



**HAL**  
open science

**Bien-être de poules pondeuses logées en volière de  
ponte : comparaison à des poules logées en cage  
conventionnelle et influence des conditions d'élevage des  
poulettes sur leur adaptation à la volière de ponte.**

Sandra Colson

► **To cite this version:**

Sandra Colson. Bien-être de poules pondeuses logées en volière de ponte : comparaison à des poules logées en cage conventionnelle et influence des conditions d'élevage des poulettes sur leur adaptation à la volière de ponte.. Autre [q-bio.OT]. Université Rennes 1, 2006. Français. NNT : . tel-00140175

**HAL Id: tel-00140175**

**<https://theses.hal.science/tel-00140175>**

Submitted on 5 Apr 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**THESE**

Présentée

DEVANT L'UNIVERSITE DE RENNES 1

Pour obtenir

Le grade de **DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE RENNES 1**

Mention Biologie

PAR

**Sandra COLSON**

Equipe d'accueil : Epidémiologie et Bien-Etre en Aviculture et Cuniculture  
AFSSA - Laboratoire d'Etudes et de Recherches Avicoles et Porcines  
Zoopôle Beaucemaine - 22440 Ploufragan

Ecole Doctorale : Vie-Agro-Santé

Composante universitaire : Sciences de la Vie et de l'Environnement.

**BIEN-ETRE DE POULES PONDEUSES LOGEES EN VOLIERE DE PONTE :**

**COMPARAISON A DES POULES LOGEES EN CAGE CONVENTIONNELLE ET**

**INFLUENCE DES CONDITIONS D'ELEVAGE DES POULETTES**

**SUR LEUR ADAPTATION A LA VOLIERE DE PONTE.**

Soutenue le 27 septembre 2006 devant la commission d'Examen

COMPOSITION DU JURY

Rapporteurs :	W. Bessei P. Chapillon	Professeur Professeur	Universität von Hohenheim Université de Rouen
Membres :	M.C. Meunier-Salaün M.A. Richard	Ingénieur de Recherches Professeur	INRA Centre de Rennes Université de Rennes 1
Directeurs de thèse :	V. Michel C. Arnould F. Madec	Ingénieur de Recherches Ingénieur de Recherches Ingénieur de Recherches	AFSSA - LERAP - Ploufragan INRA Centre de Tours - Nouzilly AFSSA - LERAP - Ploufragan



---

*A mes Bêtes passées, présentes (et futures)  
qui m'ont donné l'envie de percer le mystère caché  
derrière leurs yeux immenses, et amenée sur la voie du  
comportement animal.*



## **REMERCIEMENTS**





### *Merci*

Au Conseil Général des Côtes d'Armor pour m'avoir financée.

Au laboratoire de l'AFSSA de Ploufragan pour m'avoir accueillie.

A Werner Bessei et Pierre Chapillon d'avoir accepté la lourde tâche de juger la qualité scientifique de ce manuscrit. Merci Werner d'être venu de si loin.

Aux membres du jury d'avoir accepté de juger ce travail.

A François Madec pour avoir accepté d'être mon directeur de thèse et pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail, malgré son emploi du temps partagé entre ses autres doctorants et ses fréquents déplacements.

A Cécile Arnould et Virginie Michel pour leurs lumières. Elles m'ont encadrée de mains de maître pendant ces trois années... et quelques. Merci à vous deux de m'avoir tant apporté.

Aux membres du comité de pilotage de ce travail, Alain Boissy - Daniel Guémené - François Madec - Jacques Mallard - Marie-Annick Richard, pour l'œil extérieur qu'ils ont su poser dessus et leurs conseils, que j'ai tenté de suivre au mieux.

Au SEAC : Florence, Jean-Michel, Louis-Jean et Jean-Claude pour s'être occupés plus particulièrement de mes "petites pouppoules".

Robert et Manuel pour l'organisation logistique.

Job et Jacques pour les installations. Vous êtes de vrais "professionnels".

Tous ceux qui ont participé aux manipulations.

L'ensemble du personnel du SEAC pour son accueil sur l'élevage, et pour la déco des bâtiments (merci Bernard).

Aux unités ex-PA, EBEAC et AA, ainsi qu'aux stagiaires pour la participation aux manipulations. Je tiens à remercier plus particulièrement Didier, Eric, Gaëlle, Hugues, Amel, Pierre-André, Gilbert, Christine, Virginie, Adeline, Sophie, Rozenn, Isabelle et Jean-Pierre.

A Eric, Hugues et Amel pour le travail de laboratoire sur les ELISA, même si leurs résultats ne sont pas présentés dans ce manuscrit, ainsi qu'au laboratoire de la SRA de l'INRA de Tours pour les dosages de corticostéronémie et au laboratoire des cliniques de l'ENV de Nantes pour la lecture des frottis sanguins.

A Stéphanie pour son aide statistique.

Aux personnes croisées (et re-croisées) durant les pauses café/thé, et les célébrations, qui ont égayé mon quotidien de "thésarde de Plouf".

*Ce travail n'aurait abouti sans le soutien ...*

... patient de mon p'tit broutard, qui sait se transformer en véritable homme au foyer.

... moral de mes proches : Les Parents - "la Frangine, le Bof et les Morpions" - la famille Humeau.

... amical de Sophie - Monique - Gwen - Agnès - les "Montlimartois" - Coralie - Virginie - Cécile - Christine -- et les TLPs !!!.

des chercheurs qui ont pris le temps de discuter tout au long de mon parcours : Alain - Isabelle - Daniel - Jean-Michel.

de quelques chercheurs (et futurs) sympathiques rencontrés au cours d'un certain symposium : Christine - Dominique - Ragnar - Werner - Randy - Aloïs.

*Sandra, la "maman des poupoles"*

## SOMMAIRE

<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>III</b>
<b>SOMMAIRE</b>	<b>VII</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b>	<b>X</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b>	<b>XII</b>
<b>CHAPITRE I – INTRODUCTION GENERALE</b>	<b>1</b>
I-1] Caractéristiques du logement des poules pondeuses	5
A) Systèmes de logement existants pour la phase de ponte	5
B) Systèmes de logement autorisés par la directive "poules pondeuses"	8
I-2] Le bien-être et l'adaptation	8
A) Définitions du bien-être	8
B) Définition de l'adaptation	10
C) Facteurs influençant l'adaptation et le bien-être	11
D) Méthodes de mesure de l'adaptation et du bien-être	12
a) Comportement	14
b) Physiologie du stress	22
c) Performances zootechniques	26
d) Santé	27
e) Avantages et inconvénients des différents indicateurs	28
f) Liens entre indicateurs	29
I-3] Etat des connaissances sur l'adaptation et le bien-être des poules pondeuses logées en volière de ponte	30
A) Niveau de stress	30
B) Niveau de réactivité émotionnelle	31
C) Satisfaction des priorités comportementales	31
D) Utilisation de l'espace et de la verticalité	33
E) Relations sociales	34
F) Santé physique	35
G) Conséquences sur les performances zootechniques	37
H) En conclusion	38
<b>CHAPITRE II - OBJECTIFS DE LA THESE</b>	<b>39</b>
<b>CHAPITRE III – MATERIEL ET METHODES GENERALES</b>	<b>43</b>
III-1] Première expérimentation	45
A) Animaux et logement	45
B) Mesures	49
C) Calendrier des mesures	49
III-2] Deuxième expérimentation	51

A) Animaux et logement	51
B) Mesures	55
C) Calendrier des mesures	55
<b><u>CHAPITRE IV – COMPARAISON DU BIEN-ETRE DE POULES PONDEUSES LOGEES EN CAGE</u></b>	
<b><u>CONVENTIONNELLE OU EN VOLIERE DE PONTE</u></b>	<b>57</b>
IV-1] Etude de l'état corporel des poules	60
IV-2] Etude du ratio Hétérophiles / Lymphocytes (H/L) et de la réactivité de l'axe corticotrope	67
IV-3] Etude de la réactivité émotionnelle, de la viabilité, de la ponte et de l'utilisation des nids	75
IV-4] Etude de la motivation pour réaliser des bains de poussière	101
IV-5] Etude de l'occupation de l'espace en volière et des performances zootechniques de poules issues du sol aménagé ou de volière d'élevage	115
A) Mobilité individuelle, utilisation des niveaux verticaux, nombres de vols et de sauts, utilisation des nids et performances zootechniques	115
B) Longueur des vols et des sauts	127
IV-6] Conclusions	129
<b><u>CHAPITRE V – INFLUENCE DES CONDITIONS D'ELEVAGE DES POULETTES SUR L'ADAPTATION</u></b>	
<b><u>ULTERIEURE DES POULES PONDEUSES A LA VOLIERE DE PONTE</u></b>	<b>131</b>
V-1] Etude de l'utilisation de l'espace, du taux de ponte et de la mortalité des animaux	135
V-2] Etude de la réactivité émotionnelle des animaux	159
A) Mesure de la réaction des animaux lors de tests d'immobilité tonique, d'environnement nouveau, de soudaineté et d'objet nouveau	159
B) Mesure de la réaction des animaux face à l'Homme	181
V-3] Etude de la réponse de stress des animaux, mesurée par le ratio Hétérophiles / Lymphocytes (H/L)	184
V-4] Conclusions	187
<b><u>CHAPITRE VI - DISCUSSION GENERALE</u></b>	<b>189</b>
VI-1] Bien-être de poules pondeuses logées en cage conventionnelle ou en volière de ponte durant la phase de ponte	191
A) Evaluation multifactorielle du niveau de bien-être des poules	191
B) Impact du logement des poules en volière de ponte sur leurs performances zootechniques	195
C) Relation entre le bien-être et les performances zootechniques dans notre étude	196
D) Conséquences du logement des poules en volière de ponte pour les producteurs d'œufs	197
E) Conclusions	198

VI-2] Influence des conditions d'élevage des poulettes sur l'adaptation ultérieure des poules pondeuses à la volière de ponte	199
A) Effet de la configuration des parquets	199
B) Effet du système d'alimentation	202
C) Conclusions	203
VI-3] Conclusion générale et perspectives	203
<b><i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i></b>	<b>207</b>
<b><i>PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES</i></b>	<b>223</b>

## **TABLE DES FIGURES**

Figure 1 : Evolution du logement des poules pondeuses au cours de leur vie, en France.	-5-
Figure 2 : Photographie de deux batteries de cages conventionnelles (Big Dutchman, Allemagne) dans les installations de l'AFSSA Ploufragan.	-6-
Figure 3 : Photographies de deux cages aménagées (INRA Tours).	-6-
Figure 4 : Photographies de l'intérieur d'une volière de ponte installée à l'AFSSA de Ploufragan (Natura Nova, Big Dutchman, Allemagne).	-7-
Figure 5 : Relations entre perturbation, adaptation et bien-être.	-10-
Figure 6 : Coût biologique du stress, adaptation et bien-être (adapté de MOBERG, 2000).	-13-
Figure 7 : Déclenchement de la motivation pour un comportement, exemple de l'expression du bain de poussière selon le modèle de HOGAN (1997).	-17-
Figure 8 : Processus physiologiques d'adaptation (adapté de DANTZER & MORMEDE, 1979b; KUCHEL, 1991; BLECHA, 2000; MOBERG, 2000; GUESDON, 2004).	-23-
Figure 9 : Traitements étudiés dans la première expérimentation : SnC (Sol non aménagé - Cage), SaV (Sol aménagé - Volière) et VV (Volière d'élevage - Volière).	-45-
Figure 10 : Photographie et coupe transversale d'un parquet au sol aménagé pour l'élevage des poulettes SaV (Sol aménagé - Volière).	-46-
Figure 11 : Photographie d'une volière d'élevage et coupe transversale de deux volières d'élevage pour l'élevage des poulettes VV (Volière d'élevage - Volière) (Natura Rearing Type, Big Dutchman, Allemagne).	-47-
Figure 12 : Coupe transversale des volières de ponte utilisées pour loger les poules SaV (Sol aménagé - Volière) et VV (Volière d'élevage - Volière) (Natura Nova, Big Dutchman, Allemagne).	-47-
Figure 13 : Traitements étudiés dans la deuxième expérimentation : SA (Sol aménagé - Assiettes), VA (Volière d'élevage - Assiettes) et VC (Volière d'élevage - Chaînes).	-50-
Figure 14 : Photographie et coupe transversale d'un parquet au sol aménagé utilisé pour l'élevage des poulettes SA (Sol aménagé - Assiettes).	-51-
Figure 15 : Photographie et coupe transversale d'un parquet de volière d'élevage utilisé pour l'élevage des poulettes VA (Volière d'élevage - Assiettes).	-52-
Figure 16 : Photographie et coupe transversale d'un parquet de volière d'élevage utilisé pour l'élevage des poulettes VC (Volière d'élevage - Chaînes).	-52-
Figure 17 : Photographie et coupe transversale d'un parquet de volière de ponte utilisé pour les poules SA (Sol aménagé - Assiettes), VA (Volière d'élevage - Assiettes) et VC (Volières d'élevage - Chaînes).	-53-
Figure 18 : Installations utilisées pour les tests d'immobilité tonique.	-75-
Figure 19 : Cage de test utilisée dans la première expérimentation.	-76-
Figure 20 : Dispositif utilisé pour les tests d'objet nouveau de la première expérimentation.	-77-

Figure 21 : Comportement de panique observé lors de la descente de l'objet nouveau, dans la première expérimentation.	-78-
Figure 22 : Déroulement des tests de motivation pour réaliser des bains de poussière.	-100-
Figure 23 : Poule réalisant un vol.	-115-
Figure 24 : Sauts réalisés par les poules VV (Volière d'élevage - Volière : A) et SaV (Sol aménagé - Volière : B).	-126-
Figure 25 : Vols supérieurs à un mètre réalisés par les poules VV (Volière d'élevage - Volière : A) et SaV (Sol aménagé - Volière : B).	-126-
Figure 26 : Vols inférieurs à un mètre réalisés par les poules VV (Volière d'élevage - Volière : A) et SaV (Sol aménagé - Volière : B).	-126-
Figure 27 : Système d'alimentation disponible dans les différents systèmes de logement utilisés dans la première expérimentation.	-130-
Figure 28 : Poule en situation de test d'immobilité tonique lors de la seconde expérimentation (vue de dessus).	-159-
Figure 29 : Salles de test utilisées dans la seconde expérimentation.	-160-
Figure 30 : Localisation, dans un parquet de ponte, des zones fictives utilisées pour les tests de soudaineté et d'objet nouveau de la seconde expérimentation.	-160-
Figure 31 : Objet nouveau utilisé dans la seconde expérimentation.	-161-
Figure 32 : Nombre de poules autour de l'expérimentateur (moyenne $\pm$ écart-type) dans les tests de réactivité à l'Homme de la seconde expérimentation.	-182-
Figure 33 : Evolution du ratio H/L avant et après le transfert en volière de ponte.	-185-

---

**TABLE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Principales caractéristiques des logements des traitements SnC (Sol non aménagé - Cage), SaV (Sol aménagé - Volière) et VV (Volière d'élevage - Volière) pendant les phases d'élevage et de ponte de la première expérimentation.	-44-
Tableau 2 : Calendrier des observations réalisées dans la première expérimentation.	-48-
Tableau 3 : Principales caractéristiques des logements des traitements SA (Sol aménagé - Assiettes), VA (Volière d'élevage - Assiettes) et VC (Volière d'élevage - Chaînes) pendant les phases d'élevage et de ponte.	-50-
Tableau 4 : Calendrier des observations réalisées durant la deuxième expérimentation.	-54-
Tableau 5 : Synthèse des résultats de la première expérimentation.	-128-
Tableau 6 : Synthèse des résultats de la seconde expérimentation.	-186-
Tableau 7 : Taux de mortalité, de ponte et d'œufs pondus hors nids relevés dans différentes expérimentations.	-201-

## CHAPITRE I – INTRODUCTION GENERALE

*Ditz des oyseaulx...*

*La poulle*

*"Toujours je suis embesognee  
Pour le proffict de la maison;  
Des œufs je fays maintz en l'annee  
Et des pouletz en la saison."*

*Anonyme (16ème siècle)*



En Europe, l'agriculture a fortement évolué durant la seconde moitié du vingtième siècle. Suite à la seconde guerre mondiale, des politiques d'autosuffisance, puis d'exportation, ont été menées pour contrer la pénurie alimentaire, en produisant des protéines en grande quantité et à bas prix. En parallèle, la zootechnie moderne a été développée. D'après LARRERE & LARRERE (2001) cette zootechnie était basée sur le principe que l'animal peut être considéré comme une "machine", dont la productivité<sup>1</sup> peut être maximisée. La productivité des élevages a ainsi été fortement augmentée, avec l'intensification<sup>2</sup> et l'industrialisation<sup>3</sup> des techniques, bouleversant les méthodes d'élevage traditionnelles (LARRERE & LARRERE, 2001). Il y a eu notamment une sélection des animaux sur leurs performances zootechniques, une augmentation de l'effectif des troupeaux qui a résulté en une diminution du contact entre l'éleveur et ses animaux. Par exemple, en ce qui concerne l'élevage des poules pondeuses pour la production d'œufs de consommation, les poules ont quitté les cours de ferme pour être logées en cages de quelques individus, agencées dans des bâtiments sur plusieurs étages. Ces batteries de cages permettent de loger plusieurs dizaines de milliers d'individus par bâtiment. Dans ce système de logement, les poules et leurs œufs sont séparés des déjections, et l'alimentation, l'abreuvement et le ramassage des œufs peuvent être automatisés. Ce système de logement permet une bonne productivité technique des poules *via* une optimisation des paramètres d'élevage (aliment, éclairage...) et un bon état sanitaire des poules. Des répercussions favorables sont également observées à l'égard de la qualité hygiénique et sanitaire de leurs produits (œufs). Globalement le système "cage" offre un bon compromis technico-économique, d'où sa large utilisation au niveau mondial depuis quelques décennies.

Les consommateurs n'ont pas suivi de près l'évolution de l'élevage dont nous venons de parler. Ils se sont progressivement éloignés des réalités agricoles, y compris en milieu rural. L'élevage et les représentations<sup>4</sup> qu'ont les consommateurs ont évolué de manière opposée. Alors que le lien entre l'éleveur et ses animaux d'élevage, qui représentent un objet de production, s'est relâché (dans les productions intensives principalement), l'accentuation de l'urbanisation a développé le lien entre l'Homme et l'animal de compagnie ainsi que la sensibilité du public envers les animaux en général. Maintenant que l'Europe couvre largement ses besoins alimentaires, la demande citoyenne envers l'agriculture est de plus en plus complexe : limitation de la surproduction, qualité sanitaire et organoleptique des produits, respect de l'environnement et des paysages, et plus récemment respect du bien-être animal. A présent, l'animal d'élevage est considéré comme un être sensible, et non comme un objet de production utilitaire, aussi bien au niveau du Conseil de l'Europe qu'au niveau de l'Union Européenne. Cette évolution est visible dans les directives européennes, mais également dans la constitution européenne qui était prévue en 2005. Celle-ci indiquait dans son introduction que "the Union and the Member States shall pay full

---

<sup>1</sup> Productivité : rapport entre les quantités produites et les investissements matériels, animaux et humains nécessaires.

<sup>2</sup> Intensification : utilisation intensive de certains facteurs de production (capacités de croissance des animaux...).

<sup>3</sup> Industrialisation : rationalisation des moyens de production (logement des animaux, distribution de l'aliment...).

<sup>4</sup> Représentation : concept propre à l'individu qu'il se construit à partir de ses expériences, de la tradition, de sa culture...

regard to the welfare requirements of animals, as sentient beings". Depuis deux décennies environ, les citoyens remettent en cause les conditions d'élevage des filières les plus intensives (veaux, porcs et volailles), tout en recherchant paradoxalement les produits les moins chers. Pour l'avenir de l'élevage en Europe, il semble nécessaire que les éleveurs soient attentifs à la demande citoyenne concernant le bien-être des animaux d'élevage. Les modes d'élevage doivent évoluer dans ce sens, soit de façon libre et consentie par l'adhésion à des démarches "qualité", soit de façon imposée *via* la législation.

Parmi les filières dont les pratiques sont contestées du point de vue du bien-être animal, celle de la production d'œufs de consommation est particulièrement critiquée. Cette critique est principalement due au logement des poules pondeuses, durant la phase de ponte, dans des cages dites "conventionnelles", qui fournissent notamment un espace restreint et un environnement pauvre en stimulations aux poules. Une directive européenne a été établie en 1999, imposant un changement des systèmes de logement des poules pondeuses pour améliorer leur bien-être.

L'établissement de cette directive et les changements qu'elle impose sont à l'origine de ce travail de thèse. Les systèmes de logement qui seront autorisés par cette directive sont plus récents que les cages conventionnelles. De ce fait, ils ont été relativement peu expérimentés. Les données disponibles actuellement ne sont pas suffisantes pour rendre ces systèmes optimaux. Il est nécessaire de s'assurer qu'ils améliorent le bien-être des poules par rapport à la cage conventionnelle, tout en pouvant être utilisés à l'échelle commerciale. Parmi les systèmes autorisés par la directive, nous avons porté notre attention sur la volière de ponte. Dans un premier temps, nous avons comparé le bien-être de poules pondeuses logées en cage conventionnelle ou en volière de ponte. Puis nous avons orienté notre travail sur l'étude de l'adaptation des poules à ces volières de ponte, car une adaptation réussie des poules conditionne leurs niveaux de bien-être et de productivité. Ce manuscrit s'articule en six chapitres. Dans le premier chapitre, l'introduction générale présente les caractéristiques du logement des poules pondeuses, définit les notions de bien-être et d'adaptation ainsi que leurs méthodes de mesure, puis décrit l'état des connaissances disponibles sur le bien-être et l'adaptation des poules pondeuses logées en volière de ponte. Dans le second chapitre les objectifs de la thèse sont présentés, ainsi que les deux expérimentations menées pour répondre à ces objectifs. Le matériel et les méthodes générales de ces deux expérimentations sont indiqués dans le troisième chapitre. Les résultats de la première expérimentation sont présentés dans le quatrième chapitre, et ceux de la deuxième expérimentation dans le cinquième chapitre. Ces résultats seront présentés sous forme d'articles, précédés d'un résumé succinct des méthodes, résultats et conclusions. La discussion générale fait l'objet du sixième chapitre, qui regroupe également les conclusions concernant le bien-être et l'adaptation des poules pondeuses logées en volière de ponte ainsi que les perspectives ouvertes par ce travail de thèse.

## I-1] Caractéristiques du logement des poules pondeuses

Dans la filière française de production d'œufs de poules de consommation, après une incubation dans des couvoirs, les poussins femelles sont amenés le jour de leur éclosion chez des éleveurs de poulettes, pour la phase d'élevage (Figure 1). Au cours de cette période, les poussins sont logés, dans la plupart des cas, dans des bâtiments en grands groupes, dans des sortes d'enclos contenant de la litière qui sont appelés des parquets (chaque groupe est logé dans un parquet). Parfois les poussins sont logés dans de grandes cages collectives. Quand les poussins grandissent, ils deviennent des poulettes. Lorsque les poulettes s'approchent de leur maturité sexuelle (vers 17-18 semaines), elles sont transférées chez des producteurs d'œufs, pour la phase de ponte. Après environ un an, elles sont réformées et partent à l'abattoir.

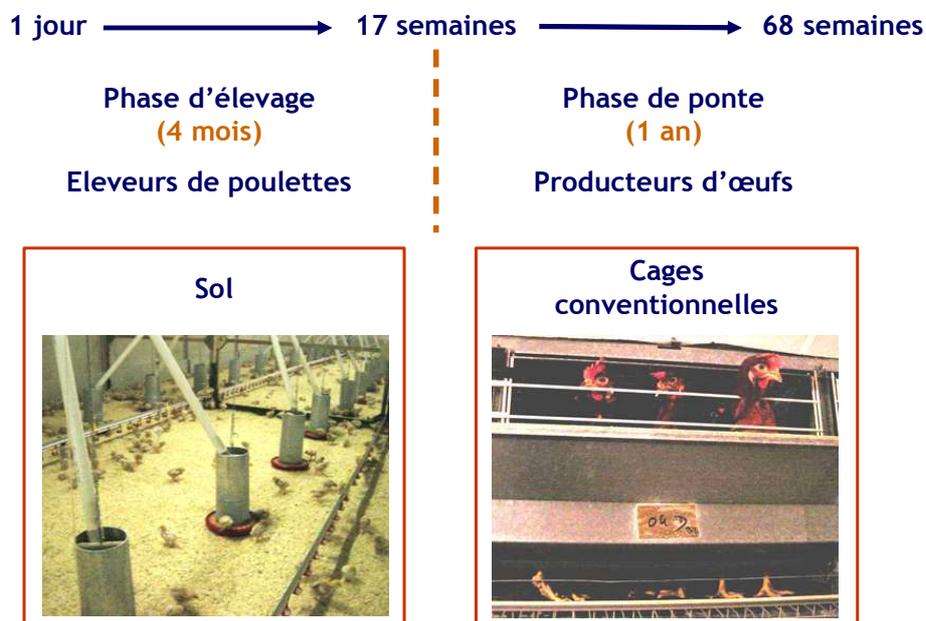


Figure 1 : Evolution du logement des poules pondeuses au cours de leur vie, en France.

### A) Systèmes de logement existants pour la phase de ponte

Durant la phase de ponte, les poules sont logées majoritairement, en France, dans des bâtiments, en petits groupes, dans des cages conventionnelles réparties sur plusieurs étages (Figure 2). Outre les cages conventionnelles, il existe des cages aménagées et des systèmes sans cage, dits "alternatifs" aux cages.

Les cages conventionnelles sont en général métalliques et fournissent une faible surface utilisable par poule (450 cm<sup>2</sup> par poule minimum jusqu'en 2002 et 550 cm<sup>2</sup> depuis 2003). Leur sol est grillagé, pour permettre l'évacuation des fientes sur un tapis roulant, et incliné, pour que les œufs roulent hors de la cage sur des tapis de ramassage. Elles contiennent uniquement des pipettes pour l'abreuvement et une mangeoire, ainsi qu'un dispositif de raccourcissement des griffes depuis 2003.

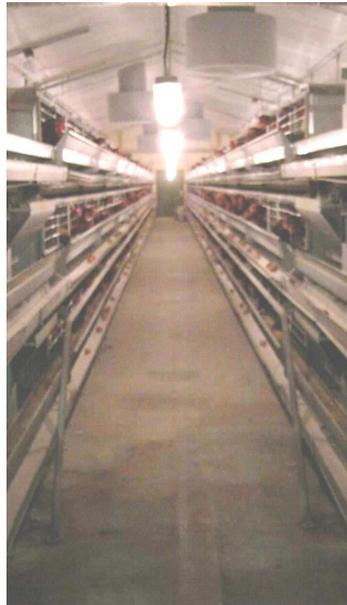


Figure 2 : Photographie de deux batteries de cages conventionnelles (Big Dutchman, Allemagne) dans les installations de l'AFSSA Ploufragan.

Ces batteries ont trois étages. Sur le terrain, les batteries peuvent contenir jusqu'à huit étages de cages.

Modèle Piers - 7 poules

Modèle Meller - 15 poules

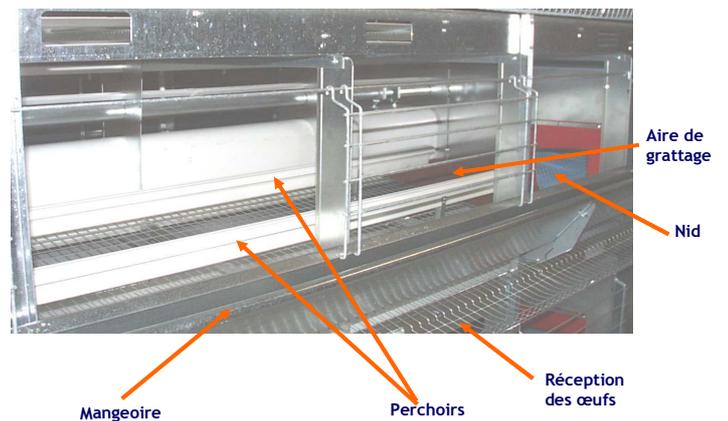
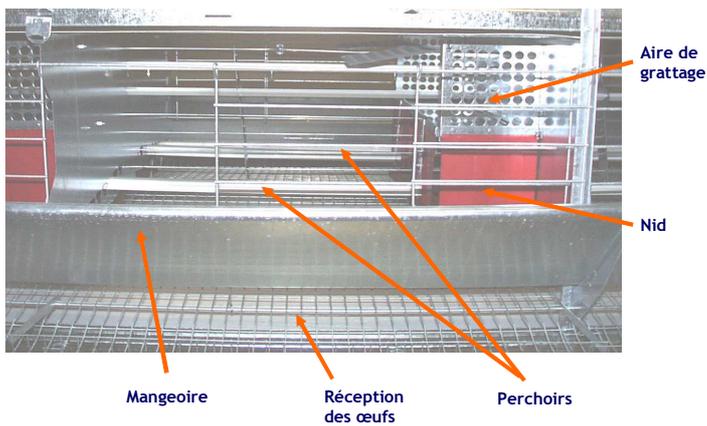


Figure 3 : Photographies de deux cages aménagées (INRA Tours).

Ces photographies, prises par Vanessa Guesdon, montrent deux types de cage aménagée. Il en existe d'autres types, qui contiennent tous les mêmes éléments (nid, perchoirs et aire de grattage), mais avec différents agencements.

Selon la directive européenne 1999/74/CE, les cages aménagées (Figure 3) doivent avoir une surface minimum de 750 cm<sup>2</sup> par poule, dont au moins 600 cm<sup>2</sup> utilisables (cette dernière surface doit être large de 30 cm minimum, inclinée de 14 % au maximum, et surmontée d'un espace libre d'au moins 45 cm de hauteur, hors surface des nids). Outre un accès à l'aliment et à l'eau, elles doivent comprendre au minimum un nid fermé, 15 cm de perchoir par poule, un dispositif de raccourcissement des griffes et une aire avec un matériau friable permettant le picorage et le grattage.

Les systèmes alternatifs aux cages regroupent les systèmes au sol et les volières (Figure 4), avec parfois un accès à l'extérieur (jardin d'hiver ou plein air). Selon la même directive, outre un accès à l'aliment et à l'eau, les systèmes alternatifs doivent donner au minimum 1111 cm<sup>2</sup> de surface utilisable par poule et contenir au moins un nid fermé pour sept poules (ou au minimum 1 m<sup>2</sup> de nid pour 120 poules), 15 cm de perchoirs et 250 cm<sup>2</sup> de litière par poule (au total : un tiers minimum de la surface au sol). Les systèmes permettant la libre circulation des poules entre plusieurs niveaux (les volières) sont tenus, de plus, d'avoir au maximum quatre niveaux superposés, espacés d'au moins 45 cm, installés de manière à ce que les fientes ne tombent pas sur les niveaux inférieurs. Les systèmes donnant accès à l'extérieur sont tenus d'avoir suffisamment de sorties, et le parcours extérieur doit avoir une superficie en accord avec le nombre de poules et comporter des abris auxquels les poules peuvent accéder.



Figure 4 : Photographies de l'intérieur d'une volière de ponte installée à l'AFSSA de Ploufragan (Natura Nova, Big Dutchman, Allemagne).

Il existe différentes configurations de volière de ponte, mais toutes sont similaires dans leur principe de niveaux verticaux.

## B) Systèmes de logement autorisés par la directive "poules pondeuses"

Chaque pays a développé des méthodes d'élevage, qui ne tiennent pas toutes compte de la même manière du bien-être animal. L'Union Européenne cherche à harmoniser les normes minimales en terme de protection des animaux. Parmi les réglementations européennes, une directive du Conseil a été adoptée le 19 juillet 1999 (1999/74/CE). Elle fixe les normes minimales de protection des poules pondeuses en phase de ponte. Elle interdit la mise en place de cages conventionnelles à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2003, mais autorise leur utilisation sous certaines conditions, comme l'augmentation de la surface minimale disponible à 550 cm<sup>2</sup> par poule. A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2012, elle interdit totalement l'utilisation des cages conventionnelles au profit des cages aménagées ou des systèmes alternatifs aux cages.

Même si des données bibliographiques en situation expérimentale ont servi de base à cette directive (étude des cages aménagées : APPLEBY, 1990; APPLEBY & HUGHES, 1991 - étude des systèmes alternatifs aux cages : KOELKEBECK & CAIN, 1984; PETERSEN, 1991; BLOKHUIS & METZ, 1992; GUNNARSSON *et al.*, 1999; TAUSON *et al.*, 1999), ces systèmes étaient peu ou pas utilisés commercialement en 1999 en Europe. Depuis, ces systèmes se sont assez peu développés commercialement, surtout en France. De ce fait, l'application de cette directive entraîne un bouleversement des systèmes de production de la filière de production d'œufs de poules de consommation. Il est difficile pour les producteurs de choisir les meilleurs systèmes que ce soit en cage aménagée ou en système alternatif, où peu de modèles ont été expérimentés dans les conditions de l'élevage français (*i.e.* taille de troupeaux similaire, souches utilisées en France...). De plus, obtenir de bons résultats avec ces systèmes demande une gestion technique souvent plus complexe que celle nécessitée par l'utilisation des cages conventionnelles. Dans un contexte économique délicat pour la filière de production d'œufs de consommation, le changement de logement imposé par la directive se met lentement en place en France. En 1999 le logement en cages conventionnelles concernait environ 90 % des poules pondeuses (GUERDER, 2000) et encore 81 % en 2004 (MAGDELAINE, 2005).

## I-2] Le bien-être et l'adaptation

### A) Définitions du bien-être

Le bien-être est une notion complexe car elle se trouve à l'intersection de trois mondes. Le monde socioculturel (la représentation sociale de la relation Homme - Animal), le monde agricole (pour les animaux de rente, comme nous venons de le voir) et le monde biologique (les caractéristiques psychobiologiques des animaux) (DANTZER, 2001). C'est pourquoi, plusieurs définitions existent concernant le bien-être. La question du bien-être animal ne se pose que si l'on accorde aux animaux la capacité d'avoir un monde subjectif<sup>5</sup>, *i.e.* une représentation mentale de ce qu'ils sont par rapport à eux-mêmes et à leur environnement (DANTZER, 2001). Pour cette raison, la définition de WOOD-GUSH *et al.* (1975 - cités par DUNCAN, 2002) selon laquelle le bien-être serait directement relié à la réponse physiologique de stress est critiquable. En effet, cette définition

---

<sup>5</sup> Le monde subjectif de l'individu est également appelé "monde propre", "univers propre" ou "Umwelt", selon les auteurs.

ignore les états mentaux pour ne prendre en compte que le fonctionnement biologique de l'individu. Pourtant, les conclusions du rapport publié par le comité Brambell en 1965 (BRAMBELL, 1965) attiraient déjà l'attention sur la nécessité de mieux définir le bien-être et sur l'importance, pour y parvenir, de tenir compte du comportement des animaux et du fait qu'ils puissent ressentir des émotions. Les principales définitions publiées après ce rapport sont décrites ci-dessous.

En 1976, Hughes a proposé une définition moins minimaliste que celle de Wood-Gush. Selon lui, le bien-être est un état d'harmonie entre un individu et son environnement, en lien avec son état de santé physique et mentale (HUGHES, 1976). Cette définition est communément admise par les scientifiques, mais son utilisation est délicate. L'harmonie est un concept vague, influencé par la perception que l'individu a de son environnement. Cette définition a donc été précisée depuis par différents auteurs, selon différentes approches.

Pour certains, le bien-être est caractérisé par l'absence de souffrance physique et mentale (DAWKINS, 1990). Son évaluation renvoie donc au monde subjectif de l'animal, à ses capacités cognitives, et à ce qu'il ressent. Le bien-être est même parfois considéré comme étant uniquement fonction des capacités cognitives de l'individu (DUNCAN & PETHERICK, 1991). DUNCAN (1996) met l'accent sur les représentations cognitives que l'animal a de ses besoins. Pour cet auteur, le bien-être dépend des sentiments issus de la réalisation des comportements de l'animal : "it is feelings that govern welfare and it is feelings that should be measured in order to assess welfare". Dans ces approches, la difficulté est de mesurer le niveau de bien-être, de savoir ce que l'animal ressent. Une autre approche s'intéresse aux capacités d'adaptation des individus. Par exemple, BROOM (1996) définit le niveau de bien-être comme étant l'état d'un individu faisant face à son environnement. Le niveau de bien-être dépend alors du fait que l'individu ait réussi ou non à s'adapter à son environnement, de l'effort qu'il a produit pour cela et des sentiments qu'il ressent.

Toutes ces définitions ont le même inconvénient : elles sont peu opérationnelles. De ce fait, l'intérêt se porte souvent sur les facteurs qui conditionnent le niveau de bien-être. Ainsi, la Fédération Anglaise des Associations de Protection Animale utilise une définition plus opérationnelle (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 2005). Cette définition n'est pas un concept du bien-être, mais liste les critères à respecter pour garantir un niveau de bien-être acceptable. Cette définition reprend les cinq libertés ("five freedoms") énoncées dans le rapport Brambell de 1965. Le bien-être est atteint si les cinq libertés suivantes sont respectées : (1) absence de faim et de soif, (2) absence d'inconfort, (3) absence de douleur, de blessure ou de maladie, (4) possibilité d'exprimer un comportement normal et (5) absence de peur et de détresse.

Toutes ces définitions, même si elles ne se basent pas sur les mêmes concepts (soit les expériences subjectives immédiates, soit le fonctionnement biologique à plus long terme - KEELING & JENSEN, 2002), suivent une démarche proche. Elles peuvent être réunies dans une même définition, que nous utiliserons dans la suite de ce document. Nous considérerons qu'un **niveau de bien-être correct correspond à l'adaptation réussie d'un individu à son environnement**. Cette définition inclut les processus schématisés sur la Figure 5. Pour satisfaire ses besoins, un individu doit s'adapter en permanence aux perturbations de son environnement (physique et social). Cette adaptation est permise par la mise en place en parallèle de processus d'adaptation

comportementaux et physiologiques, qui peuvent être conscients ou inconscients. Ces deux types de processus sont contrôlés par les mêmes mécanismes centraux (KEELING & JENSEN, 2002). Si ces processus d'adaptation aboutissent, les besoins sont satisfaits, l'individu ne souffre ni mentalement ni physiquement et, son bien-être est assuré. Par contre, si ces processus d'adaptation échouent ou sont trop "coûteux" pour l'individu, il ne peut pas satisfaire tous ses besoins, il peut alors souffrir mentalement ou physiquement et, son bien-être est diminué. Comme dans la définition de BROOM (1996), le bien-être se situe en permanence sur une échelle allant du "bien-être nul" au "bien-être total".

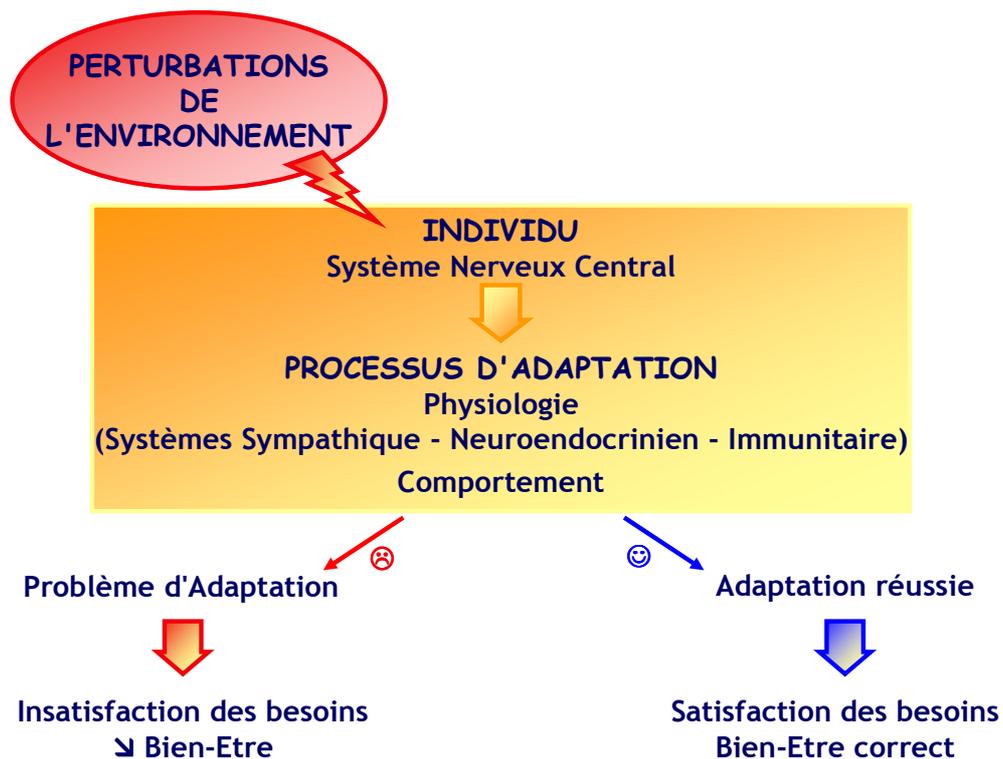


Figure 5 : Relations entre perturbation, adaptation et bien-être.

## B) Définition de l'adaptation

Communément, l'adaptation est définie comme l'ajustement de l'animal au milieu qui l'entoure (MCFARLAND, 1990). C'est un processus dynamique et permanent (Mc Bride 1984 - cité par SWANSON, 1995). La définition du bien-être sur laquelle nous basons notre travail et les théories implicites qui sous-tendent l'évaluation du bien-être reposent toutes sur la notion d'adaptation (DANTZER, 2001). Cette dernière a été résumée par DANTZER (2001) ainsi : "le milieu dans lequel l'animal est placé sollicite ses capacités d'adaptation de façon plus ou moins intense en fonction des contraintes du milieu sur le fonctionnement normal de l'animal". Le bien-être est alors compromis non pas par la nécessité d'adaptation, mais par un échec des processus d'adaptation, qui est dû soit à l'impossibilité de mettre en œuvre ces processus, soit à un coût biologique trop élevé de leur mise en œuvre (Mc Bride 1984 - cité par SWANSON, 1995).

### C) Facteurs influençant l'adaptation et le bien-être

Le monde subjectif d'un individu est influencé par différents facteurs, notamment par l'expérience antérieure de l'individu (CAMPAN & SCAPINI, 2002a). Cette expérience antérieure est l'ensemble des stimulations perçues par un individu au cours de son développement. Le monde subjectif influence les interactions entre l'individu et son environnement, donc l'adaptation de l'individu à cet environnement. Ces interactions entre l'individu et son environnement conditionnent l'expression de ses comportements, qui vont à leur tour modifier son expérience. Tous ces éléments sont en interaction et en évolution permanentes. Ainsi, l'expérience antérieure influence l'adaptation et le bien-être de l'individu.

Cette expérience antérieure évolue grâce à l'apprentissage, et influence la dimension émotive de l'individu. L'apprentissage est la mémorisation par l'individu de l'effet renforçateur des comportements qu'il exécute. Quand l'effet renforçateur est positif, il y a augmentation de la fréquence de réalisation du comportement qui en est la cause, dans des situations proches de la situation initiatrice du comportement. Quand l'effet renforçateur est négatif, c'est l'inverse. L'apprentissage des effets des comportements exprimés par un individu entraîne l'évolution de son expérience, grâce à un mécanisme d'autocorrection. Ce mécanisme, également appelé mécanisme d'autorégulation, actualise en permanence l'expérience antérieure avec les données de l'expérience présente. Il permet donc l'adaptation des stratégies comportementales, *via* l'expérience antérieure, laquelle influence le choix d'exprimer ou non les comportements et la façon dont ils sont exprimés (CAMPAN & SCAPINI, 2002b). L'évolution de l'expérience antérieure entraîne l'évolution de l'individu et de sa façon d'interagir avec son environnement (DENENBERG, 1969), donc de son monde subjectif. L'apprentissage a donc un rôle indirect important sur les capacités d'adaptation. Ce rôle de l'apprentissage est à la base de notre étude sur l'influence de différentes configurations de logement durant la phase d'élevage sur l'adaptation des poules à la volière de ponte.

L'expérience antérieure influence la dimension émotive de l'individu (BOISSY, 1998; MASON, 2000). Nous reviendrons sur les notions de dimension émotive et de réactivité émotionnelle dans la partie I-2.D.a. Dans sa revue, HENDERSON (1980) rappelle que la réactivité émotionnelle d'un individu peut être diminuée par la complexification de son environnement dans son jeune âge. Des études plus récentes ont confirmé ces résultats (TEJEDOR-REAL *et al.*, 1998; ROY *et al.*, 2003). Bien que Henderson se soit focalisé sur les rongeurs, il précise que ces effets ont également été observés chez d'autres espèces animales. La complexification de l'environnement précoce peut être obtenue par des stimulations sociales (présence de la mère ou d'un autre adulte, manipulation positive par l'Homme...), par l'enrichissement de l'environnement (avec des objets manipulables par l'individu, des objets mouvants...) et par la diversité des expériences vécues (changements d'aliment...). Cet effet de la complexification de l'environnement précoce sur la réactivité émotionnelle a été montré chez les volailles, aussi bien sur des individus jeunes (CANDLAND *et al.*, 1963; BROOM, 1969; JONES, 1986; GVARYAHU *et al.*, 1989; JONES *et al.*, 1991; SWANSON, 1995; RODEN & WECHSLER, 1998), que sur des individus adultes (REED *et al.*, 1993; PERRE *et al.*, 2002). Trois théories principales ont été avancées pour expliquer cet effet de la complexification de l'environnement précoce. Pour la première,

l'individu se construit des représentations mentales de son monde; *i.e.* il mémorise des configurations de son environnement. Quand il fait face plus tard à une perturbation de son environnement, il confronte ses représentations mentales (configurations "mémorisées") à la nouvelle situation à laquelle il fait face. Il en résulte la reconnaissance ou non de cette situation (CAMPAN & SCAPINI, 2002a), par généralisation entre ses représentations mentales et la nouvelle situation (CANDLAND *et al.*, 1963), et le déclenchement ou non des processus d'adaptation. Selon cette théorie, plus les représentations mentales sont complexes, *i.e.* plus les configurations mémorisées sont issues d'un environnement complexe, plus les nouvelles situations seront reconnues et moins elles seront perturbantes (BROOM, 1969). Deux autres théories ont été citées par JONES (1987b) : il se peut que la complexification de l'environnement précoce prédispose l'individu à explorer et examiner tout nouveau stimulus rencontré, ou bien que cette complexification accroisse l'adaptation de l'individu à la nouveauté (par habituation - ZIMMERMANN *et al.*, 2001) et donc diminue les propriétés effrayantes des situations nouvelles. Cette dernière théorie nous semble applicable à tout type de perturbation (nouveauté, soudaineté...).

### D) Méthodes de mesure de l'adaptation et du bien-être

Nous avons vu qu'il existe une relation entre l'apparition d'une perturbation dans l'environnement de l'individu (physique ou social), son adaptation (*via* les processus d'adaptation physiologiques et comportementaux déclenchés par la perturbation), et son bien-être (Figure 5). Plus que la réussite des processus d'adaptation, ce sont les conséquences biologiques de ces processus qui déterminent si le bien-être est menacé ou non, notamment en ce qui concerne les processus physiologiques (MOBERG, 2000). Lorsqu'un individu rencontre une perturbation, la mise en œuvre des processus d'adaptation mobilise de l'énergie. Si le coût biologique des processus d'adaptation est inférieur à la réserve énergétique de l'organisme, l'utilisation d'énergie pour l'adaptation est sans impact sur les fonctions biologiques, alors l'adaptation peut réussir et le bien-être n'est pas compromis (Figure 6-A). Par contre, si le coût biologique est supérieur aux réserves, l'énergie destinée aux fonctions biologiques est détournée vers les processus d'adaptation. Dans ce cas, la phase de récupération de l'organisme suite au détournement d'énergie est prolongée, l'adaptation est très coûteuse pour l'organisme ou même échoue (l'organisme peut ne pas retrouver un fonctionnement normal) et le bien-être est menacé (Figure 6-B). Tout ce qui est modifié directement ou indirectement par une perturbation de l'environnement est potentiellement un indicateur de l'adaptation et du bien-être. Quatre indicateurs principaux ont été définis : le comportement, la physiologie du stress, les performances zootechniques et la santé.

