromes peuvent réagir aléatoirement et la sensation peut être douloureuse. Parfois appelé « névrome d'amputation »
- Système sensori-moteur du nerf trijumeau – responsable de plusieurs sensations dans le bec de l'oiseau. Joue un rôle important dans le comportement d'alimentation, excite plusieurs mécanorécepteurs dans le bec et a une composante nociceptive.
- Alors que la nociception concerne la réponse physiologique qui se produit lors de stimuli douloureux, la douleur en soi exige un traitement conscient du processus physiologique.

Anatomie du bec

Le bec comporte plusieurs couches. La couche externe, appelée rhamphothèque, est un tissu corné qui, comme le montre la figure 1, semble plus épais près de l'extrémité du bec. L'épiderme se trouve à l'intérieur de la rhamphothèque et le derme à l'intérieur de l'épiderme. Le derme contient des vaisseaux sanguins et des tissus nerveux (Gentle et Breward, 1986; Lunam, 2005; Cheng 2006).

La figure 2 montre les différentes couches internes du bec, indiquant clairement la présence abondante de terminaisons nerveuses, y compris des nocicepteurs, thermorécepteurs et mécanorécepteurs (corpuscules de Herbst et Grandry), des vaisseaux sanguins, l'os prémaxillaire (partie centrale) et autres tissus (Cheng, 2006; Kuenzel, 2007). Kuenzel (2007) a observé qu'à l'ablation de jusqu'à 50 % du bec (% du bec restant, de l'extrémité de l'ouverture de la narine jusqu'au bout du bec comparé au bec entier), il y a perte de certains des mécanorécepteurs, nocicepteurs et vaisseaux sanguins, mais pas tous.

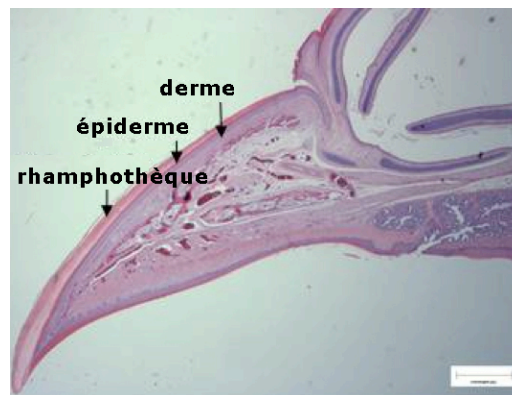


Figure 1. Anatomie du bec montrant les différentes strates à l'intérieur du bec. Université de la Saskatchewan

DESCRIPTIONS DE LA TAILLE À LA LAME CHAUDE ET À L'INFRAROUGE

Taille à la lame chaude

La méthode traditionnelle de taille du bec se fait à la lame chaude. L'âge auquel les oiseaux peuvent subir une taille à la lame chaude peut varier. Plusieurs oiseaux sont taillés, soit manuellement, soit par système automatisé au couvoir à l'âge d'un jour. En pareil cas, le haut et le bas du bec sont taillés. La taille peut aussi se faire à la ferme, soit comme mesure initiale, soit, si la repousse semble considérable, comme reprise de la procédure. La taille a généralement lieu avant l'âge de 10 jours, mais peut avoir lieu plus tard (p. ex. à 5 semaines). Quand la taille a lieu plus tard, la procédure consiste habituellement à tailler seulement la partie supérieure du bec. Presque tous les oiseaux commerciaux destinés à la ponte au Canada ont leur bec taillé au couvoir.

La technique de taille à la lame chaude utilise une lame de style guillotine chauffée à une température d'environ 750°C. Le bec de l'oiseau est introduit dans un petit trou sur une plaque guide. La grosseur du trou déterminera la longueur de bec qui sera enlevée, de sorte qu'il est important que les articles scientifiques comparant la longueur finale du bec indiquent la grosseur du trou utilisé, puisque la longueur peut simplement refléter la technique utilisée au couvoir plutôt que le résultat de la taille du bec en soi. Une fois que la pointe du bec est placée dans le trou, la lame chaude coupe et cautérise simultanément les tissus du bec (Jendral et Robinson, 2004), la cautérisation prend normalement environ 2 secondes (Christmas, 1993). La température de la lame et la durée de la cautérisation sont des aspects critiques d'une taille à la lame chaude réussie. Une cautérisation insuffisante provoque une hémorragie, alors qu'une exposition excessive à la lame chaude endommage une quantité variable de tissus au-delà du point de coupe (Lunam et coll., 1996). La coupe manuelle à la lame chaude exige un personnel habile et expérimenté pour assurer un traitement efficace et uniforme (Dennis et Cheng, 2012). Si on utilise une machine, la vaccination des poussins peut être combinée à la procédure de la taille du bec, ce qui peut contribuer à réduire le stress de manipulation et à améliorer la précision en diminuant les pertes attribuables à l'erreur humaine.

Un mélange de sang coagulé et de tissus cicatriciels fibroblastiques recouvre éventuellement la plaie. Quelques jours après la taille, l'épiderme commence à se régénérer et à se développer sur le tissu cicatriciel. Ultiment, le tissu est remplacé par un nouveau derme (Gentle, 1986a; Gentle et coll., 1997).

Température de la lame

Il y a, dans la littérature scientifique, très peu de renseignements sur les comparaisons entre les températures de la lame. Maizama et Adams (1994) ont réalisé deux expériences pour étudier les effets de la température de la lame, ainsi que l'âge lors de la taille du bec (7 ou 10 jours), sur la performance de deux races d'oiseaux blancs. On a comparé des températures de 1450°F (787°C) et 1200°F (649°C). La consommation d'aliments a été affectée par la température de la lame, mais les données ne sont publiées que pour la semaine 18, de sorte que ces résultats doivent être interprétés avec prudence. Au cours de cette période, les oiseaux dont le bec avait été taillé avec la lame plus chaude ont mangé davantage que ceux dont le bec avait été taillé avec la lame plus froide. On n'a relevé aucune différence en termes de production d'œufs, d'efficacité alimentaire ou de mortalité durant la période de ponte. On a relevé des interactions entre la race et la température; on a conclu que l'efficacité alimentaire et la mortalité peuvent varier selon la race en réponse aux diverses températures de taille du bec. Ces renseignements sont importants. Ils suggèrent que les procédures d'opération normalisées (PONs) utilisées pour la taille à la lame chaude devraient être

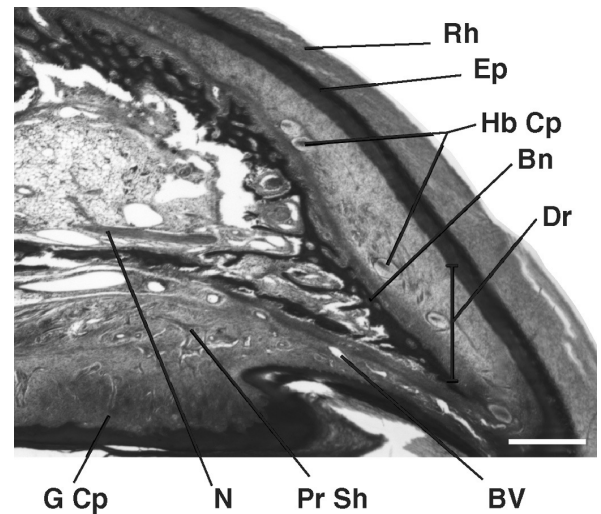


Figure 2. Coupe sagittale du bec supérieur d'un poussin de deux semaines. L'extrémité du bec est à droite. Échelle, 400 µm. Bn = os; BV = vaisseau sanguin; Dr = derme; Ep = épiderme; G Cp = corpuscules de Grandry; Hb Cp = corpuscules de Herbst; N = nerf; Pr Sh = gaines périneurales; Rh = rhamphothèque. Kuenzel, 2007. Poultry Science. Reproduit avec permission.

spécifiques au génotype. Les températures utilisées dans cette étude ont donné des longueurs de bec différentes (la lame plus chaude donnant un bec plus court) ce qui n'a pas été pris en considération dans la discussion des résultats tels la prise alimentaire. On n'a pas mentionné non plus l'état du bec après la taille, de sorte qu'on ne peut pas dire si la cautérisation a été bien faite ou si les tissus ont été endommagés excessivement par la chaleur. Dans une autre expérience au cours de laquelle la température de la lame a été examinée en conjonction avec l'âge au traitement, on n'a observé aucune incidence sur les paramètres de productivité.

Traitement à l'infrarouge

Plus récemment, une technologie automatisée de taille du bec à l'infrarouge, que l'on croit capable de produire une taille plus précise, a été mise au point (Carruthers et coll., 2012). La procédure est exécutée au couvoir et l'équipement est loué et surveillé par le fournisseur. Les poussins sont placés dans des réceptacles qui retiennent le bec au moyen d'une courte gaine munie de plaques qui protègent tout, sauf le bout du bec. Des doigts mécaniques immobilisent la tête. Le tissu non protégé du bec est alors exposé à une lumière à énergie infrarouge. Le tissu affecté meurt et, avec le temps (environ 10 à 14 jours) s'amollit graduellement et se détache (Marchant-Forde et coll., 2008; Dennis et Cheng, 2012). Le réglage de la machine IR peut varier en fonction de la sévérité de la taille, y compris la puissance de l'énergie infrarouge, l'épaisseur de la plaque guide et les angles du miroir. Une simple comparaison de la longueur du bec après la taille peut ne refléter que les choix du couvoir quant à l'exploitation de l'équipement plutôt qu'aux effets de la technique en général.

Comme dans le cas de l'appareil automatisé à lame chaude, l'automatisation de l'équipement à l'infrarouge permet de procéder simultanément à la vaccination des poussins, réduisant ainsi la nécessité de manipuler et la possibilité d'erreur humaine. On croit que, contrairement à l'équipement à lame chaude, la lente érosion du bec peut permettre au poussin de poursuivre certaines activités du bec (p. ex. l'alimentation) pendant un certain temps après la taille. Cette période d'ajustement pourrait être particulièrement bénéfique quand les poussins apprennent à manger. Cependant, les données disponibles ne supportent pas toutes cette hypothèse (Marchant-Forde et coll., 2008). Les autres avantages de cette technique sont l'élimination de plaies ouvertes qui contribuent au saignement, à l'inflammation et à la douleur (Dennis et Cheng, 2012). La possibilité de régler l'équipement en fonction de la race peut aussi réduire les anomalies observées à la guérison et améliorer la précision de la coupe.



Figure 3 : Équipement de traitement du bec à l'infrarouge. Inclus avec la permission de Nova-Tech Engineering.

RÉPERCUSSIONS DE LA TAILLE DU BEC

Taille à la lame chaude

La recherche comparant les oiseaux avec taille du bec à la lame chaude aux oiseaux non taillés a fait ressortir diverses répercussions, bien que ces observations ne soient pas toujours cohérentes selon les traitements. Il serait injuste de regrouper tous les oiseaux avec bec taillé à la lame chaude dans un seul groupe parce que de nombreux facteurs peuvent intervenir. Les principaux facteurs à considérer sont l'âge des poussins au moment de la taille et la sévérité de la taille.

Réduction de la mortalité grâce à la taille à la lame chaude

Le but premier de la taille du bec des poules pondeuses est de réduire l'incidence du picage des plumes et(ou) du cannibalisme. Bien que les études n'aient pas toutes démontré une réduction de la mortalité par cannibalisme (Gentle et coll., 1997), il est important de comprendre que ce comportement ne survient pas dans tous les troupeaux mais est plutôt de nature sporadique.

Néanmoins, les travaux qui ont montré une réduction de la mortalité sont nombreux. Hartini et coll. (2002) ont observé une mortalité de 0,14 % chez les oiseaux avec le bec taillé à la lame chaude et de 13,4 % chez les oiseaux avec le bec non taillé (groupe témoin). Cette étude a été effectuée dans des cages classiques, mais la recherche a démontré que la taille à la lame chaude peut aussi être un précieux outil dans les autres systèmes de logement. Guesdon et coll. (2006) ont comparé des oiseaux avec bec taillé à la lame chaude à des oiseaux avec le bec non taillé dans deux systèmes de cages classiques et dans deux systèmes de cages aménagées. Tous les systèmes ont connu une réduction de la mortalité lors de l'utilisation de la taille du bec (cages classiques, taillés contre non taillés – 4 à 5% contre 50 à 51%; cages aménagées, taillés contre non taillés – 4 à 8% contre 40 à 43%). Mertens et coll. (2009) ont examiné les pondeuses dans des systèmes à volière. Les oiseaux, soit intacts, soit taillés à 6 semaines, furent soumis à deux diètes. La mortalité dans les volières était de 1,6 % et 2,6 % pour les deux groupes d'oiseaux avec le bec taillé et de 21,5 et 25,8 % pour les oiseaux des groupes témoins.

Âge au traitement

Une des inquiétudes associées à la taille du bec est la possibilité que des névromes se forment sur la portion amputée du bec. Ces cas sont responsables de douleur chronique résultant de la taille du bec, les névromes générant une activité nerveuse spontanée chez les poules (Beward et Gentle, 1985). La formation d'un névrome comporte une dégénération initiale suivie d'une régénération des axones en un faisceau de nerfs enchevêtrés et non organisés lorsque les repousses des axones entrent en contact avec le tissu cicatriciel. Beward et Gentle (1985) ont constaté la formation de névromes chez les oiseaux adultes dont le bec a été taillé à la lame chaude; cependant, des névromes ne semblent pas se former chez les oiseaux dont le bec a été taillé en très bas âge. Gentle et coll. (1997) n'ont pas noté la présence de névromes chez les poussins dont le bec a été taillé à la lame chaude à 1 jour ou à 10 jours. L'activité était réduite au cours de la semaine suivant la taille, mais aucun effet à long terme n'a été observé. La taille du bec n'a apporté aucun changement à long terme aux paramètres de productivité. Les auteurs ont conclu que lorsque le bec des oiseaux est taillé en très bas âge, l'impact sur les oiseaux est minime. Lunam et coll. (1996) ont examiné le bec des oiseaux taillé à l'éclosion et ont trouvé des névromes à l'âge de 10 semaines. Cependant, ces névromes se sont résorbés, ne laissant aucune trace lors de la réévaluation à 70 semaines d'âge. On a suggéré que, lorsque le bec est taillé à l'éclosion ou au jour 1, les repousses d'axones peuvent dégénérer et les névromes peuvent régresser. Gentle (1986a) et Grigor et coll. (1995) suggèrent que la taille du bec au tout début de la vie peut ne causer aucun dommage permanent aux nerfs; ils recommandent donc que la taille à la lame chaude ait lieu au cours de cette période.

Bien que des études indiquent que la taille en très bas âge diminue la probabilité de dommages permanents aux nerfs, il est plus facile de contrôler la quantité de tissu enlevé quand les oiseaux sont plus âgés et physiquement plus développés. Quand les oiseaux sont plus âgés, la probabilité d'une repousse du bec est également plus basse (van Niekerk et al, 1999). On a constaté que les oiseaux dont on taille environ 1/3 de la partie supérieure et de la partie inférieure du bec à l'âge de 5 semaines ont tendance à développer des névromes sur le moignon du bec, ce qui pourrait causer une douleur chronique (Gentle, 1986a). Il semble également que, lorsque la taille a lieu après l'âge de 4 semaines, les effets néfastes à long terme sur le comportement, sur l'activité d'alimentation et sur le gain de poids sont plus évidents (Duncan et coll., 1989). Beward et Gentle (1985) ont taillé à la lame chaude le bec d'oiseaux adultes, enlevant environ 1/3 du tissu du bec. Ces oiseaux avaient des névromes bien développés sur le bec 20-30 jours après la taille. Les auteurs ont détecté également l'activation spontanée de neurones dans le bec, ce qui semble indiquer de la douleur.

L'âge lors de la taille à la lame chaude joue aussi un rôle important sur le rétablissement des oiseaux après cette procédure. Quand la taille du bec se fait au jour 1 au couvoir, on évite le stress résultant de la taille et de la manipulation durant la croissance. Cependant, la taille au jour 1 pourrait augmenter le risque de mortalité (Gentle, 1986a; Hughes et Gentle, 1995) et la probabilité d'une repousse du bec (Gentle, 1986a). Quand Kumar et Nagra (2005) ont taillé le bec d'oiseaux âgés de 4, 8, 12 et 16 semaines, ils ont constaté que le pourcentage de repousse du bec diminuait avec l'âge, les groupes de 12 et 16 semaines n'affichant d'ailleurs aucune repousse du bec. Encore une fois, la sévérité de la taille peut jouer un rôle sur la repousse.

Glatz et Lunam (1994) ont tenté de quantifier le stress causé par la taille du bec à la lame chaude en utilisant le rythme cardiaque d'oiseaux lors d'une simulation du traitement, lorsque leur bec était taillé à la lame chaude et non taillés à 0, 10 ou 42 jours. À l'âge de 0 jour, on n'a relevé aucune différence entre les oiseaux dont le bec était taillé à la lame chaude et les oiseaux à traitement simulé. Il est possible que l'éclosion en soi ou la manipulation des poussins soit tellement stressante qu'elle suscite un rythme cardiaque maximum. Ces données indiquent que le rythme cardiaque peut ne pas être un bon indicateur du stress chez les poussins d'un jour. Les différences ont été observées plus tard, indiquant que la taille du bec à la lame chaude est stressante chez les oiseaux plus âgés.

L'âge auquel la taille est effectuée peut aussi avoir des répercussions sur le comportement. Jongman et coll. (2008) ont taillé le bec de poussins le jour de l'éclosion et n'ont relevé aucune réduction des comportements d'alimentation et de picage, ce que les auteurs ont attribué à l'absence de tout indicateur de douleur à long terme. Dennis et Cheng (2010) ont comparé le temps passé au picorage et la force du picorage entre des oiseaux dont le bec a été taillé à la lame chaude à 2 jours et des oiseaux sans bec taillé. Ces observations furent effectuées à 3, 4 et 5 semaines. Ils ont constaté que les oiseaux avec un bec taillé picoraient moins et avec moins de force à 3 semaines d'âge, mais qu'il n'y avait plus de différence à 4 et 5 semaines d'âge. Ils ont attribué les différences observées à 3 semaines, à soit la douleur, soit une période d'ajustement à la modification physique du bec. Persyn et coll. (2004) ont constaté que des poulettes avec un bec taillé à la lame chaude entre 7 et 10 jours d'âge changeaient leurs habitudes alimentaires. Les poulettes avec bec taillé mangeaient de plus petits repas à intervalles plus courts. Duncan et coll. (1989) ont taillé le bec des poules à 16 semaines d'âge et ont observé une réduction de la fréquence à laquelle les poules mangeaient, buvaient et se lissaient les plumes, possiblement à cause de la douleur causée par ces comportements.