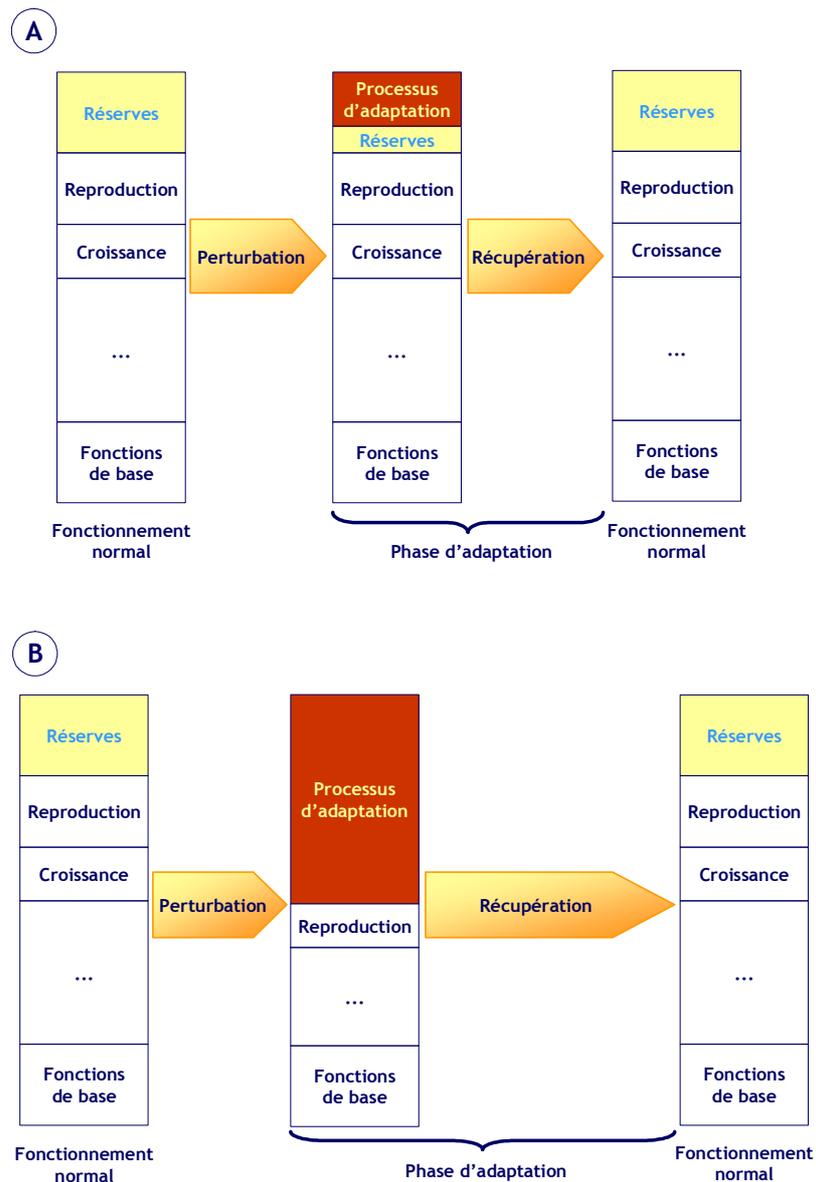


Figure 6 : Coût biologique du stress, adaptation et bien-être (adapté de MOBERG, 2000).

Conséquences de l'utilisation d'énergie pour la mise en œuvre des processus d'adaptation engendrée par une perturbation. Si le coût biologique des processus d'adaptation est inférieur aux réserves énergétiques disponibles, l'adaptation est possible et le bien-être n'est pas compromis (A). Si le coût biologique des processus d'adaptation est supérieur aux réserves, il y a détournement d'énergie pour ces processus, l'adaptation et le bien-être sont compromis (B).

### a) Comportement

La motivation d'un individu pour réaliser un comportement peut être déclenchée par des facteurs externes (CAMPAN & SCAPINI, 2002a; KEELING & JENSEN, 2002) et/ou internes. Les facteurs internes peuvent être de deux ordres. Soit un changement de l'état psychophysiologique de l'individu (CAMPAN & SCAPINI, 2002a), soit une accumulation d'énergie endogène spécifique d'action (HOGAN, 1997). Nous reviendrons sur ce dernier point plus tard. Quand un individu perçoit une perturbation de son environnement comme un blocage à l'expression de sa motivation pour la réalisation d'un comportement donné, ou qu'il ne peut pas bénéficier de la conséquence fonctionnelle de ce comportement, il y a frustration et mise en place de processus d'adaptation (JENSEN & TOATES, 1997; CAMPAN & SCAPINI, 2002a). Selon HUGHES & DUNCAN (1988), le bien-être d'un individu est menacé quand il ne peut pas réaliser les comportements pour lesquels il est motivé.

#### **Principales mesures comportementales utilisées pour évaluer l'adaptation et le bien-être** Expression des comportements normaux et anormaux.

La mise en place des processus comportementaux d'adaptation peut entraîner une augmentation ou une diminution de l'expression des comportements existants, ainsi que l'apparition de nouveaux comportements, parfois inadaptés.

##### ~ Comportements normaux

Les premières études du comportement animal ont consisté en une description du comportement naturel<sup>6</sup> des différentes espèces, à partir du comportement des ancêtres sauvages, ou à partir de l'observation d'animaux domestiques retournés à l'état sauvage ou d'animaux placés dans un environnement similaire à celui de leurs ancêtres. Malgré l'influence de la domestication et de la sélection génétique, qui peuvent entraîner une évolution divergente du comportement entre les animaux sauvages et domestiqués, ces études ont permis l'établissement d'éthogrammes de référence pour chaque espèce (répertoire comportemental complet que l'individu peut réaliser quand il est placé en conditions naturelles, qu'il ne subit aucune contrainte d'élevage). Par la suite, ces éthogrammes de référence ont pu être comparés au répertoire comportemental d'individus placés dans différentes situations, pour définir si ces situations provoquaient une perturbation du comportement de ces individus. Cependant, on ne peut pas être sûr que les éthogrammes de référence aient été réalisés dans des situations où le bien-être et l'adaptation de l'animal étaient optimaux. De plus, les différences relevées lors de ces comparaisons sont délicates à mettre en relation avec le niveau de bien-être de l'individu (KEELING & JENSEN, 2002). En effet, si un comportement disparaît dans une situation donnée, on ne peut pas savoir avec une simple comparaison si la disparition est due à l'absence de motivation de l'animal pour réaliser ledit comportement (pas de menace du bien-être) ou si elle est due à une impossibilité de réalisation (menace du bien-être). Pour trancher entre ces deux possibilités, il faut étudier les motivations des

---

<sup>6</sup> Comportement naturel : comportement développé au cours de l'évolution d'une espèce dans son habitat naturel (KEELING & JENSEN, 2002).

individus. Toutefois, les éthogrammes ont permis de savoir où, quand et comment les comportements sont réalisés, ce qui aide à leur interprétation en terme de bien-être et d'adaptation (KEELING & JENSEN, 2002).

Le niveau d'adaptation est évalué selon ce que l'expérimentateur considère comme une adaptation réussie. Dans différentes situations, une adaptation réussie ne recouvre pas les mêmes choses. Par exemple, un animal s'adaptera d'autant mieux aux contraintes du milieu naturel qu'il est sauvage : qu'il est méfiant envers les autres animaux et envers l'Homme, qu'il défend son territoire... En élevage, l'adaptation est considérée comme réussie si l'animal est peu agressif, s'il n'est pas effrayé par l'Homme et, s'il utilise bien son environnement (*i.e.* s'il utilise de façon adéquate l'espace disponible et les aménagements tels que les mangeoires, la litière, les nids pour les oiseaux...). Ainsi, en élevage la réaction à l'Homme, les relations sociales et l'utilisation de l'environnement informent du niveau d'adaptation et de bien-être des individus. Ces trois éléments peuvent être mesurés par l'observation des animaux dans leur milieu de vie (l'expérimentateur n'intervient pas) ou par l'utilisation de tests pratiqués dans ou hors de leur milieu de vie (animaux placés dans des enceintes de test).

### ~ Comportements anormaux

Les comportements anormaux peuvent être identifiés, soit par comparaison entre un éthogramme de référence et le répertoire comportemental d'individus placés dans différentes situations (KEELING & JENSEN, 2002), soit en plaçant un individu dans une situation artificielle de frustration (individu placé dans une situation où il ne peut pas réaliser un comportement donné, ou avoir accès à une ressource ou à un environnement donné). Une fois ces comportements anormaux identifiés, il est possible de déceler une frustration en élevage, et d'étudier la situation plus en détail pour connaître la source de cette frustration (KEELING & JENSEN, 2002). Les comportements indiquant généralement une frustration sont qualifiés d'anormaux. Ils regroupent les stéréotypies<sup>7</sup>, les comportements à vide<sup>8</sup>, les comportements redirigés<sup>9</sup>, les comportements substitutifs<sup>10</sup> et l'augmentation des comportements agressifs dans certains cas particuliers (KEELING & JENSEN, 2002). Tous ces comportements anormaux ont une fonction adaptative; ils permettent à l'individu de retrouver un certain niveau de bien-être en diminuant la motivation de l'individu pour le comportement non réalisable, ce qui semble limiter la réponse de stress de l'individu (JENSEN & TOATES, 1997). Le type de comportement anormal qui apparaît est fonction du type de comportement pour lequel l'individu est frustré (KEELING & JENSEN, 2002). Par exemple, les bovins qui naturellement consacrent un temps long à s'alimenter (pâturage) vont développer des stéréotypies

---

<sup>7</sup> Stéréotypie : action répétée de façon semblable, sans fonction ni but évident (locomotion, balancement, mastication d'éléments du logement...) (MASON, 1991).

<sup>8</sup> Comportement à vide : comportement réalisé en l'absence de stimuli déclencheurs (bain de poussière sur grillage par exemple) (CAMPAN & SCAPINI, 2002a).

<sup>9</sup> Comportement redirigé : comportement réalisé hors de son contexte, dans un but autre que son but original (coups de becs donnés sur l'environnement lors d'un combat entre oiseaux par exemple) (CAMPAN & SCAPINI, 2002a).

<sup>10</sup> Comportement substitutif : comportement réalisé à la place du comportement normalement provoqué par une situation quand ce dernier n'est pas réalisable (séquence incomplète de toilettage qui n'a pas pour fonction de se toiletter par exemple) (CAMPAN & SCAPINI, 2002a).

orales si leur temps d'alimentation est trop court. Les mêmes problèmes apparaissent chez les animaux reproducteurs en volaille de chair, qui sont restreints d'un point de vue alimentaire.

### Evaluation de la motivation.

Pour savoir si le bien-être est garanti dans certaines situations d'élevage, il faut identifier les comportements pour lesquels les animaux sont motivés. Différentes méthodes peuvent être utilisées : études des préférences, des besoins, ou des effets de la privation.

#### ~ Etude des préférences

L'étude des préférences est la mesure la plus simple pour évaluer l'importance de différentes ressources ou situations pour l'individu (KING, 2003). Le principe est simple : l'animal a le choix entre deux ressources (ou situations) ou plus, et l'hypothèse est qu'il va choisir la ressource (ou la situation) qui sert le mieux ses intérêts, qui lui permet de réaliser le comportement qu'il préfère exprimer au moment du test. Cependant, le choix peut-être influencé par différents facteurs : la néophobie, la maturation biologique de l'animal, sa génétique, son expérience antérieure, le moment de la journée... De plus, les choix sont toujours faits à court terme. Ils ne correspondent pas toujours aux préférences de l'animal à long terme et ne servent pas forcément son intérêt à long terme (DUNCAN, 1992). Enfin, c'est un classement relatif des préférences de l'animal parmi les ressources (ou situations) testées qui est obtenu (KEELING & JENSEN, 2002). De ce fait, on ne peut pas connaître "dans l'absolu" l'importance d'une ressource ou de la réalisation d'un comportement.

#### ~ Etude des besoins

L'étude des préférences a été étoffée avec l'utilisation de la théorie économique de "la consommation, de l'utilité et de la demande". Cette théorie est utilisée par les économistes pour évaluer l'importance d'un produit pour des consommateurs humains. L'hypothèse est que plus un produit est important pour le consommateur, plus celui-ci sera prêt à payer cher pour l'obtenir. Ainsi, si la demande pour le produit ne diminue pas quand son prix augmente, on parle de demande inélastique, le produit est considéré comme un besoin. Par contre, si la demande pour le produit diminue quand son prix augmente, on parle de demande élastique, le produit est alors considéré comme un luxe. Pour utiliser cette théorie économique dans l'étude de la motivation, on apprend à l'animal à réaliser un travail (par exemple, appuyer sur un bouton ou pousser une porte) pour accéder à une ressource ou à un environnement. Moins l'animal accède à la ressource quand le travail à réaliser augmente (par exemple, appuyer plus souvent sur le bouton ou pousser une porte de plus en plus lourde), plus la demande pour la ressource est élastique et, moins la motivation de l'animal pour cette ressource est grande (KEELING & JENSEN, 2002). Par ce biais, il est possible de quantifier la force de la motivation pour obtenir une ressource ou un environnement, ou pour éviter un élément déplaisant. Cette quantification peut être faite en classant les ressources par ordre de priorité, comme avec l'étude simple des préférences, mais également "dans l'absolu", puisque l'on peut savoir si la demande pour la ressource testée est inélastique (besoin) ou élastique (luxe,

envie). Comme pour l'étude simple des préférences, ces mesures ont l'inconvénient d'être influencées par différents facteurs, notamment le contexte social, la durée de privation de la ressource testée avant les tests et la durée de l'accès à cette ressource (récompense) durant les tests (JENSEN *et al.*, 2004).

- Etude des effets de la privation

Niveau de motivation (énergie spécifique d'action)

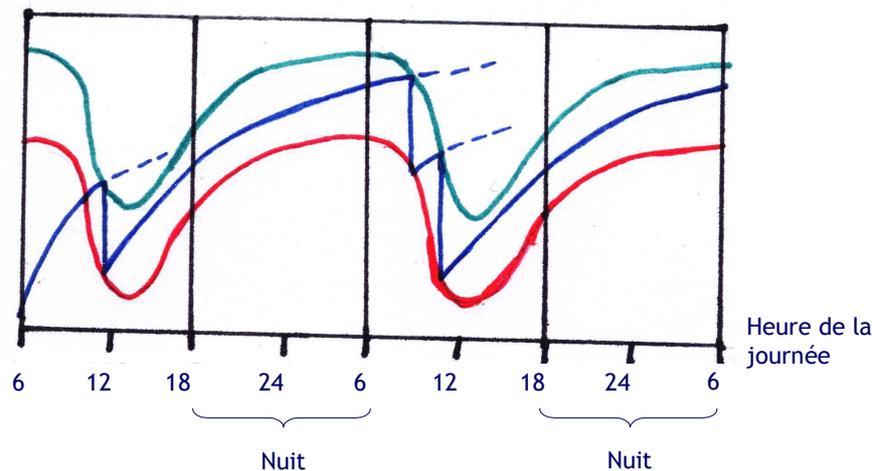


Figure 7 : Déclenchement de la motivation pour un comportement, exemple de l'expression du bain de poussière selon le modèle de HOGAN (1997).

La motivation (tracé bleu) s'accumule, comme de l'énergie, quand le comportement n'est pas réalisé. Quand la motivation dépasse le seuil de déclenchement du comportement (tracé vert), celui-ci est réalisé, et la motivation se dissipe alors. Quand le niveau de motivation devient inférieur au seuil d'arrêt du comportement (tracé rouge), celui-ci s'arrête et la motivation recommence à s'accumuler. Le seuil de déclenchement est abaissé quand les facteurs internes (autres que la motivation) ou externes deviennent optima pour la réalisation du comportement.

La motivation d'un individu pour un comportement ou une ressource particuliers peut être évaluée en privant un individu de la possibilité de réaliser ce comportement ou d'accéder à cette ressource. Il est alors possible d'observer l'expression de comportements anormaux pendant la période de privation, comme nous venons de le voir précédemment. Il est également possible d'observer le comportement de l'individu quand il a, à nouveau, la possibilité de réaliser le comportement ou d'accéder à la ressource après une période de privation. En effet, selon le modèle énergétique de Lorenz la motivation pour réaliser certains comportements augmente en permanence, comme de l'énergie s'accumulant dans un réservoir, et diminue lors de la réalisation de ces comportements (VESTERGAARD, 1980). Il semble que le déclenchement de différents comportements, tels que le sommeil chez l'Homme ou la réalisation de bains de poussière chez les volailles, puisse être expliqué par un modèle regroupant l'influence de cette "énergie" endogène et d'autres facteurs internes ou externes (Figure 7 - HOGAN, 1997). Selon cet auteur, deux composantes

semblent intervenir en même temps : un processus d'accumulation d'énergie, de motivation, pour la réalisation du comportement venant de facteurs internes (suivant le modèle énergétique de Lorenz) et deux seuils, l'un de déclenchement et l'autre d'arrêt du comportement. Ces seuils sont déterminés par l'horloge interne et différents facteurs déclencheurs internes ou externes. En ce qui concerne le bain de poussière, les facteurs déclencheurs principaux sont la quantité de lipides dans les plumes (VAN LIERE, 1992b), la vision d'un substrat poussiéreux (sec et friable) et l'augmentation de la température et de la luminosité (DUNCAN *et al.*, 1998). Le niveau que ces facteurs doivent atteindre pour déclencher le comportement dépend du seuil de déclenchement, qui est plus ou moins élevé selon les moments de la journée. La présentation d'un facteur interne ou externe adéquat pour la réalisation du comportement (substrat poussiéreux par exemple) abaisse ce seuil de déclenchement. D'autre part, l'énergie pour la réalisation du comportement s'accumule de façon exponentielle au court du temps. Lorsqu'elle atteint le niveau du seuil de déclenchement, le comportement est réalisé et l'énergie se dissipe. Lorsque l'énergie atteint le seuil d'arrêt du comportement, le comportement cesse et l'énergie pour la réalisation du comportement recommence à s'accumuler. Par exemple, même quand l'horloge interne et les facteurs internes ou externes sont adéquats pour la réalisation du comportement (*i.e.* quand le seuil de déclenchement est bas), s'il n'y a pas assez d'énergie accumulée, le comportement n'est pas déclenché. A l'inverse, quand l'horloge interne et les facteurs internes ou externes ont des valeurs faibles (augmentation du seuil de déclenchement), le comportement sera tout de même déclenché si l'accumulation d'énergie, de motivation, est suffisamment élevée (réalisation du comportement à vide).

### Evaluation de la réactivité émotionnelle.

L'expérience antérieure d'un individu peut influencer son niveau d'adaptation et son bien-être, par le biais de sa dimension émotive. La dimension émotive d'un individu est une notion qui reste encore floue. Plusieurs termes sont utilisés pour définir des notions proches : personnalité, réactivité émotionnelle, émotivité, tempérament, état émotionnel, propension à être plus ou moins facilement effrayé ("fearfulness") (BOISSY, 1998). Nous considérerons qu'un individu peut ressentir plusieurs émotions<sup>11</sup> simultanément. Les différentes émotions ressenties par un individu peuvent aussi bien être positives (plaisir...) que négatives (peur...). Les émotions ressenties à un moment donné se combinent en une résultante particulière, qui évolue en fonction des situations auxquelles l'individu fait face. Nous appellerons cette résultante "l'état émotionnel" de l'individu. Nous appellerons également "réactivité émotionnelle" la propension d'un individu à réagir plus ou moins fortement à différentes situations, en fonction de son état émotionnel. Cette réactivité conditionne les réponses physiologiques et comportementales d'adaptation de l'individu, car elle influence l'expression de nombreux comportements fondamentaux. Dans ce travail de thèse, nous nous intéressons à des situations ayant une dominante aversive. Dans ce cadre, une faible réactivité émotionnelle a une influence positive sur l'adaptation et le bien-être, alors qu'une forte réactivité

---

<sup>11</sup> Emotion : processus multidimensionnel déterminé par trois composantes principales : la physiologie, la cognition et l'expression non verbale (CHRISTOPHE, 1998). Cette définition appliquée à l'Homme nous semble également applicable, globalement, à l'animal.

émotionnelle a une influence négative sur ces deux éléments. Ainsi, une trop forte réactivité émotionnelle diminue les capacités d'adaptation à une perturbation en inhibant l'expression des comportements fondamentaux tels que l'exploration, l'alimentation, les comportements sociaux, l'apprentissage... (JONES, 1996). Ceci diminue les capacités d'utilisation de nouvelles ressources, provoque la mise en place de comportements inappropriés tels que les mouvements de panique ou les tentatives de fuite dans un espace clos (JONES, 1996) et rend les comportements intraspécifiques (comportements sociaux, maternels ou sexuels) et interspécifiques (comportements envers l'Homme ou d'autres espèces) inadaptés (BOISSY, 1990).

L'étude des émotions chez l'animal est délicate car il faut inférer ce que ressent l'animal à partir de ses réactions (JONES, 1996). C'est pourquoi certaines émotions, plus faciles à provoquer expérimentalement et à identifier, ont été plus étudiées. C'est le cas de la peur. Les situations de test permettant de mesurer la peur peuvent être classées en différentes catégories. Gray (1987 - cité par BOISSY, 1990) propose cinq catégories et JONES (1996) en propose onze, que nous regroupons en six catégories : situations spécifiques de l'espèce, nouvelles, intenses, liées à l'Homme, associées par conditionnement à des agents effrayants, et de perturbation de l'environnement social. Ces différentes situations peuvent être combinées.

### ~ Situations spécifiques de l'espèce

Ces situations utilisent la prédisposition des individus à avoir peur des stimuli caractérisant les dangers propres à leur espèce. Ces situations varient donc d'une espèce à une autre. Chez les volailles, la présence d'un prédateur se traduit par une réaction d'immobilité tonique non apprise. Cette réaction peut être induite expérimentalement par la contention de l'animal. Plus celui-ci est réactif émotionnellement, plus il est facile d'induire l'immobilité tonique et plus celle-ci sera longue et profonde.

### ~ Situations nouvelles

Ces situations peuvent être provoquées en plaçant l'animal dans un environnement non familier (enceinte de test), ou bien en le plaçant face à un objet ou à un évènement non familier tel qu'un bruit, un aliment, une odeur... Ces tests se déroulent soit dans le milieu de vie de l'animal, soit dans une enceinte de test. De nombreuses variantes existent selon l'espèce animale, les conditions de logement et les possibilités techniques.

### ~ Situations intenses

Ces situations regroupent les stimuli appliqués de façon intense, quelle que soit leur familiarité. L'intensité de la situation peut varier en fonction du mouvement du stimulus, de la soudaineté de sa présentation, de sa proximité et de sa forme. En volaille, les stimuli les plus employés sont le déplacement brusque d'un objet et l'allumage soudain d'une lampe.

### ~ Situations liées à l'Homme

Pour étudier la réaction des animaux face à l'Homme, leurs réactions d'approche ou d'évitement vis-à-vis de l'Homme sont observées. Deux types de situation existent : soit l'Homme est "actif", c'est-à-dire qu'il initie le contact avec l'animal (en entrant dans son milieu de vie, en

s'approchant de lui...); soit il est "inactif", c'est-à-dire que l'animal est placé, ou pénètre, dans un lieu où l'Homme est déjà présent.

~ Situations associées, par conditionnement, à des agents effrayants

Dans ces situations, le stimulus devient effrayant pour l'animal par conditionnement. L'animal associe ce stimulus à un autre, qui induisait déjà la peur. Par exemple, des animaux peuvent être conditionnés à avoir peur d'un son particulier (préalablement non aversif) en l'associant à un événement douloureux (décharge électrique...). Pour cela, il faut placer l'animal de nombreuses fois dans le dispositif de conditionnement. Ces situations ne sont donc pas réalisables avec des animaux logés en grands groupes.

~ Situations de perturbation de l'environnement social

Ces situations peuvent être variées : séparation des congénères, exposition à des animaux étrangers, déstabilisation de la hiérarchie et rencontres agressives.

Dans les situations nouvelles, intenses et liées à l'Homme, les comportements caractéristiques d'une forte réactivité émotionnelle chez les volailles sont les évitements actifs du stimulus, les réponses d'immobilisation (freezing), l'inhibition de l'exploration et l'interruption des activités en cours au moment de l'apparition du stimulus. D'autres réactions peuvent également être utilisées pour indiquer une forte réactivité émotionnelle, mais leur utilisation pour les volailles n'est pas toujours possible selon les conditions de réalisation des tests. Parmi ces réactions, il y a les vocalisations et les expressions réflexes dépendantes des catécholamines (défécations, fréquence cardiaque...) (MURPHY, 1978; BOISSY, 1990).

Comme nous venons de le voir, la réactivité émotionnelle a surtout été évaluée dans des situations déclenchant la peur. Cependant, il est possible d'étudier plus en détail la réactivité émotionnelle et de s'intéresser à l'ensemble des émotions ressenties par les animaux. Pour cela, les théories basées sur l'évaluation cognitive sont intéressantes. Selon ces théories, l'émotion naît de l'évaluation faite par l'individu de la situation à laquelle il est confronté (DESIRE, 2004). Cette évaluation se ferait au travers de différents critères. Parmi les modèles qui ont été mis au point chez l'Homme (pour revue, voir CHRISTOPHE, 1998), celui de Scherer (SCHERER, 1982, 2001) est transposable en partie à l'animal. Il décrit quatre grands critères impliqués dans l'évaluation de la situation : la signification (pertinence) de la situation pour l'individu, les implications et conséquences de la situation par rapport aux attentes (buts et besoins) de l'individu, le potentiel de maîtrise ou de "coping" (possibilités de contrôle ou d'adaptation à la situation), et la signification de la situation par rapport aux normes de l'individu. Ces quatre grands critères peuvent être divisés en sous-critères simples. La réactivité émotionnelle des animaux semble pouvoir être évaluée à travers l'étude des différents critères et sous-critères d'évaluation accessibles aux animaux, à savoir la nouveauté (regroupant la soudaineté, la familiarité et la prévisibilité), l'agrément intrinsèque de la situation par rapport aux préférences et aux aversions de l'individu, la correspondance de la situation par rapport aux attentes de l'individu et la possibilité de contrôle de l'individu sur la situation (DESIRE *et al.*, 2002). Ils peuvent être étudiés, indépendamment ou de façon combinée, en plaçant l'individu dans différentes situations représentant des perturbations de son environnement

(tests d'émotivité). Chaque situation de test étant caractérisée par des critères ou des sous-critères différents d'évaluation, il est préférable d'évaluer la réactivité émotionnelle en réalisant plusieurs tests complémentaires, afin d'en avoir une vision globale (JONES, 1987a, 1996; BOISSY, 1998).

### **Mesures comportementales utilisées dans ce travail de thèse**

Parmi les mesures comportementales utilisables pour évaluer le bien-être et l'adaptation, nous avons choisi de suivre l'expression des comportements normaux à travers l'occupation de l'espace (mobilité individuelle, utilisation des niveaux verticaux, nombre et longueur des vols et des sauts et utilisation des nids), la satisfaction de la motivation pour réaliser des bains de poussière. Nous avons également étudié la réactivité émotionnelle à travers diverses situations, caractérisées par différents critères et sous-critères d'évaluation, pour obtenir une vision globale de la réactivité émotionnelle de nos animaux : situations spécifiques de l'espèce (tests d'immobilité tonique), nouvelles (tests d'environnement et d'objet nouveaux), intenses (tests de soudaineté) et liées à l'Homme (tests d'entrée d'un Homme dans le milieu de vie des animaux).

L'occupation de l'espace est un indicateur d'adaptation à la volière de ponte. En effet, la dimension verticale de la volière de ponte nécessite des capacités d'adaptation supplémentaires de la part des poules par rapport aux autres systèmes autorisés par la directive 1999/74/CE. Les poules doivent être mobiles et utiliser les dimensions horizontale et verticale des volières, pour accéder à tous les aménagements sans difficulté. Dans le cas contraire, la répartition des poules peut être non homogène dans l'espace et provoquer, par exemple, le risque pour certaines poules de ne pas accéder à l'aliment. De même, comme les poules sont maintenues en grands groupes, l'apparition de réactions de panique peut entraîner des regroupements soudains dans lesquels les animaux s'entassent. Quand ces regroupements atteignent de grandes dimensions, il arrive qu'une partie des animaux meurent d'étouffement. L'utilisation des aménagements, tels que les nids, peut également être inadéquate. Toutes ces difficultés d'adaptation peuvent avoir des conséquences sur les performances zootechniques et la santé des animaux.

Le bain de poussière dans un substrat sec et friable est une priorité comportementale selon le rapport EFSA (2005a) et selon WEEKS & NICOL (2006), qui permet aux poules d'entretenir leur plumage (VAN LIERE & BOKMA, 1987; VAN LIERE, 1992a). Il a été montré expérimentalement (sur de petits groupes de poussins ou de poules) que la motivation pour réaliser des bains de poussière sur un substrat sec et friable augmente après une courte période de privation de ce type de substrat (VESTERGAARD, 1982; HOGAN *et al.*, 1991; VESTERGAARD *et al.*, 1999). Les systèmes imposés par la directive 1999/74/CE, parmi lesquels la volière de ponte, sont censés améliorer le bien-être des poules en ce qui concerne ce comportement, car ils mettent à leur disposition un substrat adéquat (présence de litière). Cependant, il nous semble nécessaire de vérifier si ces systèmes satisfont mieux cette priorité comportementale que la cage conventionnelle. Pour cela, nous avons comparé la motivation pour réaliser des bains de poussière de poules logées en volière de ponte et en cage conventionnelle. En parallèle, la motivation de poules logées en cage aménagée et en cage conventionnelle a été comparée à l'INRA de Tours durant la thèse de Vanessa Guesdon (GUESDON,

2004), afin de comparer le niveau de satisfaction de cette priorité comportementale atteint en volière et en cage aménagée.

Très peu d'études se sont intéressées à la mesure de la réactivité émotionnelle comme indicateur de bien-être ou d'adaptation. Pourtant, la réactivité émotionnelle peut influencer ses capacités d'adaptation. Elle peut être une composante du bien-être des animaux, en interférant avec les processus comportementaux et physiologiques d'adaptation.

### **b) Physiologie du stress**

La constance du milieu intérieur est maintenue malgré les variations externes, grâce à l'homéostasie (DANTZER, 1994). Toute contrainte s'exerçant sur l'organisme (perturbation) entraîne une réponse de celui-ci (réponse de stress). L'organisme est en permanence soumis à des perturbations, qui provoquent des réponses de stress plus ou moins fortes (DANTZER, 1994). Cependant, nous nous intéresserons seulement aux réponses de stress faisant suite à des perturbations en lien avec des expériences aversives (*e.g.* un changement d'environnement physique), en écartant les réponses à des expériences positives (*e.g.* le jeu).

Dans un premier temps, la réponse de stress a été définie comme le syndrome général d'adaptation (SELYE, 1973), évoluant en trois phases. Premièrement, la phase d'alarme, qui est la réaction immédiate à l'apparition de la perturbation. Elle permet la mobilisation d'énergie par l'individu pour réagir. Elle est généralement de courte durée. Deuxièmement, la phase de résistance, qui est une phase où l'individu trouve un nouvel équilibre intérieur grâce à l'utilisation des réserves énergétiques et s'adapte à la perturbation (au moins provisoirement). Si la perturbation est aiguë (courte), le syndrome général d'adaptation s'arrête au cours de cette deuxième phase, sans avoir épuisé les réserves énergétiques, et l'organisme retrouve assez rapidement son état d'équilibre originel. On peut considérer que pendant la perturbation l'individu a réussi à s'adapter, que son niveau de bien-être était peu influencé, et qu'après la perturbation le bien-être n'est plus influencé. Par contre, si la perturbation est chronique (longue) ou répétée, le syndrome général d'adaptation continue. Les réserves énergétiques s'épuisent et l'énergie de différents systèmes biologiques est progressivement détournée au profit de la réponse de stress. A ce stade, l'adaptation est encore assurée par la réponse de stress, mais elle devient coûteuse pour l'organisme et le niveau de bien-être diminue. Si la perturbation continue encore, l'organisme peut entrer dans la phase d'épuisement (troisième phase) du syndrome général d'adaptation. Cette phase intervient quand les capacités des processus physiologiques d'adaptation sont épuisées, c'est-à-dire quand les glandes sécrétrices d'hormones et de neurotransmetteurs ne peuvent plus produire. A ce moment, la réponse de stress ne permet plus l'adaptation à la perturbation, ce qui entraîne un niveau de bien-être diminué. Si la perturbation se poursuit trop (absence de retour à la normale) l'individu meurt.

Depuis la définition de ce syndrome général d'adaptation, qui prenait en compte uniquement l'aspect physiologique des processus, il a été montré l'importance de la composante psychique dans la mise en place des processus physiologiques d'adaptation. Le système nerveux autonome (SNA = système ortho-sympathique) et l'axe corticotrope sont activés préférentiellement

l'un par rapport à l'autre selon la représentation que l'individu a de la perturbation. Ils peuvent tous les deux être activés au cours du syndrome général d'adaptation (DANTZER & MORMEDE, 1979). Si l'individu a, ou pense avoir, la possibilité de se comporter d'une façon appropriée face à la perturbation, il y a une activation préférentielle du système nerveux autonome permettant une réponse active. Si l'individu n'a pas, ou perd, la possibilité de se comporter d'une façon appropriée face à la perturbation, il y a une activation préférentielle de l'axe corticotrope et une réponse passive (Figure 8) (DANTZER & MORMEDE, 1979; KEELING & JENSEN, 2002).

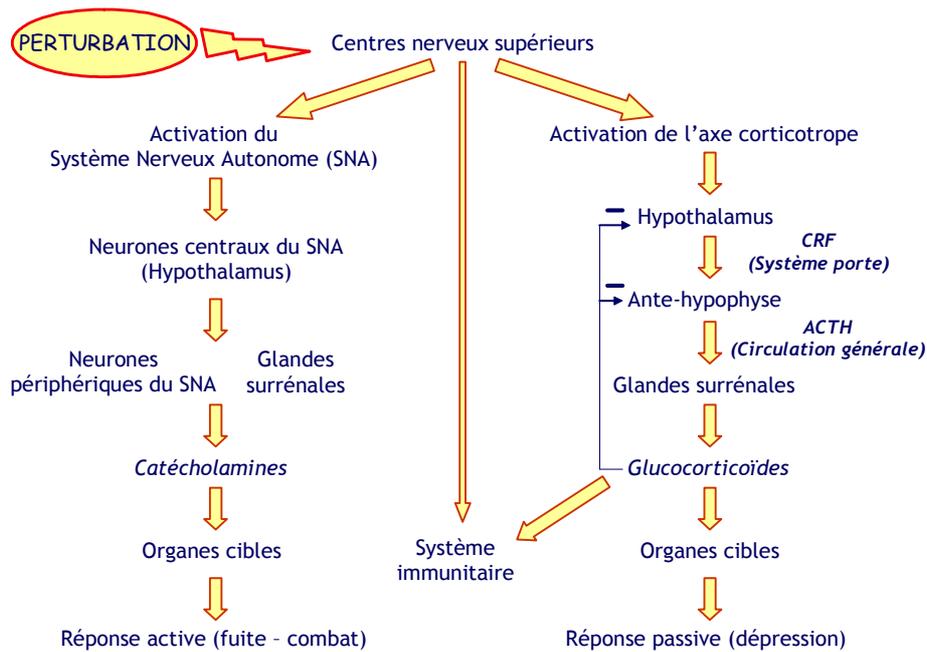


Figure 8 : Processus physiologiques d'adaptation (adapté de DANTZER & MORMEDE, 1979b; KUCHEL, 1991; BLECHA, 2000; MOBERG, 2000; GUESDON, 2004).

CRF : corticotropin releasing factor; ACTH : adrénocortico-trophique-hormone.

#### Activation du système nerveux autonome

L'activation du système nerveux autonome par les centres nerveux supérieurs, schématisée sur la Figure 8, aboutit à la production de catécholamines : adrénaline et noradrénaline (KUCHEL, 1991). Ces catécholamines sont des neurotransmetteurs qui agissent à différents niveaux dans l'organisme. Elles permettent notamment une augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression sanguine et un approfondissement de la respiration. Grâce à cela, elles augmentent l'énergie disponible pour le cerveau et les muscles et rendent possible les réponses de combat ou de fuite, qui sont des réponses d'urgence. L'activation du système nerveux autonome est rapide et de courte durée. Son impact sur le bien-être est donc faible et transitoire.

### Activation de l'axe corticotrope.

L'activation de l'axe corticotrope (axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien), qui est un axe du système neuroendocrinien, se déroule en plusieurs étapes (Figure 8). La perturbation est intégrée par les centres nerveux supérieurs, puis l'hypothalamus est activé par ces centres, il relargue alors une hormone dans le système porte : le corticotropin releasing factor (CRF). Sous l'action de cette hormone, l'antéhypophyse relargue dans la circulation générale une autre hormone : l'adréno-cortico-trophique-hormone (ACTH). Sous l'action de cette seconde hormone, les glandes surrénales produisent des hormones glucocorticoïdes (cortisol et cortisone chez les mammifères, corticostérone chez les oiseaux et les rongeurs). Ces glucocorticoïdes agissent sur de nombreux organes cibles, et influencent de nombreux systèmes biologiques : immunitaire, reproducteur, métabolique, comportemental et psychique (DANTZER, 2001). Les glucocorticoïdes assurent également un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus et l'antéhypophyse. L'activation de l'axe corticotrope est rapide, son action est de longue durée et concerne l'ensemble de l'organisme. Son impact sur le bien-être est plus ample et plus durable que celui de l'activation du système nerveux autonome.

### Influence du système immunitaire.

Les capacités du système immunitaire sont diminuées en cas de réponse de stress. Cette immunodépression peut venir dans une faible mesure directement de l'action des centres nerveux supérieurs sur ce système biologique (MOBERG, 2000), ou bien être due dans une plus large mesure à l'activation de l'axe corticotrope (BLECHA, 2000). Plusieurs études ont montré qu'une surproduction de glucocorticoïdes aiguë ou chronique, provoquée par diverses perturbations des animaux ou par l'administration d'ACTH ou de glucocorticoïdes dans l'organisme (par injection, voie alimentaire...) entraîne une augmentation de la synthèse des polynucléaires neutrophiles (hétérophiles chez les oiseaux) (POST *et al.*, 2003) et une diminution de la synthèse des lymphocytes, donc une augmentation du ratio Hétérophiles / Lymphocytes (H/L) (GROSS & SIEGEL, 1983; pour revue, voir MAXWELL, 1993). De même, il a été montré qu'une surproduction chronique de glucocorticoïdes, suite à une perturbation sociale ou thermique, ou suite à un challenge pharmacologique, retarde la cicatrisation, inhibe la synthèse d'anticorps et de polynucléaires éosinophiles, provoque la régression des organes lymphatiques et du thymus et diminue la réponse de prolifération lymphocytaire et la production d'interleukine-2 (DANTZER & MORMEDE, 1979; BLECHA, 1988; HARTMANN, 1988; FLORENCE *et al.*, 1995; BLECHA, 2000; POST *et al.*, 2003).

## **Principales mesures de physiologie du stress utilisées pour évaluer l'adaptation et le bien-être**

### Système nerveux autonome.

L'activation du système nerveux autonome peut être mesurée en dosant les concentrations de catécholamines libérées dans le sang. Toutefois, les catécholamines sont rapidement dégradées et la prise de sang elle-même provoque la libération de catécholamines dans le sang (RULOFSON *et al.*, 1988). Les catécholamines peuvent aussi être dosées dans l'urine chez les mammifères et les

fientes chez les volailles (HAY & MORMEDE, 1998; HAY *et al.*, 2000; KEELING & JENSEN, 2002). Il est possible également de doser les enzymes impliquées dans la synthèse des catécholamines. Cependant, comme ces enzymes sont situées dans les glandes surrénales et les ganglions nerveux, leur dosage nécessite de tuer les animaux. Il est possible de mesurer les conséquences de l'activation de ce système sur l'organisme, notamment les modifications de fréquence cardiaque et respiratoire et les modifications de pression artérielle.

### Axe corticotrope.

Pour mesurer le niveau d'activation de l'axe corticotrope, il est possible de doser la glucocorticoïdémie (concentration sanguine en glucocorticoïdes). En cas d'état de stress aigu de l'animal, il y a une forte augmentation de la glucocorticoïdémie, généralement bien supérieure au niveau basal (DANTZER & MORMEDE, 1979; FAURE, 1980). En cas d'état de stress chronique de l'animal, le fonctionnement de l'axe corticotrope peut être modifié, avec notamment une hypersensibilité des glandes surrénales à l'ACTH et une diminution du rétrocontrôle négatif des glucocorticoïdes (DANTZER & MORMEDE, 1979). Cette modification du fonctionnement de l'axe corticotrope est généralement appréciée au moyen de tests pharmacologiques de freinage (par injection d'un corticoïde de synthèse) ou de stimulation de la production de glucocorticoïdes (par injection d'ACTH synthétique). Dans le cadre d'un test de stimulation, la production de glucocorticoïdes en réponse à une faible dose d'ACTH injectée sera plus forte, en raison de l'hypersensibilité des glandes surrénales à l'ACTH, que lors du fonctionnement normal de l'axe (KOELKEBECK *et al.*, 1986). Par contre, la production de glucocorticoïdes en réponse à une forte dose d'ACTH injectée sera plus faible, en raison de l'épuisement des glandes surrénales, que lors du fonctionnement normal de l'axe (MORMEDE, 1988; JANSSENS *et al.*, 1994; GUEMENE *et al.*, 2001; GUESDON *et al.*, 2004). Il est également possible de doser les glucocorticoïdes et leurs métabolites dans l'urine chez les mammifères (HAY & MORMEDE, 1997) et dans les fientes chez les volailles (RETTENBACHER *et al.*, 2004). Quelle que soit la méthode utilisée, l'interprétation des résultats est délicate. En effet, en raison de l'interaction existant dans l'organisme entre les différents axes du système neuroendocrinien (DE GROEF *et al.*, 2005), la production de glucocorticoïdes est liée à différentes hormones, qui agissent en dehors de toute réponse de stress (KÜHN *et al.*, 2005). De même, il a été montré que de nombreux facteurs (photopériode, maturité sexuelle, âge des animaux et génotype) peuvent influencer la production de corticostérone ainsi que la réactivité de l'axe corticotrope (HAZARD & GUEMENE, 2005).

### Système immunitaire.

L'activation des processus physiologiques d'adaptation peut être mise en évidence par les modifications du système immunitaire. Le ratio H/L est considéré comme un indicateur fiable de réponse de stress (GROSS & SIEGEL, 1983). En effet, cet indicateur s'est révélé discriminant dans l'étude de la réponse de stress à diverses perturbations : logement (EL LETHEY *et al.*, 2000; ELSTON *et al.*, 2000), nourriture (GROSS & SIEGEL, 1986) et agent infectieux (GROSS & SIEGEL, 1983). Le ratio H/L est également considéré comme plus pertinent que la corticostéronémie lors de réponses de stress faibles à modérées (MAXWELL, 1993), car il n'est pas influencé par la photopériode (CAMPO & DAVILA,

2002a) et il est peu influencé par le génotype des animaux (CAMPO & REDONDO, 1996; CAMPO *et al.*, 2005), bien qu'il subisse tout de même l'influence de l'âge des animaux (CAMPO & DAVILA, 2002b). De plus, la modification du ratio H/L par une surproduction aiguë de glucocorticoïdes, apparaît seulement quelques heures après la libération des glucocorticoïdes dans le sang. De ce fait, le ratio H/L n'est pas influencé par la capture et la contention des animaux, si ceux-ci sont prélevés dans les minutes qui suivent leur capture.

La mesure de la production d'anticorps, en réponse à une injection d'antigène ou à une infection est moins fluctuante et beaucoup moins influencée par la capture et la contention des animaux que la mesure de la corticostéronémie. Cependant, même s'il a déjà été montré une modification de la production de certains anticorps en cas de réponse de stress (EL LETHEY *et al.*, 2003; GUEMENE *et al.*, 2004), cette mesure ne semble pas assez sensible pour mettre en évidence de façon systématique des différences de réponse de stress chronique chez des volailles placées dans différentes conditions de logement (GUÉMENÉ *et al.*, 2004; MOE *et al.*, 2004; VAN LOON *et al.*, 2004).

D'autres mesures de la capacité du système immunitaire existent, telles que la mesure de la prolifération lymphocytaire *in vitro* (BLECHA, 2000), mais elles sont plus lourdes à mettre en place et demandent des moyens techniques adaptés.

### **Mesures de physiologie du stress utilisées dans ce travail de thèse**

En raison de l'impact important que l'activation de l'axe corticotrope peut avoir sur de nombreux systèmes biologiques, nous avons choisi d'évaluer les réponses physiologiques de stress en mesurant l'activation de cet axe. Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés aux conséquences directes de l'activation de l'axe corticotrope sur la concentration sanguine en corticostérone. Pour cela, nous avons évalué la réponse maximale de l'axe corticotrope par des tests pharmacologiques (MORMEDE, 1988; JANSSENS *et al.*, 1994; GUEMENE *et al.*, 2001; GUESDON *et al.*, 2004). Dans un deuxième temps, nous nous sommes intéressés à l'influence de l'activation de cet axe corticotrope sur le système immunitaire, à travers l'évaluation de la modification du ratio H/L (GROSS & SIEGEL, 1983; MAXWELL, 1993). Dans cette thèse, nous nous sommes focalisés sur les conséquences durables des réponses de stress. De ce fait, l'action à court terme sur l'organisme de l'activation du système nerveux autonome ne nous a pas intéressé.

### **c) Performances zootechniques**

La mise en place des processus physiologiques d'adaptation peut entraîner une diminution des performances zootechniques, par un détournement de l'énergie destinée normalement aux fonctions biologiques telles que la croissance, la reproduction... ou par une augmentation du métabolisme de base (DANTZER & MORMEDE, 1979; VON BORELL, 1995; ELSASSER *et al.*, 2000). De même, les performances peuvent être compromises par une mauvaise adaptation de l'animal (en cas d'échec des processus d'adaptation). Par exemple, si l'animal utilise mal l'espace et ne trouve pas l'aliment, sa production (taux de ponte, gain de poids...) va chuter. Dans ces différents cas, une baisse des performances zootechniques est le signe d'une perturbation du bien-être de l'animal.

### **Principales mesures de performance zootechnique utilisées pour évaluer l'adaptation et le bien-être**

Toutes les performances zootechniques peuvent être utilisées (DANTZER, 1995). Certaines de ces performances sont spécifiques à certaines filières de production. Les performances classiquement utilisées concernent la croissance des animaux (gain de poids moyen quotidien...), leur consommation alimentaire (quantité d'aliment ingéré), l'efficacité alimentaire de l'ingéré (indice de consommation), leur production (poids de carcasse, quantité de lait produit, taux de ponte...), leur reproduction (âge à la maturité sexuelle, fertilité...) ou encore leurs produits (qualité organoleptique de la viande : pH et couleur...).

### **Mesures de performance zootechnique utilisées dans ce travail de thèse**

Parmi les performances zootechniques que nous avons mesurées, nous nous sommes surtout intéressés au taux de ponte dont la diminution peut indiquer des problèmes d'adaptation et de bien-être (TAYLOR & HURNIK, 1996; ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998) et à l'indice de consommation (poids d'aliment consommé / poids d'œuf produit) dont l'augmentation est une conséquence négative de l'amélioration du bien-être puisqu'elle indique un "détournement" de l'énergie consommée, par exemple de la production d'œufs vers les déplacements (HAGGER *et al.*, 1989).