Sévérité du traitement

Struwe et coll. (1992) ont comparé des poulettes intactes avec 3 niveaux de taille de bec à la lame chaude (4 mm, 4,5 mm et 5 mm) à l'âge de 10 jours. Ils n'ont observé aucune différence pour le poids corporel dans les 7 premières semaines. L'utilisation d'aliments était à son maximum chez les oiseaux avec bec non taillé et les oiseaux avec un bec taillé à 4 mm, mais il n'y avait plus de différence à 21 semaines d'âge. Le poids des glandes surrénales à 21 semaines (comme mesure de stress) était nettement plus élevé chez les oiseaux avec un bec non taillé. Les chercheurs ont conclu que le niveau de stress était le plus élevé dans ce groupe, ce qui pourrait résulter d'une flambée de picage des plumes observée chez les poules avec bec non taillé.

Lunam et coll. (1996) ont soumis des poussins dès l'éclosion à divers degrés de taille de bec à la lame chaude qu'ils ont combiné à diverses durées de cautérisation. Les traitements appliqués furent : 1) ablation de 1/2 du haut et 1/3 du bas du bec avec 2 secondes de cautérisation; 2) 2/3 du haut et 1/2 du bas du bec avec 4 secondes de cautérisation; et 3) aucune taille du bec. À l'âge de 10 semaines, des névromes dans les becs de tous les oiseaux avec un bec taillé, ont été observés, mais les névromes trouvés chez les oiseaux du groupe 1 ont régressé et n'étaient plus présents à 70 semaines d'âge. On a retrouvé des névromes dans les becs des oiseaux aux becs du groupe 2 à 70 semaines. On a aussi observé plus de difformités sur les becs de ce groupe. Les auteurs ont conclu qu'une taille plus modérée ou moins rigoureuse permet aux névromes de se résorber ce qui peut signifier que la douleur est ressentie sur une période plus courte.

Glatz (2003) a ramassé des poules de 70 semaines d'âge présentant diverses longueurs de bec dans des troupeaux commerciaux où les becs avaient été taillés. Il a retiré et étudié les poules avec becs supérieurs courts, avec becs supérieurs longs et les oiseaux avec croissance inégale du bec supérieur et il a comparé la prise alimentaire entre ces groupes. Les oiseaux ayant des becs supérieurs courts ont consommé le moins de nourriture, les oiseaux ayant des becs inégaux étant le groupe intermédiaire. Les oiseaux ayant des becs inégaux mangeaient le plus lentement. Les poules ayant des becs courts picoraient le plus les abreuvoirs.

Gabrush (2011) a utilisé une lame chaude pour enlever 20, 40 ou 60 % des tissus du bec de poussins de type Leghorn âgés d'un jour. Il en a résulté une réduction de 14, 31 ou 39 % chez ces oiseaux à l'âge adulte. Bien que le comportement ait indiqué la présence de douleur chez tous les oiseaux taillés à la lame chaude, on a relevé à l'âge de 8 jours une réduction du poids corporel chez les oiseaux dont on avait enlevé 60 % des tissus du bec. Cette réduction du poids s'est maintenue jusqu'à l'âge de 59 semaines.

Durée de la cautérisation

Peu de travaux scientifiques ont été publiés sur la durée critique de la cautérisation. Lunam et coll. (1996) ont utilisé un temps de cautérisation de 2 secondes ou de 4 secondes, combiné avec deux longueurs de taille. Ils ont constaté que la taille plus rigoureuse (2/3 des tissus du bec) et la cautérisation plus longue provoquaient la formation de névromes encore visibles à 70 semaines d'âge. À cause du design expérimental de cette étude, il est impossible de savoir si les névromes étaient le résultat du temps de cautérisation, de la longueur de la coupe ou d'une combinaison des deux. Il se pourrait aussi qu'une température inappropriée ait causé des dommages au bec au-delà du point initial de taille (Gentle, 1986b).

Niveaux de crainte

Mielnik et coll. (1992) ont comparé l'immobilité protectrice, utilisée pour évaluer la crainte à 16 semaines d'âge entre des oiseaux avec le bec taillé à la lame chaude une fois à 9 jours, des oiseaux taillés deux fois à 9 jours et à 16 semaines et des oiseaux intacts. Aucune différence n'a été observée dans les résultats du test de l'immobilité protectrice, indiquant que les niveaux de crainte étaient les mêmes.

Effets sur la stimulation de douleur

Parce que de nombreux nocicepteurs sont situés dans le bout du bec (Lunam, 2005), il importe de déterminer si la taille du bec provoque de la douleur et, si c'est le cas, dans quelle mesure. La taille à la lame chaude entraîne un changement dans le nombre de fibres nerveuses chez les oiseaux. Dubbeldam et coll. (1995) ont examiné des poussins dont le bec avaient été taillés à la lame chaude à 1 jour, 8 jours ou 6 semaines d'âge. L'opération en soi a produit un changement dans le nombre de divers types de fibres, à savoir : un plus grand nombre de petite fibres myélinisées et une réduction des grandes fibres. Les grandes fibres ont une plus grande vitesse conductrice et peuvent être plus importantes dans l'identification de stimuli externes par le toucher ou la douleur (Fink et Oaklander, 2006). L'âge à la taille n'avait aucun effet sur les nombres relatifs de types de fibres. L'étude ne précise pas si des névromes se sont formés sur le bec des oiseaux taillés pour cette expérience, de sorte qu'on ne peut conclure si ces différences résultent d'une altération de la sensibilité du bec.

Phase sans douleur

Des études électrophysiologiques ont démontré la présence de nocicepteurs dans le bec des poulets qui réagissent à des stimuli thermiques (Breward, 1983). Gentle (1991) a enregistré de fortes décharges du nerf trijumeau (en particulier des fibres afférentes sensorielles), qui innervent le bec de l'oiseau, immédiatement après la taille à la lame chaude de poules âgées de 16 semaines et ces décharges anormales ont duré entre 2 et 48 secondes. Par la suite, aucune activité anormale n'a été constatée dans les nocicepteurs mis à l'épreuve pour une période de 270 minutes, amenant les auteurs à suggérer qu'il s'agissait d'une période sans douleur. Gentle et ses collègues (1991) ont compté le nombre de coups de bec donné par des oiseaux à un stimulus visuellement attrayant avant et 6, 26 et 32 heures après la taille du bec à la lame chaude. Ils n'ont constaté aucune réduction du nombre de coups de bec 6 heures après la taille, mais une forte réduction après une période de 26 heures. Cette réduction dans le comportement de picage a été interprétée comme un type de protection ou un comportement résultant de la douleur. Les auteurs ont interprété leurs résultats comme une démonstration que la procédure de taille est immédiatement suivie d'une période sans douleur, qui, chez certains oiseaux, peut durer jusqu'à 26 heures. Cette observation est appuyée par les travaux de Glatz et coll. (1992) qui ont fait la preuve qu'il existe une phase sans douleur quand la taille est effectuée le jour de l'éclosion, la preuve comportementale de douleur semblant apparaître environ 24 heures après la procédure à la lame chaude. Après cette période, les oiseaux avec le bec taillé n'ayant reçu aucun analgésique manifestaient une réduction marquée de la prise alimentaire par rapport aux oiseaux ayant reçu un analgésique.

Douleur aiguë et (ou) chronique

Il ressort que la taille à la lame chaude provoque des douleurs à long terme, mais encore une fois, on doit prendre en considération la technique utilisée, l'âge de l'oiseau, la sévérité de la coupe, etc. Breward et Gentle (1985) ont taillé 1/3 des becs supérieurs et inférieurs de Leghorns brunes de 5 semaines au moyen de la méthode à lame chaude. L'activité électrophysiologique neurale spontanée du nerf intramandibulaire a été enregistrée entre les jours 5 et 83 suivant la taille. La présence de névromes a aussi été notée à 20 et 30 jours et ces deux observations sont probablement indicatrices de douleur. La recherche n'a pas débordé de cette période, de sorte qu'on ne sait pas si les névromes ont régressé ou s'ils sont demeurés à l'âge adulte.