### **d) Santé**

L'état de santé physique (état sanitaire et corporel) interagit avec les processus comportementaux et physiologiques d'adaptation. En effet, l'altération de l'état de santé physique d'un individu peut être perçue par lui comme une perturbation de son monde subjectif et compromettre son bien-être (souffrance physique et mentale). Il y a alors mise en place des processus physiologiques ou comportementaux d'adaptation. Dans ce cas, l'altération de l'état de santé physique entraîne une diminution du bien-être. A l'inverse, la mise en place des processus physiologiques d'adaptation peut affaiblir le système immunitaire (DANTZER & MORMEDE, 1979) ou provoquer des dérèglements métaboliques. L'apparition de maladies infectieuses, parasitaires ou métaboliques est alors favorisée. De même, la mise en place des processus comportementaux d'adaptation peut provoquer une altération de l'état corporel et du bien-être s'ils sont inappropriés (par exemple la fuite dans un espace clos peut aboutir à des fractures ou des étouffements) ou s'ils résultent en des comportements anormaux (par exemple l'agression des congénères peut entraîner des blessures). Dans ces cas, une altération de l'état de santé physique est la conséquence d'une altération antérieure du bien-être.

### **Principales mesures de santé utilisées pour évaluer l'adaptation et le bien-être**

Les mesures de cet indicateur sont multiples. Les signes d'infection (par exemple la fièvre ou une modification des profils biochimiques ou immunitaires), l'état corporel des animaux (état du pelage ou du plumage, lésions internes et externes, fractures, troubles locomoteurs...), les symptômes visibles de maladie, la morbidité (nombre d'individus malades sur le nombre total

d'individus) et la mortalité (nombre d'individus morts sur le nombre total d'individus) sont les mesures principalement utilisées (DANTZER & MORMEDE, 1979).

### **Mesures de santé utilisées dans ce travail de thèse**

Concernant cet indicateur, nous nous sommes focalisés sur les deux paramètres mesurés le plus souvent dans les études portant sur le bien-être et l'adaptation. D'une part, nous avons mesuré l'état corporel des animaux à travers l'état du plumage, de la peau et des pattes, car il peut être le témoin d'une souffrance physique et de l'expression de comportements anormaux, comme par exemple un picage<sup>12</sup> excessif qui entraîne un mauvais état du plumage et des blessures (HILL & HUNT, 1978; WAHLSTRÖM *et al.*, 1998; TAUSON *et al.*, 1999; NIELSEN, 2004; TAUSON *et al.*, 2005). L'état corporel a également été mesuré à travers la résistance osseuse, qui peut chez les oiseaux être liée au risque d'apparition de fractures (GREGORY & WILKINS, 1996; MOINARD *et al.*, 1998). D'autre part, nous avons mesuré la mortalité des animaux et ses causes apparentes (WAHLSTRÖM *et al.*, 1998; TAUSON *et al.*, 1999).

### **e) Avantages et inconvénients des différents indicateurs**

Les indicateurs comportementaux ont l'avantage de ne pas demander de mesures invasives et de consister dans certains cas en une observation directe des animaux dans leur milieu de vie. Ces indicateurs sont généralement les plus sensibles pour détecter un problème d'adaptation ou un risque d'altération du bien-être, car ils reflètent les premières réponses à une perturbation (DAWKINS, 1998; KEELING & JENSEN, 2002). Par ailleurs, ces indicateurs ont l'avantage de prendre en compte la perception que l'individu a de son environnement. En contrepartie, ils ont l'inconvénient de nécessiter une formation longue et un entraînement des observateurs avant que ceux-ci soient opérationnels. Les indicateurs comportementaux sont parfois délicats à interpréter, car les relations entre le comportement et l'état mental sous-jacent ne sont pas toujours bien connues. En outre, la présence de l'observateur peut perturber le comportement observé, dans certaines situations de mesure où des caméras vidéo ne peuvent pas être utilisées.

La physiologie du stress fournit toute une gamme d'indicateurs pour évaluer l'adaptation et le bien-être (DANTZER, 2001), qui prennent en compte la façon dont l'individu perçoit son environnement. De plus, les modifications physiologiques indiquent souvent les prémises de la diminution du bien-être. Toutefois, ces indicateurs ont plusieurs inconvénients. Il est souvent difficile de les mesurer sans perturber l'individu, puisque les méthodes de mesure sont majoritairement invasives. De plus, tous les systèmes de réponse ne sont pas toujours activés ou modifiés en cas de perturbation (MOBERG, 2000), ce qui rend les résultats parfois difficiles à interpréter, d'autant plus qu'un certain nombre d'expériences positives (accouplement, jeu...) s'accompagnent d'une réponse de stress, au sens d'une activation des systèmes nerveux autonome et neuroendocrinien (KEELING & JENSEN, 2002). En outre, les bases physiologiques du fonctionnement des différents systèmes pouvant intervenir dans les réponses de stress ne sont pas bien connues

---

<sup>12</sup> Picage : comportement d'une poule tirant les plumes de ses congénères avec son bec, pouvant aboutir à l'arrachage des plumes.

pour toutes les espèces animales, notamment chez les oiseaux. Enfin, ces indicateurs physiologiques subissent une grande variabilité individuelle modulée notamment par l'espèce, la génétique, la maturation, l'expérience précoce et les relations avec l'Homme (qui effectue les prélèvements).

Les performances zootechniques ont l'avantage d'être facilement mesurables, et surtout, elles sont enregistrées en routine par les éleveurs, les abattoirs ou les industries agro-alimentaires réceptionnant les produits. Une diminution de ces performances zootechniques est le témoin d'une altération du bien-être, mais de bonnes performances zootechniques n'indiquent pas nécessairement un bon niveau de bien-être. En effet, en élevage intensif les performances zootechniques sont enregistrées au niveau collectif (sur tout un lot d'animaux) et non au niveau individuel; la baisse des performances de quelques individus peut donc passer inaperçue (DAWKINS, 1983; DANTZER, 1995). De plus, même au niveau individuel, les performances zootechniques ne sont pas toujours diminuées par une altération du bien-être. En effet, les animaux de rente sont sélectionnés sur leurs performances depuis de nombreuses générations et, l'influence de cette sélection génétique peut limiter l'expression de l'influence des processus d'adaptation sur les performances zootechniques. De même, la conduite des systèmes de logement (changement d'alimentation, de programme lumineux...) influence fortement les performances et, peut également minimiser l'influence des processus d'adaptation sur les performances zootechniques (KEELING & JENSEN, 2002). D'autre part, il arrive que l'amélioration des performances elle-même soit une source d'altération du bien-être. Par exemple, la croissance des muscles des animaux élevés pour leur viande est souvent si poussée, que les muscles se développent avant que le squelette soit assez fort pour supporter leur poids (notamment chez les volailles et les jeunes bovins), ce qui provoque souffrances et troubles locomoteurs.

L'état de santé physique de l'animal présente l'avantage d'être mesuré en routine par les éleveurs, sauf quand des mesures invasives telles que des prises de sang sont nécessaires pour l'évaluer. Cet indicateur met en relief les situations de faible niveau de bien-être causées par une altération de l'état de santé physique. Par contre, il ne permet pas de conclure de façon certaine à un bon niveau de bien-être, puisqu'un bon état de santé physique ne garanti pas toujours un bon niveau de bien-être. L'animal peut souffrir mentalement sans souffrir physiquement (DAWKINS, 1983) et l'état de santé physique peut être altéré longtemps après une diminution du bien-être. De plus, selon DUNCAN & PETHERICK (1991) et KEELING & JENSEN (2002) certaines altérations de l'état de santé physique peuvent ne pas menacer le bien-être si l'individu ne les perçoit pas comme une perturbation.

### **f) Liens entre indicateurs**

En général, l'indicateur le plus sensible à une perturbation de l'environnement (le plus rapidement modifié) est le comportement, ensuite la physiologie, les performances zootechniques et enfin la santé physique (incluant l'état corporel). Toutefois, ces quatre indicateurs sont parfois modifiés dans un autre ordre (VEISSIER *et al.*, 2000). Ces indicateurs sont complémentaires. Ils ont leurs propres limites et peuvent donner des renseignements à différents niveaux sur l'état d'adaptation et de bien-être d'un individu. En plus d'être complémentaires, ces quatre indicateurs

interagissent, comme nous venons de le voir. Les deux indicateurs les plus liés entre eux sont le comportement et la physiologie du stress. En effet, les processus comportementaux et physiologiques d'adaptation sont souvent déclenchés en parallèle et agissent l'un sur l'autre, sous l'influence de la composante psychique de l'animal (DANTZER, 1994). Certains auteurs les considèrent comme faisant partie intégrante des systèmes motivationnels (JENSEN & TOATES, 1997).

Si l'on considère les interconnexions existant entre ces quatre indicateurs, il semble évident que toute évaluation des capacités d'adaptation et du bien-être doit être multifactorielle, c'est-à-dire s'appuyer sur les différents indicateurs disponibles, pour être pertinente (DAWKINS, 1983; DANTZER, 1994; BROOM, 1996). Chaque indicateur isolé fournit un profil incomplet de l'adaptation et du bien-être, pouvant conduire à des conclusions erronées, si ce profil n'est pas replacé dans un cadre global.

### **I-3] Etat des connaissances sur l'adaptation et le bien-être des poules pondeuses logées en volière de ponte**

La volière de ponte est censée améliorer les conditions de vie des poules pondeuses, grâce à l'augmentation de l'espace disponible, la diversification des possibilités de déplacement et l'enrichissement du milieu par la présence de nids fermés, de litière et de perchoirs. Ainsi, les poules doivent pouvoir réaliser dans de meilleures conditions certains comportements tels que : s'étirer, réaliser des bains de poussière, se percher, pondre dans un nid... La directive fixant des obligations de moyens et non de résultats, la volière de ponte peut aussi, selon sa conception, avoir des effets négatifs concernant le bien-être des poules. La présence de litière, par exemple, peut provoquer une augmentation des taux de poussière en suspension. Le logement en grands groupes peut favoriser l'expansion des maladies, du picage et du cannibalisme<sup>13</sup> à partir du moment où de tels problèmes apparaissent. De même, il existe en volière un risque d'étouffement des poules lorsqu'elles s'entassent suite à des réactions de panique.

#### **A) Niveau de stress**

A notre connaissance, il n'existe pas de données se rapportant à la mesure physiologique du stress en volière de ponte. Par contre, il existe des travaux qui comparent soit l'activation de l'axe corticotrope entre des poules logées au sol et en cage conventionnelle durant la phase de ponte, soit la réponse en anticorps de poules logées en cage aménagée et en cage conventionnelle durant la phase de ponte. Les résultats obtenus dans ces études ne sont pas forcément similaires à ceux que l'on obtiendrait en volière de ponte, mais ils peuvent indiquer des pistes à explorer.

CRAIG *et al.* (1986) ont mis en évidence une réponse de stress aiguë plus forte chez des poules logées à une faible densité au sol ou à une densité élevée en cage que chez des poules logées à une densité modérée ou faible en cage, en mesurant l'augmentation du taux basal de corticostéronémie. Cependant, les différences de corticostéronémie relevées dans cette étude

---

<sup>13</sup> Cannibalisme : comportement d'une poule qui mange ses congénères. Ce comportement n'a pas de lien direct avec l'agressivité, mais il peut être favorisé, entre autres facteurs, par la présence de poules présentant des lésions étendues.

n'étaient pas cohérentes avec les autres mesures réalisées. Des différences de réponse de stress chronique ont pu être mises en évidence en étudiant la réactivité de l'axe corticotrope avec des tests pharmacologiques. En mesurant la réactivité de l'axe corticotrope après une injection d'ACTH à faible dose ( $0,33 \text{ UI.kg}^{-1}$ ), il a été montré que des poules logées au sol pendant la période de ponte avaient une réponse de stress chronique supérieure à celle de poules logées en cage conventionnelle à des densités moins fortes (KOELKEBECK *et al.*, 1986). Cependant, cette expérience n'a pas permis de savoir si cette différence était due au mode de logement ou à la densité.

GUÉMENE *et al.* (2004) ont étudié la réponse de stress de poules pondeuses logées dans deux types de systèmes durant la phase de ponte (deux modèles de cage conventionnelle vs. deux modèles de cage aménagée) et époulinées<sup>14</sup> ou non. Ils ont évalué la réponse de stress en mesurant la production d'anticorps en réponse à une injection d'immunoglobulines G humaines (IgGh), en utilisant un protocole proche de celui mis au point à l'AFSSA de Ploufragan (GEANT, 2002 - méthode adaptée de BOLLEN & HAU, 1998). Ils n'ont pas mis en évidence de différence de production d'anticorps en fonction des conditions de logement des poules durant la phase de ponte, mais ils ont mis en évidence une diminution de la production d'anticorps lorsque les poules n'étaient pas époulinées. MOE *et al.* (2004) ont mis en évidence une influence nette des conditions d'élevage des poulettes (sol vs. cage) sur leur production d'anticorps. Cependant, dans cette étude l'influence des conditions de logement des poules durant la phase de ponte (cage conventionnelle vs. cage aménagée) sur leur production d'anticorps était moins nette.

### B) Niveau de réactivité émotionnelle

HANSEN *et al.* (1993) ont montré que les poules ont un niveau de peur plus faible en volière de ponte qu'en cage conventionnelle, en utilisant un test d'immobilité tonique en fin de phase de ponte. Cependant, trois autres études utilisant également un test d'immobilité tonique, soit en milieu de phase de ponte (TAUSON *et al.*, 1999), soit en fin de phase de ponte (BLOKHUIS & ROMMERS, 1995; MICHEL *et al.*, 2002), n'ont pas montré de différence de réactivité émotionnelle entre des poules logées en volière de ponte ou en cage conventionnelle. De leur côté, ODEN *et al.* (2002) ont mesuré des niveaux de peur équivalents chez des poules logées dans deux types de volière, face à l'entrée de l'animalier dans la volière et face à un objet nouveau placé sur la litière.

La réactivité émotionnelle des poules logées en volière de ponte a été jusque là moins étudiée que les autres aspects comportementaux, tels que les priorités comportementales, l'occupation de l'espace et les relations sociales. De plus, cette réactivité émotionnelle a été évaluée grâce à trois types de test seulement. Des tests complémentaires doivent être réalisés afin d'avoir une vision plus globale de la réactivité émotionnelle des poules logées en volière.

### C) Satisfaction des priorités comportementales

Dans leur revue, BARNETT & NEWMAN (1997) confirment l'information donnée par APPLEBY & HUGHES (1991) et par BLOKHUIS & ROMMERS (1995) : les volières de ponte permettent une

---

<sup>14</sup> Epouillage : ablation de l'extrémité du bec. Cette pratique est autorisée jusqu'à neuf jours d'âge. Selon la proportion de bec enlevée, on parle d'épouillage ou de débécage (GUESDON, 2004).

diversification du répertoire comportemental des poules en comparaison aux cages conventionnelles. En effet, par rapport aux poules logées en cage conventionnelle, les poules logées en volière de ponte consacrent plus de temps à l'exploration de leur environnement, se déplacent plus, sont moins dérangées, peuvent réaliser des comportements de confort (étirement, battement d'aile...) et peuvent courir, sauter ou voler. Cette diversification des activités en volière de ponte semble limiter l'expression des troubles du comportement tels que les stéréotypies, et permettre aux poules de satisfaire davantage de priorités comportementales telles que pondre dans un nid fermé, se percher en hauteur pour la nuit, et réaliser des bains de poussière sur un substrat sec et friable (BARNETT & NEWMAN, 1997).

Néanmoins, il peut arriver en volière de ponte que les aménagements ne soient pas en quantité suffisante, ou ne correspondent pas aux attentes des poules. Dans ce cas, les poules utilisent d'autres aménagements que ceux qui sont prévus, parce qu'ils sont plus disponibles ou qu'ils correspondent davantage à leurs attentes. Par exemple, si une poule ne trouve pas de place dans un nid au moment de pondre, ou si le nid ne lui convient pas, elle ira pondre dans un autre aménagement, comme par exemple la litière (COOPER & APPLEBY, 1997; WALL *et al.*, 2002; GUESDON & FAURE, 2004). De forts taux de ponte hors nids ont d'ailleurs été rapportés en volière de ponte (8,2 et 10,5 % - ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998) ainsi qu'en cage aménagée (32 à 57 % - GUESDON & FAURE, 2004; 38 % - CRONIN *et al.*, 2005). Bien que la ponte hors nids ne soit pas toujours aussi élevée (1,7 % - TAYLOR & HURNIK, 1996; 4,6 % - VAN HORNE, 1996; 0,7 à 5,3 % - ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998; 0,4 à 5,4 % - TAUSON *et al.*, 1999; environ 2 % - POL & MICHEL, 2001), les œufs pondus en dehors des nids peuvent être cassés ou mangés par les poules. Dans ce cas les performances zootechniques enregistrées sont minimisées, puisque le taux de ponte global enregistré est inférieur au taux de ponte global réel.

En cage conventionnelle, les poules peuvent uniquement réaliser des bains de poussière à vide (sur le grillage) (OLSSON & KEELING, 2002), car elles n'ont pas accès à un substrat sec et friable. La réalisation de bains de poussière à vide ne semble pas apporter aux poules les effets bénéfiques d'un bain de poussière sur substrat (MÜLLER-FICKENWIRTH & FÖLSCH, 1988), et entraîne une abrasion importante des plumes (LINDBERG & NICOL, 1997). Certains auteurs considèrent que les bains de poussière à vide ne sont pas suffisants pour satisfaire le besoin des poules pour cette priorité comportementale (JENSEN & TOATES, 1997). Même si les poules ont la possibilité de réaliser des bains de poussière sur litière en volière de ponte, il n'est pas certain que ce système de logement satisfasse pleinement le besoin des poules pour réaliser ce comportement. En effet, l'accès à la litière ne garantit pas à lui seul la satisfaction de ce besoin. La litière en volière n'est pas toujours dans un état optimal, c'est-à-dire sèche et friable (ODEN *et al.*, 2002). De plus, toutes les poules n'ont pas forcément la possibilité de réaliser des bains de poussière à volonté, du fait des possibilités d'accès à la litière qui peuvent être limitées. En effet, les poules ont tendance à être synchronisées pour ce comportement (Wood-Gush, 1989 - cité par OLSSON *et al.*, 2002a; DUNCAN *et al.*, 1998). Elles le réalisent majoritairement pendant une courte période vers le milieu de la journée (VESTERGAARD, 1982; HOGAN & VAN BOXEL, 1993). Durant cette période, elles sont très nombreuses à vouloir accéder en même temps à la litière, mais la surface minimale de 250 cm<sup>2</sup> de

litière par poule imposée par la directive est trop faible pour le leur permettre, puisque l'espace nécessaire pour réaliser un bain de poussière est supérieur à celui occupé par une poule au repos, qui est de 600 cm<sup>2</sup> selon APPLEBY & HUGHES (1991).

### D) Utilisation de l'espace et de la verticalité

Il a été montré que les poules utilisaient bien l'espace en volière de ponte (BLOKHUIS & ROMMERS, 1995). Dans l'étude de CARMICHAEL *et al.* (1999) deux tiers des poules utilisaient environ 85 % de la hauteur, 80 % de la longueur et 75 % de la largeur des volières de ponte. Dans l'étude de POL & MICHEL (2001), dans un échantillon de poules baguées suivies régulièrement, 95 % des poules ont été aperçues sur trois à quatre niveaux parmi les quatre observés, et 100 % ont été retrouvées sur toute la longueur des volières. Dans l'étude de MICHEL *et al.* (2002), sur un échantillon de poules baguées suivies régulièrement, 62 à 70 % des poules, selon leurs conditions de logement avant la phase de ponte, ont utilisé toute la hauteur et 100 % des poules ont été vues sur toute la longueur des volières. CARMICHAEL *et al.* (1999) soulignent que les déplacements verticaux (vols ou sauts) sont moins fréquents, et semblent plus difficiles à réaliser pour les poules, que les déplacements horizontaux (marche ou course). Cependant, nous n'avons pas trouvé dans la bibliographie d'indications sur le nombre et la longueur des vols et des sauts réalisés en volière de ponte. Par contre, il a été montré que les poules ont des difficultés à réaliser des vols ou des sauts de plus d'un mètre (SCOTT & PARKER, 1994; SCOTT *et al.*, 1999; TAYLOR *et al.*, 2003; MOINARD *et al.*, 2004), probablement en raison de leur morphologie. Toutefois, ces difficultés ne semblent pas limiter l'utilisation de l'espace, car pour couvrir les longs trajets verticaux les poules sont capables de se servir des structures parallèles de la volière comme d'un escalier (CARMICHAEL *et al.*, 1999). Ainsi, elles raccourcissent la longueur des vols réalisés. La mobilité des poules au sein d'une volière de ponte est influencée par la densité (plus la densité est forte, moins les poules sont mobiles - CARMICHAEL *et al.*, 1999), par l'âge des poules (diminution puis augmentation de la mobilité quand les poules vieillissent - CARMICHAEL *et al.*, 1999) et par le statut hiérarchique des poules (les poules dominantes se déplacent davantage que les poules dominées - HANSEN, 1994). Les déplacements peuvent également être déclenchés par des évitements, liés à des agressions, quand la densité est élevée (ODEN *et al.*, 2002).

Si les poules utilisent globalement bien le volume disponible en volière, elles ne se répartissent pas forcément de façon homogène. Cette répartition non homogène est liée au fait que les poules changent d'activité cycliquement au cours de la journée, qu'elles ont tendance à coordonner leurs activités et qu'elles utilisent des aménagements différents pour leurs différentes activités (ODEN *et al.*, 2002). C'est-à-dire qu'elles ont tendance à réaliser les mêmes activités en même temps et aux mêmes endroits : le matin elles sont majoritairement au niveau des nids pour pondre, l'après-midi sur la litière pour réaliser des bains de poussière ou de l'exploration, et la nuit sur les perchoirs supérieurs pour dormir (CARMICHAEL *et al.*, 1999; CHANNING *et al.*, 2001). Toutefois, certains niveaux sont utilisés "en continu", soit parce qu'ils contiennent des aménagements utilisés tout le temps (mangeoires, abreuvoirs...), soit parce qu'ils sont des lieux de transit pour les déplacements d'un aménagement à un autre. Ces niveaux, qui sont généralement les plates-formes

centrales, sont souvent surexploités (HANSEN, 1994; CARMICHAEL *et al.*, 1999). La répartition non homogène des poules dans l'espace provoque des flux d'animaux et des risques de tassement et de mouvements de panique, qui augmentent quand la taille du groupe augmente (CHANNING *et al.*, 2001).

D'autre part, la répartition dans l'espace varie avec l'âge des poules. A leur arrivée en volière, les poules doivent apprendre la localisation des aménagements. Pendant cet apprentissage, l'utilisation de l'espace et des aménagements évolue rapidement (BLOKHUIS & ROMMERS, 1995). Par exemple, en début de phase de ponte un fort pourcentage de poules pondent hors des nids et en quelques semaines ce pourcentage diminue fortement (TAYLOR & HURNIK, 1996). Quand cette phase d'apprentissage est terminée, la répartition spatiale se stabilise. HANSEN (1994) a observé que cette stabilisation est obtenue en moins de trois semaines en volière Laco-Volétage (Suisse/Hollande) et dans une volière Marielund (Suède), mais que plus de quinze semaines sont nécessaires dans une deuxième volière Marielund (identique à la première) et en volière Tired Wire Floor (Hollande). Quand les poules vieillissent, le temps relatif consacré à leurs différentes activités évolue. Par exemple, CHANNING *et al.* (2001) ont noté que les poules passent plus de temps sur la litière et moins près des mangeoires quand elles vieillissent. Il arrive également que les poules n'apprennent pas à utiliser les aménagements, ou les utilisent de façon détournée. Par exemple, certaines poules pondent sur la litière durant toute la phase de ponte (APPLEBY & HUGHES, 1991), d'autres vont dormir dans les nids et de ce fait les salissent (ODEN *et al.*, 2002).

D'autres facteurs influencent la répartition des poules, même s'ils ne sont pas toujours identifiés. Une répartition non homogène dans la longueur a été observée dans différents types de volière par HANSEN (1994). Cet auteur a observé que les poules étaient plus nombreuses soit au milieu (en volière Marielund), soit aux extrémités de la volière (en volières Tired Wire Floor et Laco-Volétage), sans pouvoir en expliquer la cause. Il est possible que le long des volières il y ait des lieux plus ou moins attractifs (en raison d'une température ou d'une luminosité particulière par exemple), ou alors que les poules restent davantage dans les endroits offrant des points de repère qui leur permettent de se localiser dans l'espace (ODEN *et al.*, 2000).

## E) Relations sociales

Les relations sociales sont régulées principalement par la hiérarchie et les relations d'affinités (BOISSY & VEISSIER, 1999). Au sein d'un groupe, la hiérarchie permet de limiter l'agressivité en déterminant la priorité d'accès aux ressources limitées (BOISSY & VEISSIER, 1999) et les relations d'affinités assurent la cohésion sociale en accroissant la tolérance mutuelle en cas de compétition (BOISSY *et al.*, 2001; MENCH & KEELING, 2001). Cependant, ces deux éléments se mettent en place lorsque la reconnaissance individuelle est possible entre les animaux. En cage, cette reconnaissance individuelle existe puisque les poules sont logées par petits groupes. Par contre, en volière de ponte les poules sont logées en très grands groupes (de plusieurs centaines à quelques milliers d'individus), et il est improbable qu'elles puissent toutes se reconnaître individuellement, puisque Guhl (1953 - cité par CRAIG & GUHL, 1969), sur un groupe de seulement 96 poulettes, n'a pas pu établir qu'il existait des relations hiérarchiques par reconnaissance individuelle entre tous les individus,

probablement parce que les poulettes formaient des sous-groupes territoriaux. Une autre étude a montré que la formation de tels sous-groupes était possible en volière de ponte (ODEN *et al.*, 2000). Toutefois, il semble que les poules logées en volière de ponte réussissent à instaurer une hiérarchie sur d'autres critères que la reconnaissance individuelle (probablement des critères physiques), ou bien qu'elles se tolèrent sans se reconnaître (HUGHES *et al.*, 1997; NICOL *et al.*, 1999; D'EATH & KEELING, 2003; ESTEVEZ *et al.*, 2003). En effet, de faibles niveaux d'agressivité ont été rapportés en volière de ponte (HUGHES *et al.*, 1997; CARMICHAEL *et al.*, 1999; ODEN *et al.*, 2002). Cette faible agressivité peut également être permise par une plus grande facilité d'évitement des affrontements par rapport aux cages (APPLEBY & HUGHES, 1991). Cependant, quand la compétition pour accéder à certains aménagements de la volière de ponte (le plus souvent les mangeoires ou les nids) est trop forte, l'agressivité augmente (ODEN *et al.*, 2002). Certains auteurs rapportent que le nombre de blessures de la crête, considéré comme un indicateur de l'agressivité des poules, peut augmenter lorsque la taille du groupe augmente de moins de dix individus à environ deux cents (WAHLSTRÖM *et al.*, 1998). Toutefois, ces auteurs ont enregistré des différences très légères et inconsistantes.

### F) Santé physique

La santé des poules, au sens strict (état sanitaire), a davantage de risques d'être compromise en volière de ponte qu'en cage conventionnelle (ABRAHAMSSON *et al.*, 1998). En effet, plusieurs travaux repris dans la revue de BARNETT & NEWMAN (1997), ainsi que des travaux plus récents (GROOT KOERKAMP & BLEIJENBERG, 1998) ont montré qu'en volière de ponte les taux de poussières et d'ammoniac sont bien plus élevés qu'en cage. Ce plus grand empoussièrément des volières de ponte semble en grande partie dû à la présence de litière et de fientes séchées (MICHEL *et al.*, 2002), et au brassage de l'air lors des déplacements des poules (ANDERSON *et al.*, 1966). Or, des taux de poussières et d'ammoniac élevés ont été reliés à des modifications de la structure et du fonctionnement des organes respiratoires (KRISTENSEN & WATHES, 2000), qui peuvent provoquer des lésions des poumons (APPLEBY & HUGHES, 1991; MICHEL *et al.*, 2002), ainsi que des infections des sacs aériens (WOLF *et al.*, 1968). Une corrélation positive a été montrée entre le taux de bactéries contenues dans l'air (qui sont généralement accrochées aux poussières) et la contamination bactérienne des coquilles d'œufs (DE REU *et al.*, 2005). Cela peut avoir des conséquences sur la qualité sanitaire des œufs produits. Le taux de poussières peut être diminué par l'utilisation de systèmes de ventilation plus adaptés aux volières, qui limitent la mise en suspension des poussières (BARNETT & NEWMAN, 1997). Par exemple, une extraction d'air au ras du sol est meilleure de ce point de vue qu'une extraction haute (GUSTAFSSON & VON WACHENFELT, 2000). De même, la quantité d'ammoniac peut être contrôlée en assurant un séchage suffisant des fientes (GROOT KOERKAMP *et al.*, 1998).

Les volières présentent également plus de risques d'apparition de maladies infectieuses et parasitaires que les cages conventionnelles (HÄNE *et al.*, 2000; CONRATHS *et al.*, 2005; TAUSON, 2005). Ceci est principalement dû aux moins bonnes conditions d'hygiène (présence de litière et contact avec les fientes - BOSCH & VAN NIEKERK, 1995) et au grand nombre d'animaux en contact les uns avec les autres. Cependant, les pratiques d'élevage, de nettoyage et de désinfection permettent de

limiter ce problème (EFSA, 2005b). Quand ces pratiques sont bien menées, il peut ne pas y avoir plus de problèmes sanitaires en volière de ponte qu'en cage conventionnelle (POL & MICHEL, 2001).

L'état corporel des poules, par contre, est globalement amélioré par la volière de ponte en comparaison à la cage conventionnelle. Les poules logées en volière de ponte ont des os (tibia et humérus) plus solides et globalement un meilleur état du plumage et de la peau que les poules logées en cage conventionnelle (NORGAARD-NIELSEN, 1990; BOSCH & VAN NIEKERK, 1995; NEWMAN & LEESON, 1998; MICHEL *et al.*, 2003), en dehors de tout problème éventuel de picage ou de cannibalisme. L'amélioration de l'état corporel des poules, en revanche, est moins nette entre cage aménagée et cage conventionnelle (HETLAND *et al.*, 2003; GUESDON *et al.*, 2004; ZOONS *et al.*, 2005). Les os des pattes et des ailes sont plus solides en volière de ponte car dans ce système les poules sollicitent davantage leurs os, que ce soit de façon statique (quand elles sont perchées) ou dynamique (quand elles marchent, sautent et volent) (NEWMAN & LEESON, 1998), ce qui en améliore la qualité. Cependant, de forts pourcentages de déformations et de fractures du bréchet ont été rapportés dans certaines études sur la volière de ponte et le sol, suite à des collisions avec les éléments du logement ou avec les autres poules (de 56 à 70 % de prévalence ont été rapportés selon les études - BARNETT & NEWMAN, 1997; FREIRE *et al.*, 2003; WILKINS *et al.*, 2004; WILKINS *et al.*, 2005). De forts pourcentages ont également été rapportés en cage aménagée (43 % - APPLEBY *et al.*, 1993). Les différences de solidité rapportées entre le bréchet et les os des pattes et des ailes peuvent être expliquées par une masse de l'os plus faible pour le bréchet que pour les os des pattes et des ailes (FLEMING *et al.*, 2004).

En ce qui concerne le taux de mortalité, les résultats sont variables. Selon les auteurs, la mortalité est inférieure (VAN HORNE, 1996), supérieure (TAUSON *et al.*, 1999; POL & MICHEL, 2001), ou équivalente (TAYLOR & HURNIK, 1996; HÄNE *et al.*, 2000) en volière de ponte en comparaison à la cage conventionnelle. Ces différences de résultats peuvent être liées à des différences de gestion technique des systèmes, ainsi qu'à la variabilité d'apparition de problèmes sanitaires, de picage et de cannibalisme en volière.

Il a été montré que les conséquences des comportements de picage et de cannibalisme, en particulier l'augmentation du taux de mortalité, sont bien plus graves en volière de ponte qu'en cage (APPLEBY & HUGHES, 1991; ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998; WAHLSTRÖM *et al.*, 1998; NICOL *et al.*, 1999; TAUSON *et al.*, 1999), même si certains auteurs rapportent des taux de mortalité élevés et proches en volière de ponte et en cage aménagée suite à de tels problèmes (ZOONS *et al.*, 2005). Cette différence est probablement due à la grande taille des groupes en volière, puisque ces comportements se propagent rapidement au sein d'un groupe, par un phénomène d'apprentissage social (CLOUTIER *et al.*, 2002). Toutefois, même si des comportements de picage et de cannibalisme ont été rapportés en volière de ponte (HANSEN, 1994; ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998; CARMICHAEL *et al.*, 1999; ODEN *et al.*, 2002), les risques d'apparition de ces deux comportements ne semblent pas plus élevés en volière de ponte qu'en cage conventionnelle (APPLEBY & HUGHES, 1991; HANSEN, 1994; BLOKHUIS & ROMMERS, 1995; CARMICHAEL *et al.*, 1999). Aucune augmentation de la fréquence de ces deux comportements n'a été mise en évidence en volière de ponte, lorsque la taille du groupe augmente de 250 à 5000 poules (ODEN *et al.*, 2002) ou de 225 à 9950 poules (GUNNARSSON *et al.*,

1999). Cependant, une augmentation du risque d'apparition du comportement de picage en volière de ponte a été observée quand la densité augmente fortement (de 6 à 30 poules/m<sup>2</sup> - NICOL *et al.*, 1999). Toutefois, le picage et le cannibalisme ont une cause multifactorielle (facteurs génétiques, environnementaux et physiologiques), ce qui provoque une grande variabilité dans leur apparition et leur évolution (APPLEBY & HUGHES, 1991; CARMICHAEL *et al.*, 1999), quelque soit le système de logement.

### G) Conséquences sur les performances zootechniques

En ce qui concerne les performances zootechniques, les résultats ne concordent pas toujours entre les auteurs. Des performances moins bonnes ont été rapportées en volière de ponte ou au sol en comparaison aux cages conventionnelles ou aménagées : taux de ponte inférieur (TAUSON *et al.*, 1999; POL & MICHEL, 2001; LEYENDECKER *et al.*, 2002; MICHEL & HUONNIC, 2003; ZOONS, 2004), poids de l'œuf inférieur (VAN HORNE, 1996; POL & MICHEL, 2001; TAUSON & HOLM, 2005) et indice de consommation supérieur (VAN HORNE, 1996; TAUSON *et al.*, 1999; LEYENDECKER *et al.*, 2002; MICHEL & HUONNIC, 2003; TAUSON & HOLM, 2005). Des performances similaires ont également été rapportées en terme de taux de ponte (TAYLOR & HURNIK, 1996; VAN HORNE, 1996), de poids de l'œuf et d'indice de consommation (TAYLOR & HURNIK, 1996). Comme nous l'avons vu plus haut, la ponte d'œufs en dehors des nids peut également être très variable d'une expérimentation à une autre et diminuer "artificiellement" le taux de ponte enregistré.

Ces différences de résultats peuvent être dues à de multiples facteurs : différences dans les types de volière, les souches de poules, la gestion technique des systèmes de logement, les conditions de logement avant la phase de ponte... Par exemple, le ramassage régulier des œufs pondus hors nids permet de limiter les pertes d'œufs (œufs picorés ou mangés), donc de limiter la baisse "artificielle" du taux de ponte (ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998; TAUSON *et al.*, 1999). Le ramassage régulier des œufs permet aussi d'éviter la formation de "nichées" (plusieurs œufs pondus au même endroit) sur la litière, qui incitent les poules à pondre au sol. De même, l'état du plumage peut influencer la proportion d'énergie utilisée pour la thermorégulation, et de ce fait l'indice de consommation et le taux de ponte (HAGGER *et al.*, 1989; TAUSON *et al.*, 1999). Si les poules ont peu de plumes, elles consomment beaucoup d'énergie pour la thermorégulation. En outre, si les poulettes n'ont pas été bien préparées durant la phase d'élevage, à utiliser la volière de ponte, les performances zootechniques sont diminuées (ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998; MICHEL *et al.*, 2002), car les poules ont alors des difficultés à trouver l'aliment, l'eau et les nids (TAUSON, 2005).

Toutefois, l'évolution de la gestion technique des volières et l'amélioration de la configuration de ces systèmes et de leur aménagements permettent d'obtenir actuellement des résultats tout à fait corrects par rapport à la référence donnée par le sélectionneur d'animaux (HUONNIC *et al.*, 2006), bien que de bons résultats ne soient pas encore obtenus de façon systématique (TAUSON, 2005).

## H) En conclusion

Ces études, faites pour la plupart dans des conditions proches du terrain, ont souligné les avantages de la volière de ponte par rapport à la cage conventionnelle, en terme de bien-être des poules. Elles permettent notamment l'expression de comportements variés, une plus faible fréquence des interactions agonistiques, une plus grande liberté de mouvement, une plus faible réactivité émotionnelle et un meilleur état corporel. Ces études ont également souligné les inconvénients éventuels de ce système lorsqu'il est mal configuré ou mal utilisé par les poules : accès à certains aménagements (nids, mangeoires...) pouvant être limité selon la configuration des volières et pouvant entraîner des interactions agonistiques ou du picage; conséquences plus graves qu'en cage en cas d'apparition de picage et de cannibalisme; risques de tassement, d'étouffements ou de mouvements de panique à cause des flux d'animaux (qui augmentent avec la taille du groupe); risques accrus de maladies et effet néfaste de l'ambiance (poussières et ammoniac) sur la santé des poules; possibilité parfois d'une mauvaise utilisation des aménagements pouvant diminuer les performances zootechniques. Ces études ne permettent pas de conclure sur l'impact de ce système de logement sur la réactivité émotionnelle, la physiologie du stress, la mortalité et les performances zootechniques, par manque de données concordantes et répétables (TAUSON, 2005). Au regard des résultats présentés ici, l'adaptation des poules pondeuses à la volière de ponte pendant la phase de ponte, et leur bien-être, peuvent encore être améliorés.

## **CHAPITRE II - OBJECTIFS DE LA THESE**

*"Savoir si un niveau de bien-être est acceptable ou non est une question d'éthique, pas une question scientifique. Mais les discussions éthiques ont besoin d'être basées sur des faits scientifiques."*

*D'après L. Keeling et P. Jensen, 2002.*



Dans l'introduction générale, nous avons vu que le niveau de bien-être de poules pondeuses logées en cage conventionnelle ou en volière de ponte a déjà été partiellement étudié à travers les quatre types d'indicateurs décrits (comportement, physiologie, performances zootechniques, et santé). Cependant, les résultats obtenus jusque là sont parfois contradictoires. Même si ces contradictions peuvent être expliquées par l'influence de la configuration et de la gestion technique des systèmes de logement testés sur le niveau de bien-être (BARNETT & NEWMAN, 1997) et par le manque de répliquions au sein de certaines études, il est nécessaire de réaliser des expériences complémentaires pour mieux évaluer le bien-être des poules logées en volière.

Le **premier objectif** de ce travail de thèse était d'apporter des informations complémentaires sur le bien-être des poules pondeuses, en comparant le bien-être de poules pondeuses logées durant la phase de ponte, soit en cage conventionnelle, qui est le système le plus utilisé et le plus standardisé actuellement, soit dans un type de volière de ponte. Cette comparaison était basée sur une évaluation multifactorielle du bien-être, en développant l'étude de la réactivité émotionnelle, de la motivation pour la réalisation de bains de poussière et de la physiologie du stress, puisque ces trois paramètres ont été peu étudiés dans les comparaisons du bien-être entre volière de ponte et cage conventionnelle réalisées auparavant. La mesure des performances zootechniques, en plus d'être un type d'indicateur du niveau de bien-être, nous a également permis d'évaluer l'impact du logement des poules pondeuses en volière de ponte sur leur productivité.

Notre **second objectif** était d'analyser l'influence des conditions d'élevage des poulettes sur l'adaptation ultérieure des poules pondeuses à la volière de ponte, par une approche multifactorielle. En effet, l'adaptation des poules à la volière de ponte a été peu étudiée jusqu'à maintenant. Pourtant, la volière de ponte étant caractérisée par plusieurs niveaux verticaux, elle demande des capacités d'adaptation spécifiques de la part des poules, alors qu'une difficulté d'adaptation peut provoquer une mauvaise utilisation des aménagements (nids, abreuvoirs, perchoirs...), et mener à des problèmes de bien-être et de diminution des performances zootechniques. Nous avons relevé dans l'introduction générale que l'expérience antérieure influence les capacités d'adaptation des individus. De ce fait, l'environnement des poulettes durant la phase d'élevage influence sans nul doute l'adaptation des poules à la volière de ponte. Il est d'ailleurs conseillé d'élever les poulettes dans un environnement similaire à l'environnement dans lequel elles seront logées durant la phase de ponte (FRÖHLICH, 1989; ABRAHAMSSON & TAUSON, 1995, 1998; HÄNE *et al.*, 2000). Cependant, les structures existant en France pour l'élevage des poulettes sont des parquets au sol. Aménager ces parquets avec des structures de perchage, pour favoriser l'utilisation de la dimension verticale par les poulettes, serait moins coûteux et plus simple d'utilisation que d'installer des volières d'élevage. Toutefois, les quelques travaux qui ont été menés dans ce but donnent des résultats contradictoires concernant l'influence des conditions d'élevage sur l'adaptation ultérieure des poules à la volière de ponte (PETERSEN, 1991; ABRAHAMSSON & TAUSON, 1995; ABRAHAMSSON *et al.*, 1998; ABRAHAMSSON & TAUSON, 1998; GUNNARSSON *et al.*, 1999; MICHEL *et al.*, 2003), probablement à cause des différences existantes dans la gestion technique et la configuration des

différents systèmes d'élevage. En outre, les quelques études qui se sont intéressées à l'adaptation des poules à la volière de ponte ont principalement porté sur une analyse comportementale et zootechnique de l'adaptation, à travers l'utilisation de l'espace et des aménagements et le taux de ponte, et non pas sur une approche plus globale incluant les quatre indicateurs de l'adaptation à notre disposition.

Pour répondre au premier objectif, une première expérimentation a été mise en place. Cette expérimentation était dans la continuité d'une étude initiée en 2000 à l'AFSSA de Ploufragan. Cette étude visait à évaluer sur plusieurs expérimentations consécutives, et de façon multifactorielle, le bien-être de poules pondeuses logées en volière de ponte, en le comparant au bien-être de poules pondeuses logées en cage conventionnelle. Nous avons travaillé sur de grands groupes de poules, afin de produire des données dans des conditions proches du terrain, exploitables pour le rapport intermédiaire de la directive 1999/74/CE, notamment. Dans cette première expérimentation, les indicateurs comportementaux surtout, mais également physiologiques, ont été plus particulièrement développés pour évaluer le bien-être. La santé des poules et leurs performances zootechniques ont été observées en parallèle, pour obtenir une vision globale du bien-être. Cette première expérimentation nous a également permis d'obtenir des résultats préliminaires concernant le deuxième objectif, car nous avons pu étudier l'adaptation à long terme à la volière de ponte de poules élevées au sol aménagé avec des structures de perchage ou en volière d'élevage.

Pour approfondir l'étude du deuxième objectif, une seconde expérimentation a été menée pour mesurer le niveau d'adaptation à la volière de ponte de poules préalablement élevées dans différentes conditions de logement. Dans cette deuxième expérimentation, la phase d'élevage des poulettes ainsi que l'adaptation à court terme des poules à la volière de ponte ont été étudiées sur de petits groupes d'animaux, avec plusieurs lots par traitement. Cette seconde expérimentation a évalué l'adaptation des poules à travers leur comportement principalement (occupation de l'espace et réactivité émotionnelle), tout en considérant la physiologie du stress, la santé et les performances zootechniques. Toutefois, les paramètres mesurés pour ces trois indicateurs étaient moins nombreux que dans la première expérimentation, afin de limiter la perturbation du comportement des animaux liée à leur manipulation.

**CHAPITRE III – MATERIEL ET METHODES GENERALES**



Tableau 1 : Principales caractéristiques des logements des traitements SnC (Sol non aménagé - Cage), SaV (Sol aménagé - Volière) et VV (Volière d'élevage - Volière) pendant les phases d'élevage et de ponte de la première expérimentation.

		Traitements		
		SnC	SaV	VV
Phase d'élevage	Nombre total de poulettes	5705	2790	3000
	Type de logement	sol non aménagé	sol aménagé	volière d'élevage
	Nombre d'unités	7	3	4
	Superficie des unités (m <sup>2</sup> )	69	69	24
	Surface utilisable par poulette (cm <sup>2</sup> )	847	1020	546
	Système d'alimentation	assiettes - automatique	assiettes - automatique	chaîne plate - automatique
	Litière	847 cm <sup>2</sup> / poulette	742 cm <sup>2</sup> / poulette	200 cm <sup>2</sup> / poulette
	Plates-formes		2 (caillebotis)	3 (caillebotis)
	Perchoirs		14 cm <sup>2</sup> / poulette	12,8 cm <sup>2</sup> / poulette
Phase de ponte	Nombre total de poules	5060	2560	2560
	Type de logement	cage conventionnelle	volière de ponte	volière de ponte
	Nombre d'unités	1012	1	1
	Dimensions des unités	60 x 48,5 x 40 cm	7,5 x 30 m	7,5 x 30 m
	Surface utilisable par poule (cm <sup>2</sup> )	582	1149	1149
	Système d'alimentation	chaîne plate - automatique	chaîne plate - automatique	chaîne plate - automatique
	Litière	--	511 cm <sup>2</sup> / poule	511 cm <sup>2</sup> / poule
	Plates-formes	--	3 (caillebotis)	3 (caillebotis)
	Perchoirs	--	15,3 cm <sup>2</sup> / poule	15,3 cm <sup>2</sup> / poule
Nids	--	265 cm <sup>2</sup> / poule	265 cm <sup>2</sup> / poule	

### III-1] Première expérimentation

#### A) Animaux et logement

Pour cette expérimentation, des poules de souche ISA Brown ont été utilisées. Elles venaient toutes du même accoureur (Société Française de Production Avicole, Mur de Bretagne, France), et sont arrivées le jour de leur éclosion à la station expérimentale de l'AFSSA. Elles ont été épointées à neuf jours d'âge, transférées des systèmes d'élevage aux systèmes de ponte au début de leur 17<sup>ème</sup> semaine, et abattues à 69 semaines dans un abattoir commercial. Elles ont été réparties en trois traitements (trois combinaisons de logement durant les phases d'élevage et de ponte - Figure 9). Les logements des trois traitements pendant les phases d'élevage et de ponte sont décrits en détail dans le Tableau 1 et les articles du chapitre IV.

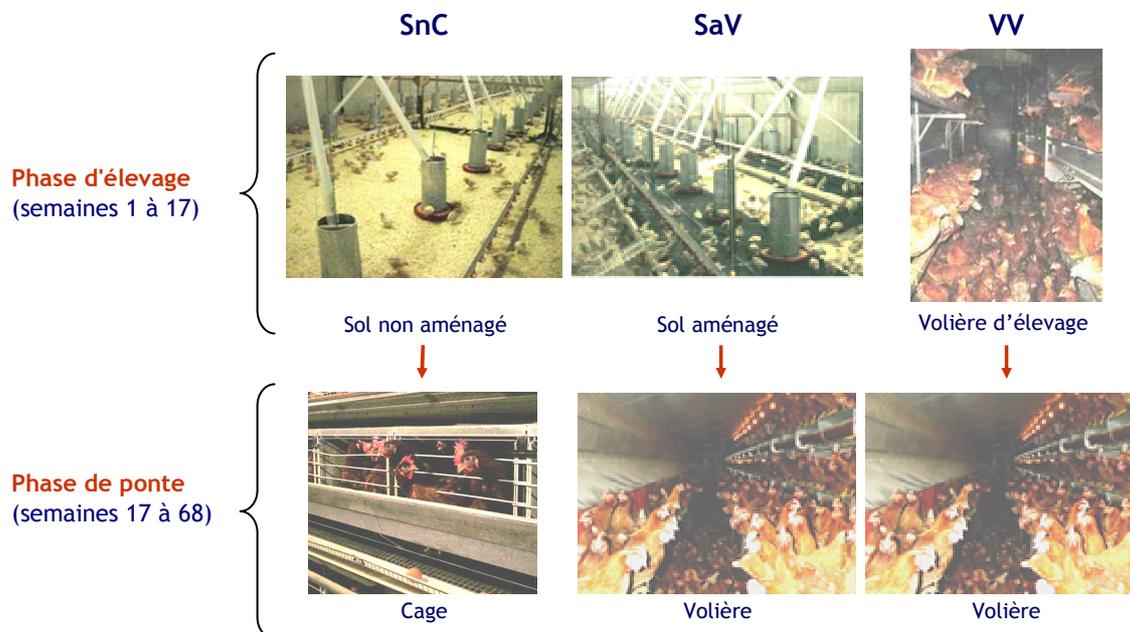


Figure 9 : Traitements étudiés dans la première expérimentation : SnC (Sol non aménagé - Cage), SaV (Sol aménagé - Volière) et VV (Volière d'élevage - Volière).

Pour le premier traitement, "Sol non aménagé - Cage" (poules SnC), les poulettes ont été élevées au sol non aménagé, où l'aliment était distribué automatiquement dans des assiettes suspendues au dessus de la litière (mangeoires rondes surmontées d'une trémie). Puis les poules ont été transférées, pour la phase de ponte, dans des cages conventionnelles (Big Dutchman, Allemagne) où l'aliment était distribué automatiquement dans une chaîne plate (mangeoire allongée).

Dans le deuxième traitement, "Sol aménagé - Volière" (poules SaV), les poulettes ont été élevées au sol aménagé avec des perchoirs et deux plates-formes en caillebotis, où l'aliment était distribué automatiquement dans des assiettes suspendues au-dessus des plates-formes (Figure 10). Puis les poules ont été transférées dans une volière de ponte où l'aliment était distribué automatiquement dans des chaînes plates installées sur les plates-formes.

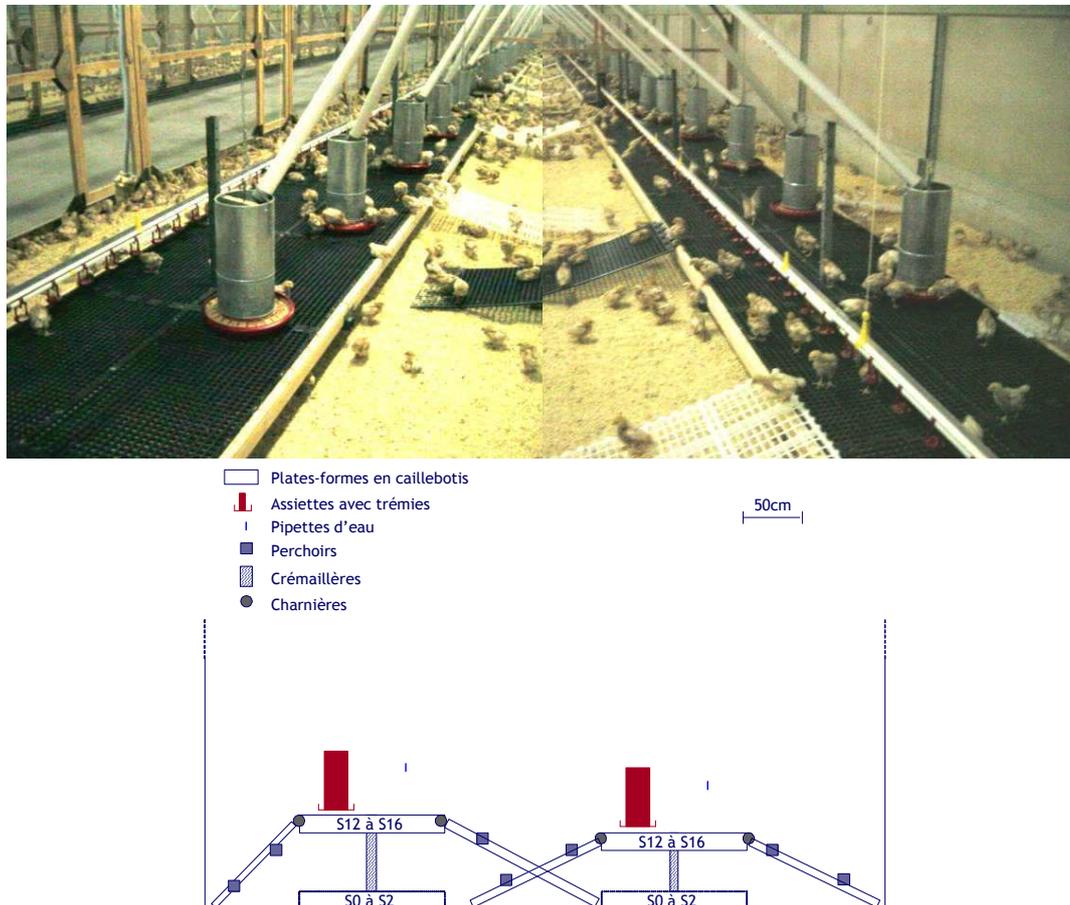


Figure 10 : Photographie et coupe transversale d'un parquet au sol aménagé pour l'élevage des poulettes SaV (Sol aménagé - Volière). S : semaine d'âge.

Les plates-formes sont montées progressivement quand les poulettes grandissent. Les deux positions extrêmes sont indiquées sur le schéma. La photographie a été prise entre 0 et 2 semaines d'âge (S0 à S2). Les rampes d'accès (visibles sur la photographie) sont remplacées par des perchoirs (représentés sur le schéma) quand les poulettes sont assez grandes.

Dans le troisième traitement, "Volière d'élevage - Volière" (poules VV), les poulettes ont été élevées en volière d'élevage (Figure 11 - Natura Rearing Type, Big Dutchman, Allemagne), où l'aliment était distribué automatiquement dans des chaînes plates installées sur les plates-formes. Ces volières d'élevage étaient identiques aux volières de ponte, mis à part qu'elles étaient adaptées à la taille des poulettes et qu'elles ne contenaient pas de nid. Ces poules ont ensuite été transférées dans une seconde volière de ponte identique à la précédente. Les volières de ponte (Natura Nova, Big Dutchman, Allemagne) sont décrites dans la Figure 12.

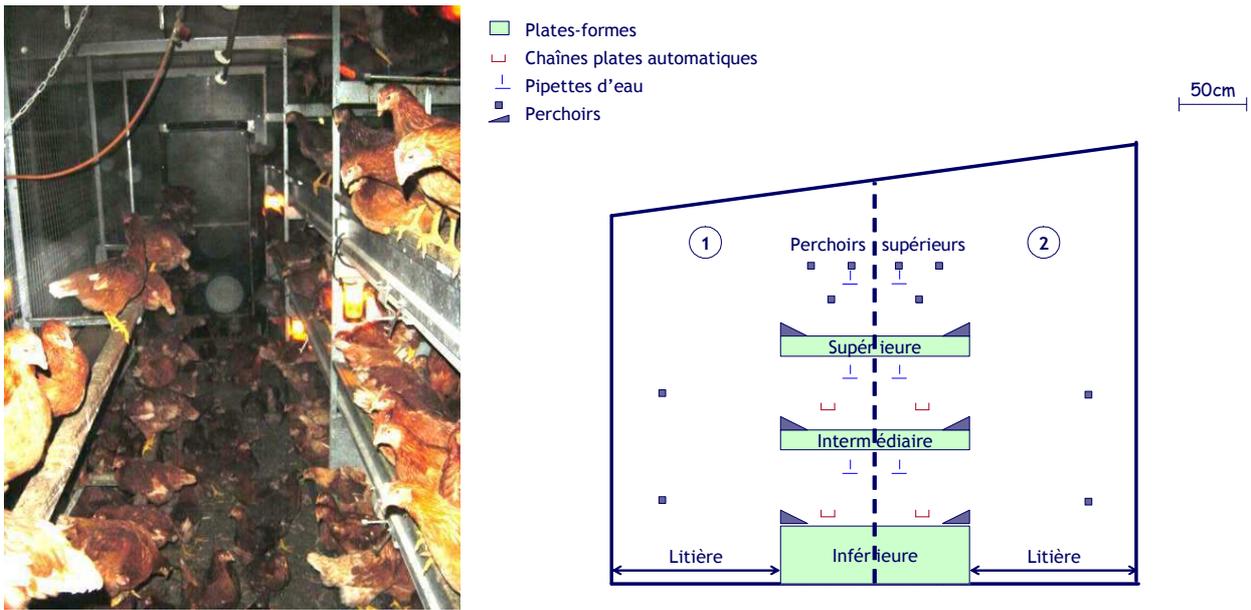


Figure 11 : Photographie d'une volière d'élevage et coupe transversale de deux volières d'élevage pour l'élevage des poulettes VV (Volière d'élevage - Volière) (Natura Rearing Type, Big Dutchman, Allemagne).

Les deux volières d'élevage sont séparées par du grillage.

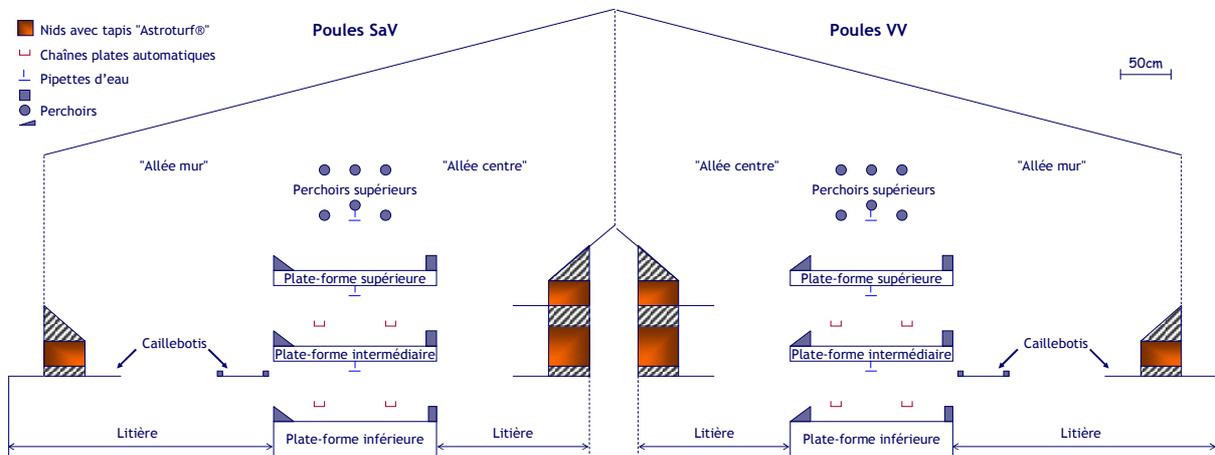


Figure 12 : Coupe transversale des volières de ponte utilisées pour loger les poules SaV (Sol aménagé - Volière) et VV (Volière d'élevage - Volière) (Natura Nova, Big Dutchman, Allemagne).

Les deux volières de ponte sont séparées par du grillage.

Tableau 2 : Calendrier des observations réalisées dans la première expérimentation.

Année de thèse	Semaine d'âge	Mesures réalisées										
		Mobilité individuelle	Utilisation niveaux verticaux	Nombres vols - sauts	Longueur vols - sauts	Ratio H/L	ACTH	Etat corporel	BP	IT	ON	EN
	17	(Ligne hachurée)										
1 <sup>ère</sup> année	18	■				■						
	19	■										
	20	■					■					
	21	■						■				
	22	■										
	23	■										
	24	■	■									
	25	■	■									
	26	■										
	27	■										
	28	■										
	29	■										
	30	■										
	31	■										
	32	■										
	33	■										
	34	■										
	35	■										
	36	■										
	37	■										
	38	■							■			
	39	■							■			
	40	■										
	41	■		■								
	42	■		■								
43	■											
44	■											
45	■											
46	■											
47	■			■		■						
48	■			■		■						
49	■			■		■						
50	■			■		■						
51	■			■		■						
52	■			■		■			■		■	
53	■			■		■			■		■	
54	■			■		■			■		■	
55	■			■		■			■		■	
56	■			■		■			■		■	
57	■	■			■	■						
58	■	■				■						
59	■	■				■						
60	■	■	■			■			■		■	
61	■	■	■			■			■		■	
62	■	■	■			■			■		■	
63	■	■	■			■			■		■	
64	■	■	■			■			■		■	
65	■	■	■			■			■		■	
66	■	■	■			■	■		■	■	■	
67	■	■	■			■	■	■	■	■	■	
2 <sup>ème</sup> année	68	■						■				
	69	■			■			■				

Le transfert des systèmes d'élevage aux systèmes de ponte a eu lieu en semaine 17 (ligne hachurée). Ratio H/L : ratio Hétérophiles / Lymphocytes; ACTH : tests de réactivité de l'axe corticotrope; BP : tests de motivation pour les bains de poussière; IT : tests d'immobilité tonique; ON : tests d'objet nouveau; EN : tests d'environnement nouveau.

Les cages conventionnelles et les volières de ponte étaient situées dans le même bâtiment, mais dans deux salles séparées. La conduite de ces deux salles était similaire pour la période d'allumage (06h40-22h40), l'aliment, la température... et suivait les recommandations données par le sélectionneur pour la souche ISA Brown. Toutefois, il existait des disparités, concernant notamment la luminosité (6 à 30 lux devant les cages et 2 à 18 lux en volière), l'allumage et l'extinction de la lumière (en une seule fois en cage et en deux temps en volière : le haut de la volière était allumé avant et éteint après le bas, pour laisser aux poules le temps de monter sur les perchoirs le soir et leur permettre de descendre lentement le matin).

### B) Mesures

Les mesures réalisées sont décrites en détail dans le chapitre IV. Elles concernent :

- ~ La réactivité émotionnelle. Celle-ci a été mesurée à travers des tests d'immobilité tonique, d'environnement nouveau et d'objet nouveau.
- ~ La motivation des poules pour réaliser des bains de poussière.
- ~ L'occupation de l'espace. Celle-ci a été étudiée en volière de ponte à travers la mobilité individuelle, l'utilisation des niveaux verticaux, le nombre et la longueur des vols et des sauts, et l'utilisation des nids.
  
- ~ La réponse physiologique de stress. Celle-ci a été évaluée avant et après le transfert des poules des systèmes d'élevage aux systèmes de ponte ainsi qu'en fin de phase de ponte, pour évaluer l'effet du changement de logement (comparaison des résultats obtenus avant et après le transfert) et l'effet à long terme des conditions de logement sur la réponse de stress des poules. Pour cela, le ratio Hétérophiles / Lymphocytes (H/L) et la réponse de l'axe corticotrope à une injection d'ACTH à forte dose ont été mesurés. En parallèle, un référentiel du ratio H/L a été établi, sur un groupe de poules n'entrant pas dans l'expérimentation, pour connaître l'évolution du ratio H/L en fonction de l'âge des poules.
  
- ~ Les performances zootechniques. Celles-ci ont été évaluées grâce au taux de ponte et à l'indice de consommation.
  
- ~ L'état corporel. Celui-ci a été contrôlé en phase de ponte à travers l'état du plumage, de la peau et des pattes et la résistance osseuse. Il a également été contrôlé à l'abattoir par dénombrement des ailes cassées, des rougeurs du poitrail, du bréchet et de l'abdomen, des poules mortes pendant le transport et saisies par l'abattoir.
- ~ La viabilité.

### C) Calendrier des mesures

Le déroulement des différentes mesures est indiqué dans le Tableau 2. La mortalité et les performances zootechniques ont été relevées tous les jours.

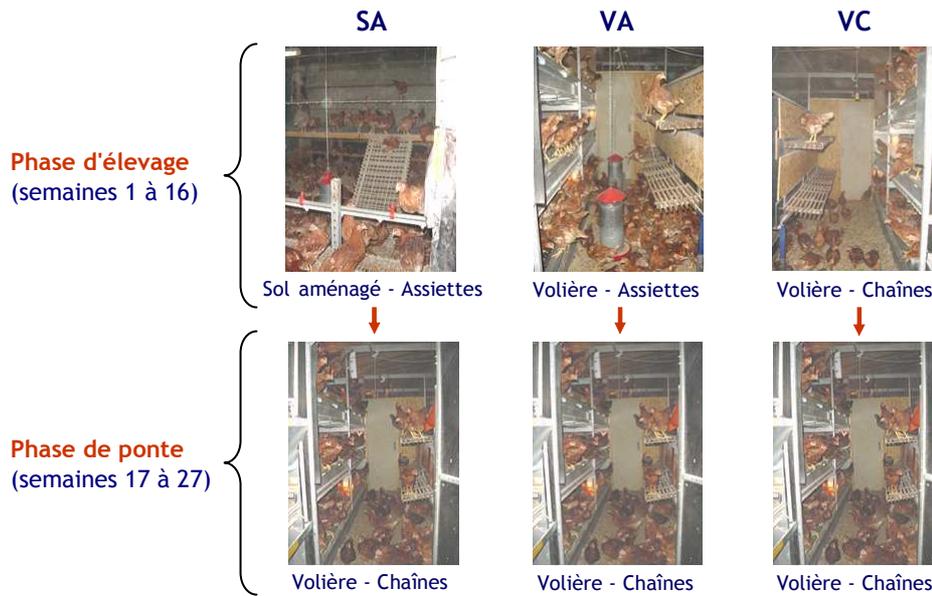


Figure 13 : Traitements étudiés dans la deuxième expérimentation : SA (Sol aménagé - Assiettes), VA (Volière d'élevage - Assiettes) et VC (Volière d'élevage - Chaînes).

Tableau 3 : Principales caractéristiques des logements des traitements SA (Sol aménagé - Assiettes), VA (Volière d'élevage - Assiettes) et VC (Volière d'élevage - Chaînes) pendant les phases d'élevage et de ponte.

		Traitements		
		SA	VA	VC
Phase d'élevage	Nombre total de poulettes	1232	1128	1128
	Type de logement	sol aménagé	volière d'élevage	volière d'élevage
	Nombre de parquets	4	4	4
	Superficie des parquets (m <sup>2</sup> )	26	16	16
	Surface utilisable par poulette (cm <sup>2</sup> )	1073	1004	1004
	Système d'alimentation	assiettes - manuel	assiettes - manuel	chaîne plate - automatique
	<hr/>			
Phase de ponte	Nombre total de poules	840	840	840
	Type de logement	volière de ponte	volière de ponte	volière de ponte
	Nombre de parquets	4	4	4
	Superficie des parquets (m <sup>2</sup> )	16	16	16
	Surface utilisable par poule (cm <sup>2</sup> )	1349	1349	1349
	Système d'alimentation	chaîne plate - automatique	chaîne plate - automatique	chaîne plate - automatique

### III-2] Deuxième expérimentation

#### A) Animaux et logement

Cette expérimentation s'est déroulée sur deux ans consécutifs : deux lots par traitement ont été observés chaque année. Au final, nous avons quatre lots par traitement. Le protocole qui suit concerne l'ensemble des quatre lots pour chacun des trois traitements.

Des poulettes ISA Brown ont été utilisées. Elles venaient toutes du même accoureur (Société Française de Production Avicole, Mur de Bretagne, France). Elles sont arrivées le jour de leur éclosion et ont été épouinées à l'âge de huit jours. La phase d'élevage des poulettes a duré jusqu'à leur 16<sup>ème</sup> semaine d'âge révolue. Le transfert des systèmes d'élevage aux systèmes de ponte a eu lieu en début de 17<sup>ème</sup> semaine d'âge. Ainsi, la phase de ponte a débuté à l'âge de 17 semaines et s'est achevée à l'âge de 27 semaines. Les poulettes ont été réparties en trois traitements (trois combinaisons de logement durant les phases d'élevage et de ponte - Figure 13), qui différaient uniquement par leurs conditions d'élevage. Les logements des trois traitements sont décrits en détail dans le Tableau 3 et dans les articles du chapitre V.

Les poulettes du premier traitement (Sol aménagé - Assiette : SA) ont été élevées au sol aménagé avec trois perchoirs et deux plates-formes, installées à la même hauteur que les plates-formes inférieure et intermédiaire des volières d'élevage (Figure 14). La distribution de l'aliment était manuelle dans des assiettes suspendues au-dessus de la litière.

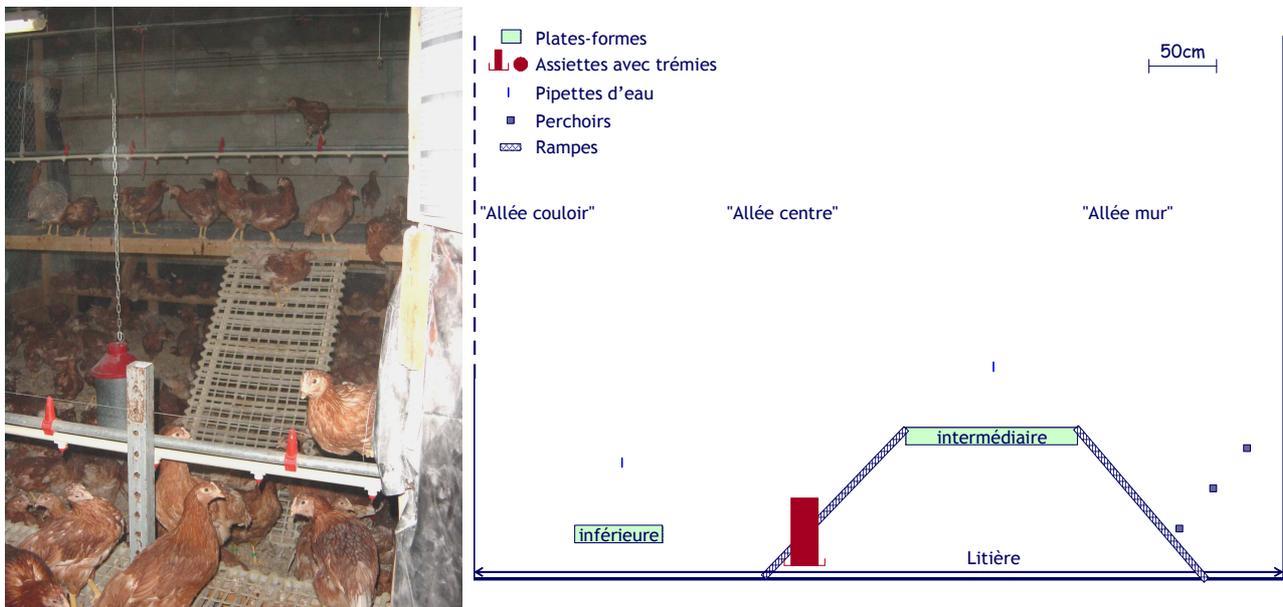


Figure 14 : Photographie et coupe transversale d'un parquet au sol aménagé utilisé pour l'élevage des poulettes SA (Sol aménagé - Assiettes).

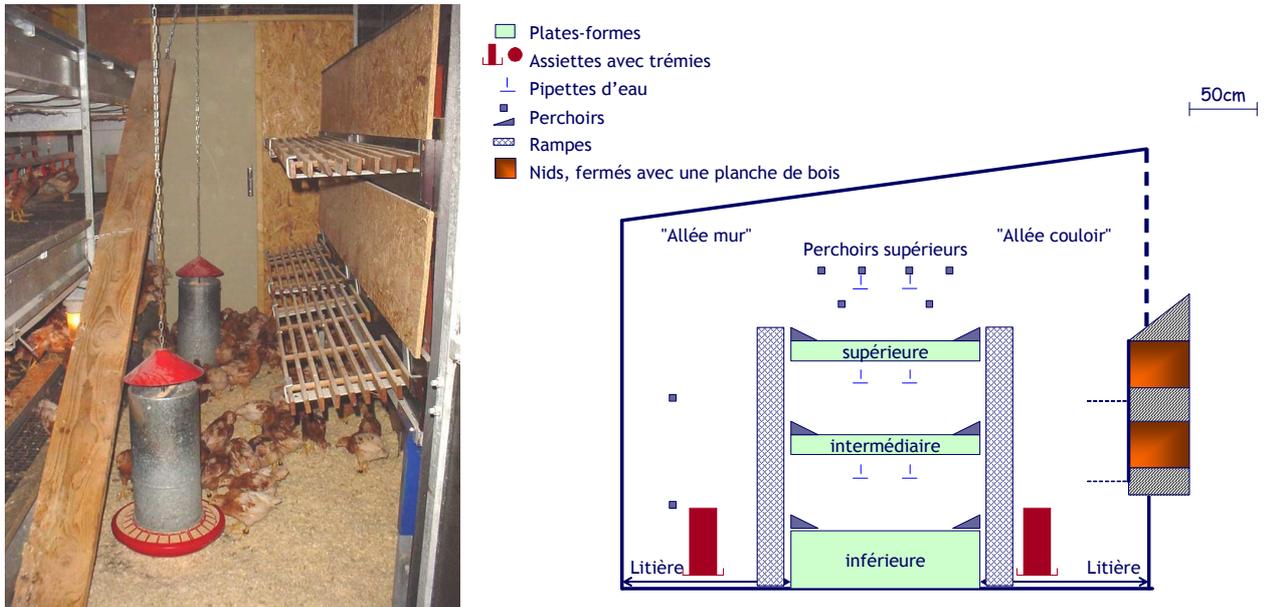


Figure 15 : Photographie et coupe transversale d'un parquet de volière d'élevage utilisé pour l'élevage des poulettes VA (Volière d'élevage - Assiettes).

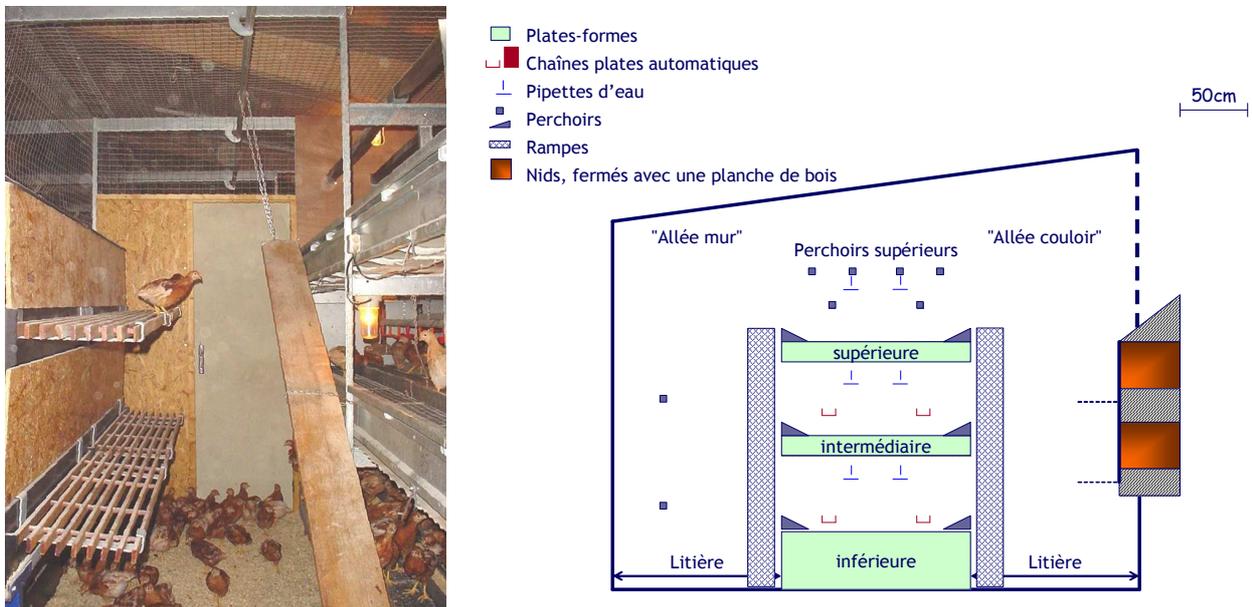


Figure 16 : Photographie et coupe transversale d'un parquet de volière d'élevage utilisé pour l'élevage des poulettes VC (Volière d'élevage - Chaînes).

Les poulettes du second traitement (Volière d'élevage - Assiette : VA) ont été élevées en volière d'élevage (Natura Rearing type, Big Dutchman, Allemagne) avec une distribution de l'aliment manuelle dans des assiettes suspendues au-dessus de la litière. Ces volières d'élevage contenaient huit perchoirs et trois plates-formes (Figure 15).

Les poulettes du troisième traitement (Volière d'élevage - Chaîne : VC) ont été élevées dans des volières d'élevage similaires à celles utilisées pour les poulettes VA, mis à part que la distribution de l'aliment était automatique dans des chaînes plates installées sur les plates-formes inférieure et intermédiaire (Figure 16).

Au début de leur 17<sup>ème</sup> semaine d'âge, les poules ont été transférées dans leurs parquets de ponte (Figure 17), qui étaient en fait des volières d'élevage avec un accès libre aux nids (Pondoir Colony, Big Dutchman, Allemagne). Pour éviter les confusions entre les phases d'élevage et de ponte, nous désignerons les parquets de ponte par le terme "volières de ponte" et non par le terme volières d'élevage. Chaque lot a été transféré sans être mélangé avec un autre lot. Les poules des trois traitements ont été transférées dans un parquet qu'elles ne connaissaient pas.

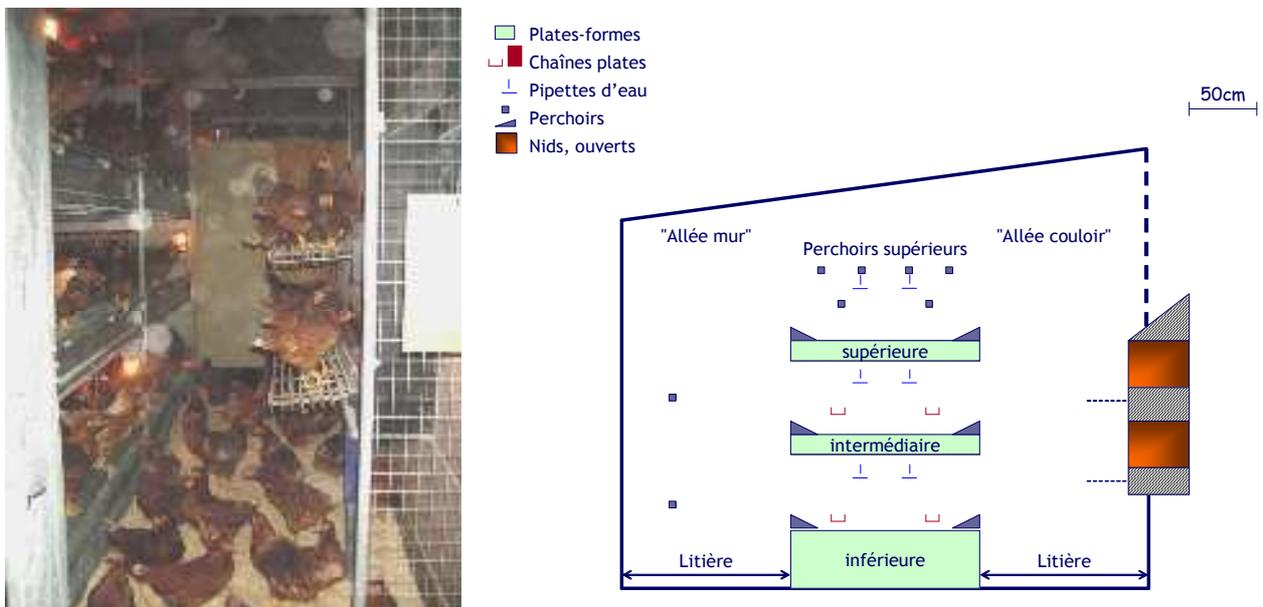


Figure 17 : Photographie et coupe transversale d'un parquet de volière de ponte utilisé pour les poules SA (Sol aménagé - Assiettes), VA (Volière d'élevage - Assiettes) et VC (Volières d'élevage - Chaînes).

Durant la phase d'élevage, comme la distribution de l'aliment était manuelle pour les traitements SA et VA, le temps de présence de l'Homme a été homogénéisé dans les parquets des trois traitements en simulant des distributions d'aliment pour le traitement VC (où l'alimentation était automatique).

Tableau 4 : Calendrier des observations réalisées durant la deuxième expérimentation.

Année de thèse	Semaine d'âge	Utilisation niveaux verticaux	Nombres vols - sauts	Longueur vols - sauts	Mesures réalisées							
					IT	RH	EN	ON	Soudaineté	Ratio H/L		
2ème année	1											
	2											
	3											
	4											
	5		Libération poulettes en volière d'élevage + installation plates-formes au sol aménagé									
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12					■	■	■				
	13					■	■	■				
	14		■	■	■				■	■	■	
	15		■	■	■				■	■	■	■
	16		■	■	■				■	■	■	■
	17		Le transfert a eu lieu en semaine 17 (ligne hachurée).									
	18					■	■					■
	19		■	■	■				■	■		
	20		■	■	■				■	■		
	21											
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											■
	27											■
3ème année	1											
	2											
	3											
	4											
	5		Libération poulettes en volière d'élevage + installation plates-formes au sol aménagé									
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12					■	■	■				
	13					■	■	■				
	14		■	■	■				■	■	■	
	15		■	■	■				■	■	■	■
	16		■	■	■				■	■	■	■
	17		Le transfert a eu lieu en semaine 17 (ligne hachurée).									
	18					■	■					■
	19		■	■	■				■	■		
	20		■	■	■				■	■		
	21											
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											■
	27											■

Le transfert a eu lieu en semaine 17 (ligne hachurée). IT : tests d'immobilité tonique; RH : tests de réaction à l'Homme; EN : tests d'environnement nouveau; ON : tests d'objet nouveau; Ratio H/L : ratio Hétérophiles / Lymphocytes.

Les parquets étaient divisés en différents niveaux verticaux (Figures 14 à 17) : litière, plates-formes inférieure et intermédiaire et perchoirs dans l'allée "mur" pour tous les parquets, plus plate-forme supérieure, perchoirs supérieurs et caillebotis devant les nids dans l'allée "couloir" en volières d'élevage et de ponte. Au début de la phase d'élevage, il n'y avait pas de plates-formes dans les parquets au sol (poulettes SA), et les poulettes VA et VC étaient bloquées sur la plate-forme intermédiaire dans les volières d'élevage. Les plates-formes ont été installées dans les parquets SA, et les poulettes VA et VC ont été libérées des plates-formes intermédiaires à 29 jours (5<sup>ème</sup> semaine d'âge). A cet âge, les poulettes étaient suffisamment grandes pour se déplacer entre les niveaux verticaux, mais pour les aider à monter sur les plates-formes intermédiaires (et les niveaux supérieurs en volière d'élevage), deux rampes ont été installées au même moment dans chaque parquet. Une rampe a été enlevée (dans l'allée "mur" des parquets SA et dans l'allée "couloir" des parquets VA et VC) durant la 12<sup>ème</sup> semaine d'âge, pour permettre les observations de réactivité émotionnelle au sein des volières d'élevage.

Durant toute l'expérimentation, tous les lots étaient isolés visuellement. La litière était composée de copeaux de bois. Le programme lumineux était standard et identique pour tous les traitements, avec allumage et extinction de la lumière progressive en volières (plate-forme supérieure allumée 30 minutes avant et éteinte 30 minutes après le reste du parquet). La formule alimentaire, adaptée au stade physiologique des animaux, était la même pour tous les traitements.

### B) Mesures

Les mesures réalisées sont détaillées dans le chapitre V. Elles concernent :

- ~ L'utilisation de l'espace : utilisation des plates-formes, nombre et longueur des vols et des sauts et utilisation des nids.
- ~ La réactivité émotionnelle : tests d'immobilité tonique, d'environnement nouveau, de soudaineté, d'objet nouveau et de réaction à l'Homme.
- ~ La réponse de stress des animaux : ratio H/L uniquement.
- ~ Les performances zootechniques : taux de ponte uniquement.
- ~ Le taux et les causes apparentes de mortalité.

### C) Calendrier des mesures

Le Tableau 4 indique l'ordre dans lequel les différentes mesures ont été réalisées. Les relevés de mortalité ont été réalisés tous les jours durant les phases d'élevage et de ponte. L'utilisation des nids et le taux de ponte ont été relevés tous les jours durant la phase de ponte.



**CHAPITRE IV – COMPARAISON DU BIEN-ETRE DE POULES**  
**PONDEUSES LOGEES EN CAGE CONVENTIONNELLE OU EN**  
**VOLIERE DE PONTE**

*"Sans idée objective du bien-être animal nous courons le  
risque de diagnostiquer la souffrance là où elle n'existe pas,  
ou pire, de la négliger là où elle n'a pas un visage humain."*

*M.S. Dawkins, 1983.*



Le premier objectif de ce travail de thèse était de comparer le bien-être de poules pondeuses logées en cage conventionnelle ou en volière de ponte durant la phase de ponte, afin d'évaluer si le logement en volière de ponte apporte une amélioration du bien-être par rapport au logement en cage conventionnelle. Pour étudier ce premier objectif, nous avons mené une première expérimentation qui évaluait le bien-être respectif de poules logées en cages conventionnelles ou en volière de ponte. Cette première expérimentation concernait les traitements SnC (Sol non aménagé - Cage - 5060 poules), SaV (Sol aménagé - Volière - 2560 poules) et VV (Volière d'élevage - Volière - 2560 poules) décrits dans le chapitre III-1.

Dans ce chapitre IV, nous présenterons les résultats des comparaisons de l'état corporel dans le paragraphe IV-1, du ratio H/L et de la réactivité de l'axe corticotrope en lien avec quelques données de réactivité émotionnelle dans le paragraphe IV-2, de la réactivité émotionnelle en lien avec la viabilité, le taux de ponte et l'utilisation des nids (pour les poules en volière de ponte) dans le paragraphe IV-3 et de la motivation pour réaliser des bains de poussière dans le paragraphe IV-4.

De plus, la comparaison des traitements SaV et VV nous a permis d'obtenir des résultats préliminaires sur l'influence de deux systèmes d'élevage ayant des configurations différentes (volière d'élevage vs. sol aménagé avec des structures de perchage) sur l'adaptation ultérieure des poules à la volière de ponte. Ces résultats concernent l'occupation de l'espace et sont présentés en lien avec les performances zootechniques dans le paragraphe IV-5.

## IV-1] Etude de l'état corporel des poules

Cette étude a donné lieu à un article de congrès "Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : état corporel des animaux" dans le cadre des Sixièmes Journées de la Recherche Avicole. Les méthodes, résultats et conclusions sont résumés en préambule de l'article.

### Méthodes

L'état du plumage, de la peau et des pattes a été vérifié aux âges de 15, 38 et 67 semaines, sur 150 à 200 poules par traitement, échantillonnées sur l'ensemble des cages et des volières.

La résistance osseuse a été mesurée à 68 semaines d'âge, sur l'humérus et le tibia droit de 30 poules par traitement, échantillonnées sur l'ensemble des cages et des volières.

La mortalité pendant le transport et l'état corporel à l'abattoir ont également été mesurés à 69 semaines d'âge, sur la totalité des poules pour la mortalité pendant le transport et sur 1000 poules par traitement pour l'état corporel.

### Résultats

Les poules de cage conventionnelle avaient une plus grande perte de plumes et une moins bonne qualité du plumage que les poules de volière de ponte. L'état de la peau et des pattes était globalement bon dans les trois traitements. La résistance osseuse était moins bonne en cage conventionnelle qu'en volière de ponte. Les poules de cage ont subi plus de mortalité pendant le transport vers l'abattoir et avaient globalement un moins bon état corporel à l'abattoir que les poules de volière, notamment en ce qui concerne le nombre d'ailes cassées.

### Conclusions

L'état corporel global était moins bon chez les poules logées en cage conventionnelle que chez les poules logées en volière de ponte. Sur la base de ce paramètre, il y a donc plus de risques d'atteinte du bien-être en cage conventionnelle qu'en volière de ponte.

En outre, les conditions d'élevage des poulettes destinées à la volière de ponte ne semblent pas influencer leur état corporel durant la phase de ponte.

**BIEN-ETRE DE POULES PONDEUSES LOGEES EN CAGE OU EN VOLIERE :  
ETAT CORPOREL DES ANIMAUX.**

**Colson Sandra<sup>1</sup>, Arnould Cécile<sup>3</sup>, Huonnic Didier<sup>1</sup>, Boilletot Eric<sup>2</sup>, Michel Virginie<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Unité d'Epidémiologie et Bien-Etre en Aviculture et Cuniculture et <sup>2</sup>Unité d'Alimentation Animale, AFSSA Zoopôle Beaucemaine BP53, 22440 PLOUFRAGAN, France, <sup>3</sup>Station de Recherches Avicoles, INRA – Centre de Tours, 37380 NOUZILLY, France.*

**Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : état corporel des animaux.**

Dans le contexte de la mise en place de la directive 1999/74/CE, nous avons comparé le bien-être de poules pondeuses logées selon trois alternatives : 5060 poules élevées au Sol non aménagé et transférées en Cages conventionnelles (**SnC**), 2560 poules élevées au Sol aménagé et transférées en Volière de ponte (**SaV**) et 2560 poules élevées en Volière-poussinière puis transférées en Volière de ponte (**VV**). Le bien-être a été évalué par différents paramètres qui sont en partie présentés dans deux communications parallèles. Nous présentons ici les résultats de l'état du plumage, de la peau et des pattes mesuré avant le transfert (semaines 15 = S15) puis en milieu (S38) et fin de période de ponte (S67). Les résultats de la résistance osseuse mesurée en fin de période de ponte (S68) et de l'état corporel à l'abattoir (S69) sont également présentés.

Les poules de cage ont une plus grande perte et une moins bonne qualité de plumes que les poules de volière. Cet écart s'accroît en fin de période de ponte. La résistance osseuse est sensiblement plus faible en cage qu'en volière. A l'abattoir, l'état corporel des poules de cage est globalement moins bon que celui des poules de volière, en particulier concernant le nombre d'ailes cassées.

En conclusion, dans nos conditions expérimentales le mode d'élevage des poulettes destinées à la volière de ponte ne semble influencer que peu leur état corporel. En revanche, l'état du plumage des poules logées en volière est meilleur que celui des poules logées en cage durant la période de ponte. Il en est de même pour la résistance osseuse et pour l'état corporel à l'abattoir. A la lumière de ces critères d'évaluation, les risques de souffrance et donc d'atteinte du bien-être sont supérieurs chez les poules logées en cage.

**Welfare of laying hens in cages and in aviaries : body conditions of animals.**

In the context of the setting of the directive 1999/74/CE, we compared welfare of hens kept in three housing alternatives: 5060 hens Floor-reared then kept in conventional Cages (**FC**), 2560 hens Furnished-floor reared then kept in a laying Aviary (**FA**) and 2560 hens Aviary-reared then kept in a laying-Aviary (**AA**). Welfare was evaluated by several parameters, that are in part presented in two complementary communications. This paper deals with the conditions of feathers, skin and feet measured before transfer (week 15 = W15), in the middle (W38) and at the end of the laying period (W67); is also describes the bone strength at the end of the laying period (W68) and the physical condition at slaughter (W69).

Hens kept in cages showed a higher feather loss and a lower feather quality than hens kept in aviaries. This difference increased at the end of the laying period. Bone strength was lower in cages than in aviaries. At slaughter, physical condition was globally better for hens kept in aviaries than in cages, particularly concerning the number of broken wings.

In conclusion, under the present conditions, rearing systems of pullets destined to laying-aviaries seemed to influence only a little their physical conditions. But feather condition was better for hens kept in aviaries than in cages during the laying period, as well as bone strength and physical condition at slaughter. Therefore, risks of suffering and of impaired welfare that follows are higher in cages than in aviaries.

### INTRODUCTION

Avec la mise en place de la directive 1999/74/CE les systèmes de logement des poules pondeuses vont devoir changer, dans le but d'améliorer le bien-être des poules. Cependant, il existe actuellement peu de données sur le bien-être des poules élevées dans différents systèmes. C'est pourquoi nous avons comparé le bien-être de poules logées soit en cage conventionnelle après avoir été élevées au sol, soit en volière de ponte après avoir été élevées en volière d'élevage (système d'élevage conseillé pour garantir une adaptation optimale des poules à la volière de ponte) ou au sol aménagé (solution intermédiaire visant à s'approcher, par des plates-formes et des perchoirs, de l'environnement physique des volières d'élevage). Le bien-être a été évalué par différents paramètres, reflétant le niveau d'adaptation des animaux au système d'élevage dans lequel ils sont placés : utilisation de l'espace, réactivité émotionnelle, physiologie du stress (Colson *et al.*, 2005), état physique, santé, et performances zootechniques (Michel *et al.*, 2005). Nous présentons ici les résultats concernant l'état corporel des poules : état du plumage, de la peau et des pattes, résistance osseuse et état corporel à l'abattoir.

### 1. MATERIEL ET METHODES

L'expérimentation a porté sur 10180 poules ISA Brown. Arrivées à un jour d'âge, elles ont été épouillées à neuf jours, transférées du système d'élevage au système de ponte à 17 semaines (S17), et abattues à 69 semaines (S69). Elles ont été réparties en trois traitements : 5060 poules élevées dans sept parquets au Sol non aménagé puis transférées dans 1012 Cages conventionnelles de cinq poules chacune (SnC), 2560 poules élevées dans trois parquets au Sol aménagé (avec perchoirs et plates-formes) puis transférées dans une Volière de ponte (SaV), 2560 poules élevées dans quatre parquets de Volière d'élevage puis transférées dans une seconde Volière de ponte (VV).

Les volières de ponte (Natura Nova, Big Dutchman, Allemagne, L=30m, l=7,5m) étaient composées de trois plates-formes superposées, de perchoirs et de trois rangées de nids. Les cages (Big Dutchman, Allemagne, L=60cm, l=48,5cm, h=40cm aux 2/3) étaient réparties en quatre batteries de trois étages. Durant la période de ponte, les cages et les volières étaient dans deux salles séparées. La conduite des deux salles était standardisée.

#### 1.1 Etat du plumage, de la peau et des pattes

L'état du plumage (quantité et qualité) et celui de la peau (présence et étendue des lésions) ont été notés sur le cou, le bréchet, le dos, les ailes et la queue. Pour chaque zone observée les notes allaient de 1 (médiocre) à 3 (excellent). Les notes ont ensuite été

additionnées pour obtenir un score de perte et un score de qualité des plumes, allant de 5 (médiocre) à 15 (excellent). L'état des pattes (présence de lésions et de griffes cassées, longueur des griffes) a également été noté. Les mesures ont eu lieu sur 150 poulettes par traitement avant le transfert en système de ponte (S15), et sur 200 poules par traitement en milieu (S38) et en fin de période de ponte (S67).

#### 1.2 Résistance osseuse

La résistance osseuse a été mesurée en S68, sur l'humérus et le tibia droit de 30 poules par traitement après euthanasie. Le poids, le diamètre et la longueur de chaque os ont été mesurés. Par un test de flexion "à trois points" réalisé sur un appareil Ericksen (MST, série M), nous avons mesuré la force maximale à partir de laquelle la déformation de l'os devient irréversible. Cette force a ensuite été ramenée au poids des poules.

#### 1.3 Mortalité pendant le transport et état corporel à l'abattoir

A l'abattoir (S69), un dénombrement des ailes cassées et des rougeurs du poitrail, du bréchet et de l'abdomen a été réalisé sur 1000 poules par traitement. Les nombres de poules mortes pendant le transport et de poules saisies ont également été relevés, sur la totalité des poules de chaque traitement. Les données ont été exprimées en pourcentage d'animaux.