Outre les indications d'ordre neurologique, il existe aussi des indications comportementales que la taille du bec peut être douloureuse. Eskeland (1981), comme le signalait plus tard Gentle (1986a), a constaté que, comparativement aux oiseaux dont le bec n'avait pas été taillé, les oiseaux au bec taillé passaient de plus en plus de temps au nid, bien que ce comportement puisse aussi être attribué à une réduction de la capacité de manipuler les matériaux servant à la fabrication du nid. Gentle (1986a) a aussi rapporté des données non publiées de Slee, Duncan et Breward qui ont observé que la taille du bec des oiseaux réduisait le temps de picorage au sol, de bain de poussière et de lissage des plumes pendant au moins 5 semaines suivant la procédure. L'âge au moment de la taille n'a pas été indiqué. Duncan et coll. (1989) ont taillé le bec d'oiseaux à 16 semaines d'âge et ont constaté que les comportements exigeant l'utilisation du bec tels manger, boire, se lisser les plumes et picorer leurs cages avaient diminué après la taille du bec des oiseaux, alors que le temps d'inactivité assis ou debout avait augmenté. Ces comportements ne sont revenus aux niveaux antérieurs au traitement que 5 semaines après la procédure de taille. Les auteurs ont proposé que la douleur ou l'inconfort résultant de la taille du bec entraînait des changements dans le comportement. Jongman et coll. (2008) ont observé des poussins de type Leghorn dont le bec avait été taillé à la lame chaude à l'âge de 1 jour. La moitié des oiseaux ont eu le bec taillé de nouveau à l'âge de 14 semaines. Les comportements de picage et d'alimentation furent surveillés à 10, 20 et 60 semaines ainsi qu'à 8 et 52 semaines d'âge dans le groupe distinct d'oiseaux taillés une seconde fois (à la lame chaude) à 14 semaines. Le comportement de picage de nourriture et d'objets nouveaux après la première taille et la seconde taille n'était pas différent et n'était pas indicatif de douleur chronique au bec. Les oiseaux dont le bec avait été taillé de nouveau n'avaient pas un comportement différent de celui des oiseaux taillés une seule fois. Ces deux expériences ont eu diverses répercussions sur le comportement, mais il convient de signaler que les mesures de Duncan et coll. (1989) se sont arrêtées à 5 semaines, alors que Jongman et coll. (2008) ont commencé à mesurer 10 semaines après la taille. Les constatations de Dennis et Cheng (2010) se situent entre les deux résultats susmentionnés; ils ont constaté que les poussins avec le bec taillé à la lame chaude à l'âge de 2 jours puis testés sur une plaque de force à 3, 4 et 5 semaines passaient moins de temps à picorer la nourriture et utilisaient moins de force que leurs homologues avec un bec non taillé, à l'âge de 3 semaines. Ces différences disparaissent à 4 et 5 semaines. Freire et coll. (2011) ont utilisé un analgésique pour réduire la douleur chez les oiseaux traités à la lame chaude (à 0 jour) et ont comparé leur capacité de picage sur une période de 9 jours à celle d'oiseaux au bec intact. Malgré l'administration d'un analgésique, les oiseaux taillés montraient une réduction de la quantité et de la force de picage. Les auteurs ont conclu que le changement de picage observé chez les oiseaux à bec taillé pouvait résulter d'une perte de mécanorécepteurs plutôt que de la douleur.

Dans l'ensemble, ces données suggèrent que la taille du bec à la lame chaude modifie le comportement d'alimentation, mais la durée de ces conséquences sur les oiseaux dépend dans une bonne mesure de l'âge des oiseaux à la taille et de la longueur de la taille. Quand la taille se fait en bas âge, on peut observer des indications de douleur, mais généralement à court terme. On ne relève aucune indication de douleurs durant toute la vie. Par contre, une taille à un âge plus avancé peut présenter des indications de douleurs durant toute la vie.

Traitement à l'IR

Âge au traitement

À cause de la nature de l'équipement infrarouge, tout traitement utilisant cette technique doit être effectué au couvoir le jour de l'éclosion. La quantité de traitements utilisant une machine à IR est contrôlé par une combinaison d'épaisseur de la plaque de tête, d'intensité de la lumière et de réglage du miroir.

Sévérité du traitement

Dennis et Cheng (2012) ont comparé l'énergie et le réglage de la plaque de tête utilisés pour la taille à l'infrarouge dans une expérience factorielle 2 (2 épaisseurs de plaque, où une plaque plus épaisse donne une taille moins profonde) x 3 (3 niveaux d'énergie). Les poules traitées avec une plaque plus épaisse et un niveau d'énergie intermédiaire furent les plus lourdes tout au long de l'épreuve. Un traitement plus rigoureux donnait un bec plus court et, dans ce cas, aucune différence de poids corporel à 5, 10 ou 30 semaines, mais un plus grand gaspillage de nourriture chez les oiseaux à traitement moins rigoureux. Utilisant une plume pour examiner la capacité des oiseaux à manipuler un objet, on a constaté que les oiseaux traités plus rigoureusement endommageaient davantage la plume. Les auteurs ont émis l'hypothèse que ce phénomène peut indiquer une sensibilité réduite, ces oiseaux n'étant pas capables de bien manipuler la plume.

Douleur

McKeegan et Philbey (2012) ont mesuré l'activité nerveuse chez des poules traitées à l'IR et des poules intactes (groupe témoin) à 10, 30 ou 50 semaines. Au total, ils ont testé la décharge spontanée de 386 nerfs, y compris des mécanorécepteurs, thermorécepteurs et nocicepteurs. Aucun effet du traitement n'a été observé. Aucun changement pathologique n'a été relevé sur les becs traités à l'IR comparativement au groupe témoin. Une histologie du bec effectuée à l'âge de 4 semaines a montré des signes de guérison, avec réépithélialisation et remodelage osseux se produisant dans le bec inférieur. On a observé la réinnervation avec mécanorécepteurs dans la zone de guérison au bout du bec inférieur chez 2 des 6 oiseaux testés. On a aussi relevé des signes d'une certaine régénération nerveuse chez un petit nombre d'oiseaux traités à l'IR. N'ayant découvert aucune formation de névrome à tout âge des oiseaux, les auteurs ont conclu que la taille à l'IR ne causait aucune douleur chronique.

Angevaere et coll. (2012) ont comparé des poussins traités à l'IR à des poussins avec un bec non taillé. La sévérité du traitement à l'IR n'a pas été décrite et la taille a été décrite comme de routine. La mortalité était faible chez les poussins traités à l'IR (1 oiseau sur 40) et, dans ce cas, le bout de la langue de l'oiseau avait été endommagé. Ceci pourrait être une indication que le réglage était trop rigoureux. La taille à l'IR a causé une réduction du poids corporel à l'âge de 8 semaines. On a observé, à 17 semaines, moins de symptômes physiques de maturité sexuelle chez les oiseaux traités à l'IR que chez les oiseaux non traités, suggérant ainsi que la taille à l'IR a pour effet de retarder la maturité sexuelle. Les oiseaux intacts, observés entre 89 et 106 jours, étaient en mesure de manger plus efficacement et pouvaient picorer environ 63 % de nourriture de plus dans un seul coup de bec que les oiseaux traités à l'IR.

Freire et coll. (2008) ont utilisé un analgésique (carprofène) dans l'alimentation pour masquer la douleur potentielle. Ils ont ensuite évalué la force de picage des poules, au bec traité à l'IR et au bec intact, à 11 semaines. La consommation de l'analgésique carprofène dans l'alimentation n'a eu aucun effet sur la force du picage. Les oiseaux traités à l'IR n'ont pas consommé plus de nourriture contenant du carprofène que les oiseaux intacts, ce qu'on aurait observé si la taille à l'IR avait causé de la douleur.

Gabrush (2011) a tenté de modifier la quantité de tissus du bec traités soit en variant l'intensité du traitement à l'IR, soit en variant la taille du trou dans un couvoir commercial afin d'obtenir des réductions de 20, 40 et 60 %. Aucune différence dans la longueur finale du bec n'a été observée chez les oiseaux traités. Quand on les taille au moyen de trous de tailles variables, le poids corporel demeure semblable à celui des poulettes au bec non taillé jusqu'à 28 jours, âge auquel on observe que les oiseaux dont le bec a été taillé à 40 et 60 % sont plus légers. Cette différence a

aussi été observée à 77 jours, mais n'a pas été relevée après cette date jusqu'à 60 semaines inclusivement. Quand on a fait varier l'intensité de l'IR pour modifier la longueur du bec, le poids corporel des oiseaux traités et non traités était le même à 8 jours. À 15 et 22 jours, les groupes au bectail à 40 et 60 % pesaient moins que le groupe témoin non traité, mais aucune différence n'a été observée chez les oiseaux plus âgés. Ces différences peuvent être un indice de douleur, mais comme le temps correspond à la période au cours de laquelle les tissus du bec se désagrègent, elles peuvent aussi indiquer une difficulté à manipuler les aliments.

COMPARAISON DES TAILLES À LA LAME CHAUDE ET À L'INFRAROUGE

Diverses études ont maintenant été menées pour comparer les poussins traités à la machine IR aux poussins dont le bec est taillé par une machine à lame chaude. Dans chaque cas, il est important de comprendre la sévérité de la taille du bec et l'âge auquel la taille à la lame chaude est effectuée comme facteurs ayant une incidence sur les résultats.

Gentle et McKeegan (2007) ont comparé des poussins de reproductrices de type chair traités à l'infrarouge à des poussins taillés à la lame chaude à l'âge de 7 jours, un groupe témoin de poussins intacts et un groupe témoin de poussins intacts à traitement simulé sur machine IR et logés en groupes de 10. La taille n'a produit aucun effet sur un large éventail de comportements des poussins, y compris la capacité de se déplacer, de s'alimenter, de s'abreuver et d'explorer. Parmi les oiseaux au bec taillé, la repousse de tissus du bec était à son minimum chez les poussins taillés à la lame chaude à l'âge de 7 jours. Le poids corporel des oiseaux taillés à la lame chaude était le plus bas à 28 et 35 jours que celui de tous les autres oiseaux.