#### 1.4 Analyses statistiques

Les données de l'état du plumage, de la peau et des pattes ont été analysées par un test de Kruskal-Wallis, suivi lorsqu'il était significatif ( $p < 0,05$ ) d'un test de Mann-Whitney comparant les traitements deux à deux. Les données de résistance osseuse, vérifiant les hypothèses paramétriques, ont été analysées par ANOVA. Les données concernant l'état corporel à l'abattoir ont été analysées par le test du  $\chi^2$ .

### 2. RESULTATS – DISCUSSION

#### 2.1 Etat du plumage, de la peau et des pattes (figures 1 et 2)

Très peu de problèmes sont apparus concernant l'état de la peau et des pattes. Concernant l'état du plumage, quasiment aucune poulette ne présente de défaut avant transfert (S15). En milieu de période de ponte (S38) le plumage est globalement en bon état dans les trois traitements. Toutefois, des différences significatives apparaissent entre traitements pour les scores de perte (KW=32,92;  $p < 0,001$ ) et de qualité (KW=273,74;  $p < 0,001$ ) des plumes. Les poules SnC (cage) ont une perte de plumes plus importante et une qualité de plumes moins bonne que les poules SaV et VV (volière). En fin de période de ponte (S67), les défauts de plumage se sont accentués. Il y a toujours des différences significatives entre traitements, pour les scores de perte (KW=31,97;  $p < 0,001$ ) et de qualité

(KW=155,26 ;  $p < 0,001$ ) des plumes. Les poules SnC ont une perte de plumes plus importante que les poules SaV et VV, et la qualité des plumes est croissante entre les poules SnC, VV et SaV. Compte-tenu de leur âge (S67), l'état corporel des poules peut être considéré comme bon.

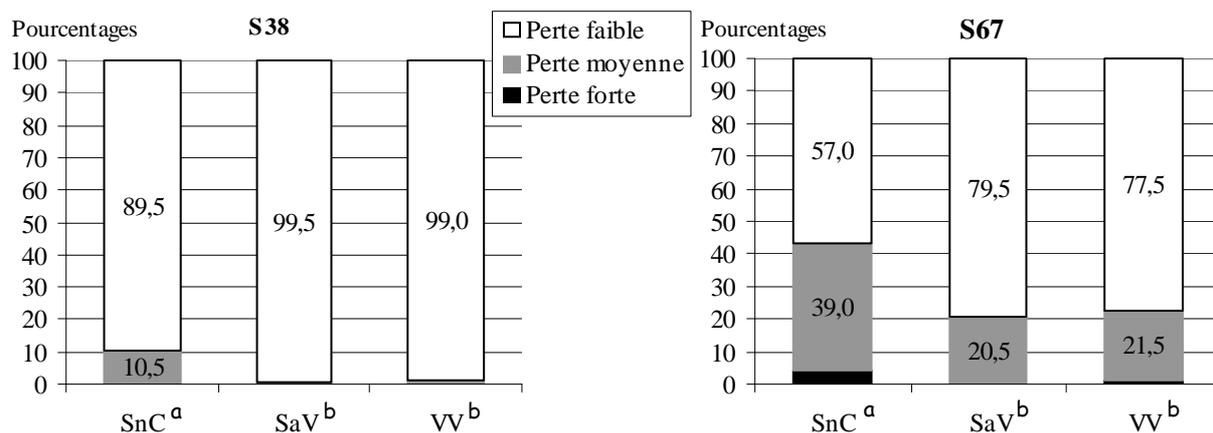
Trois facteurs peuvent être la cause de ces défauts du plumage plus prononcés en cage qu'en volière. (1) En cage, les plumes frottent sur les parois, notamment les plumes du cou (quand la poule mange) et de la queue (Tauson, 1980). (2) En cage, le picage entre congénères est accru en raison de la pauvreté de l'environnement (Tauson, 1980). En revanche, dans notre expérimentation (où les poules sont époinçées), l'augmentation de la taille du groupe en volière ne semble pas accroître le picage, comme cela a été observé dans d'autres travaux (Green *et al.*, 2000; Odén *et al.*, 2002). (3) Les poules logées en cage ne disposent pas de substrat pour effectuer des bains de

poussière. Elles ne peuvent donc pas nettoyer correctement leurs plumes (Van Liere & Bokma, 1987) et la réalisation de bains de poussière sur le grillage des cages entraîne un abrasion importante des plumes (Lindberg & Nicol, 1997).

La meilleure qualité des plumes des poules SaV en comparaison aux poules VV, en fin de période de ponte, ne semble pas être due à la différence de systèmes d'élevage. En effet, les poules avaient une qualité de plumes équivalente en S15 et en S38. Il est possible que les poules VV se soient piquées davantage entre-elles que les poules SaV, mais nous ne savons pas pourquoi.

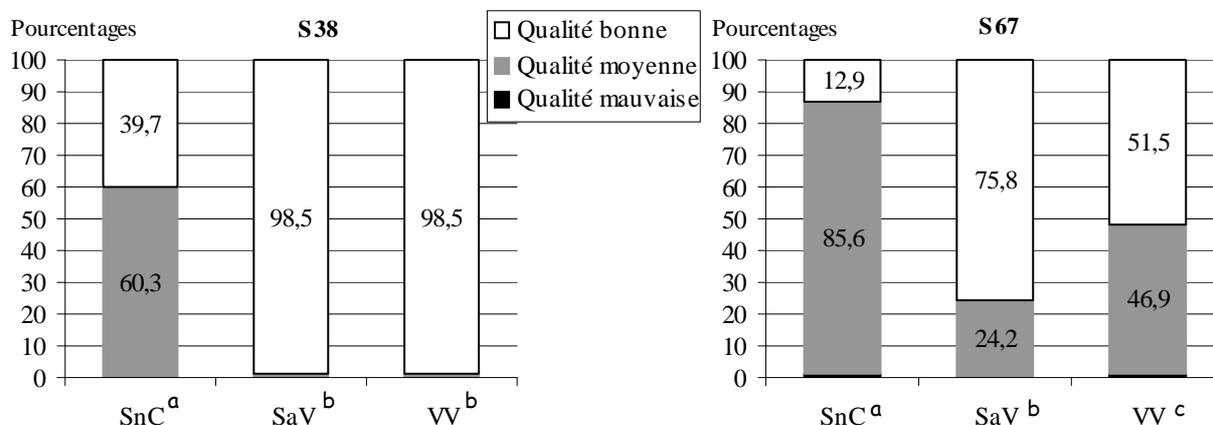
Il est normal que les défauts du plumage augmentent quand les poules vieillissent, car les effets additionnés des frottements avec l'environnement et du picage entre congénères s'accroissent avec le temps.

**Figure 1** – Pourcentage de poules de chaque traitement ayant une faible (score 13 à 15), une moyenne (score 9 à 12) ou une forte (score 5 à 8) perte globale de plumes, en S38 et S67.



a, b : des lettres différentes pour un même graphique indiquent des résultats différents ( $p < 0,001$ ).

**Figure 2** – Pourcentage de poules de chaque traitement ayant une bonne (score 13 à 15), une moyenne (score 9 à 12) ou une mauvaise (score (5 à 8) qualité globale de plumes, en S38 et en S67.

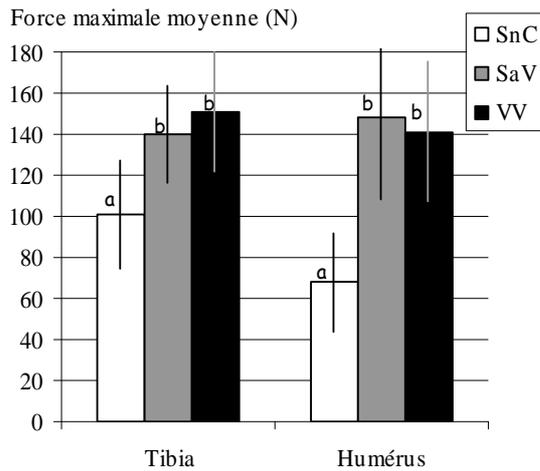


a, b, c : des lettres différentes pour un même graphique indiquent des résultats différents ( $p < 0,001$ ).

**2.2. Résistance osseuse (figure 3)**

La force maximale pour laquelle la déformation des os devient irréversible est significativement différente entre traitements (tibias :  $F=28$ ,  $p<0,001$ ); humérus :  $F=45$ ,  $p<0,001$ ). La force nécessaire en cage est inférieure à la force nécessaire en volière.

**Figure 3** – Force maximale moyenne ( $\pm$  écart-type), rapportée à 1kg de poids vif, pour laquelle la déformation de l'os devient irréversible, pour chaque traitement.



*a,b : des lettres différentes pour une même mesure indiquent des résultats différents ( $p<0,001$ ).*

Il semble donc que le logement en volière favorise une meilleure résistance osseuse aux poules que le logement en cage. En effet, la volière sollicite davantage la locomotion (notamment les vols et les sauts; Colson *et al.*, 2004), qui stimule le métabolisme osseux et permet ainsi le renforcement des structures osseuses. Ce résultat confirme ceux

d'études précédentes (Knowles & Broom, 1990; Newman & Leeson, 1998; Norgaard-Nielsen, 1990).

D'autre part, l'absence de différence entre les poules des deux volières indique soit que les deux modes d'élevages testés ici procurent une résistance osseuse équivalente; soit que la résistance osseuse à la fin de la période d'élevage était différente, mais que les 53 semaines passées en volière de ponte ont effacé cette différence.

**2.3. Mortalité pendant le transport et état corporel à l'abattoir (tableau 1)**

Toutes les données relevées sont significativement différentes entre traitements. Il y a plus de poules mortes pendant le transport et de poules saisies en cage (SnC) qu'en volière (SaV et VV). Les poules de cage présentent également plus de rougeurs au poitrail et au bréchet, mais moins à l'abdomen, que les poules de volière. D'autre part, le taux d'ailes cassées est considérablement plus élevé en cage qu'en volière.

Pour connaître les causes de mortalité lors du transport vers l'abattoir, des autopsies auraient été nécessaires. Cependant, la plus grande mortalité des poules de cage pendant le transport est peut-être explicable par une plus grande émotivité de ces poules (Colson *et al.*, 2005), se traduisant par des mouvements de panique entraînant tassages et étouffements. L'état corporel à l'abattoir est moins bon chez les poules issues de cage. Le plus grand taux de saisies en cage est dû au plus grand nombre de poules blessées (fractures et rougeurs). Le plus grand nombre de rougeurs du poitrail et du bréchet observées en cage peut être expliqué par le frottement contre la porte et le sol grillagé des cages. Par contre, le plus grand nombre de rougeurs à l'abdomen constaté en volière est étonnant; il est possible qu'il soit dû au frottement contre les tapis dans les nids ou contre les perchoirs lors du perchage des poules.

**Tableau 1** – Pourcentage de poules de chaque traitement présentant des défauts d'état corporel à l'abattoir (S69).

	SnC	SaV	VV	p
Poules mortes pendant le transport	0,62 <sup>a</sup>	0,13 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,014
Poules saisies	1,09 <sup>a</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,30 <sup>b</sup>	0,003
Rougeurs poitrail	0,96 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,09 <sup>b</sup>	<0,001
Rougeurs bréchet	1,14 <sup>a</sup>	0,19 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,005
Rougeurs abdomen	19,48 <sup>a</sup>	26,31 <sup>b</sup>	26,81 <sup>b</sup>	<0,001
1 aile cassée	17,93 <sup>a</sup>	1,72 <sup>b</sup>	1,64 <sup>b</sup>	<0,001
2 ailes cassées	6,16 <sup>a</sup>	0,14 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	<0,001

*a,b : des lettres différentes au sein d'une même ligne indiquent des résultats significativement différents.*

La différence la plus frappante entre poules issues de cage et de volière concerne le nombre d'ailes cassées :

près de 25% des poules de cage ont au moins une aile cassée, contre moins de 2% en volière. Les causes d'une telle différence entre cage et volière sont

multiples. Premièrement, la plus faible résistance osseuse des poules de cage favorise la recrudescence des fractures chez ces animaux, notamment lors de chocs et de l'électroanesthésie à l'abattoir (il arrive que des ailes cassent sous l'effet des contractions musculaires fortes). Deuxièmement, lors de l'enlèvement les poules de cages sont tirées à travers une petite ouverture, ce qui favorise les chocs (Moinard *et al.*, 2005). Troisièmement, lors de l'enlèvement, les poules de cage, qui sont plus émotives (Colson *et al.*, 2005), se débattent et se cognent davantage.

Comme pour la résistance osseuse, l'absence de différence entre les poules des deux volières, en ce qui concerne la mortalité pendant le transport et l'état corporel à l'abattoir, indique soit que les deux modes d'élevages testés ici ont un effet équivalent sur ces paramètres; soit que leur effet est différent, mais effacé par les 53 semaines passées en volière de ponte.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions toutes les personnes qui ont participé aux expérimentations (Service d'Expérimentations Avicoles et Cunicoles, UAA et UEBEAC . AFSSA Ploufragan) ainsi que l'abattoir de la SOCAVOL à S<sup>t</sup> Brandan pour leur collaboration lors des mesures à l'abattoir. Cette étude a reçu une aide financière de l'OFIVAL et de la DGAI. S. Colson a été financée par le Conseil Général des Côtes d'Armor.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Colson S., Arnould C., Guémené D. & Michel V., 2005. 6èmes JRA, St Malo, France.  
 Colson S., Arnould C. & Michel V., 2004. Colloque SFECA, Caen, France.  
 Green L. E., Lewis K., Kimpton A. & Nicol C. J., 2000. *Vet. Rec.*, 147(9), 233-238.  
 Knowles T. G. & Broom D. M., 1990. *Vet. Rec.*, 126, 354-356.  
 Lindberg A. C. & Nicol C. J., 1997. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 55, 113-128.  
 Michel V., Huonnic D., Colson S. & Maurice R., 2005. 6èmes JRA, St Malo, France.  
 Moinard C., Morisse J. P. & Faure J. M., 1998. *Br. Poultry Sci.*, 39, 198-202.  
 Newman S. & Leeson S., 1998. *Poultry Sci.*, 77, 1492-1496.  
 Norgaard-Nielsen G., 1990. *Br. Poultry Sci.*, 31, 81-89.  
 Odén K., Keeling L. J. & Algers B., 2002. *Br. Poultry Sci.*, 43, 169-181.  
 Tauson R., 1980. In: *The Laying Hen and its environment* (Moss R. edit.) Martinus Nijhoff, Brussels-Luxembourg, 269-317.  
 Van Liere D. W. & Bokma S., 1987. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 18, 197-204.

### CONCLUSION

Nos résultats mettent en évidence principalement des différences entre cage et volière. Ils indiquent un état du plumage moins bon en cage, mais ne provoquant pas dans notre cas une altération manifeste du bien-être au cours de la ponte : même en fin de période de ponte, l'état du plumage enregistré en cage est tout à fait correct. Cependant, la résistance osseuse est bien plus faible en cage qu'en volière, ce qui entraîne un risque de fractures accidentelles, donc de souffrance, bien plus élevé en cage. En effet, à l'abattoir, en plus d'un état corporel globalement moins bon, les poules de cage ont beaucoup plus d'ailes cassées que les poules de volière.

En conclusion, dans nos conditions expérimentales et sur la base des mesures présentées ici, le mode d'élevage des poulettes destinées à la volière de ponte ne semble pas influencer leur état corporel pendant la période de ponte. En revanche, l'état corporel des poules logées en volière est meilleur que celui des poules logées en cage durant la période de ponte. De ce fait, sur la base de ces paramètres, les risques d'atteinte du bien-être sont supérieurs chez les poules logées en cage.



## IV-2] Etude du ratio Hétérophiles / Lymphocytes (H/L) et de la réactivité de l'axe corticotrope

Cette étude a donné lieu à un article de congrès "Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : paramètres physiologiques et comportementaux" dans le cadre des Sixièmes Journées de la Recherche Avicole. Les méthodes, résultats et conclusions sont résumés en préambule de l'article. En plus des données de physiologie du stress, nous avons ajouté dans cet article des données de réactivité émotionnelle (test d'environnement nouveau), pour étoffer la discussion. Ces données sont traitées de façon plus complète dans le chapitre suivant (IV-3), en relation avec les autres mesures de réactivité émotionnelle réalisées.

### Méthodes

Le ratio H/L a été calculé à partir de la formule leucocytaire établie sur frottis sanguins. Les prélèvements ont eu lieu aux âges de 15, 18, 19, 20 et 66 semaines, sur 20 à 30 animaux par traitement, pris au hasard lors de chaque prélèvement.

La réactivité de l'axe corticotrope après stimulation avec une forte dose d'ACTH a été mesurée à 15, 20 et 66 semaines d'âge, sur 24 à 30 animaux par traitement, pris au hasard lors de chaque prélèvement.

La réactivité émotionnelle des poules a été mesurée de 52 à 59 semaines d'âge, sur 12 groupes de 4 poules par traitement, placées dans un environnement nouveau (cage de test). Les poules ont été échantillonnées sur 12 zones, réparties sur la longueur et la hauteur des cages et des volières.

### Résultats

L'augmentation du ratio H/L après le transfert était plus forte chez les poules SnC et SaV que chez les poules VV. En fin de phase de ponte, le ratio H/L des poules SnC avait tendance à être plus élevé que celui des poules VV. Ces résultats indiquent que les poules SnC et SaV étaient davantage stressées par le transfert des systèmes d'élevage aux systèmes de ponte que les poules VV, et que les poules SnC étaient un peu plus stressées par leurs conditions de logements que les poules VV en fin de phase de ponte. Ces résultats ne sont pas confirmés par ceux de la réactivité de l'axe corticotrope après stimulation avec une forte dose d'ACTH, qui étaient difficiles à interpréter. Par contre, la plus grande réactivité émotionnelle des poules SnC en fin de phase de ponte, en comparaison aux poules SaV et VV, conforte les résultats du ratio H/L.

### Conclusions

Etant donné le niveau global de stress décroissant entre les poules SnC, SaV et VV, et la plus grande réactivité émotionnelle des poules SnC, le risque d'altération du bien-être semble décroissant entre les poules SnC, SaV et VV.



**BIEN-ETRE DE POULES PONDEUSES LOGEES EN CAGE OU EN VOLIERE :  
PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES ET COMPORTEMENTAUX.**

**Colson Sandra<sup>1</sup>, Arnould Cécile<sup>2</sup>, Guémené Daniel<sup>2</sup>, Michel Virginie<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Unité d'Epidémiologie et Bien-Etre en Aviculture et Cuniculture, AFSSA Zoopôle  
Beaucemaine BP53, 22440 PLOUFRAGAN, France, <sup>2</sup>Station de Recherches Avicoles, INRA –  
Centre de Tours, 37380 NOUZILLY, France.

**Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : paramètres physiologiques et comportementaux.**

Dans le contexte de la mise en place de la directive 1999/74/CE, nous avons comparé le bien-être de poules pondeuses logées selon trois alternatives : élevées au Sol non aménagé et transférées en Cages conventionnelles (SnC), élevées au Sol aménagé et transférées en Volière (SaV) ou élevées en Volière puis transférées en Volière (VV). Le bien-être a été évalué par différents paramètres, présentés dans deux communications parallèles. Nous présentons ici les résultats concernant la réponse de stress au transfert depuis le système d'élevage vers le système de ponte (rapport Hétérophiles/Lymphocytes [H/L] avant et après le transfert), la réponse de stress aux conditions de logement pendant la période de ponte (rapport H/L en fin de période de ponte et augmentation de la corticostéronémie après injection de synacthène à 10µg/kg) et l'émotivité des poules (test d'environnement nouveau en fin de période de ponte).

Après transfert, le rapport H/L des poules SnC et SaV était très supérieur à celui des poules VV ( $p < 0,001$ ). En fin de période de ponte, le rapport H/L des poules SnC était légèrement supérieur à celui des poules VV ( $p = 0,071$ ). Par ailleurs, après transfert les poules VV avaient une augmentation de corticostéronémie suite à l'injection de synacthène inférieure à celle des poules SaV ( $p = 0,053$ ). De plus, les poules SnC étaient les moins mobiles, les moins actives et les moins exploratrices lors du test d'environnement nouveau ( $p = 0,001$ ).

La mesure du rapport H/L indique que le transfert stresse davantage les poules SnC et SaV que les poules VV. Cette mesure indique également qu'en fin de période de ponte, les poules SnC sont légèrement plus stressées par leurs conditions de logement que les poules VV. Bien que non confirmé par la corticostéronémie, ce résultat est conforté par la plus grande émotivité mesurée chez les poules SnC en fin de période de ponte.

Dans nos conditions expérimentales, le niveau global de stress des poules apparaît croissant entre les traitements VV, SaV et SnC; et les poules SnC sont plus émotives. Des difficultés d'adaptation peuvent être liées à de fortes réponses de stress ou d'émotivité. En conséquence, le risque d'altération du bien-être serait croissant entre les traitements VV, SaV et SnC.

**Welfare of laying hens in cages and in aviaries : physiological indicators of stress and fearfulness.**

In the context of the setting of the directive 1999/74/CE, we compared welfare of laying hens kept in three housing systems: hens Floor-reared then kept in conventional Cages (FC), hens Furnished-floor reared then kept in a laying-Aviary (FA) and hens Aviary-reared then kept in a laying-Aviary (AA). Welfare was evaluated by several parameters, that are presented in two complementary communications. This paper deals with stress response to transfer in laying system (Heterophiles to Lymphocytes ratio [H:L] before and after transfer), stress response to housing conditions (H:L at the end of the laying period and increase of corticosterone level after injection of synacthène, 10µg/kg) and level of fearfulness (response to a novel environment at the end of the laying period).

After transfer, H:L in FC and FA hens was higher than in AA hens ( $p < 0.001$ ). At the end of the laying period, H:L was higher in FC than in AA hens ( $p = 0.071$ ). After transfer, corticosterone level after the injection of synacthène increased less in AA than in FA hens ( $p = 0.053$ ). FC hens were the less mobile, the less active and the less explorative in the novel environment test ( $p < 0.001$ ).

H:L indicates that transfer stresses more FC and FA hens, and that FC hens are more stressed at the end of the laying period. H:L results are not confirmed by corticosterone, but they are confirmed by the higher fearfulness of FC hens at the end of the laying period.

So, under the present conditions, global level of stress seemed to increase between AA, FA and FC hens, and FC hens were more fearful. Both strong stress responses and fearfulness are linked to adaptation difficulties. Therefore, the risk of impaired welfare increases between AA, FA and FC hens.

## INTRODUCTION

Avec la mise en place de la directive 1999/74/CE les systèmes de logement des poules pondeuses vont devoir changer, dans le but d'améliorer le bien-être des poules. Cependant, il existe actuellement peu de données sur le bien-être des poules élevées dans différents systèmes. C'est pourquoi nous avons comparé le bien-être de poules logées soit en cage conventionnelle après avoir été élevées au sol, soit en volière de ponte après avoir été élevées en volière d'élevage (système d'élevage conseillé pour garantir une adaptation optimale des poules à la volière de ponte) ou au sol aménagé (solution intermédiaire visant à s'approcher, par des plates-formes et des perchoirs, de l'environnement physique des volières d'élevage). Le bien-être a été évalué par différents paramètres, reflétant le niveau d'adaptation des animaux au système d'élevage dans lequel ils sont placés : utilisation de l'espace et réactivité émotionnelle, physiologie du stress, état physique (Colson *et al.*, 2005), santé, et performances zootechniques (Michel *et al.*, 2005). Nous présentons ici les résultats concernant la réponse de stress au transfert depuis le système d'élevage vers le système de ponte (rapport Hétérophiles/Lymphocytes [H/L] avant et après le transfert), la réponse de stress aux conditions de logement (rapport H/L en fin de période de ponte et augmentation de la corticostéronémie après injection de synacthène à forte dose) et l'émotivité des poules en fin de période de ponte (réponse à un test d'environnement nouveau). En effet, en cas de réponse de stress, une modification de la formule leucocytaire peut avoir lieu, suite à une augmentation des glucocorticoïdes plasmatiques. Dans ce cas, il y a augmentation des hétérophiles et diminution des lymphocytes, donc augmentation du rapport H/L. De même, une réponse de stress chronique peut entraîner, par des stimulations fréquentes, un épuisement des glandes surrénales. Cette diminution de la capacité des glandes surrénales à produire de la corticostérone peut être mise en évidence par une faible réponse à une forte stimulation.

## 1. MATERIEL ET METHODES

L'expérimentation a porté sur 10180 poules ISA Brown. Arrivées à un jour d'âge, elles ont été époulinées à neuf jours, transférées du système d'élevage au système de ponte à 17 semaines (S17), et abattues à 69 semaines (S69). Elles ont été réparties en trois traitements : 5060 poules élevées dans sept parquets au Sol non aménagé puis transférées dans 1012 Cages conventionnelles de cinq poules chacune (SnC), 2560 poules élevées dans trois parquets au Sol aménagé (avec perchoirs et plates-formes) puis

transférées dans une Volière de ponte (SaV), 2560 poules élevées dans quatre parquets de Volière d'élevage puis transférées dans une seconde Volière de ponte (VV).

Durant la période de ponte, les cages et les volières étaient dans deux salles séparées. La conduite des deux salles était standardisée.

Pour chaque test et chaque mesure, les poules n'ont été utilisées qu'une fois.

### 1.1. Rapport Hétérophiles/Lymphocytes

Le rapport hétérophiles/lymphocytes (H/L) a été calculé à partir de la formule leucocytaire établie sur frottis sanguin. Les prélèvements ont eu lieu avant et après le transfert (S15, S18, S19, S20) et en fin de période de ponte (S66), sur 20 à 30 poules par traitement prélevées aléatoirement sur les différents niveaux.

### 1.2. Corticostéronémie après une forte stimulation de l'axe corticotrope

La réactivité de l'axe corticotrope après stimulation avec une forte dose d'ACTH a été mesurée avant et après le transfert (S15, S20) et en fin de période de ponte (S66), sur 24 à 30 poules par traitement prélevées aléatoirement sur les différents niveaux. La corticostéronémie de base était mesurée à partir d'un premier échantillon de sang ( $T_0$ ), à la suite de laquelle du synacthène immédiat (ACTH synthétique) était injecté en intra musculaire à forte dose ( $10\mu\text{g}/\text{kg}$ ), afin d'évaluer la capacité maximale de réponse des glandes surrénales. Après 15 minutes d'attente en caisse, la corticostéronémie était mesurée à partir d'un second échantillon de sang ( $T_{15}$ ). Pour s'affranchir des variations de la corticostéronémie basale, nous avons calculé la réponse à l'injection d'ACTH par différence des corticostéronémies mesurées ( $T_{15}-T_0$ ). Les temps pour attraper les poules étaient équivalents entre les trois traitements, et le temps d'attente en caisse avant la première prise de sang était inférieur à trois minutes pour les trois traitements. La corticostéronémie a été dosée par dosage radioimmunologique (Etches, 1976).

### 1.3. Test d'environnement nouveau

L'émotivité des poules a été mesurée en fin de période de ponte (S52 à S59), sur 12 groupes de quatre poules par traitement placées dans un environnement nouveau. Les poules étaient prélevées sur l'ensemble des volières et des cages. L'environnement nouveau était une cage de test carrée ( $L=100\text{cm}$ ,  $h=80\text{cm}$ ), isolée visuellement du reste du bâtiment. La cage contenait de l'eau, de l'aliment et un tapis Astroturf® ( $40\times 40\text{cm}$ ). Deux cages de test étaient utilisées (une dans la salle des volières et une dans la salle des cages) pour tester les poules dans leur ambiance d'élevage. Les poules étaient transportées dans une caisse, identifiées individuellement, puis placées par

groupes de quatre dans la cage de test dans la zone dite "d'entrée". Les tests duraient dix minutes.

Par "focal sampling" nous avons relevé les latences avant sortie de la zone d'entrée, avant déplacement, avant picorage du sol et avant accès à l'aliment. Le nombre de tentatives de sortie (vols ou sauts vers le couvercle et passages de la tête à travers les grillages latéraux) a également été relevé. Par "scan sampling" (un scan toutes les 30 secondes) nous avons mesuré un score d'activité (nombre de poules vues immobiles mais engagées dans une activité telle que picorer, gratter, manger, boire, se toiletter ou interactions sociales), un score d'inactivité (nombre de poules vues immobiles et engagées dans aucune des activités suscitées) et un score de déplacement (nombre de poules vues en mouvement et engagées ou non dans une activité). Les scores vont de 0 à 80.

**1.4. Analyses statistiques**

Pour le test d'environnement nouveau, les groupes ont été choisis comme unité statistique. Pour le rapport H/L, la corticostéronémie à T<sub>0</sub> et le test d'environnement nouveau, l'effet traitement a été analysé par le test de Kruskal-Wallis car les hypothèses paramétriques n'étaient pas vérifiées. Quand le test de Kruskal-Wallis était significatif, l'analyse a été affinée par une comparaison deux à deux avec le test de Kolmogorov-Smirnov. Les effets concernant l'augmentation de la corticostéronémie entre T<sub>0</sub> et T<sub>15</sub> ont été analysés par ANOVA, suivie d'un test *post hoc* de Tukey, car les hypothèses paramétriques étaient vérifiées. Le seuil de significativité était fixé à 5% et les tendances étaient considérées jusqu'à 10%.

**2. RESULTATS - DISCUSSION**

**2.1. Rapport Hétérophiles/Lymphocytes (figure 1)**

Avant transfert (S15), il n'y a pas d'effet traitement (p=0,15). Après transfert (S18) l'effet traitement est significatif (p=0,001). Les rapports H/L de SnC et SaV sont supérieurs à ceux de VV.

L'effet âge pouvant être écarté, ces rapports H/L plus élevés indiquent très probablement une réponse de stress (Gross & Siegel, 1983). Il semble donc que le transfert entraîne une réponse de stress chez les poules SnC et SaV. Aucune réponse de stress n'est visible chez les poules VV sur la base de cette mesure, mais nous ne pouvons pas écarter une éventuelle réponse transitoire durant les huit jours écoulés entre le transfert et nos prélèvements.

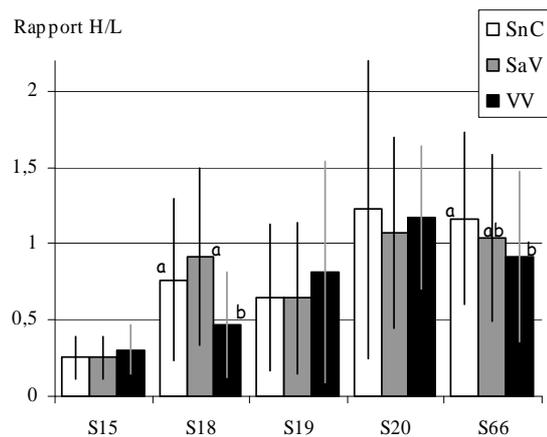
A S19 et S20 il n'y a plus de différence entre les traitements (p=0,85 et p=0,54).

Ces résultats indiquent que les réponses de stress des poules SaV et SnC liées au transfert sont terminées dès S19.

En fin de période de ponte (S66), les traitements ont tendance à être différents (p=0,071) : nous constatons que les rapports H/L décroissent entre les poules SnC, SaV et VV.

Il semble donc que les poules SnC soient légèrement plus stressées, en comparaison aux poules VV. Ce stress plus élevé pourrait être du à leurs conditions de logement.

**Figure 1** – Rapports H/L (moyennes ± écarts-types) calculés autour du transfert et en fin de période de ponte pour chaque traitement.



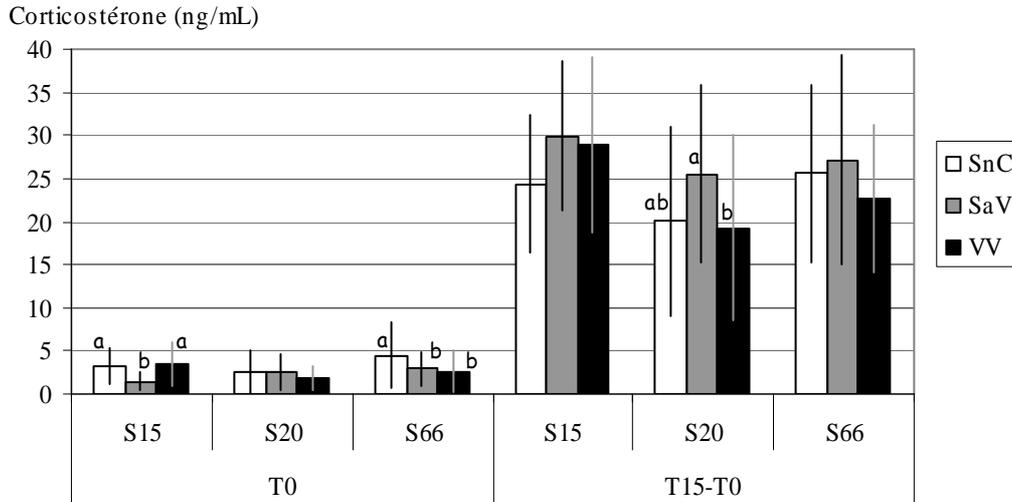
L'augmentation des rapports H/L que nous avons mesurée de S19 à S66 est un phénomène déjà observé dans d'autres études (Campo & Davila, 2002). Elle semble être en relation avec le vieillissement des poules et non avec leur logement.

**2.2. Corticostéronémie après une forte stimulation de l'axe corticotrope (figure 2)**

Les taux de corticostéronémie relevés à T<sub>0</sub> sont inférieurs à 4ng/mL, ce qui est équivalent aux valeurs basales relevées chez la poule (Beuving, 1980). Ces taux ne mettent pas en évidence de réponse de stress particulière.

Les augmentations de la corticostéronémie (T<sub>15</sub>-T<sub>0</sub>) après stimulation des glandes surrénales par injection de synacthène ont tendance à différer entre traitements à S20, c'est-à-dire après le transfert (p=0,053). Les poules VV ont une réponse comparable à celle des poules SnC mais inférieure à celle des poules SaV. Ce résultat suggère une hyporéactivité des poules VV en comparaison aux poules SaV, interprétable comme une indication de stress chronique (Koelkebeck *et al.*, 1986). Cette interprétation n'est pas corroborée par les résultats du rapport H/L et reste difficile à interpréter.

**Figure 2** – Corticostéronémies (moyennes ± écarts-types) de base ( $T_0$ ) et leurs augmentations suite à la stimulation de l'axe corticotrope ( $T_{15}-T_0$ ), mesurées avant et après le transfert et en fin de période de ponte pour chaque traitement.



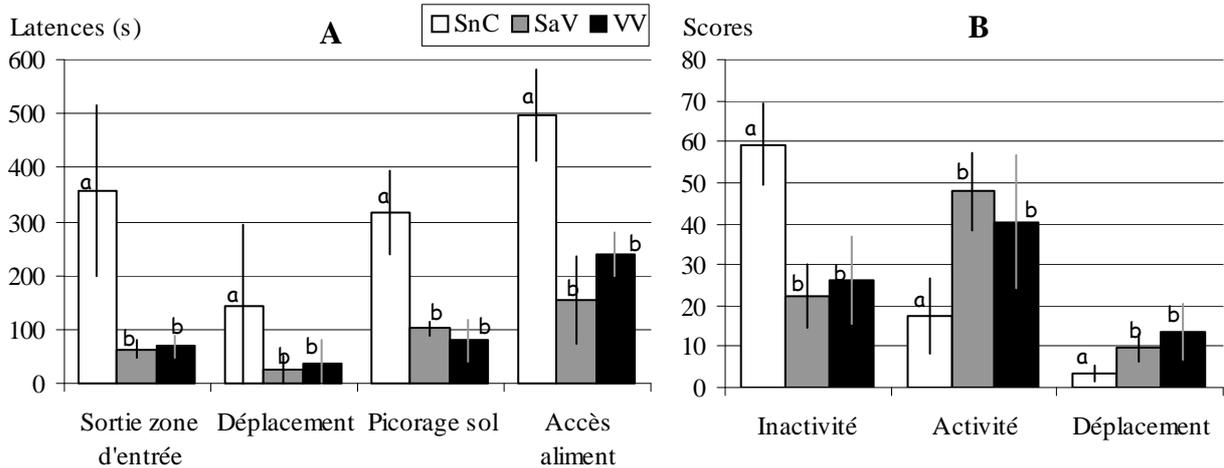
*a, b* : des lettres différentes pour une même mesure indiquent des résultats différents ( $p < 0,10$ ).

**2.3. Test d'environnement nouveau (figure 3)**

Il y a un effet traitement significatif pour les latences avant sortie de la zone d'entrée ( $p < 0,001$ ), avant déplacement ( $p = 0,001$ ), avant picorage du sol ( $p < 0,001$ ) et avant accès à l'aliment ( $p < 0,001$ ); pour les scores d'inactivité, d'activité et de déplacement ( $p < 0,001$ ). Pour les tentatives de sorties (SnC :

$0,00 \pm 0,0$ ; SaV :  $0,46 \pm 0,8$ ; VV :  $0,30 \pm 0,6$ ;  $p = 0,032$ ). Il n'y a pas de différence entre les poules SaV et VV, mais les poules de ces deux groupes diffèrent des poules SnC. Ces dernières sont moins mobiles (fig. 3B), moins actives (fig. 3B) et explorent moins l'environnement nouveau (fig. 3A).

**Figure 3** - Latences (A) et scores (B) relevés durant les tests d'environnement nouveau effectués en fin de période de ponte, pour chaque traitement.



Ces résultats montrent que dans ce test les poules de cages (SnC) étaient plus émotives que les poules de volière (SaV et VV). En effet des études précédentes ont montré que plus un individu est émotif, moins il explore, se déplace ou est actif dans un test d'environnement nouveau (Faure, 1975; Jones, 1996). L'émotivité étant diminuée par l'enrichissement du milieu de vie (Reed et al., 1993), la plus grande émotivité des poules de cage peut s'expliquer par leur

milieu de vie moins riche en stimulations que celui des poules de volière.

Nous n'avons pas détecté d'effet des conditions d'élevage (sol aménagé ou volière) sur l'émotivité des poules de volière. Cependant il est possible qu'il y ait eu un effet juste après le transfert, non visible au moment de ce test (S52-59).

La différence concernant les tentatives de sortie pourrait être due à une inhibition comportementale des poules SnC causée par la peur (Murphy, 1978). Cependant les tentatives de sortie sont souvent liées au désir des poules de rejoindre leur milieu de vie (Jones, 1977). Il est donc plus probable que cette différence entre poules de cage et de volière soit due à la motivation des poules de volière pour sortir des cages de test, puisqu'elles sont habituées à vivre dans un espace plus grand.

### CONCLUSION

La mesure du rapport H/L indique que le transfert, du système d'élevage au système de ponte, stresse davantage les poules SnC et SaV que les poules VV. Cette mesure indique également qu'en fin de période de ponte, les poules SnC sont légèrement plus stressées par leurs conditions de logement que les poules VV. Bien que non confirmé par la corticostéronémie, ce résultat est conforté par les résultats comportementaux, qui indiquent une plus

grande émotivité chez les poules SnC en fin de période de ponte. D'autre part, il est à noter que les résultats du test à l'ACTH peuvent être influencés par d'autres facteurs que la réponse de stress, notamment l'état nutritionnel et métabolique des animaux.

Dans nos conditions expérimentales et sur la base des mesures présentées ici, le niveau global de stress des poules apparaît croissant entre les traitements VV, SaV et SnC; et les poules SnC sont plus émotives. De fortes réponses de stress ou d'émotivité peuvent être liées à des difficultés d'adaptation. En conséquence, le risque d'altération du bien-être augmenterait entre les traitements VV, SaV et SnC, c'est-à-dire quand la différence entre les milieux d'élevage et de ponte augmente. Les résultats de Moe *et al.* (2004) montrent également que la compromission du bien-être augmente lorsque la différence entre les milieux d'élevage et de ponte augmente.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions toutes les personnes qui ont participé aux prélèvements et aux analyses : D. Soyer et B. Siliart (ENVN), M. Couty (SRA - INRA Tours), ainsi que l'UEBEAC, l'Unité d'Alimentation Animale et le Service d'Expérimentations Avicoles et Cunicoles (AFSSA Ploufragan). Cette étude a reçu une aide financière de l'OFIVAL et de la DGAI. S. Colson a été financée par le Conseil Général des Côtes d'Armor.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Beuving G., 1980. In: *The Laying Hen and its environment.* (Moss R. edit.) Martinus Nijhoff, Brussels-Luxembourg, 65-84.
- Campo J. L. & Davila S. G., 2002. *Poultry Sci.*, 81, 1448-1453.
- Colson S., Arnould C., Huonnic D., Boilletot E. & Michel V., 2005. 6èmes JRA, St Malo, France.
- Etches R. J., 1976. *Steroids*, 28, 763-773.
- Faure J. M., 1975. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 7, 197-204.
- Gross W. B. & Siegel P. B., 1983. *Avian Dis.*, 27, 972-979.
- Jones R. B., 1977. *Behav. Proc.*, 2, 121-133.
- Jones R. B., 1996. *World Poultry Sci. J.*, 52, 131-168.
- Koelkebeck K. W., Cain J. R. & Amoss M. S., 1986. *Domest. Anim. Endocrin.*, 3, 301-305.
- Michel V., Huonnic D., Colson S. & Maurice R., 2005. 6èmes JRA, St Malo, France.
- Moe R. O., Guémené D., Larsen H. J. S., Bakken M., Lervik S., Hetland H. & Tauson R., 2004. XXII World's Poultry congress, Istanbul, Turkey.
- Murphy L. B., 1978. *Anim. Behav.*, 26, 422-431.
- Reed H. J., Wilkins L. J., Austin S. D. & Gregory N. G., 1993. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 36, 39-46.



### IV-3] Etude de la réactivité émotionnelle, de la viabilité, de la ponte et de l'utilisation des nids

Cette étude a donné lieu à un article "Welfare of laying hens housed in cages and in aviaries: what about fearfulness?", accepté pour publication dans Archiv für Geflügelkunde. Les méthodes, résultats et conclusions sont résumés en préambule de l'article. Pour les poules logées en volière de ponte, le taux de ponte et l'utilisation des nids ont été présentés dans cet article pour étoffer la discussion sur leur réactivité émotionnelle. Ces résultats seront discutés plus en détail dans le chapitre IV-5, en lien avec les différences d'occupation de l'espace relevées en volière de ponte.

#### Méthodes

Les tests d'immobilité tonique ont été réalisés à l'âge de 66 semaines, sur 30 poules par traitement. Les poules ont été échantillonnées sur 30 zones, réparties sur la longueur et la hauteur des cages et des volières. Deux poules pouvaient être testées en même temps. Le dispositif utilisé est décrit sur la Figure 18.

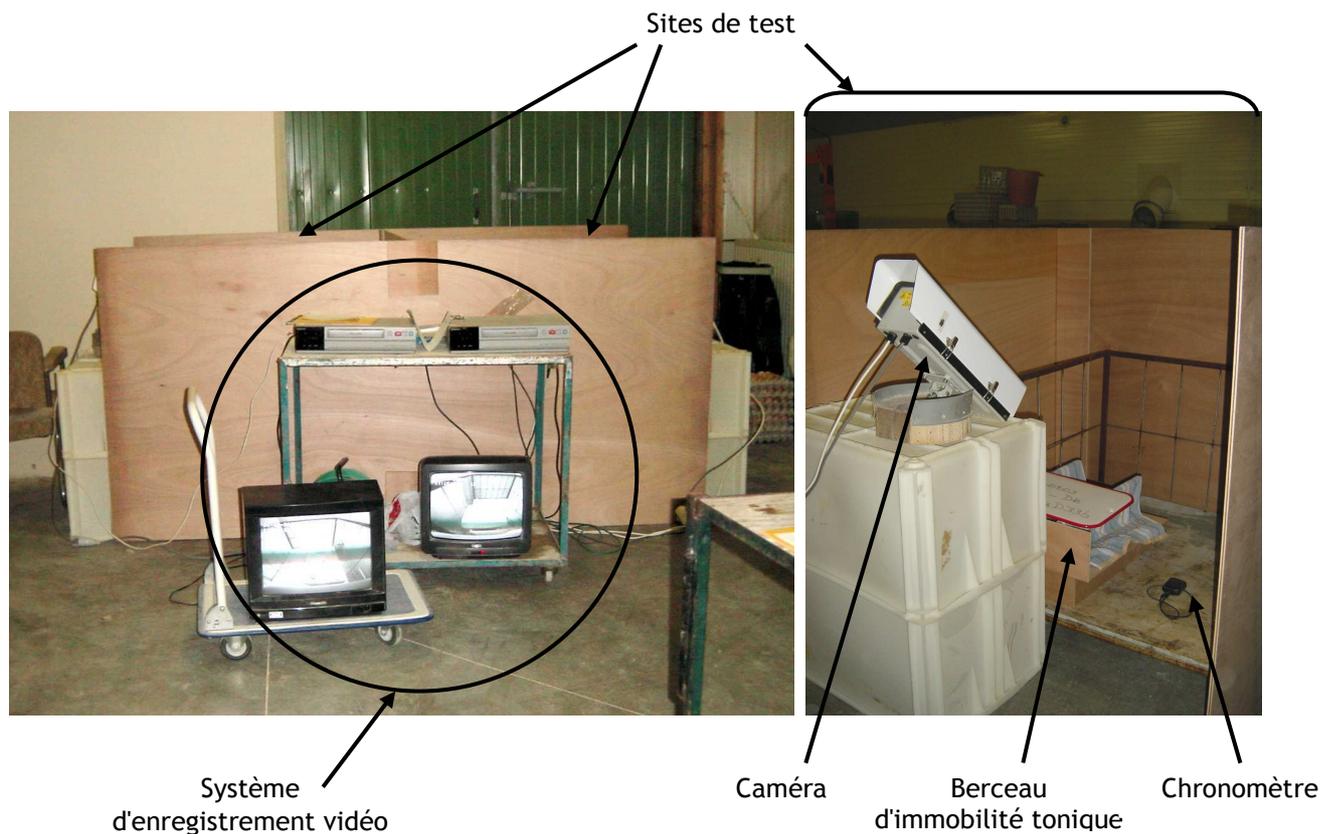


Figure 18 : Installations utilisées pour les tests d'immobilité tonique.

Les tests d'environnement nouveau ont été réalisés de 52 à 59 semaines d'âge, sur 12 groupes de 4 poules par traitement, échantillonnées sur 12 zones, réparties sur la longueur et la hauteur des cages et des volières. Le dispositif de test est représenté sur la Figure 19.

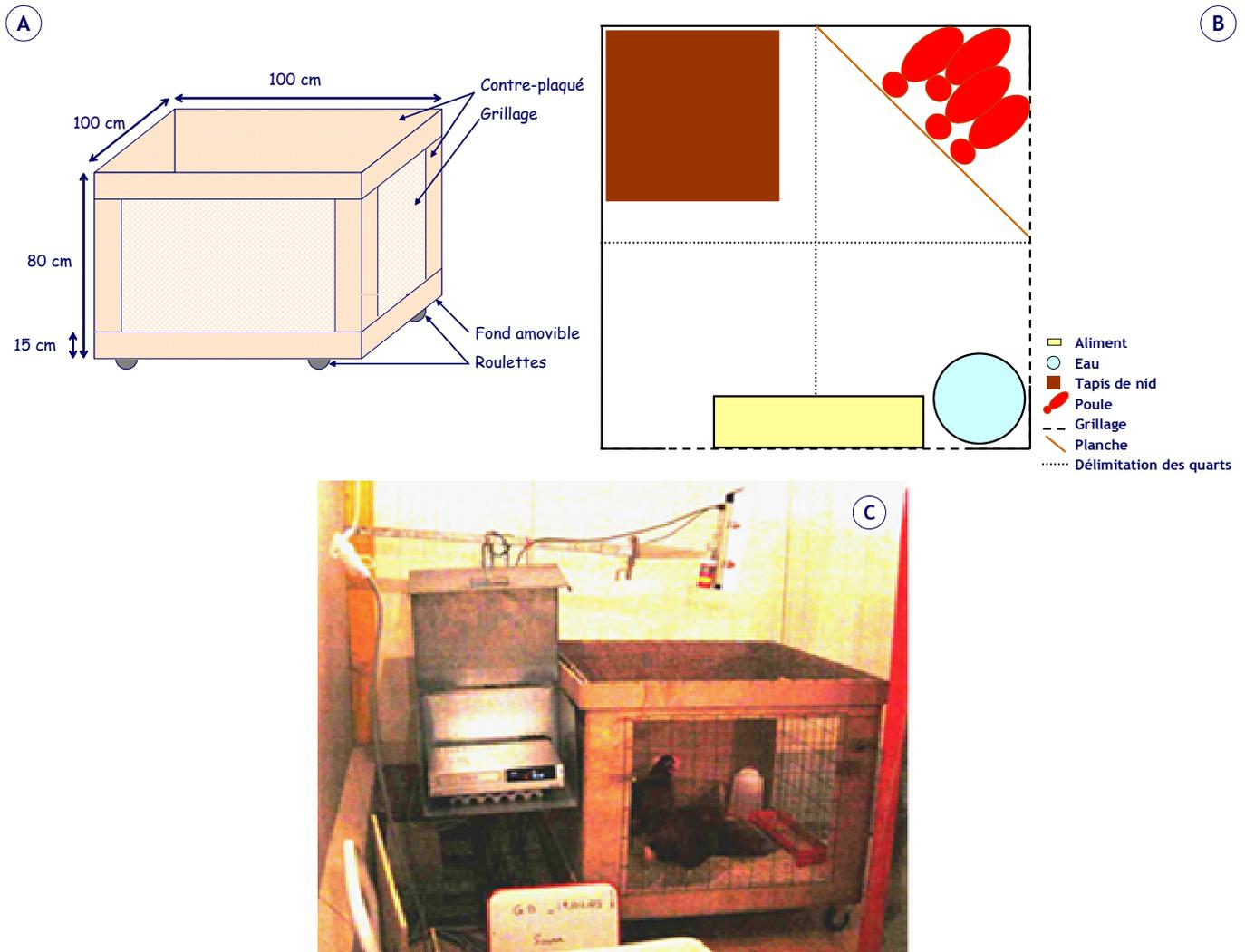


Figure 19 : Cage de test utilisée dans la première expérimentation.

La cage de test est schématisée, vue en perspective (A) et vue du dessus (B). La vue du dessus montre les éléments présents lors des tests d'environnement nouveau. Pendant les tests de motivation pour réaliser des bains de poussière, seuls l'eau et l'aliment étaient présents. La photographie (C) montre la localisation du matériel d'enregistrement vidéo.

Les tests d'objet nouveau ont été réalisés à l'âge de 66 semaines, sur 12 groupes de 4 poules par traitement, échantillonnées sur 12 zones, réparties sur la longueur et la hauteur des cages et des volières. L'objet nouveau utilisé et le dispositif de test sont présentés sur la Figure 20.

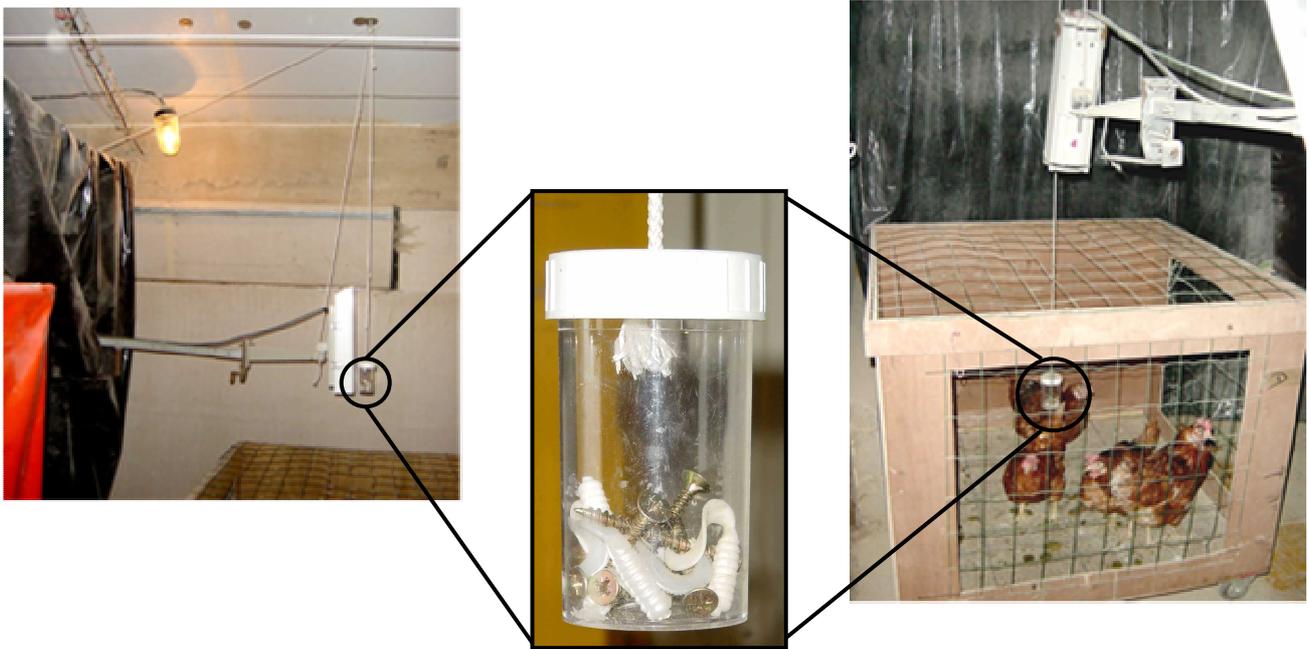


Figure 20 : Dispositif utilisé pour les tests d'objet nouveau de la première expérimentation.

Ces photographies montrent l'objet utilisé lors de ces tests et son emplacement avant les tests (accroché à côté de la caméra) et pendant les tests (suspendu à hauteur de la tête des poules). L'objet fait 5 cm de diamètre et 10 cm de hauteur.

Le taux de viabilité (nombre de poules vivantes / nombre total de poules transférées X 100) a été calculé par semaine.

Le taux de ponte (nombre d'œufs produits / poule / jour) a également été calculé par semaine.

L'utilisation des nids a été mesurée chaque semaine à travers le taux d'œufs pondus hors nids (nombre d'œufs pondus hors nids / nombre d'œufs pondus x 100).

### Résultats

Les variables mesurées dans le test d'immobilité tonique ne différaient pas entre les traitements. Pour toutes les variables mesurées dans le test d'environnement nouveau, les poules SnC différaient des poules SaV et VV : les poules SnC ont moins exploré l'environnement et ont été moins mobiles et moins perturbées par la situation de test. Les poules SaV et VV différaient uniquement pour la latence avant alimentation : la latence des poules SaV était plus courte. Pour le test d'objet nouveau la réaction des poules SnC face à l'objet différait de la réaction des poules SaV et VV : les poules SnC avaient une latence plus longue avant picorage de l'objet, une plus grande augmentation de la latence avant d'entrer dans la zone centrale après la descente de l'objet et une plus grande diminution du temps passé dans la zone centrale après la descente de l'objet, et seules les poules SnC ont présenté des réactions de panique face à l'objet (Figure 21). De plus, la mobilité (nombre de changements de quart) a diminué après la descente de l'objet, uniquement chez les poules SnC. Par contre, les différences entre traitements n'étaient pas les mêmes pour la variable

coups de becs sur l'objet : les poules SnC ont été moins nombreuses que les poules SaV à picorer l'objet, alors que les poules VV ne différaient ni des poules SnC ni des poules SaV. Concernant la perturbation due à la situation de test, le nombre de marches stéréotypées (allers-retours successifs le long d'une paroi) a augmenté uniquement chez les poules SaV et VV, et le nombre de tentatives de sortie a moins augmenté chez les poules SnC que chez les poules SaV après la descente de l'objet, les poules VV ne différaient ni des poules SnC ni des poules SaV.

Parmi les poules SaV, trois pics de mortalité ont eu lieu de 22 à 36 semaines d'âge. La viabilité des poules SnC et VV était au dessus de la référence ISA<sup>15</sup>, jusqu'à ce qu'un pic de mortalité apparaisse à 62 semaines d'âge chez les poules SnC. Les poules des trois traitements ont commencé à pondre à 18 semaines d'âge. L'augmentation du taux de ponte a été moins rapide chez les poules SnC et SaV que chez les poules VV. Le pic de ponte a été atteint plus tôt par les poules SnC et VV que par les poules SaV. Sur l'ensemble de la phase de ponte, le taux de ponte des poules SnC était supérieur à ceux des poules SaV et VV, et les poules SaV ont pondu plus d'œufs hors des nids que les poules VV.

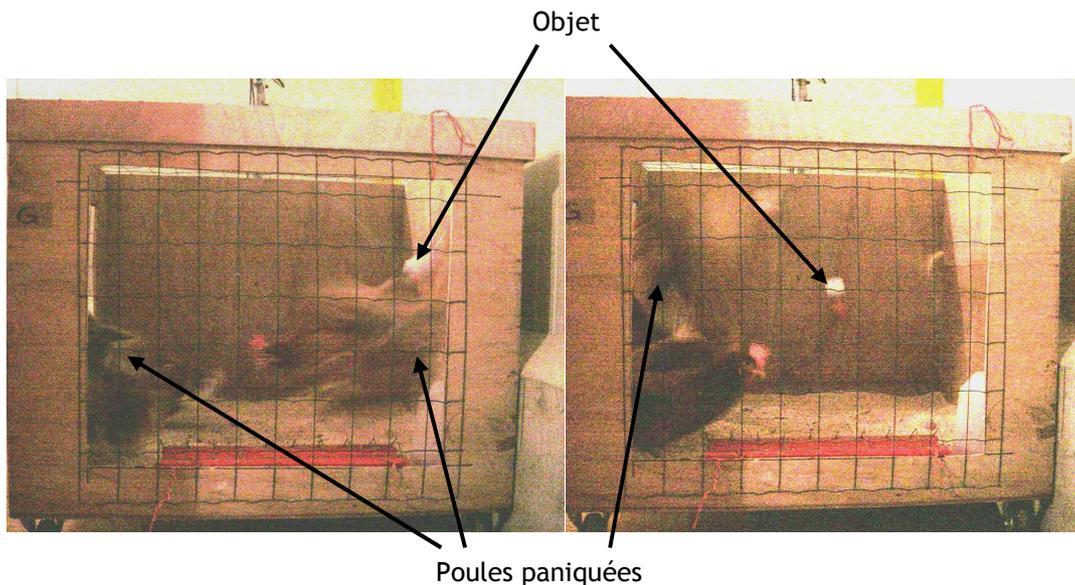


Figure 21 : Comportement de panique observé lors de la descente de l'objet nouveau, dans la première expérimentation.

### Conclusions

Les résultats des tests d'environnement nouveau et d'objet nouveau montrent que les poules de cage conventionnelle ont globalement un niveau de réactivité émotionnelle plus élevé que les poules de volière de ponte. Cette plus grande réactivité émotionnelle des poules de cage est probablement liée, au moins dans notre étude, à la pauvreté en stimulations de leur environnement (petit groupe, pas d'aménagements autres que la mangeoire et les pipettes d'eau) par rapport à la

<sup>15</sup> Référence ISA : données de référence fournies par la firme ISA concernant la viabilité et les performances zootechniques obtenues dans des conditions de production définies (programme lumineux, alimentation...) pour chacune des souches qu'elle produit. Ici, ces données concernent la souche ISA Brown.

richesse de la volière de ponte (grand groupe, entrée des animaliers, aménagements variés). Ainsi, le risque de diminution du bien-être des poules, en relation avec leur réactivité émotionnelle, semble plus élevé en cage conventionnelle qu'en volière de ponte.

Les poules issues de cage et de volière n'ont pas réagi de la même manière aux tests. Les poules de volière ont montré une plus grande perturbation lors des tests qui se sont déroulés en cage de test. Elles ont montré des comportements de frustration et ont essayé de sortir des cages de test, probablement pour échapper à la situation de test ou pour rejoindre leur environnement de vie. Ceci est un facteur limitant la comparaison dans des enceintes de test du comportement d'animaux issus de logements différents.

Le pic de mortalité enregistré chez les poules SnC, dû à une vague de chaleur, montre que le bien-être des poules logées en cage conventionnelle peut être fortement compromis dans des situations de stress thermique. De même, l'augmentation plus faible du taux de ponte chez les poules SnC en début de phase de ponte indique un léger problème d'adaptation, en comparaison aux poules VV, donc probablement une légère altération du bien-être des poules juste après leur transfert en cage conventionnelle.

Chez les poules logées en volière de ponte, les résultats des tests d'immobilité tonique, d'environnement nouveau et d'objet nouveau n'ont pas montré d'effet de l'environnement d'élevage des poulettes (sol aménagé vs. volière d'élevage) sur le niveau de réactivité émotionnelle des poules mesuré en fin de phase de ponte, sauf pour deux variables. Il est possible qu'une différence existe au début de la phase de ponte, puisque la viabilité et les performances zootechniques indiquent une moins bonne adaptation à la volière de ponte des poules issues du sol aménagé (à court et long terme), qui pourrait être liée à une réactivité émotionnelle temporairement plus grande ou bien à une occupation de l'espace différente. En effet, trois pics de mortalité ont été enregistrés chez les poules issues du sol aménagé, alors que la viabilité des poules issues de volière d'élevage était supérieure à la référence ISA pendant la phase de ponte. Bien que les poules de ces deux traitements aient été logées dans des volières de ponte identiques, les poules issues du sol aménagé s'entassaient et s'étouffaient à cause d'une forte attraction pour la zone de ramassage des œufs lors de son nettoyage. De même, les performances zootechniques étaient moins bonnes chez les poules issues du sol aménagé (*cf.* chapitre IV-5).



COLSON et al., Laying hen housing: welfare and fearfulness.

**WELFARE OF LAYING HENS HOUSED IN CAGES AND IN AVIARIES: WHAT ABOUT FEARFULNESS?**

Sandra Colson<sup>1</sup>, Virginie Michel<sup>1</sup> and Cécile Arnould<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Unité Epidémiologie et Bien-Etre en Aviculture et Cuniculture, AFSSA Ploufragan, France, <sup>2</sup>Station de Recherches Avicoles, INRA - Centre de Tours, France.)

Sous presse dans Archiv für Geflügelkunde.

## **Introduction**

In numerous countries, laying hens are mainly kept in conventional cages. In France, for example, in 2002, about 83% of hens were kept in conventional cages (CHALIMBAUD, 2003). Many criticisms about this system have been raised for several years, because the space is restraint and the only furnishings consist in nipple drinkers and feed troughs. In Europe, the Council Directive 1999/74/EC intends to increase the laying hens' welfare by authorising only wider housing systems with more furnishings: furnished cages and non-cage systems (aviaries and floor systems, with or without access to outdoor areas). These authorised systems are supposed to diversify the behavioural repertoire of hens, e.g. performance of comfort behaviours thanks to the increased space and the presence of perches, nesting and dust-bathing areas.

This directive was based on comparative research on the welfare of hens housed in cages and in alternative systems, including aviaries (for review see APPLEBY and HUGHES, 1991). Most of the studies comparing cages and aviaries took into account mortality (ABRAHAMSSON and TAUSON, 1995; TAUSON, et al., 1999), performance of targeted behaviours such as dust bathing (BLOKHUIS and METZ, 1992), space use (ABRAHAMSSON and TAUSON, 1995), time budgets and abnormal behaviours (HANSEN, 1994). These studies showed that mortality and health are not always better in aviaries than in cages, but that welfare is better in terms of behavioural priorities (like dust bathing, pecking and scratching), frequency of activity transitions, level of general activity and abnormal behaviours in aviaries.

The welfare of laying hens is mainly assessed on the basis of the parameters previously mentioned. Assessment via emotional reactivity can give complementary information. Emotional reactivity is the set of emotional states felt by an individual which, after being integrated in the central nervous system, govern its coping responses to a disturbance (BOISSY, 1998). The most

studied of these emotional states is fearfulness, which is the individual's propensity to be more or less easily frightened (BOISSY, 1998). JONES (1996) and BOISSY (1998) emphasised that fearfulness and adaptation are linked. Too high fearfulness reduces adaptation abilities. Impaired adaptation abilities can in turn increase fearfulness. The process is that fearfulness competes with, and can inhibit, a variety of fundamental behaviours motivated by other motivational systems (exploration, social interactions, learning...). Moreover, fearfulness could elicit dangerous behaviours such as panic, which directly compromise welfare (JONES, 1996). In spite of the fact that welfare is influenced by fearfulness, comparisons of the welfare between cages and alternative systems are rarely based on fearfulness, even if studies on fear exist. They used a novel object test to compare cages (2 to 4 birds) and pens (4 birds) (HUGHES and BLACK, 1974), and a tonic immobility test to compare cages (4 birds) and pens (4 birds) (JONES and FAURE, 1981) and cages (3 birds) and aviaries (1500 birds) (HANSEN, et al., 1993).

Fearfulness can be inferred from behavioural coping responses to threatening situations (BOISSY, 1998). These threatening situations have been classified into: stimuli evoking an unlearned fear response, novelty, dangers the animal has learned to avoid, stimuli which arise from conspecifics and characteristics of stimuli presentation. These different threatening stimuli induce different behavioural responses. Stimuli evoking an unlearned fear response and novelty are threatening situations classically used in birds to assess fear and fearfulness (GALLUP, 1979; JONES, 1996). The tonic immobility reaction is an unlearned anti-predator reaction to physical restraint which is induced by the contention of the bird for a few seconds (GALLUP, et al., 1971). In novelty tests, individuals are introduced in a novel environment (JONES, 1977b; FAURE, 1980) or confronted to a novel object (JONES, 1985).

The aim of this study was to compare the welfare, mainly on a fearfulness basis, between hens housed in conventional cages and in laying aviaries. Two rearing systems for the pullets assigned to laying aviaries were evaluated: rearing aviaries and furnished floor pens. Furnished floor pens have the advantage of being less expensive to install and easier to manage than aviaries. However, the former rearing system can influence the adaptation to laying aviaries, but also the hens' fearfulness, because early experiences modulate fearfulness (DENENBERG, 1969; JONES, 1986a; REED, et al., 1993; BOISSY, 1998). The level of fearfulness of hens was assessed during the laying period by tonic

immobility, novel environment and novel object tests. In addition, we used viability and egg production as indicators of welfare.

## **Materials and Methods**

### *Animals and housing*

The study involved ISA Brown hens. They arrived at one day, were beak-trimmed at nine days, transferred from rearing to laying systems at 17 weeks and slaughtered at 69 weeks of age. They were placed in three different combinations of housing during rearing and laying periods (three treatments): (1) 5060 were reared in floor pens, then kept in conventional cages (FC = Floor - Cage), (2) 2560 were reared in furnished floor pens, then kept in an aviary (FA = Furnished-floor - Aviary), (3) 2560 were reared in aviaries, then kept in an aviary (AA = Aviary - Aviary).

FC hens were reared in seven floor pens (69 m<sup>2</sup> each: 847 cm<sup>2</sup> of usable area per pullet) with automatic feed-hoppers on litter. After transfer, they were allocated to four three-tier batteries of conventional cages (five hens per cage: 582 cm<sup>2</sup> of usable area per hen) for the laying period. Cages (Big Dutchman, Germany) were 60 cm wide, 48.5 cm deep and 40 cm high (at 2/3 depth) with two water nipples at the rear and an automatic feeding-chain in the front. FA hens were reared in three furnished floor pens, containing perches and two slatted platforms (69 m<sup>2</sup> each: 1020 cm<sup>2</sup> of usable area per pullet), with automatic feed-hoppers on slatted platforms (Figure 1). After transfer, they were kept in one laying aviary. AA hens were reared in four rearing aviaries (Natura Rearing type, Big Dutchman, Germany, 24 m<sup>2</sup> each: 546 cm<sup>2</sup> of usable area per pullet), identical to laying aviaries but adapted to pullets' size and without nest boxes, with automatic feeding-chains on slatted platforms. After transfer, they were kept in another laying aviary. Laying aviaries (Natura Nova, Big Dutchman, Germany) are described in Figure 2. They were 7.5 m wide and 30 m deep, and gave 1149 cm<sup>2</sup> of usable area per hen.

Conventional cages and laying aviaries were in two barns, in which all conditions (lighting, temperature...) were standard and similarly controlled. However, luminosity slightly differed between rooms: from 6 lx in front of first tier to 30 lx in front of third tier of the cages, and from 2 lx over the litter to 18 lx over slatted platforms in aviaries.

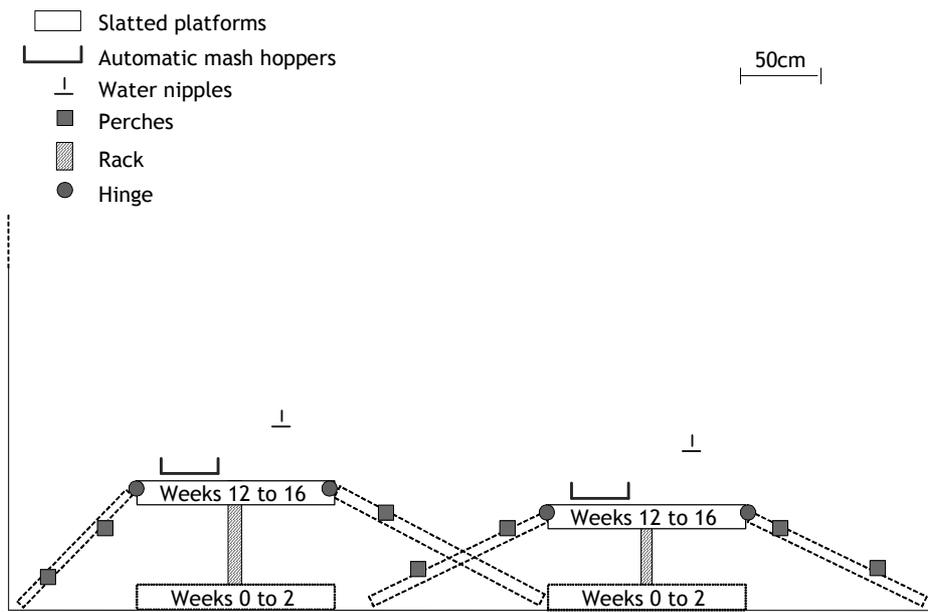


Figure 1. Cross section of a furnished floor rearing pen with perches and two slatted platforms. Platforms were heightened along a rack, as pullets grew older.

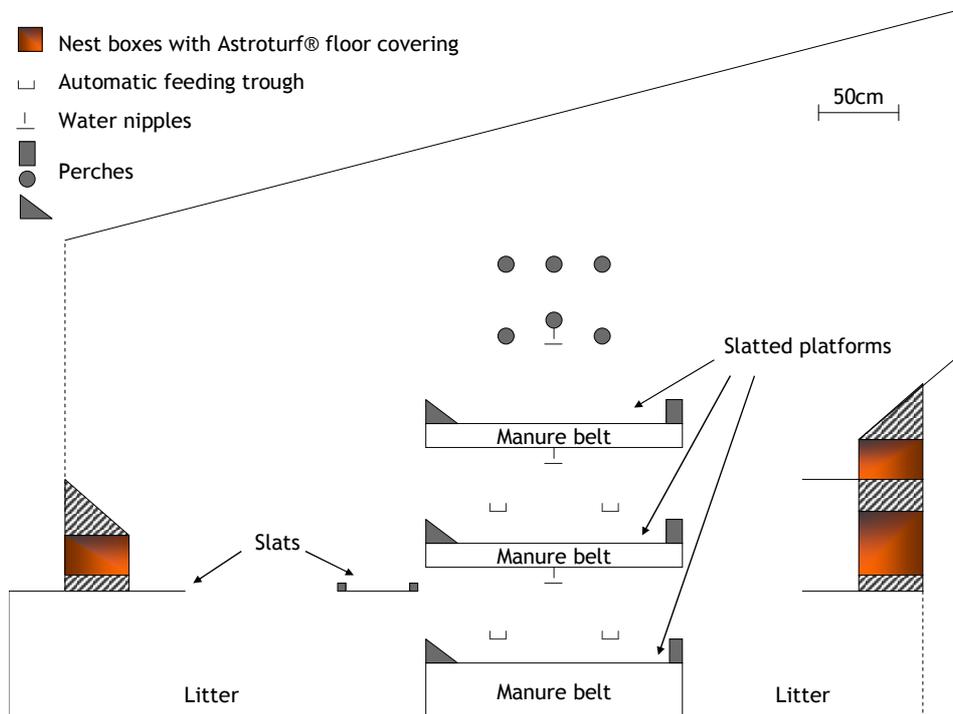


Figure 2. Cross section of the laying aviary (Natura Nova, Big Dutchman, Germany) where the AA hens were kept (hens previously reared in rearing aviaries). The laying aviary where the FA hens were kept (hens previously reared in floor pens furnished with perches and slatted platforms) was the mirror image of this one.

*Fearfulness assessment*

To assess fearfulness, tonic immobility tests, novel environment tests and novel object tests were used. Hens were sampled from 30 areas for tonic immobility, and from 12 areas for novel environment and novel object. Areas were distributed on the length and the vertical levels of cage batteries and aviaries. All hens involved in tests were tested only once, and in only one type of test. Tests were performed either in the evening for tonic immobility (from 17:00 to 22:00) and novel environment (from 20:30 to 21:00) or in the morning and in the afternoon for novel object (from 09:00 to 17:00).

*Tonic immobility tests* - Tonic immobility tests were performed over five days, when hens were 66 weeks old. 30 hens per treatment were tested. They were caught one by one with care and carried in the arms of the experimenter to the test location. Two cradles were used, which were visually isolated from each other. The observer was totally silent, but hens could hear each other. The method described by JONES (1986b) was adapted. Tonic immobility was induced by placing the hen on its back and restraining it for 10 seconds, with one hand over the head and one hand on the sternum, in a U-shaped wooden cradle covered with a cloth. If the hen righted itself before 10 seconds after induction, a new induction was started.

The duration of tonic immobility until the hen righted itself (maximum of 1800 seconds) was video-recorded, as well as the number of inductions (maximum of five) and the number of scanning head movements with great amplitude rather than a postural change of head (given in number per 30 seconds of tonic immobility).

*Novel environment tests* - Novel environment tests were performed when hens were 52 to 59 weeks old. Test-arenas were 100 cm wide, 100 cm deep and 80 cm high; they were composed of a wire lid, two contiguous wooden and two contiguous wire walls. Their floor was divided into four quarters. They contained one tray feeder, one flow drinker and a piece of Astroturf® (40×40 cm). Twelve groups of four hens per treatment were tested. Each group of FC hens was constituted of hens housed in a same cage. Each group of FA and AA hens was constituted of hens close together. One group of AA hens was removed from analyses because of testing procedure problems. Hens were carried carefully in a closed plastic box to the visually isolated test-arenas. They were individually

identified, placed in test-arenas - always in the same quarter named "departure-quarter" - behind a board. Measures were taken for 10 minutes after removal of the board. Hens were tested in their own background: in a test-arena located in the cage barn for FC hens, and in another test-arena located in the aviary barn for FA and AA hens.

Observed behaviours were indicators of mobility, exploration, activity and disturbance due to the test situation. We measured the latencies to first movement, first floor-peck (wooden floor or Astroturf), first feeding bout, first exit from departure-quarter, and also the numbers of quarter changes, attempts to exit (flying or jumping in direction of the lid and passing the head through wire walls) and the presence/absence of pacing (back-and-forth steps), by focal sampling on video recording. From 20 scans on video recording (1 scan every 30 seconds for each hen; i.e. 80 observations), we measured an activity score: number of hens observed pecking, scratching, eating, drinking, preening or engaged in social interactions; a movement score: number of hens observed walking, jumping or flying; and an inactivity score: number of hens engaged in none of the activities mentioned above.

*Novel object tests* - Novel object tests were performed when hens were 66 weeks old on 12 groups of four hens. Arenas of novel environment tests were used. They were empty and a square (50 cm per 50cm) was added on the floor to delimit a central zone. The testing procedure was the same as in novel environment tests, except that hens were not placed behind a board. They were left undisturbed for 15 minutes to get accustomed to the test-arena, then the novel object was slowly lowered into the centre of the central zone and suspended at the level of hens' head. The novel object was a transparent plastic pot (5×10 cm) filled with white artificial lures to attract hens. This object was chosen instead of an object covered with colour stripes, because it was attractive and not too frightening, what permits us to avoid too strong responses. Artificial lures had not been placed outside the object, because we have previously observed that hens eat them. Measures were collected for 15 minutes before and 30 minutes after the presentation of the object.

Observed behaviours were indicators of general mobility, reaction to novel object and disturbance due to the test situation. Before the presentation of the object, we measured the mean duration of time spent in the central zone (i.e. total duration divided by frequency of entries), the latencies to first entry in the central zone and first floor-peck, the numbers of quarter changes, of

attempts to exit and of pacing, by focal sampling on video recording. After the presentation of the object, we measured the same parameters, and the latencies to first movement and first object-peck, the presence/absence of panic reaction (hens flying or running very quickly in all directions) and of object-pecks, by focal sampling on video recording.

The influence of hens' reactions to test-arena has been taken into account for the time spent in the central zone, the latencies to first floor-peck and first entry in the central zone, the numbers of quarter changes, attempts to exit, and pacing. For these variables, the value measured before the presentation of the object (over 15 minutes) was deducted from the value measured after the presentation of the object (mean value by 15 minutes). Therefore, positive differences indicated an increase in numbers, latencies and durations after the presentation of the object. Conversely, negative differences indicated a decrease in these measurements.

#### *Viability and egg production*

Viability and egg production were measured every day. The viability rate (number of hens alive / total number of hens transferred  $\times$  100) and the laying rate (eggs produced/hen/day) were calculated per week.

#### *Statistical analyses*

For tonic immobility tests, the statistical unit was the hen ( $n = 30$ ). For novel environment and novel object tests, the statistical unit was the group of four hens ( $n = 12$ ).

As data had a non normal distribution and some samples were of small size, variables were analysed using non parametric tests: a Kruskal-Wallis test for overall comparison of the three treatments, followed by pair comparisons with Mann-Whitney U test when significant ( $p < 0.05$ ). Presence/absence of pacing in novel environment and object-pecks in novel object tests were analysed using a  $\chi^2$  test for overall comparison of the three treatments and pair comparisons when significant ( $p < 0.05$ ). Analyses were performed using Systat 9.0 (Systat Software Inc., Richmond, California, USA). Results are expressed in means  $\pm$  standard deviation.

**Table 1.** Means  $\pm$  standard deviation of variables measured in the novel environment tests. **FC** hens reared in floor pens and then kept in conventional cages - **FA** hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms) and then kept in a laying aviary - **AA** hens reared in rearing aviaries and then kept in a laying aviary.

		FC (n = 12)	FA (n = 12)	AA (n = 11)	p
Mobility	Latency to first exit from departure-quarter (s)	356.1 $\pm$ 152 <sup>a</sup>	63.0 $\pm$ 27 <sup>b</sup>	68.7 $\pm$ 46 <sup>b</sup>	< 0.001
	Latency to first movement (s)	143.1 $\pm$ 77 <sup>a</sup>	24.9 $\pm$ 13 <sup>b</sup>	35.8 $\pm$ 38 <sup>b</sup>	0.001
	Number of quarter changes	2.3 $\pm$ 1.6 <sup>a</sup>	15.9 $\pm$ 5.2 <sup>b</sup>	18.8 $\pm$ 8.7 <sup>b</sup>	< 0.001
Exploration	Latency to first floor-peck (s)	317.6 $\pm$ 86 <sup>a</sup>	101.3 $\pm$ 80 <sup>b</sup>	80.3 $\pm$ 42 <sup>b</sup>	< 0.001
	Latency to first feeding bout (s)	496.9 $\pm$ 136 <sup>a</sup>	154.2 $\pm$ 59 <sup>b</sup>	238.9 $\pm$ 104 <sup>c</sup>	< 0.001
Disturbance	Number of attempts to exit	0.00 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	0.46 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>	0.30 $\pm$ 0.6 <sup>b</sup>	0.032

<sup>a,b,c</sup>: means with different superscripts within a row differ significantly.

**Table 2.** Means  $\pm$  standard deviation of scores measured in the novel environment tests. **FC** hens reared in floor pens and then kept in conventional cages - **FA** hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms) and then kept in a laying aviary - **AA** hens reared in rearing aviaries and then kept in a laying aviary.

	FC (n = 12)	FA (n = 12)	AA (n = 11)	p
Inactivity score	59.3 $\pm$ 9.9 <sup>a</sup>	22.3 $\pm$ 7.8 <sup>b</sup>	26.0 $\pm$ 10.7 <sup>b</sup>	< 0.001
Activity score	17.4 $\pm$ 9.1 <sup>a</sup>	47.8 $\pm$ 9.5 <sup>b</sup>	40.4 $\pm$ 16.1 <sup>b</sup>	< 0.001
Movement score	3.3 $\pm$ 2.0 <sup>a</sup>	9.8 $\pm$ 3.5 <sup>b</sup>	13.6 $\pm$ 6.7 <sup>b</sup>	< 0.001

<sup>a,b</sup>: means with different superscripts within a row differ significantly.

## Results

### *Tonic immobility tests*

There were no significant difference between FC, FA and AA hens concerning the duration of tonic immobility (FC 607  $\pm$  550; FA 472  $\pm$  449; AA 415  $\pm$  411 seconds;  $p = 0.50$ ), the number of inductions (FC 1.57  $\pm$  0.7; FA 1.80  $\pm$  1.0; AA 1.97  $\pm$  1.2;  $p = 0.60$ ) and the number of scanning head movements per 30 seconds (FC 0.12  $\pm$  0.03; FA 0.27  $\pm$  0.10; AA 0.28  $\pm$  0.07;  $p = 0.37$ ).

### *Novel environment tests*

For all the variables, FA and AA hens significantly differed from FC hens. FC hens were less mobile, explored the novel environment less, were less disturbed by the test situation (Table 1), and were also less active (Table 2). Among the variables measured, one significant difference was found between FA and AA hens (Table 1). It concerned the latency to first feeding bout that was lower in FA than in AA hens. There were not enough hens performing pacing to do statistical analyses (FC 0 hens; FA 2 hens; AA 2 hens).

### *Novel object tests*

Regarding the presence/absence of object-pecks, there was a significant difference between the three treatments (FC 3/12; FA 9/12; AA 7/12;  $p = 0.044$ ). Fewer FC than FA hens pecked the object ( $p = 0.014$ ). AA hens took an intermediate position and did not differ significantly from FC and FA hens. Concerning other reactions to the novel object, no significant differences were found between FA and AA hens, but both significantly differed from FC hens (Table 3). FC hens had a longer latency to first object-peck, a higher increase in the latency to first entry in the central zone after the presentation of the object, and a higher decrease in the mean duration of time spent in the central zone. Furthermore, panic reactions after the presentation of the object were only observed in FC hens.

Regarding general mobility, FC hens significantly differed from FA and AA hens only in the number of quarter changes, which decreased in FC hens only.

Regarding the indicators of disturbance due to the test situation, there was a significant difference between the three treatments: the number of attempts to exit increased less after the presentation of the object in FC than in FA hens, and AA hens did not differ significantly from FC and FA hens, and the number of pacing increased only in FA and AA hens.

**Table 3.** Means  $\pm$  standard deviation of variables measured or calculated in the novel object tests.

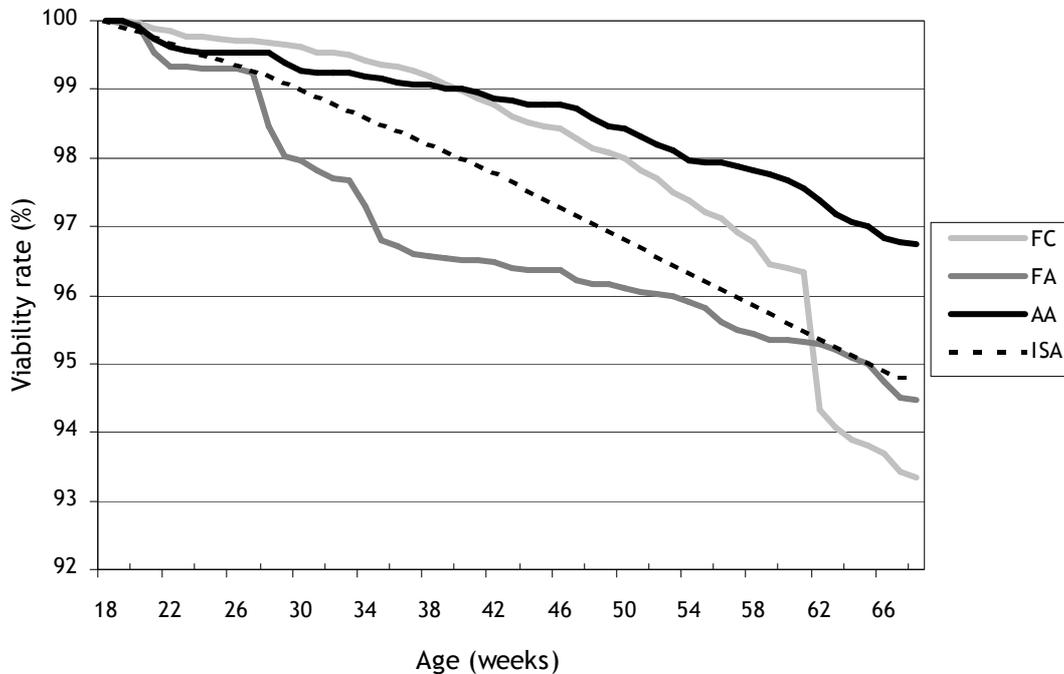
FC hens reared in floor pens and then kept in conventional cages - FA hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms) and then kept in a laying aviary - AA hens reared in rearing aviaries and then kept in a laying aviary. For differences, positive values indicate an increase in numbers, latencies or durations after the presentation of object; and negative values indicate a decrease in numbers, latencies or durations after the presentation of object.

		FC (n = 12)	FA (n = 12)	AA (n = 12)	p
	Latency to first object-peck (s)	1751 $\pm$ 111 <sup>a</sup>	1568 $\pm$ 223 <sup>b</sup>	1567 $\pm$ 237 <sup>b</sup>	0.035
Reaction to novel object	Difference of latency to first entry in the central zone (s)	349.0 $\pm$ 264.6 <sup>a</sup>	82.3 $\pm$ 101.3 <sup>b</sup>	92.8 $\pm$ 171.5 <sup>b</sup>	0.004
	Difference of duration of time spent in the central zone (s)	-143.0 $\pm$ 98.2 <sup>a</sup>	-44.3 $\pm$ 24.8 <sup>b</sup>	-67.1 $\pm$ 44.9 <sup>b</sup>	0.008
	Latency to first movement (s)	108.1 $\pm$ 223	31.4 $\pm$ 27	19.4 $\pm$ 13	0.395
General mobility	Difference of latency to first floor-peck (s)	144.6 $\pm$ 204.8	71.5 $\pm$ 109.9	41.0 $\pm$ 69.2	0.457
	Difference of number of quarter changes	-3.10 $\pm$ 3.2 <sup>a</sup>	8.34 $\pm$ 10.8 <sup>b</sup>	14.29 $\pm$ 10.4 <sup>b</sup>	< 0.001
Disturbance	Difference of number of attempts to exit	0.10 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	2.19 $\pm$ 2.0 <sup>b</sup>	0.84 $\pm$ 1.8 <sup>ab</sup>	0.002
	Difference of number of pacing	0.00 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	0.63 $\pm$ 0.5 <sup>b</sup>	0.38 $\pm$ 0.5 <sup>b</sup>	< 0.001

<sup>a,b</sup>: means with different superscripts within a row differ significantly.

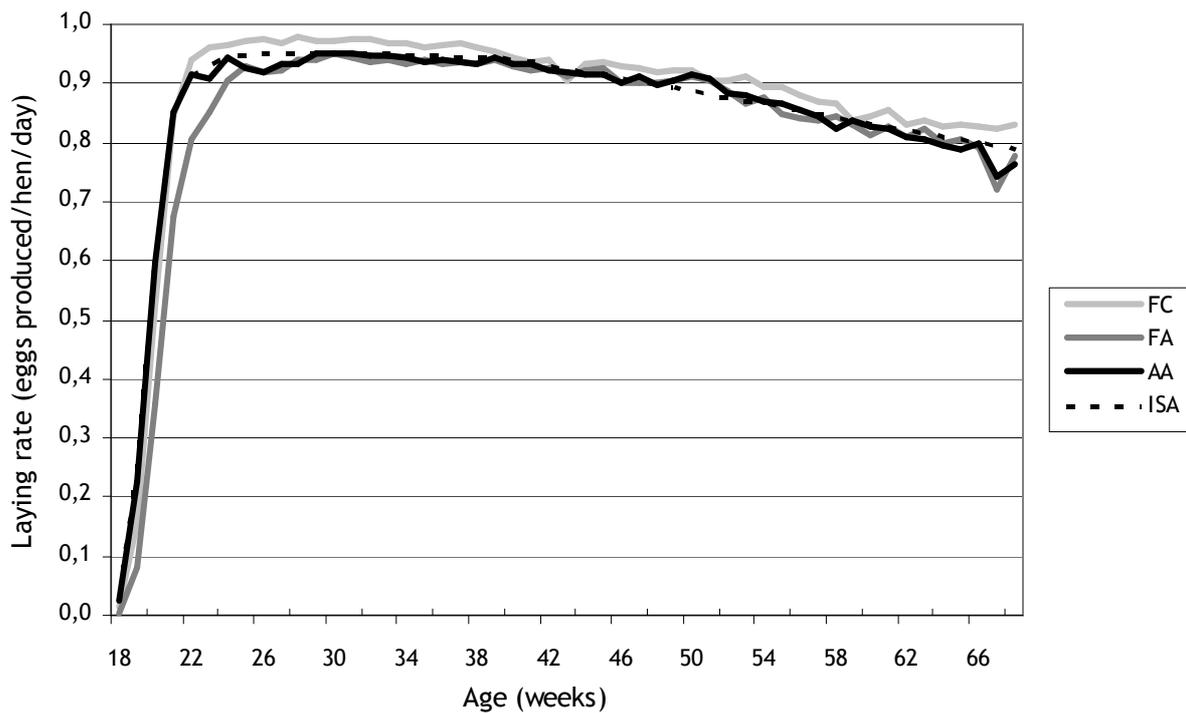
*Viability and egg production*

Until week 62, viabilities of FC and AA hens were very high and above ISA reference (Figure 3). In week 62, a peak of mortality occurred among FC hens. Among FA hens, three peaks of mortality occurred from weeks 22 to 36.



**Figure 3.** Viability rate during the laying period. FC hens reared in floor pens and then kept in conventional cages - FA hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms) and then kept in a laying aviary - AA hens reared in rearing aviaries and then kept in a laying aviary, in comparison with ISA reference (ISA).

Hens of all treatments began to lay at 18 weeks of age (Figure 4). The increase of the laying rate was faster in AA hens, compared to FC and FA hens. The peak of lay was reached in week 22 in FC and AA hens, and in week 24 in FA hens. During the whole laying period, FA hens laid more eggs outside the nests than AA hens did (0.08 vs. 0.04 eggs/hen/day). The laying rate of FC hens remained higher than those of FA and AA hens for the whole laying period (FC 0.88, FA 0.84, AA 0.85).



**Figure 4.** Laying rate of FC hens reared in floor pens and then kept in conventional cages - FA hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms) and then kept in a laying aviary - AA hens reared in rearing aviaries and then kept in a laying aviary, in comparison with ISA reference (ISA).

## Discussion

### *Fearfulness assessment*

No difference was found between the three treatments in responses to tonic immobility tests. This is in contrast with several previous studies using tonic immobility test, which pointed out a greater fearfulness of caged hens compared to hens kept in pens or in aviaries (JONES and FAURE, 1981; HANSEN, *et al.*, 1993).

In our study, hens could hear each other during the tests. This may have increased the variability in tonic immobility duration within treatments, and then reduce the differences between treatments. Indeed, the coefficients of variation recorded in our study (FC 91%, FA 95%, AA 99%) were greater than those recorded by JONES and FAURE (1981) and HANSEN, *et al.* (1993) (from 44% to 87%). The later found a significant difference in tonic immobility responses between cage and aviary hens. They had experimental conditions close to ours, but not totally similar: 3 hens per cage

and 1500 hens per aviary whereas we had 5 hens per cage and 2560 hens per aviary. Moreover, they did not use the same strain as us: they used a White Leghorn strain. Several authors have pointed out that hens from different strains react differently under different husbandry conditions. For example, ALBENTOSA, et al. (2003) reported that White Leghorn hens show a longer tonic immobility duration than ISA Brown hens. Differences in tonic immobility responses between treatments might be greater among White Leghorn hens than ISA Brown hens, what explains probably the lack of difference we obtained.

Compared to aviary hens (FA and AA) cage hens (FC) were less mobile, less active, showed more panic reactions after the presentation of the novel object and explored less the novel environment and the novel object. It is known that fearfulness competes with and inhibits a variety of fundamental behaviours such as exploration, social interactions or comfort behaviours. In a given situation, the less an individual explores, moves or is active, the more fearful she is considered (FAURE, 1975; JONES, 1977a; MURPHY, 1978; FAURE, 1980). In cases of extreme fear, the individual can even freeze (MURPHY, 1978). Thus, it appears that cage hens were more fearful than aviary hens. Moreover, aviary hens seemed uninterested in the test situations. Even though some of them pecked at the object in novel object tests, they quickly returned to the activity in which they were engaged before the presentation of the object. This behaviour demonstrates a low level of fear (BOISSY, 1998). HUGHES and BLACK (1974) made similar observations when comparing novel-object avoidance scores of hens housed in cages or in pens; they could not score hens housed in pens because of their indifference to the object. Diversified experiences can lower fearfulness by regulation of emotional and cognitive processing, and therefore, enhances adaptation abilities to unfamiliar stimuli (DENENBERG, 1969; REED, *et al.*, 1993). The greater fear shown by caged hens in the present experiment is probably related to the low level of stimulation from their environment: small flock, no furnishings except feeders and drinkers. The aviary environment, in contrast, is richer: large flock, entries of farmers, varied furnishings such as nests, perches, etc. If there is a clear difference between cage and aviary hens, pullets' rearing environment (furnished floor pens vs. rearing aviaries) had no effect on the fearfulness of hens kept in aviaries during the laying period.

Indicators of disturbance (attempts to exit and pacing) were less frequently observed in cage hens than in aviary hens. This may be due to an inhibition of the expression of fear-related behaviours in cage hens. This notion is supported by MURPHY (1978) who stated that a very fearful individual will stop moving rather than fleeing. This difference may also be due to the desire of aviary hens to get out of the test-arena. According to JONES (1977a), attempts to exit may reflect avoidance of the test situation without involvement of fear, with a gradually increasing predominance of active search to regain contact with the living environment. During novel environment tests, the flying/jumping directed to the lid occurred more often than the passing of the head through the wire walls. These tests took place in the evening shortly before turning the light off, at a time when hens in aviaries were usually flying/jumping to reach perches. Tested hens were probably inclined to move upward. During novel object tests, the proportion of attempts to exit was the opposite. These tests took place in the morning and the afternoon, at a time when hens were usually moving more horizontally in aviaries. Tested hens were probably inclined to move sideward. Furthermore, pacing is usually described as a behaviour of frustration, not as one of fear, in many species (MASON, 1991; ZIMMERMAN, et al., 2003; APPLEBY, et al., 2004). In our experimental conditions, this behaviour seemed linked to the attempts to exit. It was mainly observed along the wire walls, not along the plain-wooden walls, and was often associated with the passing of the head through the wire walls.