Dennis et coll. (2009) ont comparé les effets de la taille à l'infrarouge de poussins Leghorn au couvoir et de la taille à la lame chaude entre 7 et 10 jours sur la production, le comportement agressif et la physiologie de stress à l'âge de 30 semaines. Les oiseaux étaient logés dans des cages de 5 oiseaux. Ils n'ont observé aucune différence de poids corporel, de production d'œufs, d'asymétrie fluctuante ou rapport H:B, mais les oiseaux traités à l'IR avaient de meilleures plumes, indiquant ainsi que le picage des plumes pouvait avoir été réduit. L'agression était plus basse chez les oiseaux traités à l'IR exposés à une lumière plus intense (rangée de cages du haut) mais non chez les oiseaux exposés à une lumière moins intense.

Dans une autre étude, Dennis et Cheng (2010) ont constaté que des poussins blancs Leghorn logés dans des cages de 12 oiseaux et avec le bec taillé à la lame chaude à l'âge de 7 à 10 jours passaient plus de temps à manger mais étaient plus légers que les oiseaux traités à infrarouge, donnant à supposer une réduction de l'efficacité alimentaire chez les oiseaux avec le bec taillé à la lame chaude. Cependant, le rapport affirme que les becs des oiseaux traités à l'IR étaient plus longs que ceux des oiseaux traités à la lame chaude, de sorte qu'il se peut que la taille à la lame chaude ait été rigoureuse au point de nuire à la capacité des oiseaux de se nourrir. Cette explication est appuyée par Dennis et coll. (2009) qui n'ont observé aucune différence attribuable à cette technique dans les comportements de manger et boire entre des oiseaux traités à la lame chaude et à l'IR observés à l'âge de 30 semaines.

Dans une étude subséquente comparant la taille à l'IR (2 épaisseurs de plaque et 3 niveaux d'énergie) de poussins blancs Leghorn à celui de poussins taillés à la lame chaude entre 7 et 10 jours, Dennis et Cheng (2012) ont constaté que les oiseaux taillés à la lame chaude, logés dans des cages de 12 oiseaux, avaient le plus haut niveau de gaspillage de nourriture. La longueur du bec immédiatement après la taille à la lame chaude n'a pas été indiquée alors que les oiseaux soumis à un traitement sévère à l'IR passaient moins de temps à marcher à l'âge de 5 semaines, ce que les auteurs ont attribué à la douleur ou l'inconfort. Jusqu'à l'âge de 10 semaines les oiseaux dont le bec avait été taillé à la lame chaude ont passé moins de temps à boire que ceux traités à l'IR.

Carruthers et coll. (2012) ont mené des études à la ferme afin d'examiner la variabilité de la longueur du bec et la fréquence des anomalies des becs d'oiseaux blancs Leghorn taillés à la lame chaude à 1 jour ou par machine à IR. Ils ont constaté que les becs taillés à l'IR étaient de longueur plus uniforme et avaient moins d'anomalies (fissures, repousse asymétrique, boursofflures, etc.) que les becs taillés à la lame chaude.

Marchant-Forde et coll. (2008) ont comparé des pondeuses traitées à la lame chaude (procédure administrée à 1 jour), traitées à l'IR et non traitées (groupe témoin). Dans cette étude, les becs taillés à l'IR étaient plus courts que ceux taillés à la lame chaude. Les oiseaux étaient logés par paires dans des cages identiques. On a toutefois relevé

plus d'anomalies chez les oiseaux taillés à la lame chaude que ceux traités à l'IR. Les deux techniques de traitement ont entraîné une réduction de la prise alimentaire, les oiseaux traités à l'IR consommant moins jusqu'à l'âge de 4 semaines. La réduction de la prise alimentaire peut s'expliquer par la douleur, l'incapacité de saisir la nourriture et la perte de sensibilité du bec (Gentle et coll., 1982). Les poussins traités à l'infrarouge étaient plus légers à l'âge de 2 semaines (95,72 g) que ceux traités à la lame chaude (102,44 g) et que les poussins du groupe témoin (108,21 g), mais les différences disparurent après l'âge de 4 semaines. Après l'âge de 5 semaines, les poids corporels n'étaient plus différents. Les oiseaux traités (tant à la lame chaude qu'à l'IR) étaient moins actifs que les oiseaux du groupe témoin à 1 semaine, les oiseaux taillés à l'IR étant les moins actifs (passant moins de temps à manger et à boire) et les oiseaux du groupe témoin étant les plus actifs. Les oiseaux taillés à la lame chaude (moins de bec enlevé) avaient des niveaux d'activité intermédiaires. Ces différences dans les niveaux d'activité suggèrent que les deux méthodes de traitement du bec causent une douleur aiguë.

Marchant-Forde et Cheng (2010) ont comparé des poulettes de pondeuses traitées le jour 1 à la lame chaude et à l'IR avec des oiseaux non taillés. La taille avait pour but d'enlever 1/2 des tissus du bec. Aucune plaie ouverte ne fut détectée sur les becs taillés à l'IR. Les becs taillés à la lame chaude étaient toujours en guérison 2 à 3 semaines après la taille et les becs supérieurs guérissaient plus rapidement que les becs inférieurs. On a relevé plus de repousse sur les becs taillés à la lame chaude que sur ceux taillés à l'IR. Le poids corporel a diminué pour tous les oiseaux traités; les oiseaux traités à la lame chaude demeurant plus petits que les oiseaux non taillés jusqu'à l'âge de 9 semaines, alors que les poulettes traitées à l'IR avaient le même poids que les oiseaux du groupe témoin dès l'âge de 3 semaines.

Dans une étude à grande échelle portant sur 2 400 oiseaux, Honaker et Ruzler (2004) ont comparé des Leghorns traitées à l'IR et à la lame chaude (à l'âge de 7 jours) avec des oiseaux intacts. Aucun détail n'a été donné concernant la quantité de tissus enlevés, de sorte qu'on doit interpréter les résultats avec prudence. La taille à l'IR a réduit le poids corporel et la consommation d'aliments et augmenté la mortalité des poulettes par rapport aux oiseaux traités à la lame chaude, mais n'a donné aucune différence par rapport aux oiseaux du groupe témoin.

CONSÉQUENCES DU TRAITEMENT SUR L'ANATOMIE ET LA FONCTION DU BEC

Apport sensoriel

La littérature ne précise pas si les récepteurs sensoriels repoussent dans le bec après un traitement. Certaines études ont signalé l'ablation permanente des récepteurs sensoriels après la taille du bec (Gentle 1986a; Gentle, 1986b; Cunningham, 1992) alors que d'autres ont observé qu'une réinnervation se produisait après un traitement à l'IR (McKeegan et Philbey, 2012). La perte de l'apport sensoriel a été reliée à la réduction de la prise alimentaire (Glatz et Lunam, 1994), à l'efficacité du picorage (Gentle et coll., 1982) et à une sensibilité compromise du toucher et de la température (Gentle, 1986a). Cependant, la technique utilisée, et quand cette technique est la lame chaude – l'âge auquel la taille du bec est effectuée ainsi que la longueur de la taille peuvent influencer la présence de récepteurs sensoriels dans la repousse. Gentle (1986b) a observé par examen histologique que les becs des oiseaux taillés à la lame chaude (1/3 des becs supérieurs et inférieurs à l'âge de 5 semaines) n'avaient aucun récepteur sensoriel et par d'extrémités de nerfs libres mais qu'une régénération s'était produite, de sorte que, 20 à 30 jours après le traitement, des faisceaux de fibres nerveuses et des névromes étaient présents.

Tissu cicatriciel et dommages du bec

Âge

Dans l'étude de Gentle (1986b) susmentionnée, l'examen histologique a révélé que le derme était dénué de récepteurs sensoriels et de terminaisons nerveuses libres. Les becs consistaient exclusivement de tissu cicatriciel et des névromes étaient évidents 70 jours après la taille. Par contre, la taille des oiseaux en plus bas âge donnait une régénération plus rapide du tissu du bec avec relativement peu de tissu cicatriciel. Quand Gentle et coll. (1997) ont étudié les effets de l'ablation de 1/3 des becs supérieurs et inférieurs (à la lame chaude) d'oiseaux à 1 jour ou à 10 jours, ils ont constaté que les becs supérieurs de tous les oiseaux taillés examinés étaient dépourvus de tissu

cicatriciel à l'âge de 42 jours. Bien que des nerfs et des corpuscules sensoriels aient été observés dans le derme des tissus régénérés, ils étaient absents dans les quelques millimètres immédiats du moignon du bec. Ils ont aussi constaté que, peu importe la quantité de repousse du bec, tous les oiseaux au bec taillé affichaient une même réduction dans le comportement de picage des plumes. Les auteurs ont émis l'hypothèse que la réduction du picage des plumes résultait de la modification de la rétroaction sensorielle plutôt que du raccourcissement du bec.

Dans un effort pour enrayer le cannibalisme et le picage des plumes par suite de la repousse du bec, il arrive qu'on taille de nouveau le bec. Lunam et coll. (1998) ont examiné les effets d'une taille modérée à la lame chaude d'oiseaux à l'éclosion, suivie d'une seconde taille à 14 semaines d'âge. Les récepteurs sensoriels et les fibres nerveuses furent observés près du bout des becs supérieurs et inférieurs à l'âge de 28 semaines. Des corpuscules de Herbst et des faisceaux de nerfs furent observés dans le bec inférieur (Lunam et coll., 1998). Des récepteurs sensoriels et des fibres nerveuses furent observés dans le derme du bout des becs taillés de nouveau chez les oiseaux de 66 semaines (Glatz et coll., 1998). Ceci coïncidait avec un retour à une alimentation normale et à un comportement de picage normal qu'on a attribué à une restauration partielle de l'apport sensoriel (Lunam, 2005). Lunam et coll. (1998) ont suggéré que la taille du bec à l'éclosion ou en très bas âge ainsi qu'une légère retaille à 14 semaines minimise les tissus cicatriciels et permet une certaine réinnervation des terminaisons nerveuses libres dans la pointe du bec.