Similarities between different tests of fear have been reported by several authors. JONES and MILLS (1983) reported a good correlation ( $>0.50$ ) between the results obtained in four tests of fear: novel environment, startling stimuli, tonic immobility, emergence test of timidity. JONES (1987) found a correlation of more than 0.60 between three tests: novel rod, pen with cone and tonic immobility. However, other authors found that responses to tonic immobility and novel environment test are either almost independent (MIGNON-GRASTEAU, et al., 2003) or not correlated (HEIBLUM, et al., 1998). In our experiment, we obtained similar results in behavioural responses in novel environment and novel object tests, but not in tonic immobility tests. This result underlined the importance to use several tests to assess general fearfulness, as mentioned by JONES (1987).

*Viability and egg production*

The peak of mortality in FC hens, due to a heat wave, underlines that the welfare of cage hens can be badly compromised in heat stress situations. Aviary hens suffered less because they had higher possibilities to decrease their body temperature by moving to cooler areas, fluffing and wing-raising, thanks to the larger usable area available. The peaks of mortality in FA hens were due to a problem of adaptation to laying conditions: FA hens did not use the space as efficiently as AA hens did. FA hens were strongly attracted to the egg-collecting area during cleaning, what led to crowding and suffocation, whereas no problem occurred in AA hens, which were housed in the same conditions.

The slower increase of the laying rate in FC hens, in the beginning of laying period, indicates a slight problem of adaptation to cages. The lower laying rate and the more numerous eggs laid outside the nests in FA hens compared to AA hens indicate a long-term problem of adaptation: some hens did not use properly the furnishings (such as nests) probably because of their impaired space use (COLSON, et al., 2005).

*General discussion*

The results of behavioural tests did not indicate any effect of the pullets' rearing environment (rearing aviary or furnished floor) on the fearfulness of hens kept in aviaries during the laying period. However, in the beginning of the laying period, viability and egg production indicated a poorer adaptation to aviaries of hens coming from furnished floor pens. This could be explained by a temporarily higher fearfulness of these hens, and by a different space use in the beginning of the laying period: litter more occupied, nests and feed-troughs less occupied than hens coming from rearing aviaries (COLSON, et al., 2005).

Regarding to the results of novel environment tests, novel object tests, viability and early egg production indicate that globally, under the conditions of our study, welfare seems more compromised in conventional cages than in aviaries. Our results are in accordance with those of previous studies using tonic immobility (HANSEN, et al., 1993), comfort behaviours (BLOKHUIS and METZ, 1992), or time budgets and abnormal behaviours (HANSEN, 1994) to assess welfare in cage-aviary comparisons (for review, see APPLEBY and HUGHES, 1991).

The fearfulness, measured after week 51, was not affected by the rearing conditions of aviary hens (FA and AA). It would be of interest to determine whether a difference exists in the early beginning of the laying period. The viability and egg production results indicate that FA hens faced problems of adaptation to aviaries. Furnishings (perches and platforms) proposed in the furnished floor rearing system have to be improved, if we want to obtain a wholly successful adaptation and then high production.

### **Acknowledgments**

The present study was partly supported by the OFIVAL (Office National Interprofessionnel des Viandes de l'Élevage et de l'Aviculture) and the DGAL (Direction Générale de l'Alimentation). S. Colson was supported by a grant from the Conseil Général des Côtes d'Armor. We are grateful to the staff of the experimental farm (Service d'Expérimentations Avicoles et Cunicoles - AFSSA) for husbandry and collecting the production parameters. S. Colson also thanks D. Huonnic for his demonstration of tonic immobility induction.

### **Summary**

This study, mainly based on emotional reactivity, compared the welfare of laying hens (ISA Brown) from three different combinations of housing during rearing and laying periods: (1) hens reared in floor pens, then kept in conventional cages for the laying period (FC), (2) hens reared in furnished floor pens (with perches and platforms), then kept in a laying aviary (FA) and (3) hens reared in rearing aviaries, then kept in a laying aviary (AA). Thirty hens per treatment were tested for tonic immobility at 66 weeks of age, twelve groups of four hens were tested in a novel environment at 52-59 weeks of age, and twelve groups of four hens were tested with a novel object at 66 weeks of age. Viability and egg production were recorded all along the laying period. Treatment did not influence the tonic immobility response, but FC hens were more fearful than FA and AA hens in novel environment and novel object tests. Peaks of mortality only occurred in FC and FA hens, and egg production was lower in FA than in FC and AA hens. This study suggests that welfare is more compromised for hens kept in conventional cages than for those kept in aviaries, and that furnishings, as proposed in our furnished floor rearing system, need to be improved in order to ensure good adaptation to laying aviaries. This study does not show any difference in fearfulness between FA and AA hens at the end of the laying period, but it would be of interest to determine whether a difference exists at the early beginning of the laying period.

**Key words.** Adaptation, emotional reactivity, poultry, housing, novelty, tonic immobility.

## **References**

- ABRAHAMSSON, P. and TAUSON, R., 1995: Aviary systems and conventional cages for laying hens. Effects on production, egg quality, health and bird location in three hybrids. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 45, 191-203.
- ALBENTOSA, M.J., KJAER, J.B. and NICOL, C.J., 2003: Strain and age differences in behaviour, fear response and pecking tendency in laying hens. *Br. Poultry Sci.* 44, 333-344.
- APPLEBY, M.C. and HUGHES, B.O., 1991: Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects. *Worlds Poultry Sci. J.* 47, 109-128.
- APPLEBY, M.C., MENCH, J.A. and HUGHES, B.O., 2004: Normal behaviour. In: *Poultry Behaviour and Welfare*, Cromwell Press, CAB International, Trowbridge, 151-152.
- BLOKHUIS, H.J. and METZ, J.H.M., 1992: Integration of animal welfare into housing systems for laying hens. *Netherlands J. Agric. Sci.* 40, 327-337.
- BOISSY, A., 1998: Fear and fearfulness in determining behavior. In: *Genetics and the behavior of domestic animals*, Academic Press, San Diego, California, USA, 67-111.
- CHALIMBAUD, J., 2003: Différents modes d'élevage de poulettes et de pondeuses en France : évolution des effectifs, des performances techniques et des coûts de production. In: *Journée nationale des professionnels de la pondeuse et de l'oeuf de Consommation*, ITAVI, Ploufragan, France,
- COLSON, S., ARNOULD, C., HUONNIC, D. and MICHEL, V., 2005: Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries. *Anim. Sci. Papers and Reports* 23 (Supplement 1), 85-93.
- DENENBERG, V.H., 1969: The effects of early experience. In: *The behaviour of domestic animals*. Second edition, Baillière, Tindall & Cassel, London, 95-130.
- FAURE, J.M., 1975: Etude des liaisons entre comportement en open-field et émotivité chez le jeune poussin. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 7, 197-204.
- FAURE, J.M., 1980: To adapt the environment to the bird or the bird to the environment? In: *The Laying Hen and its environment*, Martinus Nijhoff, Brussels-Luxembourg, 19-42.
- GALLUP, G.G., 1979: Tonic immobility as a measure of fear in the domestic fowl. *Anim. Behav.* 27, 316-317.

- GALLUP, G.G., NASH, R.F., DONEGAN, N.H. and MACCLURE, M.K., 1971: The immobility response: a predator-induced reaction in chickens. *Psychol. Rec.* 21, 513-519.
- HANSEN, I., 1994: Behavioural expression of laying hens in aviaries and cages: frequencies, time budgets and facility utilisation. *Br. Poult. Sci.* 35, 491-508.
- HANSEN, I., BRAASTAD, B.O., STORBRATEN, J. and TOFASTRUD, M., 1993: Differences in fearfulness indicated by tonic immobility between laying hens in aviaries and in cages. *Anim. Welfare* 2, 105-112.
- HEIBLUM, R., AIZENSTEIN, O., GVARYAHU, G., VOET, H., ROBINZON, B. and SNAPIR, N., 1998: Tonic immobility and open field responses in domestic fowl chicks during the first week of life. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 60, 347-357.
- HUGHES, B.O. and BLACK, A.J., 1974: The effect of environmental factors on activity, selected behaviour patterns and "fear" of fowls in cages and pens. *Br. Poult. Sci.* 15, 375-380.
- JONES, R.B., 1977a: Repeated exposure of the domestic chick to a novel environment: effects on behavioural responses. *Behav. Process.* 2, 121-133.
- JONES, R.B., 1977b: Sex and strain differences in the open-field responses of the domestic chick. *Applied Animal Ethology* 3, 255-261.
- 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. *Br. Poult. Sci.* 26, 399-408.
- JONES, R.B., 1986a: Responses of domestic chicks to novel food as a function of sex, strain and previous experience. *Behav. Process.* 12, 261-271.
- JONES, R.B., 1986b: The tonic immobility reaction of the domestic fowl: a review. *Worlds Poult. Sci. J.* 42, 82-96.
- JONES, R.B., 1987: Assessment of fear in adult laying hens: correlational analysis of methods and measures. *Br. Poult. Sci.* 28, 319-326.
- JONES, R.B., 1996: Fear and adaptability in poultry: insights, implications and imperatives. *Worlds Poult. Sci. J.* 52, 131-168.
- JONES, R.B. and FAURE, J.M., 1981: Tonic immobility ("righting time") in laying hens housed in cages and pens. *Applied Animal Ethology* 7, 369-372.
- JONES, R.B. and MILLS, A.D., 1983: Estimation of fear in two lines of the domestic chick: correlations between various methods. *Behav. Process.* 8, 243-253.

MASON, G.J., 1991: Stereotypies: a critical review. *Anim. Behav.* 41, 1015-1037.

MIGNON-GRASTEAU, S., ROUSSOT, O., DELABY, C., FAURE, J.M., MILLS, A., LETERRIER, C., GUÉMÉNÉ, D., CONSTANTIN, P., MILLS, M., LEPAPE, G. and BEAUMONT, C., 2003: Factorial correspondence analysis of fear-related behaviour traits in Japanese quail. *Behav. Process.* 61, 69-75.

MURPHY, L.B., 1978: The practical problems of recognizing and measuring fear and exploration behaviour in the domestic fowl. *Anim. Behav.* 26, 422-431.

REED, H.J., WILKINS, L.J., AUSTIN, S.D. and GREGORY, N.G., 1993: The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 39-46.

TAUSON, R., WAHLSTRÖM, A. and ABRAHAMSSON, P., 1999: Effect of two floor housing systems and cages on health, production, and fear response in layers. *J. Appl. Poult. Res.* 8, 152-159.

ZIMMERMAN, P.H., LUNDBERG, A., KEELING, L.J. and KOENE, P., 2003: The effect of an audience on the gavel-call and other frustration behaviours in the laying hen (*Gallus gallus domesticus*). *Anim. Welfare* 12, 315-326.

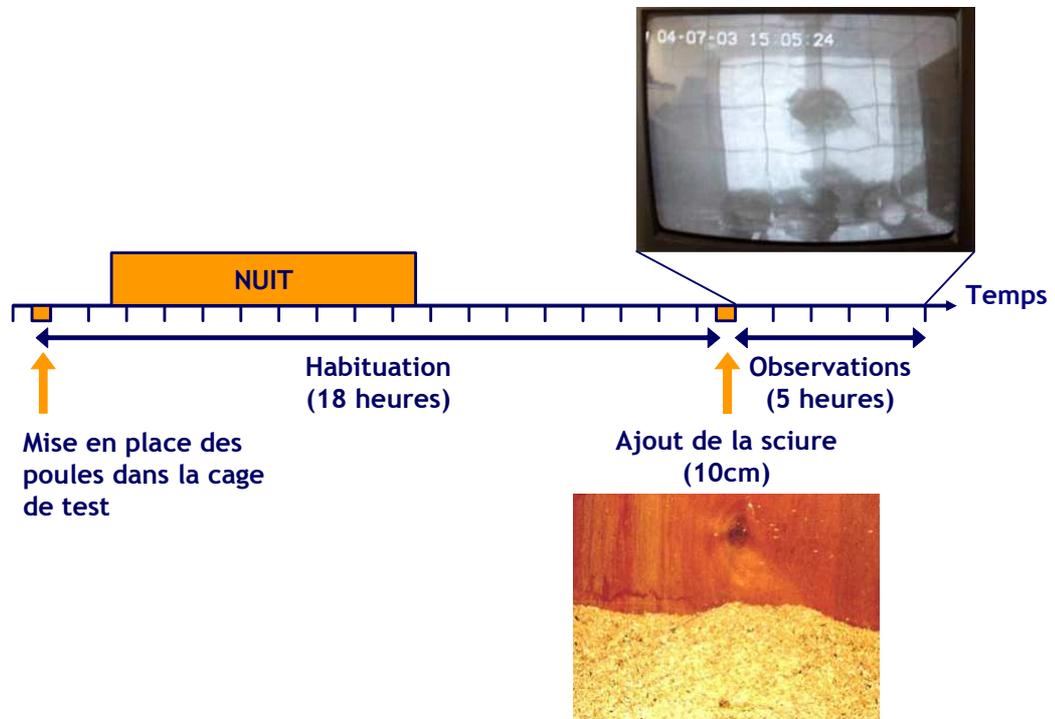


Figure 22 : Déroulement des tests de motivation pour réaliser des bains de poussière.

Les poules sont mises en place à 20h45 ou 21h00. La cage de test ne contient alors pas de sciure. La sciure est ajoutée à 14h45 ou 15h00 le lendemain et les observations ont lieu de 14h45 à 19h45 ou de 15h00 à 20h00.

#### **IV-4] Etude de la motivation pour réaliser des bains de poussière**

Cette étude a donné lieu à un article "Motivation to dust-bathe of laying hens housed in cages and in aviaries", accepté pour publication sous réserve de modifications dans Animal Research. Les méthodes, résultats et conclusions sont résumés en préambule de l'article.

##### **Méthodes**

Les tests de motivation ont été réalisés dans des cages de test similaires à celles utilisées par GUESDON (2004). Ils ont été réalisés 36 à 43 semaines après le transfert, sur 12 groupes de 4 poules par traitement. Les poules ont été échantillonnées sur 12 zones, réparties sur la longueur et la hauteur des cages et des volières. Le déroulement des tests est résumé dans la Figure 22.

##### **Résultats**

Les valeurs obtenues, entre poules de cage conventionnelle et de volière de ponte, différaient pour toutes les variables. Les poules de cage avaient une latence avant la réalisation de leur premier bain de poussière plus courte, leurs bains de poussière étaient plus longs et plus nombreux, et elles étaient plus nombreuses à réaliser des bains de poussière.

##### **Conclusions**

Lors des tests, les poules de cage ont montré une forte motivation pour réaliser des bains de poussière, alors que les poules de volière ont montré une faible motivation. Ainsi, dans nos volières de ponte la motivation des poules pour réaliser des bains de poussière a été davantage satisfaite que dans nos cages conventionnelles. L'accès à la litière semble avoir été suffisant en termes de durée et de quantité, et la qualité de la litière était correcte. La volière de ponte apporte donc une amélioration du bien-être en terme de réalisation de bains de poussière par rapport à la cage conventionnelle, au moins dans nos conditions expérimentales.



Cage and aviary hens' motivation to dust-bathe

**MOTIVATION TO DUST-BATHE OF LAYING HENS HOUSED IN CAGES AND IN AVIARIES**

Sandra Colson<sup>1</sup>, Cécile Arnould<sup>2</sup> and Virginie Michel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UEBEAC, AFSSA-LERAP, Zoopôle Beaucemaine BP 53, 22440 Ploufragan, France

<sup>2</sup>Station de Recherches Avicoles, INRA - Centre de Tours, 37380 Nouzilly, France.

Accepté pour publication dans *Animal*.

**Abstract** - New housing systems for commercial egg production, furnished cages and non-cage systems, should improve the welfare of laying hens. In particular, thanks to the presence of a litter area, these new housing systems are thought to satisfy the dust-bathing motivation of hens more than in conventional cages, in which no litter area is present. However, although apparently obvious, there is no concrete evidence that non-cage systems, particularly aviaries, satisfy hens' motivation to dust-bathe and thus improve hens' welfare in terms of dust bathing behaviour. The aim of this study was to compare hens' dust-bathing motivation when housed for a long time under similar conditions to commercial conditions in laying aviaries (with litter) and in conventional cages (without litter). Three treatments were compared: hens reared in floor pens then housed in conventional cages, hens reared in furnished floor pens then housed in a laying aviary, and hens reared in rearing aviaries then housed in a laying aviary. All three treatments provided access to litter during the rearing period. After transfer to the laying systems, access to litter was maintained for the aviary hens but stopped for the cage hens. Twelve groups of four hens per treatment were tested 36 to 43 weeks after transfer. The hens were placed in sawdust-filled testing arenas, and latency to dust-bathe, duration and number of dust-baths, and number of hens dust-bathing were recorded. Latency to dust-bathe was shorter, dust baths were longer and more numerous, and more hens dust-bathed among cage hens than among aviary hens. Our results indicate that hens' motivation to dust-bathe was more satisfied in laying aviaries than in conventional cages. Thus, laying aviaries improve hens' welfare in term of dust-bathing behaviour compared with conventional cages.

**behaviour / dust-bathing / poultry / production system / welfare.**

**Résumé - Motivation pour le bain de poussière de poules pondeuses logées en cages ou en volières.** Les nouveaux systèmes de logement pour les animaux destinés à la production d'œufs de consommation (cages aménagées et systèmes "hors cage") ont pour but d'améliorer le bien-être des poules pondeuses. En particulier, grâce à la présence de litière, ces nouveaux systèmes sont sensés satisfaire davantage la motivation des poules pour le bain de poussière que les cages conventionnelles, dans lesquelles il n'y a pas de litière. Cependant, bien que cela puisse paraître évident, il n'est pas certain que les systèmes "non cage" (en particulier les volières) satisfassent la motivation des poules pour le bain de poussière, et qu'ils améliorent le bien-être des poules du point de vue de ce comportement. Le but de cette étude était de comparer la motivation pour le bain de poussière de poules logées depuis longtemps dans des conditions proches des conditions commerciales en volière de ponte (avec litière) ou en cage conventionnelle (sans litière). Trois traitements ont été comparés : des poules élevées dans des parquets au sol puis transférées dans des cages conventionnelles, des poules élevées dans des parquets au sol aménagés puis transférées dans une volière de ponte, et des poules élevées dans des volières d'élevage puis transférées dans une volière de ponte. Dans les trois traitements, les poulettes avaient accès à de la litière pendant la période d'élevage. Après le transfert en systèmes de ponte, les poules de volière avaient toujours accès à de la litière, alors que les poules de cage étaient privées de litière. Douze groupes de quatre poules par traitement ont été testés de 36 à 43 semaines après le transfert. La latence avant de réaliser un bain de poussière, la durée et le nombre des bains de poussière, et le nombre de poules réalisant des bains de poussière ont été enregistrés quand les poules avaient accès à de la sciure. La latence pour réaliser un bain de poussière était plus courte, les bains de poussière étaient plus longs et plus nombreux, et davantage de poules réalisaient des bains de poussière parmi les poules de cage que parmi les poules de volière. Nos résultats indiquent que la motivation pour le bain de poussière était davantage satisfaite en volière de ponte qu'en cage conventionnelle. De ce fait, les volières de ponte améliorent le bien-être des poules pondeuses du point de vue du comportement de bain de poussière en comparaison aux cages conventionnelles.

**comportement / bain de poussière / volaille / système de production / bien-être**

## 1. INTRODUCTION

In many countries, laying hens are mainly housed in conventional cages during the laying period (for example, in 2002, in France, about 83% of the hens were housed in conventional cages [4]). Under this system, space is restricted and the only furnishings are nipples and feed troughs. In Europe, Council Directive 1999/74/EC is intended to improve laying hens' welfare by imposing more spacious housing systems with more furnishings: furnished cages and non-cage systems (aviaries and floor systems, with or without access to outdoor areas). These imposed systems are expected to diversify the behavioural repertoire of hens, e.g. dust-bathing in a suitable substrate.

According to the EFSA report [11], dust-bathing in a dry and friable substrate is a behavioural priority that maintains hens' feathers in good condition [23, 22]. Various techniques have been used to study motivation to dust-bathe, in particular after a deprivation period [24, 14, 25]. The reports have shown that when hens are deprived of litter, their motivation to dust-bathe increases: latency to dust-bathe decreases, and the intensity (number of elements composing the dust-baths), number and length of dust baths all increase when hens are given access to a litter after a deprivation period. Studies have been performed on young chicks [14, 25] and on adult hens [24] under research conditions with groups of two birds [14, 25] or fifty birds [24], and with short deprivation periods (less than five days).

There is no evidence that the laying systems imposed by Directive 1999/74/EC provide sufficient access to litter to enhance hens' welfare in terms of dust-bathing behaviour. To the best of our knowledge, no studies have compared adult hens' motivation to dust-bathe in conventional cages versus aviaries. Different studies compared the effect of different designs of furnished cages [1] and different flooring materials [17] on dust-bathing behaviour, but Guesdon [12] performed the only study, under conditions close to commercial conditions, comparing motivation to dust-bathe in hens housed in conventional cages versus furnished cages. None of the aviary studies published has shown that it was possible for every hen to perform dust-bathing. As it has been observed that hens present uneven spatial distribution [3, 5, 13, 19], there may be inadequate access to litter, and the litter provided in aviaries may be of poor quality in the second part of laying period.

The aim of this experiment was to compare the motivation of adult hens to dust-bathe in a suitable substrate when they were housed for a long time under conditions close to commercial

conditions in laying aviaries (with litter) and in conventional cages (without litter). This experiment is a part of a study comparing welfare of laying hens (housed in both of these housing systems) and adaptation to laying aviaries of hens previously reared in various conditions [6, 7, 8, 9, 18]. In the present study, two rearing systems for pullets assigned to laying aviaries were used: rearing aviaries and furnished floor pens.

## **2. MATERIALS AND METHODS**

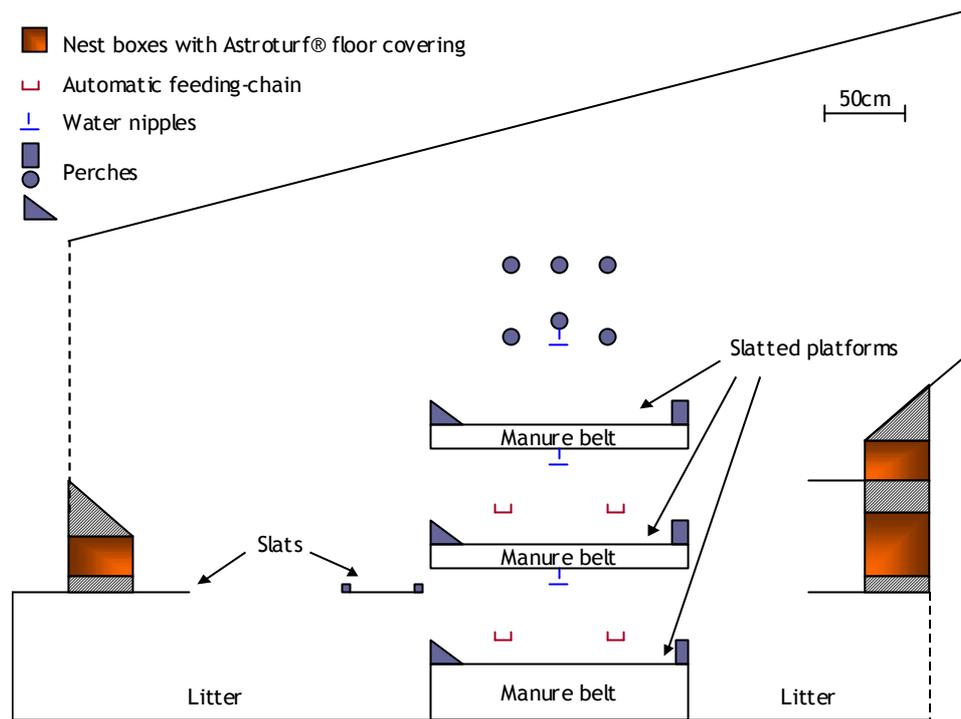
### **2.1. Animals and housing**

The experiment was performed on ISA Brown hens. They arrived at one day, were beak-trimmed at nine days, transferred from rearing to laying systems at 17 weeks, and slaughtered at 69 weeks of age.

Three treatments were compared: one involving cage hens (5 060 "C hens") and two involving aviary hens (2 560 "A1 hens" and 2 560 "A2 hens"). C hens were reared in seven floor pens each measuring 69 m<sup>2</sup> and covered with litter (847 cm<sup>2</sup> of litter area per pullet). After transfer, the hens were allotted to four three-tier batteries of conventional cages (five hens per cage: 582 cm<sup>2</sup> of usable area per hen) for the laying period. The cages (Big Dutchman, Germany) were 60 cm wide, 48.5 cm deep and 40 cm high (at 2/3 depth) with two water nipples at the rear and an automatic feeding-chain at the front. A1 hens were reared in three furnished floor pens each measuring 69 m<sup>2</sup>, covered with litter, and containing perches and two slatted platforms (742 cm<sup>2</sup> of litter area per pullet). After transfer, the hens were housed in a laying aviary (Natura Nova, Big Dutchman, Germany - Fig. 1). A2 hens were reared in four rearing aviaries (Natura Rearing type, Big Dutchman, Germany) each measuring 24 m<sup>2</sup> and containing litter areas (208 cm<sup>2</sup> of litter area per pullet). They were identical to laying aviaries but adapted to pullets' size and without nest boxes. After transfer, they were housed in a second laying aviary. The laying aviaries were 7.5 m wide and 30 m deep, giving 1 149 cm<sup>2</sup> of usable area per hen.

Conventional cages and laying aviaries were installed in two barns in which all conditions (lighting, temperature, etc.) were standardized and similarly controlled. During the laying period, hens were given 16 hours of light.

In all three treatments, the hens had access to litter for 16 weeks before they were transferred to the laying systems. After transfer, litter access was maintained for A1 and A2 hens whereas C hens were deprived of litter.



**Figure 1.** Cross-sectional view of the laying aviary (Natura Nova, Big Dutchman, Germany) housing the A1 hens (hens previously reared in rearing aviaries). The laying aviary where the A2 hens were housed (hens previously reared in floor pens furnished with perches and slatted platforms) was the mirror image of this one.

## 2.2. Test arenas and procedure

The test arenas were 100 cm wide, 100 cm deep and 80 cm high. They were composed of a wire lid, a bare wooden floor, two contiguous wooden walls and two contiguous wire walls, similar to those used by Guesdon [12]. All test arenas contained one tray feeder, one flow drinker, and a piece of Astroturf® for laying (40×40 cm) designed to be a compromise between nest boxes in aviaries and no nests in cages.

Twelve groups of four hens per treatment were tested from 36 to 43 weeks after transfer, i.e. 36 to 43 weeks of litter deprivation for C hens. All hens were tested only once. Each group of four C hens was housed in the same cage. The cages sampled were distributed across all the batteries. Each group of four A1 and four A2 hens was constituted of hens close together. For each aviary, the 12 groups were sampled from 12 areas distributed on the length and the height of aviary. About two hours before the light was turned off, the hens were carried in a closed plastic box to a test arena.

They were individually identified, placed in the test arena, and left undisturbed. Eight hours after the light was turned on, when the time of laying had passed and the hens' motivation to dust-bathe should be maximum [24, 27], the piece of AstroTurf® was removed, sawdust was added (a layer of about 10 cm high, covering all the floor of the arena) and the hens were then observed for five hours. As there was no test location available outside of barns, the hens were tested in their own setting, i.e. in a test arena located in the cage barn for C hens, and in another test arena located in the aviary barn for A1 and A2 hens. Test arenas were visually isolated from the rest of the barn.

Focal sampling on video recording was used to record latency to dust-bathe, duration and number of dust baths per hen, and the number of hens dust-bathing. Based on current knowledge, typical dust bath bouts can be divided into two phases [2, 22, 10]. During the first phase, the hens stand and scratch the substrate. During the second phase, hens squat or lay down, and perform the following elements: vertical wing shaking, bill-raking, head or side-rubbing, side-lying (sometimes with leg-wing stretching), and scratching. Only the second phase, which can be defined more precisely, was recorded in our tests. This phase can be interrupted several times in the course of the same dust bath. When the interruption was longer than 10 minutes, it was considered that a new dust-bath bout had begun [27, 15, 10].

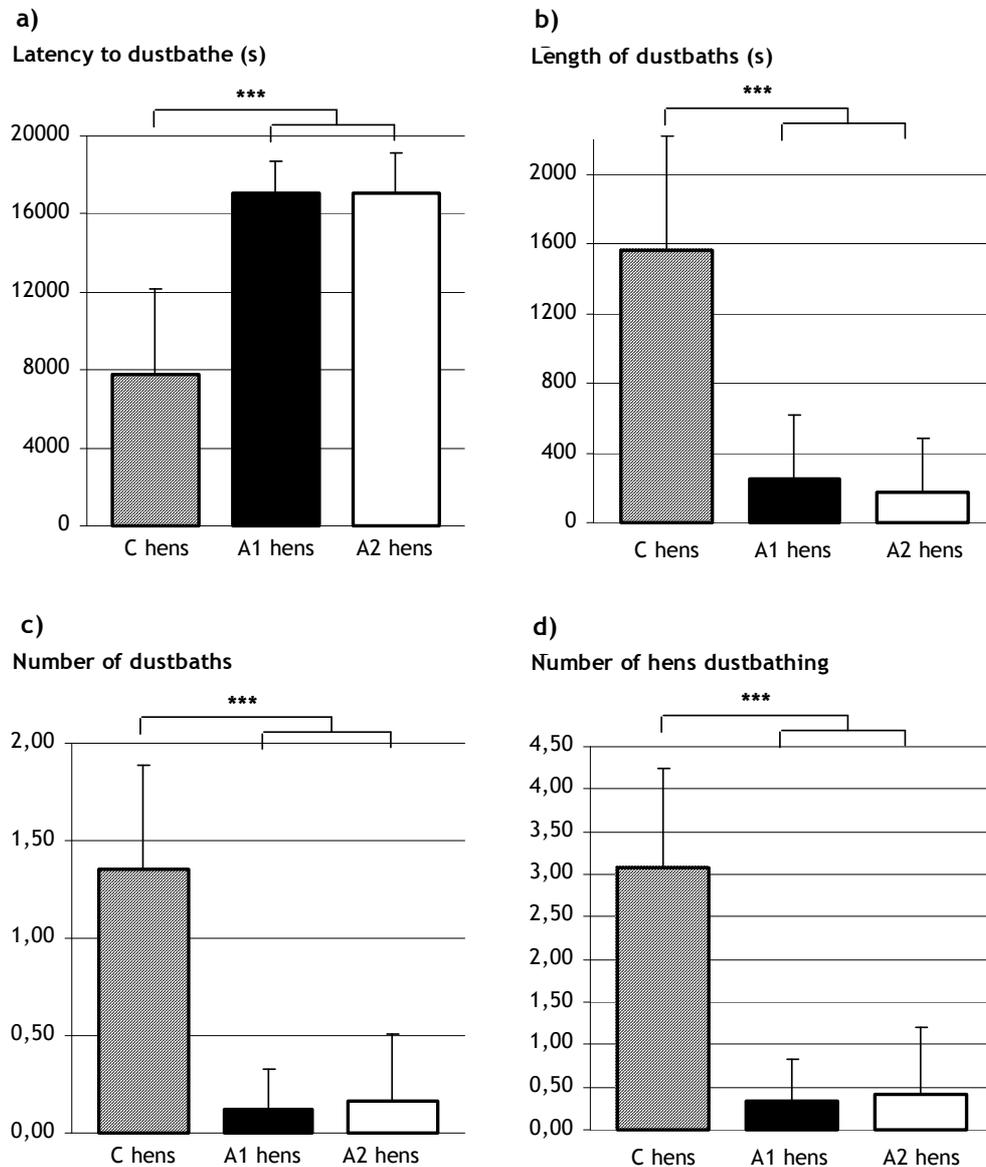
### **2.3. Statistical analyses**

Dust-baths recorded as lasting less than five minutes did not meet the full definition of a dust-bath as they did not contain all the elements of a typical bout. They were considered as remnants or forerunners of typical bouts, and were discarded.

The statistical unit was the group of four hens. For the latency to dust bathe and the number of dust baths per hen, means were calculated per group on the four hens. For duration of dust baths, means were calculated per group on all dust baths performed. As data had a non-normal distribution and samples were of small size, variables were analysed using non-parametric tests, i.e. Kruskal-Wallis one-way analysis of variance for overall comparison of the three treatments ( $df = 2$ ), followed by pair comparisons using the Mann-Whitney U-test ( $df = 1$ ) when significant. The level of significance was set at  $P < 0.05$ . Analyses were performed using the Systat 9.0 software package (Systat Software Inc., Richmond, California, USA).

### 3. RESULTS

The treatment effects were significant for all variables (KW = 21,  $P < 0.001$  in all cases). Latency to dust-bathe was shorter (Fig. 2-a), dust-baths were longer (Fig. 2-b) and more numerous (Fig. 2-c), and more hens dust-bathed (Fig. 2-d) among C hens than among A1 and A2 hens.



**Figure 2.** Means  $\pm$  standard deviations for latency to dust-bathe (a), length of dust baths (b), number of dust baths (c) and number of hens dust bathing (d) measured during the five hours of observation, for each treatment: C hens reared in floor pens and then housed in conventional cages - A1 hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms) and then housed in a laying aviary - A2 hens reared in rearing aviaries and then housed in a laying aviary. (\*\*\*)  $P < 0.001$ ).

#### **4. DISCUSSION**

Our results show that the motivation to dust-bathe was higher in cage hens (deprived of litter) than in aviary hens (with litter). In our laying aviaries, access to litter seemed to be sufficient to satisfy the dust-bathing motivation of the hens. Moreover, even though the percentage of hens on litter was lower in hens from rearing aviaries than in hens from furnished floor pens [8], this difference in terms of use of space had no effect on motivation to dust-bathe.

We can not exclude that the observed differences in hens' motivation to dust-bathe arose from the different experiences lived not only in the laying environments but also in the rearing environments. Indeed, the rearing environments may have differentially satisfied the motivation to dust-bathe or have influenced the hens' development in unknown ways. However, we focussed on the impact of the full production system (rearing and laying) on motivation to dust-bathe during the tests. Hens housed in the two aviary production systems tested had a similar motivation to dust-bathe, in spite of a great difference in the surface of litter available per pullet between rearing aviaries (200 cm<sup>2</sup>) and furnished floor pens (742 cm<sup>2</sup>), whereas the size of the litter area available per pullet was much more similar between furnished floor pens and floor pens (847 cm<sup>2</sup>). Thus, it is probable that the difference in motivation to dust-bathe found between aviary and cage hens was mainly due to differences in laying systems rather than differences in rearing systems.

In our experiment, the substrate available during our tests (sawdust) was different from the litter of laying aviaries. Hens preferentially choose a familiar substrate for dust-bathing [26]. Consequently, aviary hens may have preferred to dust-bathe in a similar substrate to the litter of laying aviaries rather than in the sawdust provided in the test-arenas. This unfamiliar substrate probably do not prevent hens from dust-bathing, as it has been shown that when they are sufficiently motivated, hens can dust-bathe even if the substrate is inappropriate, as on wire floor [21].

We cannot exclude the possibility that aviary hens were more disturbed by the test situation than cage hens. Indeed, the aviary hens were perhaps less familiar within each group tested than cage hens, and the former lived a greater change of environment between living conditions and test arenas (marked space reduction) and were certainly more disturbed by the absence of a nest-box in the test arenas. This may have decreased their motivation to dust-bathe [24] and explains the fact that the average duration of dust baths performed by aviary hens was less than the values cited in

the literature, which ranged from 20 to 30 minutes in favourable conditions such as ad libitum litter (no deprivation), low density and high luminosity [24, 27]. However, we observed less than 21% of aviary hens showing pacing, attempts to exit or nesting behaviour during the tests, and in less than 9% of the cases it lasted more than 30 minutes. The time hens spent in the test-arenas before observation was considered to be long enough to limit disturbances.

According to our results, aviaries seem to provide an improvement on conventional cages in terms of dust-bathing behaviour. Such an improvement in furnished cages is not an obvious conclusion. Indeed, in parallel to our experiment, Guesdon [12] performed a study on the dust-bathing motivation of hens housed in conventional and furnished cages. Hens' motivation was tested 16 to 27 weeks after their transfer to cages. The same testing method as ours was used to compare hens' motivation to dust-bathe between two types of conventional cages and four types of furnished cages. Different frequencies of sawdust distribution in the furnished cages were used: never, every two weeks, weekly and daily. Motivation to dust-bathe was similar in all treatments, with hens showing shorter mean latencies to dust-bathe than hens housed in cages in our experiment. These results indicate that in Guesdon's experiment [12], hens housed in conventional and furnished cages were at least as well motivated to dust-bathe as our cage hens, probably because of a litter deprivation effect. Indeed, Guesdon [12] reported that the dust boxes of furnished cages were empty of any litter most of the time.

The fact that sham dust-baths are performed in furnished as well as in conventional cages [16, 20] and are shorter than the dust-baths performed in litter areas [16] reinforces the supposition that there is certainly some amount of litter deprivation in furnished cages. Thus, in contrast with litter areas in aviaries, the litter areas of furnished cages tested in previous studies do not seem to offer any welfare improvement in terms of dust-bathing behaviour.

## **5. CONCLUSION**

Aviary hens showed a low motivation to dust-bathe during our tests, whereas cage hens showed a high motivation. Therefore, in our experimental conditions, and in contrast to conventional cages, laying aviaries seemed to satisfy the hens' motivation to dust-bathe and also to provide an improvement in the hens' welfare in terms of dust-bathing behaviour compared with conventional cages.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

This study was partly supported by the OFIVAL (Office National Interprofessionnel des Viandes de l'Élevage et de l'Aviculture) and the DGAL (Direction Générale de l'Alimentation). S. Colson was supported by a grant from the Conseil Général des Côtes d'Armor. We are grateful to V. Guesdon for discussions on methodology, and to the staff of the experimental farm (Service d'Expérimentations Avicoles et Cunicoles - AFSSA) for care of the hens.

## **REFERENCES**

- [1] Appleby M.C., Smith S.F. and Hughes B.O., Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behaviour and welfare., *Br. Poult. Sci.* 34 (1993) 835-847.
- [2] Borchelt P.L., The organization of dustbathing components in Bobwhite Quail (*Colinus virginianus*), *Behaviour* LIII (1974) 217-237.
- [3] Carmichael N.L., Walker A.W. and Hughes B.O., Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour, *Br. Poult. Sci.* 40 (1999) 165-176.
- [4] Chalimbaud J., Différents modes d'élevage de poulettes et de pondeuses en France : évolution des effectifs, des performances techniques et des coûts de production, in: ITAVI (Eds.), Journée nationale des professionnels de la pondeuse et de l'oeuf de Consommation, Ploufragan, France, 2003, p.
- [5] Channing C.E., Hughes B.O. and Walker A.W., Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system, *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72 (2001) 335-345.
- [6] Colson S., Arnould C., Guémené D. and Michel V., Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : paramètres physiologiques et comportementaux, in: ITAVI (Eds.), Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, France, 2005, p. 62-66.
- [7] Colson S., Arnould C., Huonnic D., Boilletot E. and Michel V., Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : état corporel des animaux, in: ITAVI (Eds.), Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, France, 2005, p. 77-81.
- [8] Colson S., Arnould C., Huonnic D. and Michel V., Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries, *Anim. Sci. Papers and Reports* 23 (Supplement 1) (2005) 85-93.

- [9] Colson S., Michel V. and Arnould C., Welfare of laying hens housed in cages and in aviaries: what about fearfulness?, Arch. Geflügelk. 70 (2006) in press.
- [10] Duncan I.J.H., Widowski T.M., Malleau A.E., Lindberg A.C. and Petherick J.C., External factors and causation of dustbathing in domestic hens, Behav. Process. 43 (1998) 219-228.
- [11] European Food Safety Authority - AHAW Panel, Scientific report: Welfare aspects of various systems for keeping laying hens - Behavioural priorities, 2005.
- [12] Guesdon V., Etude comparative de poules pondeuses époinçonnées ou non, élevées en cages standard ou aménagées : estimation multicritère du bien-être, Thèse d'université, Université de Rennes I, 2004.
- [13] Hansen I., Behavioural expression of laying hens in aviaries and cages: frequencies, time budgets and facility utilisation, Br. Poult. Sci. 35 (1994) 491-508.
- [14] Hogan J.A., Honrado G.I. and Vestergaard K.S., Development of a behavior system: Dustbathing in the Burmese Red Junglefowl (*Gallus gallus spadiceus*): II. Internal factors, J. Comp. Psychol. 105 (1991) 269-273.
- [15] Hogan J.A. and Van Boxel F., Causal factors controlling dustbathing in Burmese red junglefowl: some results and a model, Anim. Behav. 46 (1993) 627-635.
- [16] Lindberg A.C. and Nicol C.J., Dustbathing in modified battery cages: Is sham dustbathing an adequate substitute?, Appl. Anim. Behav. Sci. 55 (1997) 113-128.
- [17] Merrill R.J.N., Cooper J.J., Albentosa M.J. and Nicol C.J., The preferences of laying hens for perforated Astroturf over conventional wire as a dustbathing substrate in furnished cages, Anim. Welfare 15 (2006) 173-178.
- [18] Michel V., Huonnic D., Colson S. and Maurice R., Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : comparaison des performances des animaux, de la mortalité et de la qualité de l'air, in: ITAVI (Eds.), Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, France, 2005, p. 72-76.
- [19] Odén K., Keeling L.J. and Algers B., Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden, Br. Poult. Sci. 43 (2002) 169-181.
- [20] Olsson I.A.S. and Keeling L.J., No effect of social competition on sham dustbathing in furnished cages for laying hens, Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci. 52 (2002) 253-256.
- [21] Olsson I.A.S., Keeling L.J. and Duncan I.J.H., Why do hens sham dustbathe when they have litter?, Appl. Anim. Behav. Sci. 76 (2002) 53-64.

- [22] van Liere D.W., The significance of fowls' bathing in dust, *Anim. Welfare* 1 (1992) 187-202.
- [23] van Liere D.W. and Bokma S., Short-Term Feather Maintenance as a Function of Dust-Bathing in Laying Hens, *Appl. Anim. Behav. Sci.* 18 (1987) 197-204.
- [24] Vestergaard K.S., Dust-bathing in the domestic fowl - Diurnal rhythm and dust deprivation, *Applied Animal Ethology* 8 (1982) 487-495.
- [25] Vestergaard K.S., Damm B.I., Abbott U.K. and Bildsoe M., Regulation of dustbathing in feathered and featherless domestic chicks: the Lorenzian model revisited, *Anim. Behav.* 58 (1999) 1017-1025.
- [26] Vestergaard K.S. and Hogan J.A., The development of a behavior system: Dustbathing in the Burmese Red Junglefowl. III. Effects of experience on stimulus preference, *Behaviour* 121 (1992) 215-230.
- [27] Vestergaard K.S., Hogan J.A. and Kruijt J.P., The development of a behavior system: Dustbathing in the Burmese Red Junglefowl I. The influence of the rearing environment on the organization of dustbathing, *Behaviour* 112 (1990) 99-116.

## IV-5] Etude de l'occupation de l'espace en volière et des performances zootechniques de poules issues du sol aménagé ou de volière d'élevage

L'occupation de l'espace a été évaluée à travers la mobilité individuelle, l'utilisation des niveaux verticaux et le nombre de vols et de sauts, ainsi que leur longueur. Les trois premières mesures sont rapportées dans le paragraphe A), dans lequel des données de performances zootechniques complètent les mesures d'occupation de l'espace. Les résultats obtenus pour la longueur des vols et des sauts sont détaillés dans le paragraphe B).

### A) Mobilité individuelle, utilisation des niveaux verticaux, nombres de vols et de sauts, utilisation des nids et performances zootechniques

Ces mesures ont donné lieu à un article "Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries" publié dans Animal Science Papers and Reports. Les méthodes, résultats et conclusions sont résumés en préambule de l'article.

#### Méthodes

La mobilité individuelle de 168 poules tirées au sort et identifiées, par traitement, a été relevée en début (18 à 24 semaines d'âge) et en fin de phase de ponte (57 à 59 semaines d'âge).

L'utilisation des niveaux verticaux a été enregistrée aux âges de 24, 42 et 60 semaines.

Les nombres de vols et de sauts ont été observés à 48, 54, 60 et 66 semaines d'âge. Une poule est considérée en vol lorsqu'elle ne touche aucun élément du parquet et que ses ailes sont déployées, qu'elle batte ou non des ailes (Figure 23). Elle est considérée en saut quand elle ne touche aucun élément du parquet et que ses ailes ne sont pas déployées.



Figure 23 : Poule réalisant un vol.

Les performances zootechniques ont été mesurées chaque semaine à travers le taux de ponte (pourcentage d'œufs produits par poule) et l'indice de consommation (poids d'aliment consommé / poids d'œufs produit).

L'utilisation des nids a été mesurée chaque semaine à travers le taux d'œufs pondus hors nids (nombre d'œufs pondus hors nids / nombre d'œufs pondus x 100).

### Résultats

La mobilité individuelle était similaire dans les deux traitements. Les poules étaient très mobiles. Entre les repas, l'utilisation des niveaux verticaux différait entre les deux traitements uniquement sur l'ensemble de la phase de ponte : les poules SaV utilisaient un peu moins la plate-forme inférieure et un peu plus les perchoirs supérieurs et la litière que les poules VV. Pendant les repas, les deux traitements différaient à chaque âge testé et sur l'ensemble de la phase de ponte : les poules SaV étaient moins nombreuses que les poules VV sur les plates-formes contenant les mangeoires. Les nombres de vols différaient également entre les deux traitements à chaque âge testé, et sur l'ensemble de la phase de ponte : les poules SaV volaient moins que les poules VV. Par contre, les nombres de sauts différaient uniquement à 66 semaines d'âge et sur l'ensemble de la phase de ponte : les poules SaV sautaient moins que les poules VV.

Le pic de ponte a été atteint moins rapidement par les poules SaV, dont le taux de ponte est resté inférieur à celui des poules VV jusqu'en semaine 25. Les taux de ponte ont ensuite été similaires jusqu'à la fin de la phase de ponte. Cependant, les poules SaV ont eu un taux de ponte global inférieur à celui des poules VV, et elles ont pondu plus d'œufs en dehors des nids. Les indices de consommation étaient similaires pour les deux traitements.

### Conclusions

Les poules ont utilisé l'ensemble de la volière dans les deux traitements. Cependant, les poules issues du sol aménagé ont légèrement moins bien utilisé l'espace, probablement parce qu'elles étaient peu habituées à utiliser les niveaux verticaux pendant la phase d'élevage. Ainsi, les poules issues du sol aménagé, qui volaient et sautaient moins que les poules issues de volière d'élevage, ont atteint moins efficacement les niveaux contenant les nids et les mangeoires. Cette moins bonne utilisation de l'espace par les poules issues du sol aménagé a entraîné un problème d'adaptation à la volière de ponte, à court et long terme, révélé par le taux de ponte inférieur et le plus grand nombre d'œufs pondus hors nids. L'absence de différence d'indice de consommation indique que les vols et les sauts plus nombreux chez les poules issues de volière d'élevage n'ont pas entraîné d'augmentation de la consommation alimentaire mesurable.

Au cours de la deuxième moitié de la phase de ponte, nous avons observé que la fréquence des vols diminuait alors que la fréquence des sauts augmentait, dans les deux volières de ponte. Ainsi, il semble que les poules aient remplacé une partie de leurs vols (certainement des vols courts) par des sauts, probablement en raison de l'augmentation de leur taille, qui leur permet d'atteindre plus facilement les niveaux verticaux sans voler, et de l'augmentation de leur corpulence, qui doit provoquer une gêne mutuelle des poules pour déployer leurs ailes. Les poules ont peut-être également appris à limiter leurs dépenses énergétiques en privilégiant les sauts par rapport aux vols pour couvrir de petites distances.