Effets sur la production

La taille du bec peut avoir des répercussions sur les paramètres de productivité tels la prise alimentaire et le poids corporel (relevé dans Hester et Shea-Moore, 2003; Hester, 2005). Encore une fois, l'intensité des répercussions dépendra de l'âge de l'oiseau au traitement et de la sévérité de la taille.

Taille à la lame chaude

Glatz (1987) a observé que l'enlèvement de 3 mm de tissus du bec (ce qu'on considère une taille modérée) de poules déjà en période de ponte diminuait la prise alimentaire pendant 9 à 10 jours après la taille; la prise alimentaire revenait ensuite à son niveau avant la taille. L'enlèvement de moins de tissu (2 mm) n'avait aucun effet sur la prise alimentaire.

Les poulettes et poules pondeuses au bec taillé avait une efficacité alimentaire améliorée par rapport aux oiseaux intacts. Craig et coll. (1992) ont documenté que la consommation d'aliment par des poules taillées à la lame chaude était réduite et la conversion alimentaire s'améliorait en comparaison des oiseaux intacts du groupe témoin. Les facteurs possibles comprennent une réduction du gaspillage d'aliments après la taille, ainsi qu'une meilleure couverture plumeuse réduisant les besoins d'énergie pour se maintenir (Hughes et Michie, 1982). La couverture plumeuse, souvent indicatrice du niveau de picage des plumes, joue un rôle important dans le maintien de la chaleur du corps et dans la protection de la peau de l'oiseau contre les dommages. Il existe de nombreuses publications démontrant que la taille du bec améliore l'état du plumage (relevé dans Hester, 2005). Les effets de la taille du bec sur le poids des œufs ne sont pas clairement définis, les rapports indiquant, soit aucun effet, soit une diminution du poids des œufs (relevé dans Hester, 2005). Ceci peut être une conséquence de la réduction de la prise alimentaire qui peut dépendre encore une fois de l'âge à la taille et de la sévérité de la taille. Le gaspillage de nourriture peut se produire également quand les becs sont intacts. Craig et coll. (1992a) ont mesuré la prise et le gaspillage de nourriture chez des poules blanches de type Leghorn entre 46 et 47 semaines d'âge et ont constaté une réduction de l'utilisation globale de nourriture avec la taille du bec. Prescott et Bonser (2004) ont examiné la capacité des poules pondeuses taillées (à l'âge de 5 jours) et intactes à se nourrir à l'âge de 8 mois. Les oiseaux (5 taillés à la lame chaude et 5 non taillés) reçurent, soit une épaisse couche de granules, soit une seule épaisseur de granules à picorer. Dans l'expérience de la seule épaisseur de granules, l'asymétrie des mandibules était associée négativement au succès du picorage. L'étude porte les chercheurs à croire que, dépendamment du degré d'asymétrie causé par la taille du bec, il pourrait en résulter, dans certaines circonstances, une privation de nourriture ou des difficultés à saisir la nourriture. Cependant, dans cette expérience, les oiseaux au bec taillé n'avaient subi qu'une taille de 30 à 50 % des tissus du bec supérieur seulement. Il est possible qu'en laissant intact le bec inférieur, l'expérience ait donné des résultats très différents de ce qu'aurait donné une taille égale des deux parties du bec. Enfin, on a

proposé que le rendement des troupeaux d'oiseaux aux becs taillés pourrait s'améliorer en raison de la réduction des niveaux de stress (Eskeland, 1981; Struwe et coll., 1992).

L'incidence de la taille du bec sur la production d'œufs n'est pas signalée de façon cohérente dans la littérature. Dans certains cas, la production d'œufs n'a pas été affectée par la taille (Kuo et coll., 1991; Struwe et coll., 1992b; Maizama et Adams, 1994), alors que dans d'autres études, la production d'œufs a augmenté (Glatz, 1990; Bell et Kuney, 1991). D'autres auteurs ont noté une réduction de la production d'œufs par suite du traitement (Bell, 1996). Ces différences sont probablement attribuables aux différences d'âge à la taille, de l'intensité de la taille et des méthodes utilisées.

La réduction de la mortalité qui peut survenir par suite de la taille du bec a été décrite ci-dessus et dans le chapitre sur le Logement du présent document. Une réduction de la mortalité aura aussi une incidence sur la production d'œufs de l'exploitation. Par exemple, Guesdon et coll. (2006) ont constaté une importante réduction de la mortalité quand des oiseaux logés dans des cages classiques ou aménagées avaient le bec taillé par rapport à des oiseaux dont le bec n'était pas taillé. De la même manière, Kuo et coll. (1991) et Craig (1992) ont observé une amélioration dans la production des pondeuses au bec taillé à cause de la réduction de la mortalité.

La taille du bec ne semble pas avoir d'incidence sur plusieurs aspects de la qualité des œufs, notamment le poids des œufs (Struwe et coll., 1992; Mertens et coll., 2009), la fermeté de l'albumen (Mertens et coll., 2009), la fréquence des taches de sang (Yannakopoulos et Tserven-Gousi, 1986) ou la qualité de la coquille (Guesdon et coll., 2006; Mertens et coll., 2009).

Références

- Angevaere, M.J., S. Prins, F.J. van der Staay et R.E. Nordquist (2012) The effect of maternal care and infrared beak trimming on development, performance and behaviour of Silver Nick hens. *Applied Animal Behaviour Science* 140:70-84.
- Bell, D. (1996) Can egg producers afford to not beak trim their flocks? 45th Western Poultry Disease Conference, 1-5 mai.
- Bell, D.D. et Kuney, D.R. (1991) Effect of beak trimming age and high fibre grower diets on layer performance. *Poultry Science* 70:1105-1112.
- Breward, J. (1983). Cutaneous nociceptors in the chicken beak. Proceedings of the Physiological Society. *Journal of Physiology* 346:56P.
- Breward J. (1984) Cutaneous nociceptors in the chicken beak. *Journal of Physiology* 346:56P.
- Breward J. et Gentle M.J. (1985) Neuroma formation and abnormal afferent nerve discharges after partial beak amputation (beak trimming) in poultry. *Experientia*41:1132-1134.
- Carruthers C., Gabrush T., Schwean-Lardner K., Knezacek T.D., Classen H.L. et Bennett C. (2012) On-farm survey of beak characteristics in White Leghorns as a result of hot blade trimming or infrared beak treatment. *Journal of Applied Poultry Research* 21:645-650.
- Chen, B.L., Haith, K.L. et Mullens, B.A. (2011) Beak condition drives abundance and grooming-mediated competitive asymmetry in a poultry ectoparasite community. *Parasitology* 138:748-757.
- Cheng H. (2006) Morphopathological changes and pain in beak trimmed laying hens. *World's Poultry Science Journal* 62:41-52.
- Christmas R.B. (1993) Research note: the performance of spring-and summer-reared broilers as affected by precision beak trimming at seven days of age. *Poultry Science* 72: 2358-2360.

- Craig, J.V. (1992) Beak trimming benefits vary among egg-strain pullets of different genetic stocks. *Poultry Science* 71:2007-2013.
- Craig J.V., Craig, J.A. et Milliken G.A. (1992) Beak trimming effects on beak length and feed usage for growth and egg production. *Poultry Science* 71:1830-1841.
- Cunningham D.L. (1992) Beak trimming effects on performance, behavior and welfare of chickens: A review. *Journal of Applied Poultry Research* 1:129-134.
- Dennis R.L. et Cheng H.W. (2010) Effects of beak trimming on pecking force. *International Journal of Poultry Science* 9:863-866.
- Dennis R.L. et Cheng H.W. (2012) Effects of different infrared beak treatment protocols on chicken welfare and physiology. *Poultry Science* 91:1499-1505.
- Dennis R.L., Fahey A.G. et Cheng H.W. (2009) Infrared beak treatment method compared with conventional hot-blade trimming in laying hens. *Poultry Science* 88:38-43.
- Dubbeldam J.L., De Bakker M.A.G. et Bout R.G. (1995) The composition of trigeminal nerve branches in normal adult chickens before and after debeaking at different ages. *Journal of Anatomy* 186:619-627.
- Duncan I.J.H., Slee G.S., Seawright E. et Breward J. (1989) Behavioural consequences of partial beak amputation (beak trimming) in poultry. *British Poultry Science* 30:479-488.
- Fink, E. et Oaklander, A.L. (2006). Small-fiber neuropathy: answering the burning questions. *Sci. Aging Knowl. Environ.* . <http://sageke.sciencemag.org/cgi/content/full/2006/6/pe7>
- Freire, R., Eastwiir M.A. et Joyce, M. (2011) Minor beak trimming in chickens leads to loss of mechanoreception and magnetoreception. *Journal of Animal Science* 89:1201-1206.
- Freire, R., Glatz, P.C., Hinch, G. (2008) Self-administration of an analgesic does not alleviate pain in beak trimmed chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 21:443-448
- Gabrush, T. (2011) The effects of the degree of beak trimming on the performance of White Leghorns. Thèse de M.Sc., Université de la Saskatchewan, Saskatoon, Canada. <http://ecommons.usask.ca/bitstream/handle/10388/ETD-2011-12-261/GABRUSH-THESIS.pdf?sequence=3>
- Gentle M.J. (1986a) Beak trimming in poultry. *World's Poultry Science Journal* 42:268-275.
- Gentle M.J. (1986b) Neuroma formation following partial beak amputation (beak trimming) in the chicken. *Research in Veterinary Science* 41:383-385.
- Gentle M.J. (1991) The acute effects of amputation on peripheral trigeminal afferents in *Gallus gallus var domesticus*. *Pain* 46:97-103.
- Gentle, M.J. et Breward, J. 1986. The bill tip organ of the chicken (*Gallus gallus var domesticus*). *J. Anat.* 145:79-85.
- Gentle, M.J. et McKeegan, D.E.F. (2007) Evaluation of the effects of infrared beak trimming in broiler breeder chicks. *Veterinary Record* 160:145-148.
- Gentle M.J., Hughes B.O., Fox A. et Waddington D. (1997) Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-day-old chicks. *British Poultry Science* 38:453-463.
- Gentle M.J., Hughes B.O. et Hubrecht R.C. (1982). The effect of beak trimming on food intake, feeding behaviour and body weight in adult hens. *Applied Animal Ethology* 8:147-159.
- Gentle M.J., Hunter L.N. et Waddington D. (1991) The onset of pain related behaviours following partial beak amputation in the chicken. *Neuroscience Letters* 128:113-116.

- Gentle M.J., Waddington D., Hunter L.N. et Jones R.B. (1990) Behavioural evidence for persistent pain following partial beak amputation in chickens. *Applied Animal Behaviour Science* 27:149-158.
- Glatz P.C. (1987) Effects of beak trimming and restraint on heart rate, food intake, body weight and egg production in hens. *British Poultry Science* 28:601-611.
- Glatz P.C. (1990) Effect of age of beak trimming on the production performance of hens. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30:349-355.
- Glatz, P.C. (2003). The effect of beak length and condition on food intake and feeding behaviour of hens. *International Journal of Poultry Science* 2:53-57.
- Glatz P.C. et Lunam C.A. (1994) Production and heart rate responses of chickens beak-trimmed at hatch or at 10 or 42 days-of-age. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34:443-447.
- Glatz P.C., Lunam C.A., Barnett J.L. et Jongman E.C. (1998) Prevent chronic pain developing in layers subject to beak-trimming and re-trimming. A report to Rural Industries Research and Development Corporation.
- Glatz P.C., Murphy L.B. et Preston A.P. (1992) Analgesic therapy of beak-trimmed chickens. *Australian Veterinary Journal* 69:18.
- Grigor P.N., Hughes B.O. et Gentle M.J. (1995). An experimental investigation of the costs and benefits of beak rimming in turkeys. *Veterinary Record* 136:257-265.
- Guesdon, V., Ahmed, A.M.H., Mallet, S., Faure, J.M. et Nys, Y. (2006) Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. *British Poultry Science* 47:1-12.
- Hartini S., Choct, M., Hinch, G., Kocher, A. et Nolan, J.V. (2002) Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA Brown Laying Hens. *Journal of Applied Poultry Research* 11:104-110.
- Hester, P.Y. et Shea-Moore (2003) Beak trimming egg-laying strains of chickens. *World's Poultry Science Journal* 59:458-474.
- Hester P.Y. (2005) Production responses of beak-trimmed birds. In: *Poultry Welfare Issues*. Nottingham, R.-U. : Nottingham University Press, pp. 79-86.
- Honaker, C.F. et Ruszler, P.L. (2004) The effect of claw and beak reduction on growth parameters and fearfulness of two Leghorn strains. *Poultry Science* 83:873-881.
- Hughes B.O. et Gentle M.J. (1995) Beak trimming of poultry; its implications for welfare. *World's Poultry Science* 51:51-61.
- Hughes B.O. et Michie W. (1982) Plumage loss in medium-bodied hybrid hens: the effect of beak trimming and cage design. *British Poultry Science* 23:59-64.
- Jendral M.J. et Robinson (2004) Beak trimming in chickens: historical, economical, physiological and welfare implications, and alternatives for preventing feather pecking and cannibalistic activity. *Avian and Poultry Biology Reviews* 15:9-23.
- Jongman E.C., Glatz P.C. et Barnett J.L. (2008) Changes in behaviour of laying hens following beak trimming at hatch and re-trimming at 14 weeks. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 21:291-298.
- Kuenzel W.J. (2007) Neurobiological basis of sensory perception: welfare implications of beak trimming. *Poultry Science* 86:1273-1282.
- Kumar M. et Nagra S.S. (2005) Effect of age at beak-trimming on cannibalism, beak regrowth and mortality of White Leghorn pullets. *Veterinary Practitioner* 6:146-147.

- Kuo F.-L., Craig J.V. et Muir W.M. (1991) Selection and beak-trimming effects on behavior, cannibalism, and short term production traits in White Leghorn pullets. *Poultry Science* 70:1057-1068.
- Lunam C.A. (2005) The anatomy and innervations of the chicken beak: effects of trimming and re-trimming. In: *Poultry Welfare Issues*. Nottingham, R.-U. : Nottingham University Press, pp. 51-68.
- Lunam C.A., Glatz P.C. et Barnett J.L. (1998) Neuroma formation in layers after re-trimming. *Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium* 10:206.
- Lunam C.A., Glatz P.C. et Hsu Y.-J. (1996) The absence of neuromas in beaks of adult hens after conservative trimming at hatch. *Australian Veterinary Journal* 74:46-49.
- Maizama D.G. et Adams A.W. (1994) Effect of beak trimming, blade temperature, and age at beak trimming on performance of two strains of egg layers. *Journal of Applied Poultry Research* 3:69-73.
- Marchant-Forde R.M., Fahey M.A.G. et Cheng H.W. (2008). Comparative effects of infrared and one-third hot-blade trimming on beak topography, behavior, and growth. *Poultry Science* 87:1474-1483.
- Marchant-Forde, R.M. et Cheng, H.W. (2010) Different effects of infrared and one-half hot blade beak trimming on beak topography and growth. *Poultry Science* 89:2559-2564.
- McKeegan D.E.F. et Philbey, A.W. (2012) Chronic neurophysiological and anatomical changes associated with infra-red beak treatment and their implications for laying hen welfare. *Animal Welfare* 21:207-217.
- Mertens, K., Löffel, J., DeBaere, K., Zoons, J., De Baerdemaeker, J., Decuypere, E. et De Ketelaere, B. (2009) Layers in aviary system: Effects of beak trimming and alternative feed formulation on technical results and egg quality. *Journal of Applied Poultry Research* 18:90-102.
- Mielnik, M., Craig, J.V. et Milliken, G.A. (1992) Research Note: Beak trimming and holding time effects on fearfulness of pullets as estimated by tonic immobility. *Poultry Science* 71:391-394.
- Noble D.O. et Nestor K.E. (1997) Beak trimming of turkeys. 2. Effects of arc beak trimming on weight gain, feed intake, feed wastage, and feed conversion. *Poultry Science* 76:668-670.
- Persyn, K.E., Xin, H., Nettleton, D., Ikeguchi, A. et Gates, R.S. (2004) Feeding behaviours of laying hens with or without beak trimming. *Transactions of the ASAE* 47:591-596.
- Prescott N.B. et Bonser R.H.C. (2004) Beak trimming reduced feeding efficiency of hens. *Journal of Applied Poultry Research* 13:468-471.
- Savory, C.J. (1995) Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal* 51:215-219.
- Struwe, F.J., Gleaves, E.W. et Douglas, J.H. (1992) Stress measurements on beak-trimmed and untrimmed pullets. *Poultry Science* 71:1154-1162.

7. GLOSSAIRE

Accès au pâturage (<i>Access To Pasture</i>)	Disponibilité d'un espace herbagé à l'extérieur.
États affectifs (<i>Affective States</i>)	Expériences subjectives des animaux (p. ex., douleur, peur, frustration, confort, contentement).
Ammoniac (<i>Ammonia</i>)	Gaz nocif commun dans les enclos d'animaux qui se forme durant la décomposition des déchets d'azote contenus dans les excréments animaux.
Volière (<i>Aviary</i>)	Système de logement sans cage à paliers multiples où sont situés les nids, les mangeoires et les abreuvoirs; souvent dotés de litière sur le plancher pour grattage et bains de poussière.
Névrome du bec (<i>Beak Neuroma</i>)	Masse de tissus nerveux se régénérant (faisceau de nerfs) qui peut se former par suite de l'amputation d'une partie du bec.
Taille du bec (<i>Beak Trimming</i>)	Enlèvement d'une partie du bec, normalement au moyen d'un instrument spécialisé qui coupe et cautérise simultanément (p. ex., lame chaude).
Minéralisation osseuse (<i>Bone Mineralization</i>)	Processus biologique consistant à l'incorporation de minéraux dans le tissu osseux dont la fonction est de fournir structure et solidité.
Éleveuse (<i>Brooder</i>)	On entend par poussinière ou éleveuse un bâtiment chaud servant à l'élevage des jeunes oiseaux; le terme 'éleveuse' désigne une unité chauffée (p. ex., par lampe ou au gaz) ou une partie d'un bâtiment où les poussins peuvent aller se réchauffer.
Cycle de couvaion (<i>Brooding Cycle</i>)	Séquence des modèles d'activité des poussins avec les poules qui sont de nature cyclique; comprend généralement les périodes actives d'alimentation et d'exploration entrecoupées de périodes de repos.
Pododermatite (<i>Bumblefoot</i>)	État pathologique dans lequel une infection locale entraîne la formation d'un abcès sur la surface plantaire du pied.
Cannibalisme (<i>Cannibalism</i>)	Problème de comportement dans lequel un oiseau donne des coups de bec et consomme la chair d'un autre oiseau.
Poussin (<i>Chick</i>)	Jeune oiseau éclos; s'applique normalement aux premiers jours de la vie, alors que l'oiseau est encore couvert de duvet.
Cloaque (<i>Cloaca</i>)	Ouverture anatomique commune des conduits intestinaux, urinaires et génitaux de l'oiseau.
Coccidiose (<i>Coccidiosis</i>)	Maladie parasitaire dans laquelle le tractus intestinal de l'oiseau est infecté de protozoaires appelés coccidies.
Aversion aux aliments gratuits (<i>Contra Free-Loading</i>)	Comportement de recherche ou de travail pour obtenir de la nourriture même quand d'autres sources de nourriture sont immédiatement disponibles.
Cage classique (<i>Conventional Cage</i>)	Enclos grillagé servant à loger des poules pondeuses; peut normalement loger jusqu'à 8 poules avec équipement fournissant l'eau, l'alimentation automatique et la collecte des œufs.
Lésion cornéenne (<i>Corneal Lesion</i>)	Anomalie du tissu cornéen de l'œil; peut être causée par maladie, trauma ou dommage chimique.
Perchoirs transversaux (<i>Cross-Wise Perches</i>)	Perchoirs installés sur la largeur, plutôt que la longueur, d'une cage.
Éleveuse obscure (<i>Dark Brooder</i>)	Zone de repos chaude, sombre et fermée pour les poussins qui est nettement distincte des zones d'activité bien éclairées environnantes.

Bain de poussière (<i>Dust Bathing</i>)	Séquence spéciale de modèles de comportement ayant pour fonction de nettoyer les plumes et d'en améliorer la valeur isolante. Peut aussi, dépendamment du substrat, aider à enlever les parasites du plumage.
Épidémiologique (<i>Epidemiological</i>)	Fait référence aux études comportant la collecte de données d'une grande population (p. ex., un grand nombre d'exploitations commerciales) auxquelles on applique un ensemble de procédures statistiques qui déterminent les facteurs de risque associés à des maladies ou à des problèmes de comportement.
Euthanasie (<i>Euthanasia</i>)	Abattage sans cruauté d'un animal.
Picage/Picage des plumes (<i>Feather Pecking</i>)	Problème de comportement fréquemment observé chez les poules caractérisé par le picorage des plumes de congénères.
Qualité du plumage (<i>Feather Score</i>)	Méthode de quantification de la qualité du plumage chez les oiseaux; comporte normalement une échelle subjective allant de <i>aucun dommage/plumes en parfait état</i> à <i>dommages sévères/perte complète des plumes</i> .
Conversion alimentaire (<i>Feed Conversion</i>)	Quantité d'aliment consommé par rapport à une quantité donnée de gain de poids ou d'œufs produits; décrit l'efficacité de l'animal à convertir l'énergie alimentaire en produit.
Œufs sur parquet (<i>Floor Eggs</i>)	Œufs qui sont pondus ailleurs que dans les nids fermés dans des systèmes sans cage.
Recherche de nourriture (<i>Foraging</i>)	Modèles de comportement lors de la recherche et de la consommation de nourriture.
Libre parcours (<i>Free Range</i>)	Système dans lequel les poules pondeuses ont accès à un pâturage clôturé ou à une cour à l'extérieur.
Élevage sur parquet (<i>Free Run Barn</i>)	Système dans lequel les poules peuvent se promener librement à l'intérieur d'une installation de ponte mais n'ont pas accès à l'extérieur. Ces systèmes sont souvent munis de planchers en lattes ou grillagés, de perchoirs, de collecteurs d'œufs automatiques et de dispositifs d'enlèvement du fumier.
Cage aménagée (<i>Furnished Cage</i>)	Enclos grillagé doté de perchoirs, zone de nid, aire de grattage et plus d'espace en hauteur que les cages classiques; les cages aménagées peuvent loger de 10 à plus de 100 poules, selon le modèle. Systèmes parfois appelés « système à cages enrichies » ou « système de colonie enrichie ».
Poule (<i>Hen</i>)	Volaille domestique femelle parvenue à la maturité sexuelle.
Héritable/Héritabilité (<i>Heritable/Heritability</i>)	Fait référence à un trait qui peut être transmis d'un parent à sa descendance; quand un trait a une forte héritabilité, la sélection génétique de ce trait produit un changement rapide dans la population.
Taille du bec à la lame chaude (<i>Hot Blade Beak Trimming</i>)	Taille du bec effectuée par la méthode de la lame chaude, manuellement ou avec un équipement automatisé.
Hyperkératose (<i>Hyperkeratosis</i>)	Croissance excessive de la peau sur les surfaces plantaires des pattes (orteils et coussinets); semblable à la callosité.
Taille du bec à l'IR (infrarouge) (<i>Infrared Beak Trimming</i>)	Taille du bec effectuée au moyen d'une lumière infrarouge (IR).
Bréchet (<i>Keel Bone</i>)	Prolongement spécialisé du sternum des oiseaux auquel sont attachés les muscles pectoraux adducteurs des ailes.
Litière (<i>Litter (or Bedding)</i>)	Substrat lâche, normalement de paille, copeaux de bois ou matériau semblable utilisé pour couvrir les planchers dans les logements d'animaux.
Lux	Mesure standard d'intensité lumineuse.

Moulée (<i>Mash</i>)	Nourriture donnée aux poules sous forme de composants d'aliments (avoine, maïs, etc.). Peut être moulue mais non homogénéisée. Se distingue des miettes, qui sont homogénéisées et qui peuvent être de tailles différentes.
Os médullaire (<i>Medullary Bone</i>)	Un des trois types de tissus osseux chez les oiseaux; l'os médullaire agit comme réserve de calcium pour la production des coquilles d'œufs mais n'apporte que peu de résistance structurale à l'os.
Morphologie (<i>Morphology</i>)	Ensemble des caractéristiques structurales d'un animal.
Nécropsie (<i>Necropsy</i>)	Examen post-mortem d'un animal.
Systèmes sans cage (<i>Non-Cage Systems</i>)	Systèmes qui logent de plus grands groupes de poules (normalement plus de 1000) que les systèmes avec cage (cages classiques ou aménagées); logements assez grands pour permettre aux préposés aux soins d'y entrer pour y faire leur travail. Combinés ou non avec des installations à l'extérieur.
Ostéoporose (<i>Osteoporosis</i>)	État pathologique résultant d'une perte de masse osseuse entraînant la fragilité des os et des risques de fracture.
Oviposition	Processus de ponte d'un œuf.
Plumage	Ensemble des plumes couvrant un oiseau.
Poulette (<i>Pullet</i>)	Jeune volaille domestique femelle qui n'est pas encore parvenue à la maturité sexuelle (c.-à-d., qui n'a pas commencé à pondre).
QTL	Locus à caractère quantitatif; section de l'ADN liée à un trait spécifique chez un animal; le mappage des QTL permet aux scientifiques de mieux comprendre les gènes spécifiques contribuant aux traits d'intérêt.
Densité d'élevage (<i>Rearing Density</i>)	Nombre d'oiseaux dans un espace donné de cage ou d'enclos durant la période de croissance des oiseaux.
Mite rouge (<i>Red Mite</i>)	Parasite externe qui se nourrit du sang des oiseaux et qui passe la majorité de sa vie dans l'installation mais non sur l'oiseau même.
Réépithélialisation (<i>Re-Epithelialisation</i>)	Régénération du tissu épithélial.
Apport sensoriel (<i>Sensory Input</i>)	Information transmise des neurones sensoriels au cerveau.
Ensilage (<i>Silage</i>)	Aliment pour animaux fermenté, humide et constitué d'herbes ou des parties feuillues de graminées.
Enveloppe d'espace (<i>Space Envelope</i>)	Quantité d'espace tridimensionnel nécessaire à l'exécution d'un ensemble de mouvements.
Comportements de thermorégulation (<i>Thermoregulatory Behaviours</i>)	Ensemble de comportements servant à maintenir la température du corps (p. ex., hyperpnée, frisson et entassement).
Résistance à la rupture du tibia et de l'humérus (<i>Tibial And Humeral Breaking Strength</i>)	Solidité des os de la patte (tibia) et de l'aile (humérus) de l'oiseau; mesurée par la force nécessaire pour briser l'os.
Os trabéculaire (<i>Trabecular Bone</i>)	Un des trois types de tissus osseux chez les oiseaux; l'os trabéculaire fournit la résistance structurale aux os longs.
Vocalisation (<i>Vocalization</i>)	Son produit par un animal aux fins de communication.