Session 3: *Welfare implications of changes in production systems for laying hens*

*Animal Science Papers and Reports* vol. 23 (2005) Supplement 1, 85-93  
Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzębiec, Poland

*Presented at the  
7th European Symposium on Poultry Welfare  
15-19 June 2005, Lublin, Poland*

## **Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries**

Sandra Colson<sup>1</sup>, C. Arnould<sup>2</sup>, D. Huonnic<sup>1</sup>, V. Michel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Unité d'Epidémiologie et Bien-Etre en Aviculture et Cuniculture,  
AFSSA Zoopôle Beaucemaine BP53, 22440 Ploufragan, France

<sup>2</sup>Station de Recherches Avicoles, INRA - Centre de Tours, 37380 Nouzilly, France

We compared adaptation to laying aviaries of 2560 hens coming from rearing aviaries (AA hens - classical rearing of pullets destined to aviaries) and of 2560 hens coming from furnished-floor pens (FA hens - an eventual alternative solution). Hens were ISA Brown and were transferred when 17 weeks old. Space use (individual mobility, use of vertical levels, numbers of flights and jumps) and productive performance (egg production, feed consumption) were recorded during laying period. Individual mobility did not differ between AA and FA hens (hens seen on the two horizontal extremities: 30% vs. 27%; hens seen on the two vertical extremities: 4% vs 5%). But AA hens used more platforms with feed-troughs (71% vs 63%,  $P < 0.001$ ) and flew and jumped more ( $293 \pm 49$  vs  $249 \pm 40$ ,  $P < 0.001$ ;  $69 \pm 20$  vs  $60 \pm 17$ ,  $P = 0.052$ ) than FA hens. AA hens laid more eggs than FA hens (85.4% vs 83.5%), but less out of nests (2% vs 5%).

Hens wholly used the both aviaries, but AA hens better used the space than FA hens, because of a better habituation of AA hens to use the vertical levels (more flights and jumps enable them to find feed and nests more efficiently). This slightly impaired space use by FA hens led to a problem of adaptation, revealed by a lower laying rate and more eggs laid out of nests.

Under the present conditions, rearing aviaries are the best rearing system, but results obtained with furnished-floor rearing system are encouraging and more research is needed to improve the latter.

\*Corresponding author: v.michel@ploufragan.afssa.fr

Session 3: *Welfare implications of changes in production systems for laying hens*

---

**KEY WORDS:** adaptation / alternative farming / animal production / behaviour / hens /welfare

In numerous countries, laying hens are mainly kept in conventional cages during the laying period (in 2002, in France, about 83% of hens were kept in conventional cages [3]). Many criticisms about keeping hens in cages have been raised for several years. In order to improve the laying hens' welfare, Council Directive 1999/74/EC was adopted, which sets minimum space standards. This directive bans conventional cages for commercial eggs production from 2012 onward and authorises housing in furnished cages and alternative systems: aviaries and floor systems with sometimes access to outdoor. Aviaries are characterized by vertical levels and thereby require specific adaptation abilities of hens. Previous studies on aviaries showed that hens used globally the entire space (individual birds used about 80% of the volume available [2]), but with an uneven distribution that was related to inter-individual differences in facilities utilization and social status [7] or to the activities of hens and time of the day (*e.g.* resting/roosting on perches, particularly at night, and foraging on litter, particularly after midday [2, 4, 11]). Some studies found also that movements were more differentiated (*e.g.* flights, jumps) in aviaries than in cages, related to a better bone strength [9, 10]. But some studies underlined outbreaks of cannibalism and high rates of floor eggs in aviaries [1]. Adaptation of adult hens to their environment depends on their previous experience *i.e.* their rearing conditions when pullets [5, 8]. For example, access to perches during rearing period decreases the prevalence of floor eggs, thanks to a good space use, if pullets are forced to move between the different levels (median value of floor eggs: 10% without perches vs 4% with perches; odds ratio = 0.30 [6]). This is why aviaries are the best rearing system to facilitate the adaptation of pullets destined to laying aviaries. However, furnished-floor pens (with perches and platforms) for rearing of pullets, would be less expensive to install and easier to use than aviaries. To our knowledge, there are no studies on this possible rearing system. In aviaries, different facilities are available: nests, perches *etc.* In case of misuse of these facilities, production could be diminished. It is interesting to verify if a good space use leads to an increase of the feed consumption. The aim of this study was to compare adaptation of hens to laying aviaries, when previously reared either in rearing aviaries or in furnished-floor pens. This adaptation to laying aviaries was evaluated by the use of space (individual mobility, use of vertical levels and numbers of flights and jumps) and production performance indicators (egg production and feed consumption).

### **Materials and methods**

The study involved 5120 ISA Brown hens. They arrived when one day old, were beak-trimmed at the age of nine days, transferred from rearing to laying systems when 17 weeks old and slaughtered at week 69 of age. Two conditions were compared: 2560 hens reared in rearing Aviaries then kept in one laying Aviary (AA hens: Aviary – Aviary) and 2560 hens reared in Furnished-floor pens then kept in a similar laying

Session 3: Welfare implications of changes in production systems for laying hens

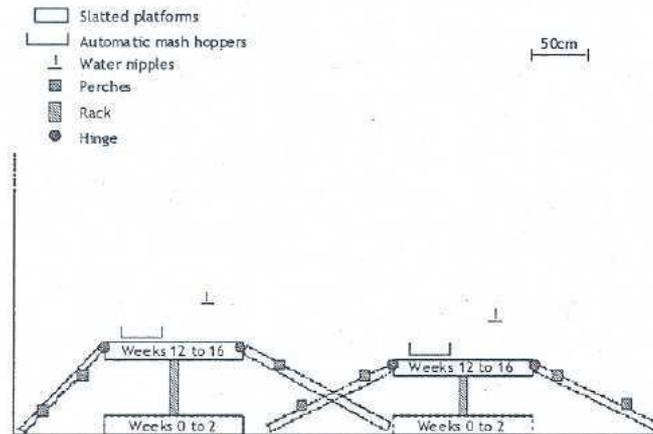


Fig. 1. Cross section of a furnished-floor rearing pen with perches and two slatted platforms. Platforms were heightened along a rack, as pullets grew older.

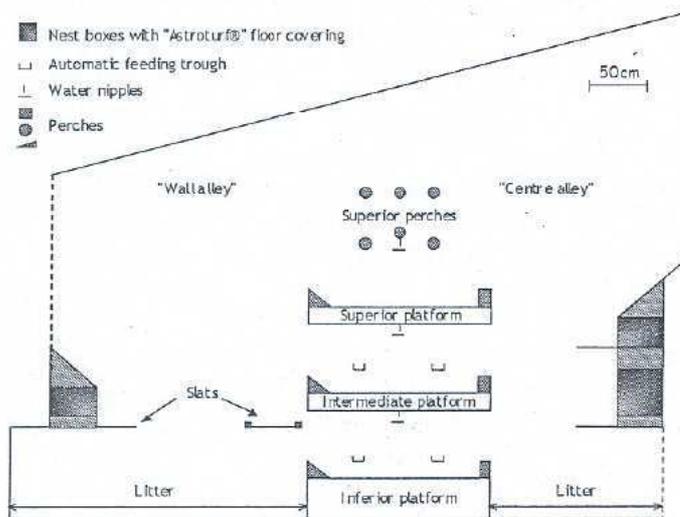


Fig. 2. Cross section of the laying aviary (Natura Nova, Big Dutchman, Germany) of the AA hens (hens reared in rearing aviaries until 17 weeks of age, then kept in a laying aviary). The laying aviary of FA hens (hens reared in floor pens furnished with perches and platforms until 17 weeks of age, then kept in a laying aviary) was the mirror reflection of this one.

Aviary (FA hens: Furnished-floor - Aviary). During the rearing period, FA pullets were kept in three pens (69 m<sup>2</sup> each: 1020 cm<sup>2</sup> of usable area per pullet), each pen contained perches and two slatted platforms (Fig. 1). FA pullets were fed with automatic mash hoppers on slatted platforms. AA pullets were kept in four aviaries for pullets (24 m<sup>2</sup> each: 546 cm<sup>2</sup> of usable area per pullet), similar to laying aviaries but adapted to pullets' size and without nest boxes. AA pullets were fed with automatic troughs on slatted platforms. During the laying period, laying aviaries (Natura Nova, Big Dutch-

Session 3: *Welfare implications of changes in production systems for laying hens*

---

man, Germany) were in the same room. Both were 7.5 m wide and 30 m long, and gave 1149 cm<sup>2</sup> of usable area per hen. They were a mirror reflect of each other. Each aviary was divided into 15 horizontal areas, 2 m long, from the entry of aviaries to the end of aviaries, and 7 vertical levels (Fig. 2): litter, inferior platform with feed-troughs and nipples, intermediate platform with feed-troughs and nipples, superior platform with nipples only, superior perches, additional slat in wall alley, and slats in front of nests.

**Individual mobility**

Horizontal position (from area 01 to 15) and vertical position (on the 7 different levels) of 168 hens identified with coloured leg rings was recorded, on three different schedules (09h00-10h30; 11h00-12h30; 16h00-17h30), by scan sampling on entire aviaries. At the beginning of laying period, 17 scans were distributed on weeks 18-24, and at the end of laying period 24 scans were distributed on weeks 57-59. Only hens seen at least 7 times were included in the analysis: 120 AA and 123 FA hens at the beginning of laying period and 110 AA and 124 FA hens at the end of laying period. Proportion of hens seen on the two horizontal extremities of aviaries, proportion of hens seen on the two vertical extremities of aviaries and proportion of hens seen on five or more different vertical levels were calculated.

**Use of vertical levels**

In week 24, 42 and 60, the number of hens on each vertical level was registered on 2 m length, in the wall alley. Eight observations in each aviary were made, by scan sampling (1 scan every 3 minutes). The slats in front of nests were observed only in week 60. After 5 minutes of habituation to the presence of the experimenter (hidden behind a board), 4 scans were made between meals and 4 during meals, per observation. For each observation, means of the 4 scans were calculated, and number of hens per square metre were calculated on each vertical level (except for hens on superior perches). Numbers obtained for each observation were summed per week, and for the entire laying period. For observations during meals, numbers of hens were regrouped in two categories: levels with feed-troughs (inferior and intermediate platforms) and levels without feed-troughs (all other levels). This regrouping allowed us to see the global movement of hens in relation to meals.

**Numbers of flights and jumps**

In weeks 48, 54, 60 and 66, eight records of the numbers of flights and jumps were made (between 11h30 and 12h30), by all occurrences sampled. After 5 minutes of habituation of hens to the presence of the experimenter, observations took place during 20 minutes on 6 metres length, in the centre alley.

**Productive performance**

The egg production was measured every day, for each aviary. Laying rates (% of eggs produced/hen) were calculated per week, as well as percentages of eggs laid out

Session 3: *Welfare implications of changes in production systems for laying hens*

of nests. The feed to egg ratio was calculated every week, for each aviary (weight of feed consumed divided by weight of eggs produced). The mean was calculated for the entire laying period.

**Statistical**

For data of „individual mobility” and „use of vertical levels”, the two treatments were compared, for each observation period and for the entire laying period, using a chi-square test. For data of „numbers of flights and jumps”, parametric hypotheses were verified, the two treatments were compared using ANOVA, for each observation period and for the entire laying period. No statistical analyses could be performed on „productive performances” (n=1).

Analyses were performed using Systat 9.0 (Systat Software Inc., Richmond, California, USA). The significance threshold was fixed to 5%, and tendencies were considered up to 10%.

**Results and discussion**

**Individual mobility**

Individual mobility of AA and FA hens was not significantly different (Tab. 1). Proportions of hens seen on the two horizontal extremities of aviaries, on the two vertical extremities of aviaries and on five or more different vertical levels differed not for each observation period (at the beginning and at the end of the laying period) and on the entire laying period.

In both aviaries, hens were very mobile in the height and in the length of aviaries. This result was in accordance with those of previous studies [2, 4, 9]. The absence of

**Table 1.** Results of individual mobility. Data are expressed in percentage of hens for each treatment: hens reared in rearing-aviaries, then kept in a laying aviary (AA) and hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms), then kept in a laying aviary (FA). Hens were transferred from rearing to laying systems at 17 weeks of age

Percentage of hens seen in	Weeks 18-24			Weeks 57-59			Entire laying period		
	AA (n=120)	FA (n=123)	P (chi-sq.)	AA (n=110)	FA (n=124)	P (chi-sq.)	AA (n=230)	FA (n=247)	P (chi-sq.)
The two horizontal extremities of aviaries	26%	26%	0.97	34%	28%	0.37	30%	27%	0.55
The two vertical extremities of aviaries	4%	5%	0.79	4%	5%	0.65	4%	5%	0.62
Five or more different vertical levels	41%	33%	0.23	52%	49%	0.69	46%	41%	0.29

Session 3: *Welfare implications of changes in production systems for laying hens*

---

difference between the two aviaries, even at the beginning of laying period, let us suppose that the physical structure of the furnished-floor rearing system provided to the hens a similar use of vertical and horizontal space in laying aviaries, than the rearing aviaries did.

**Use of vertical levels**

Between meals, the use of vertical levels did not differ between AA and FA hens, in weeks 24 ( $P=0.266$ ), 42 ( $P=0.269$ ) and 60 ( $P=0.808$ ). But, on the entire laying period, results differed significantly ( $P=0.038$ ): AA hens used a little bit more inferior platform with feed-troughs than FA hens (19% vs 18%) and as much intermediate platform with feed-troughs (30% vs 30%), but they used less other levels, particularly superior perches (4% vs 6%) and litter (9% vs 13%). During meals, AA hens differed significantly from FA hens, in weeks 24, 42 and 60, and on the entire laying period (Tab. 2). AA hens were always more numerous than FA hens on platforms with feed-troughs.

These differences found between AA and FA hens let us suppose that the two rearing systems prepared differently the hens to use vertical levels of laying aviaries. Hens coming from rearing aviaries learnt to get more efficiently to feed-troughs during meals, they went faster and were more numerous on the two platforms with feed-troughs. Hens coming from furnished-floor used to perch and to stay more on litter between meals, probably because they were more familiar with these facilities, which were more numerous in furnished-floor pens than in rearing aviaries.

**Numbers of flights and jumps**

Numbers of flights differed significantly between AA and FA hens for each week (Tab. 3), and on the entire laying period ( $293\pm 49$  vs  $249\pm 40$ ,  $P<0.001$ ). Numbers of jumps differed significantly only in week 66 (Tab. 3), and tend to differ in the entire laying period (AA:  $69\pm 20$  vs FA:  $60\pm 17$ ,  $P=0.052$ ).

These results showed that furnished-floor rearing system did not enable hens to flight and jump as much as did hens coming from rearing aviaries. This was perhaps due to the different organization of platforms between furnished-floor pens and rearing-aviaries. Indeed, contrary to the platforms organization in furnished-floor pens (Fig. 1), platforms in rearing aviaries were above each other (as in laying aviaries, Fig. 2). Pullets in rearing aviaries could use vertical levels as stairs and more easily move upward, whereas pullets in furnished-floor pens could more easily move horizontally.

**Production performance**

Hens began to lay at 18 weeks of age (Fig. 2). The onset of laying was quicker in AA hens, as the laying rate reached 0.60 for AA and 0.36 for FA hens in week 20. The peak of lay was attained earlier in AA hens (0.91 in week 22) than in FA hens (0.90 in week 24). Until 25 weeks of age, the laying rate was higher in AA than in FA hens, while after week 25 the laying rates were similar. However, globally on the laying period, the laying rate was higher in AA than FA hens (85.4 vs 83.5%), and AA hens

Session 3: Welfare implications of changes in production systems for laying hens

**Table 2.** Results of the use of vertical levels during meals. Data are expressed in percentage of hens for each treatment: hens reared in rearing-aviaries, then kept in a laying aviary (AA) and hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms), then kept in a laying aviary (FA). Hens were transferred from rearing to laying systems at 17 weeks of age

Percentage of hens seen in	Week 24			Week 42			Week 60			Entire laying period		
	AA (n=488)	FA (n=471)	P (chi-sq.)	AA (n=472)	FA (n=446)	P (chi-sq.)	AA (n=409)	FA (n=397)	P (chi-sq.)	AA (n=1369)	FA (n=1315)	P (chi-sq.)
Platforms with feed-troughs	67%	61%	0.029	69%	62%	0.012	76%	66%	0.003	71%	63%	<0.001
Other levels	33%	39%		31%	38%		24%	34%		29%	37%	

**Table 3.** Numbers of flights and jumps. Data are expressed in means  $\pm$  standard deviation for each treatment: hens reared in rearing-aviaries, then kept in a laying aviary (AA) and hens reared in furnished-floor pens (with perches and slatted platforms), then kept in a laying aviary (FA). Hens were transferred from rearing to laying systems at 17 weeks of age

Number of	Week 48			Week 54			Week 60			Week 66		
	AA	FA	P	AA	FA	P	AA	FA	P	AA	FA	P
Flights	360 $\pm$ 31	293 $\pm$ 27	<0.001	293 $\pm$ 27	241 $\pm$ 35	0.005	276 $\pm$ 17	254 $\pm$ 14	0.011	243 $\pm$ 15	207 $\pm$ 23	0.002
Jumps	45 $\pm$ 8	40 $\pm$ 6	0.258	64 $\pm$ 12	56 $\pm$ 12	0.230	84 $\pm$ 16	75 $\pm$ 9	0.190	85 $\pm$ 9	69 $\pm$ 12	0.008

Session 3: *Welfare implications of changes in production systems for laying hens*

---

laid less eggs out of nests than FA hens did (2 vs 5%). Feed weight to egg weight ratio was 2.21 for AA and FA hens, respectively.

The impaired egg production in FA hens, compared to AA hens, indicates a problem of adaptation of the former. Some hens reared in the furnished-floor system did not use properly the facilities (such as nests), at least at the beginning of laying period. In the present experiment, even though eggs laid out of nests were quite numerous, laying rates were better than those found [9] in a first experiment (AA: 83.8%, FA: 79.8%). Differences between the two aviaries appeared smaller than in the first experiment, because of a higher increase of laying rate in FA hens (AA: +1.6%, FA: +3.7%). In the first experiment [9], the treatment AA was exactly the same as in the present experiment, but the treatment FA differed - pullets were fed on litter, not on platforms. The comparison of the two experiments shows that furnished-floor rearing system was improved, and is certainly still improvable.

Summarizing, hens were very mobile in both aviaries, but the space use was slightly better by AA than by FA hens. This was probably due to a better habituation of AA hens to use vertical levels during rearing period, that permitted them to find more efficiently feed and nests. Indeed, they flew and jumped more often than FA hens. This slightly impaired space use by FA hens, led to a problem of adaptation to aviaries. This problem was revealed by the lower laying rate and the higher rate of eggs laid out of nests. The lack of difference in feed conversion ratio (weight of feed for weight of eggs) indicated that more numerous flights and jumps in AA hens did not induce a measurable loss of energy.

Under the present conditions, rearing aviaries are the best rearing system for subsequent adaptation of hens to laying aviaries. However, results obtained with furnished-floor rearing system are encouraging and more research is needed to improve the furnishings of this system, if we want to obtain a wholly successful space use and then high productive performance.

*Acknowledgements.* We want to thank the staff of the Experimental Farm (Service d'Expérimentations Avicoles et Cunicoles - AFSSA Ploufragan), for maintaining birds and recording their performance, and the Ofival and the French Ministry of Agriculture (DGAl) for their funding. S. Colson was supported by a grant from the Conseil Général des Côtes d'Armor.

#### REFERENCES

1. ABRAHAMSSON P., TAUSON R., 1998 – Performance and egg quality of laying hens in an aviary system. *Journal of Applied Poultry Research* 7, 225-232.
2. CARMICHAEL N.L., WALKER A.W., HUGHES B.O., 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.

Session 3: *Welfare implications of changes in production systems for laying hens*

---

3. CHALIMBAUD J., 2003 – Différents modes d'élevage de poulettes et de pondeuses en France: évolution des effectifs, des performances techniques et des coûts de production in Journée nationale des professionnels de la pondeuse et de l'oeuf de Consommation. Ploufragan, France, 11 décembre 2003.
4. CHANNING C.E., HUGHES B.O., WALKER A.W., 2001 – Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system. *Applied Animal Behaviour Science* 72, 335-345.
5. DENENBERG V.H., 1969 – The effects of early experience. In: The behaviour of domestic animals. Second edition (E.S.E. hafez Ed.), Bailliere, Tindall & Cassel, 95-130.
6. 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.
7. HANSEN I., 1994 – Behavioural expression of laying hens in aviaries and cages: frequencies, time budgets and facility utilisation. *British Poultry Science* 35, 491-508.
8. JONES R.B., 1986 – Responses of domestic chicks to novel food as a function of sex, strain and previous experience. *Behavioural Processes* 12, 261-271.
9. 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).
10. NEWMAN S., LEESON S., 1998 – Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics. *Poultry Science* 77, 1492-1496.
11. ODÉN K., KEELING L.J., ALGERS B., 2002 - Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. *British Poultry Science* 43, 169-181.

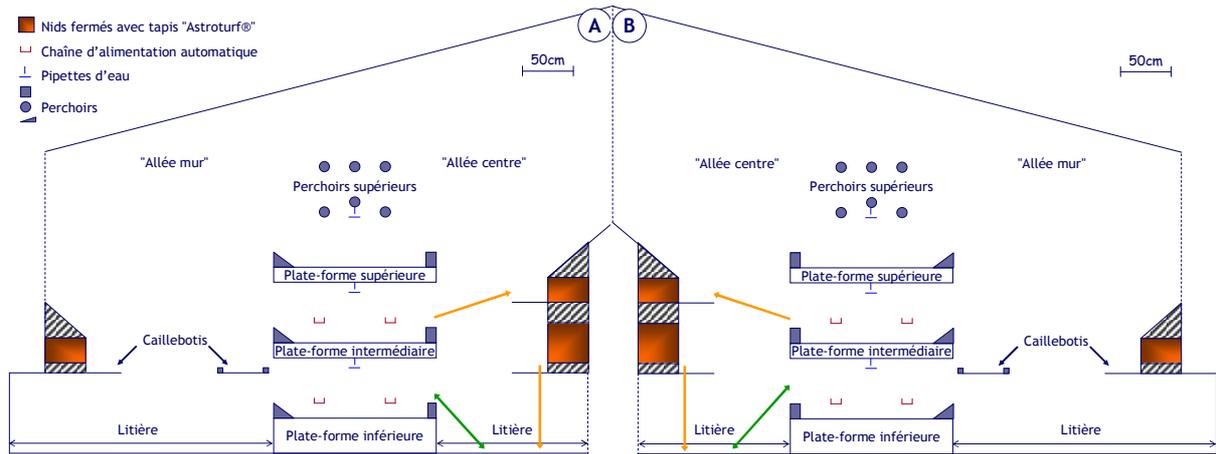


Figure 24 : Sauts réalisés par les poules VV (Volière d'élevage - Volière : A) et SaV (Sol aménagé - Volière : B).

Les trajets verts représentent plus de 97 % des sauts réalisés, et les trajets orange représentent moins de 3 % des sauts réalisés.

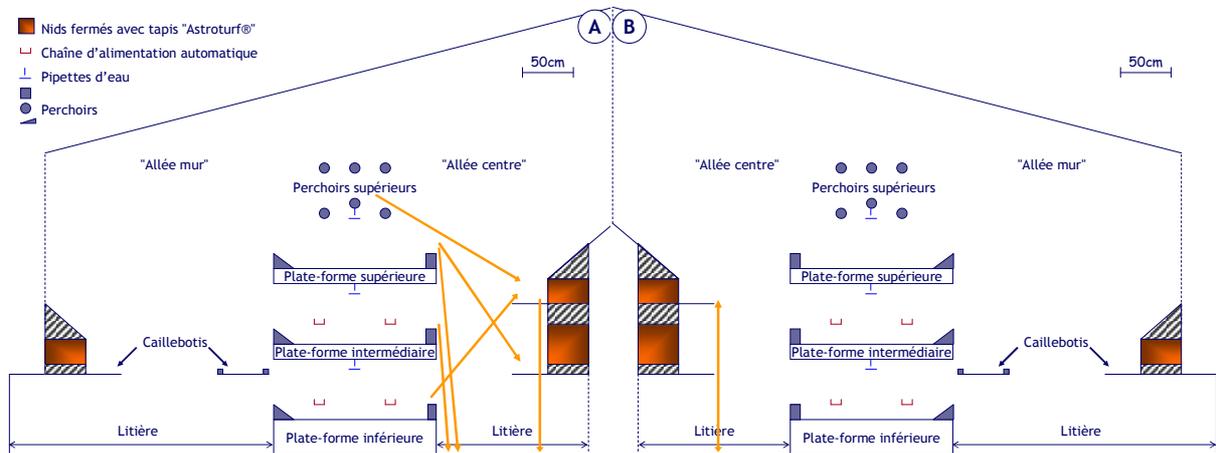


Figure 25 : Vols supérieurs à un mètre réalisés par les poules VV (Volière d'élevage - Volière : A) et SaV (Sol aménagé - Volière : B).

Les trajets schématisés ici représentent moins de 4 % des vols observés.

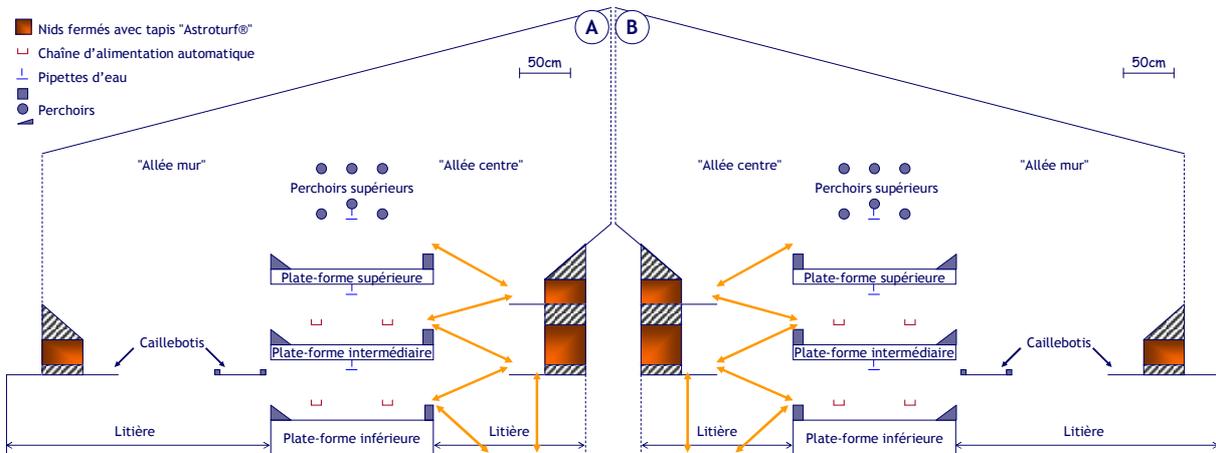


Figure 26 : Vols inférieurs à un mètre réalisés par les poules VV (Volière d'élevage - Volière : A) et SaV (Sol aménagé - Volière : B).

Les trajets schématisés ici représentent plus de 96 % des vols observés.

## B) Longueur des vols et des sauts

### Méthodes

En semaines 57, 62 et 69, les niveaux de départ et d'arrivée de 400 vols et 200 sauts ont été enregistrés dans l'allée "centre" des volières. Huit répétitions ont eu lieu par semaine et par traitement, sur 50 vols et 25 sauts. Chaque trajet entre un niveau de départ et d'arrivée donné représente une longueur. Les données ont ensuite été regroupées sur l'ensemble des semaines, ce qui représente un total de 1200 vols et 600 sauts. Ces données ont été analysées de façon descriptive.

### Résultats

Les longueurs des sauts sont similaires dans les deux volières (Figure 24). Tous les sauts réalisés par les poules SaV et VV sont courts (inférieurs à un mètre). Plus de 97 % de ces sauts sont effectués entre la litière à la plate-forme inférieure. Pour les longueurs des vols, les poules SaV semblent réaliser moins de vols supérieurs à un mètre que les poules VV (Figure 25). Toutefois, dans les deux traitements, les vols supérieurs à un mètre représentent moins de 4 % des vols réalisés. Les poules réalisent surtout des vols inférieurs à un mètre. Elles utilisent les différents niveaux verticaux comme des escaliers pour se déplacer verticalement (Figure 26).

### Conclusion

La différence entre les poules issues du sol aménagé et celles issues de volière d'élevage est faible. Les poules issues du sol aménagé pourraient avoir légèrement plus de difficultés pour s'adapter à la volière de ponte que les poules issues de volière d'élevage, puisqu'elles réalisent moins de vols longs. Cependant, comme les poules utilisent les différents niveaux comme des escaliers, les déplacements verticaux ne semblent pas poser de réel problème, même aux poules issues du sol aménagé.

Ces observations ont été réalisées en fin de phase de ponte, après que les poules aient eu le temps de s'adapter à la volière de ponte. Elles mettent en évidence des différences sur les longueurs des vols, qui perdurent sur toute la phase de ponte. Cependant, ces différences sont faibles. Il est possible qu'elles aient été faibles dès le début de la phase de ponte, mais elles ont pu aussi s'amenuiser au fur et à mesure de la phase de ponte.

Tableau 5 : Synthèse des résultats de la première expérimentation.

Mesures réalisées		Traitements		
		SnC	SaV	VV
Etat corporel		--	+	+
Réponse de stress	Réactivité de l'axe corticotrope	-	+	-
	Ratio H/L	--	-	+
Réactivité émotionnelle	Immobilité tonique	=	=	=
	Environnement nouveau	-	+	+
	Objet nouveau	-	+	+
Santé	Viabilité	--	-	+
Motivation pour la réalisation de bains de poussière		--	+	+
Occupation de l'espace	Longueur des vols et des sauts		-	+
	Mobilité individuelle		=	=
	Utilisation des niveaux verticaux		-	+
	Nombre de vols et de sauts		-	+
	Utilisation des nids		-	+
Productivité	Taux de ponte	++	-	+
	Indice de consommation	+	-	-

Le niveau de bien-être et d'adaptation correspondant aux différents paramètres mesurés peut être croissant (niveau inférieur de bien-être ou d'adaptation -- < - < + < ++ niveau supérieur de bien-être ou d'adaptation), ou similaire (=) entre les traitements. (SnC : Sol non aménagé - Cage, SaV : Sol aménagé - Volière, VV : Volière d'élevage - Volière).

Pour certains paramètres, un meilleur niveau de bien-être (+) ne correspond pas à un meilleur résultat pour le paramètre. Par exemple, un bon indice de consommation (IC) est un IC faible. Ici, les poules SnC ont un IC plus faible que les poules SaV et VV. De même, une forte réactivité émotionnelle entraîne un niveau de bien-être inférieur (-). Ici, les poules SnC sont plus réactives que les poules SaV et VV dans le test d'objet nouveau.

## IV-6] Conclusions

Le premier objectif de cette thèse était la comparaison du bien-être de poules pondeuses logées en cage conventionnelle ou en volière de ponte pendant la phase de ponte. Les résultats obtenus pour répondre à cet objectif sont synthétisés dans le Tableau 5.

Plusieurs résultats indiquent un bien-être inférieur en cage conventionnelle en comparaison à la volière de ponte. En effet, les poules de cage étaient plus réactives émotionnellement et leur besoin pour le bain de poussière n'était pas satisfait. La réponse de stress mesurée *via* le ratio H/L était également plus élevée chez les poules logées en cage conventionnelle en comparaison aux poules logées dans l'une des deux volières. De plus, la chute de viabilité enregistrée en fin de phase de ponte parmi les poules de cage conventionnelle indique un risque de mortalité accru dans des situations de chaleur extrême chez ces dernières. L'état corporel des poules (état du plumage, de la peau et des pattes, résistance osseuse et état corporel à l'abattoir) montrait que le bien-être était davantage compromis chez les poules de cage conventionnelle par rapport aux poules de volière de ponte, en raison d'un risque de souffrance physique plus grand, avéré à l'abattoir où les poules de cage présentaient beaucoup plus de fractures des ailes. Toutefois, ces différences de logement n'ont pas eu d'impact bien défini sur la réponse de stress mesurée *via* la réactivité de l'axe corticotrope et les performances zootechniques n'indiquent pas de problème majeur de bien-être. Malgré ces résultats qui ne concordent pas pour tous les indicateurs pris en compte dans cette expérimentation, la majorité d'entre eux indique que le bien-être a été globalement inférieur en cage conventionnelle par rapport à la volière de ponte, dans nos conditions expérimentales.

Dans notre étude, même si la volière de ponte apporte une amélioration du point de vue du bien-être, les performances des poules restent globalement moins bonnes qu'en cage conventionnelle. En effet, bien qu'ayant eu un démarrage de ponte légèrement plus rapide, sur l'ensemble de la période de ponte, les poules de volière ont un taux de ponte inférieur avec une consommation d'aliment supérieure, donc un moins bon indice de consommation, par rapport aux poules logées en cage conventionnelle.

Le deuxième objectif de cette thèse était d'analyser l'influence des conditions d'élevage des poulettes sur l'adaptation ultérieure des poules à la volière de ponte. L'expérimentation présentée dans ce chapitre nous a permis d'obtenir des résultats préliminaires concernant cet objectif. Ils sont également synthétisés dans le Tableau 5.

Cette expérimentation a montré de légères difficultés d'adaptation à la volière de ponte de la part des poules issues du sol aménagé, par comparaison aux poules issues de volière d'élevage. Ces difficultés d'adaptation sont visibles en début de phase de ponte par un ratio H/L plus élevé chez les poules issues du sol aménagé, et à plus long terme par une occupation de l'espace moins efficace chez ces mêmes poules, qui a conduit à des résultats zootechniques globalement moins bons et à des pics de mortalité par étouffement. Cependant, ces difficultés d'adaptation n'ont pas eu d'impact à long terme sur la réactivité émotionnelle des poules issues du sol aménagé, ni sur leur état corporel. Toutefois, comme cette première expérimentation a été menée dans des conditions

voisines de l'élevage commercial (sur de grands groupes d'animaux), il n'y avait qu'un lot par traitement. Les résultats obtenus ne sont donc pas directement généralisables.

La différence d'adaptation à la volière de ponte observée entre les poules issues de systèmes d'élevage différents dans cette première expérimentation peut être due non seulement à la différence de configuration des systèmes d'élevage (sol aménagé vs. volière d'élevage), mais également à la différence du système d'alimentation utilisé pendant la phase d'élevage (type et emplacement des mangeoires). En effet, les systèmes d'alimentation différaient entre le sol aménagé (alimentation automatique dans des assiettes suspendues au-dessus des plates-formes) et les volières d'élevage et de ponte (alimentation automatique dans des chaînes plates installées sur les plates-formes). De ce fait, les poules issues du sol aménagé ont changé de système d'alimentation à leur arrivée en volière de ponte, alors que les poules issues de volière d'élevage ont gardé le même système d'alimentation à leur arrivée en volière de ponte (Figure 27). Ce changement de système d'alimentation a pu être une difficulté supplémentaire pour l'adaptation des poules issues du sol aménagé. Il est possible que le changement de système d'alimentation entre les phases d'élevage et de ponte ait eu une influence sur nos résultats, au même titre que le changement de configuration des parquets. Les résultats de consommation alimentaire relevés en début de phase de ponte (non présentés dans ce manuscrit) appuient cette hypothèse, puisque les poules SaV ont consommé moins d'aliment que les poules VV dans les jours suivant le transfert.

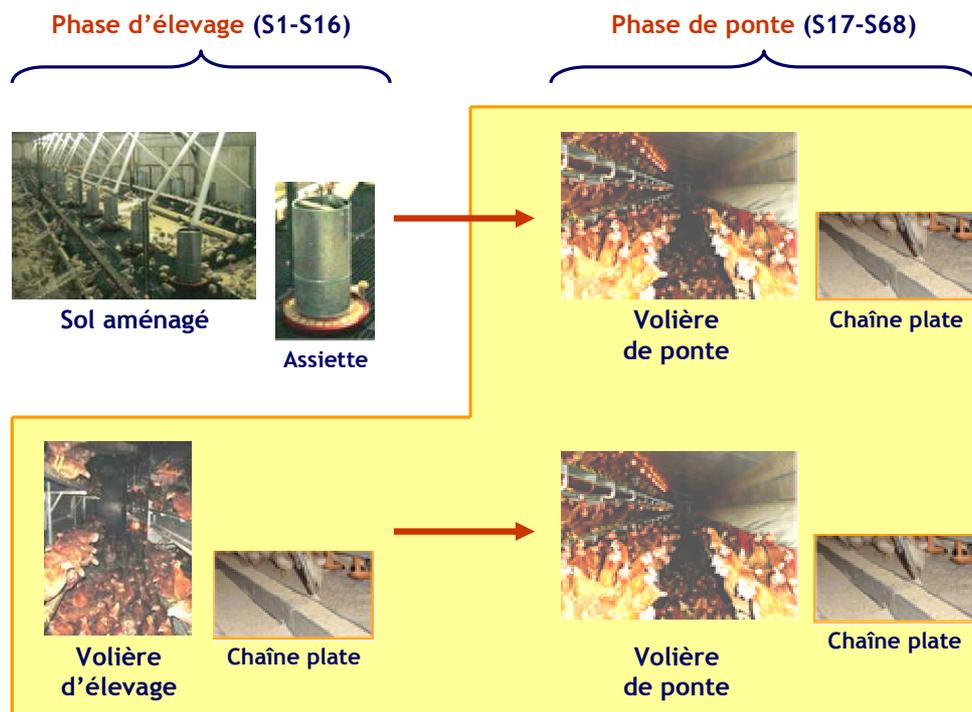


Figure 27 : Système d'alimentation disponible dans les différents systèmes de logement utilisés dans la première expérimentation.

Au sol aménagé, les poulettes sont alimentées automatiquement dans des assiettes suspendues au-dessus des plates-formes. En volière d'élevage et de ponte les poulettes et les poules sont alimentées automatiquement dans des chaînes plates installées sur les plates-formes. (S : semaine d'âge des poules).

**CHAPITRE V – INFLUENCE DES CONDITIONS D'ELEVAGE DES**  
**POULETTES SUR L'ADAPTATION ULTERIEURE DES POULES**  
**PONDEUSES A LA VOLIERE DE PONTE**





Le deuxième objectif de ce travail de thèse était d'étudier l'influence de deux configurations de logement des poulettes durant la phase d'élevage sur l'adaptation des poules à la volière de ponte. Les résultats préliminaires apportés par la première expérimentation ont montré que les conditions d'élevage des poulettes influençaient leur adaptation ultérieure à la volière de ponte. Cependant, nous ne savons pas si cette influence des conditions d'élevage sur l'adaptation était due à la configuration des systèmes d'élevage ou au système d'alimentation utilisé (type et emplacement des mangeoires). De plus, comme cette première expérimentation a été réalisée dans des conditions proches des conditions commerciales, nous avons travaillé sur un seul lot par traitement. Ces résultats sont donc à confirmer dans des conditions plus expérimentales. D'autre part, cette première expérimentation nous a fourni principalement des données sur les effets à long terme des difficultés d'adaptation rencontrées par les poules issues du sol aménagé. En effet, nous avons dû limiter l'étude du comportement, notamment en début de phase de ponte où seule la mobilité individuelle des poules a été mesurée, pour éviter les interférences avec les paramètres mesurés pour l'état corporel, la physiologie du stress, la santé et les performances zootechniques. De même, les animaux n'avaient pas été observés pendant la phase d'élevage, ce qui rend l'interprétation des résultats obtenus durant la phase de ponte plus délicate.

Pour étudier plus avant l'influence des conditions d'élevage des poulettes sur leur adaptation ultérieure à la volière de ponte, nous avons mené une seconde expérimentation dans laquelle l'effet de la configuration des systèmes d'élevage des poulettes sur l'adaptation ultérieure des poules à la volière de ponte était étudié, tout en contrôlant l'effet du système d'alimentation utilisé. Dans cette deuxième expérimentation trois traitements, variant pour la configuration du système d'élevage et pour le système d'alimentation, décrits dans le chapitre III-2, ont été comparés : SA (Sol aménagé - Assiette - 1232 poulettes, 840 poules), VA (Volière d'élevage - Assiette - 1128 poulettes, 840 poules) et VC (Volière d'élevage - Chaîne - 1128 poulettes, 840 poules). Les facteurs "configuration du système d'élevage" et "système d'alimentation" ont été étudiés selon un carré latin incomplet, car il était impossible d'installer des chaînes plates automatiques au sol aménagé (pas de traitement SC : Sol aménagé - Chaîne).

Dans cette seconde expérimentation, nous nous sommes focalisés sur les dix semaines suivant le transfert, puisque cela n'avait pas été possible dans la première expérimentation. De ce fait, les poules ont été gardées jusqu'à l'âge de 27 semaines, et non sur une année complète de ponte. Ceci nous a permis d'étudier deux séries successives de groupes expérimentaux. Nous avons également travaillé sur de petits groupes expérimentaux, pour pouvoir étudier davantage de traitements, et de lots au sein de chaque traitement, lors de chaque série de groupes expérimentaux. Les mesures réalisées après le transfert ont également été faites avant le transfert quand les résultats obtenus entre les différents traitements pouvaient être comparés, c'est-à-dire quand les tests étaient réalisés en dehors du milieu de vie ou quand les conditions de logement avant le transfert permettaient de réaliser des observations similaires. Les mesures concernées étaient celles de l'utilisation de l'espace et de la réaction à l'Homme pour les poulettes VA et VC (toutes logées en volière d'élevage), et celles de la réactivité lors des tests d'immobilité tonique et

d'environnement nouveau ainsi que du ratio H/L pour les trois traitements. Les données recueillies durant la phase d'élevage ont aidé à l'interprétation des résultats obtenus durant la phase de ponte.

Dans ce chapitre V, nous présenterons les résultats de l'évaluation de l'adaptation des poules à la volière de ponte dans l'ordre suivant : utilisation de l'espace (utilisation des niveaux verticaux, nombre et longueur des vols et des sauts, utilisation des nids) en lien avec les taux de ponte et de mortalité dans le paragraphe V-1, réactivité émotionnelle (réactivité lors de tests d'immobilité tonique, d'environnement nouveau, de soudaineté, d'objet nouveau et d'entrée d'un Homme dans le milieu de vie des animaux) dans le paragraphe V-2 et ratio H/L dans le paragraphe V-3.

## V-1] Etude de l'utilisation de l'espace, du taux de ponte et de la mortalité des animaux

Cette étude a donné lieu à un article "Influence of rearing conditions of pullets on the adaptation of hens to aviaries in the beginning of the laying period. Part I: space use and performances", soumis pour publication dans Applied Animal Behaviour Science. Les méthodes, résultats et conclusions sont résumés en préambule de l'article.

### Méthodes

L'utilisation des niveaux verticaux, le nombre et la longueur des vols et des sauts ont été enregistrés à l'âge de 15 semaines pour les poulettes VA et VC et à l'âge de 20 semaines pour les poules des trois traitements.

L'utilisation des nids et le taux de ponte ont été relevés de 18 à 27 semaines d'âge.

La mortalité et les causes apparentes de la mort ont été relevées chaque jour, avant et après le transfert.

### Résultats

Les poules issues du sol aménagé (SA) ont moins utilisé les niveaux supérieurs, ont réalisé moins de vols longs et ont moins utilisé les plates-formes, probablement au profit de la litière, en comparaison aux poules issues de volière d'élevage (VA et VC). Les poules SA ont également pondu moins d'œufs dans les nids pendant les deux premières semaines de ponte et plus d'œufs au sol pendant toute la période observée (18 à 27 semaines d'âge), et leur démarrage de ponte a été plus lent que pour les poules VA et VC. Leur taux de mortalité a été supérieur à celui des poulettes VA et VC avant transfert, mais il a été similaire à celui des poules VA et supérieur à celui des poules VC après transfert.

Les poulettes VA ont davantage utilisé les niveaux inférieurs et ont réalisé des vols plus nombreux et plus longs que les poulettes VC avant le transfert. Cependant, ces différences n'ont pas été retrouvées après le transfert. Inversement, les taux de mortalité qui étaient similaires avant transfert, différaient après. La mortalité était supérieure chez les poules VA par rapport aux poules VC. Les poules VA ont pondu légèrement plus d'œufs dans les nids que les poules VC, mais leurs taux de ponte étaient similaires.

### Conclusions

L'adaptation à la volière de ponte, en terme d'utilisation des niveaux verticaux, de longueur des vols et des sauts, de localisation des œufs et de taux de ponte, a été principalement influencée par la configuration des parquets d'élevage. Les poules issues du sol aménagé ont montré des difficultés d'adaptation par rapport aux poules issues de volière d'élevage. Le système d'alimentation a eu un impact plus faible sur cette adaptation à la volière de ponte, puisque les différences relevées entre poules issues de volière d'élevage avec des systèmes d'alimentation différents étaient moins nombreuses que les différences relevées entre poules issues de

configurations de parquet d'élevage différentes. L'effet du système d'alimentation semble lié à la position de l'aliment. Quand les assiettes étaient suspendues au dessus du sol durant la période d'élevage (traitement VA), les poulettes se sont davantage déplacées entre les niveaux verticaux. Ainsi, la distance verticale plus grande entre l'aliment et l'eau a sans doute permis aux poulettes de mieux apprendre à explorer leur environnement et à accéder aux différents aménagements. Il est à noter toutefois le taux de mortalité plus grand chez les poules VA après le transfert. Celui-ci peut être dû à des difficultés d'adaptation de quelques poules qui seraient mortes de n'avoir pas trouvé l'aliment ou d'avoir eu peur de s'approcher des mangeoires (cf. paragraphe V-2).

INFLUENCE OF REARING CONDITIONS OF PULLETS ON THE ADAPTATION OF HENS TO AVIARIES AT THE BEGINNING OF THE LAYING PERIOD. PART I: SPACE USE AND PERFORMANCE.

Sandra Colson<sup>1</sup>, Cécile Arnould<sup>2</sup>, Virginie Michel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unité d'Epidémiologie et Bien-Etre en Aviculture et Cuniculture, AFSSA Zoopôle Beaucemaine BP53, 22440 Ploufragan, France

<sup>2</sup> Station de Recherches Avicoles, INRA - Centre de Tours, 37380 Nouzilly, France.

Soumis pour publication dans Applied Animal Behaviour Science.

**Abstract**

Many studies have shown how laying aviaries can improve hens' welfare, but little work has been done on the adaptation of hens to this system according to their previous rearing conditions, despite the specific adaptation abilities it requires of them. The adaptation to laying aviaries of hens previously reared in different conditions was assessed here through their use of vertical levels, numbers and distances of flights and jumps, eggs location, laying rate and mortality. ISA Brown hens were reared from one day to 17 weeks of age in floor pens furnished with platforms and perches with manual feed hoppers on litter (FH hens), in rearing aviaries with platforms and manual feed hoppers on litter (AH hens), and in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens). Hens in each of these treatments were then transferred to similar laying aviaries with automatic chain troughs on platforms. The FH hens used upper levels less, showed lower accuracy in long flights and jumps and displayed a preference for staying on litter and lower levels, compared with AH and AC hens. They laid fewer eggs inside nest boxes during the first two weeks of lay, laid more eggs on litter throughout the observed period, and had a lower onset of laying than AH and AC hens. The FH mortality rate was higher than that of AC hens after transfer, and higher than that of AH and AC pullets before transfer. AH pullets used the lower levels more and made more and longer flights than AC pullets before transfer, but these differences did not persist after transfer. Mortality rates did not differ between AH and AC pullets before transfer, whereas it was higher in AH hens after transfer. AH hens laid slightly more eggs inside nest boxes and had a similar laying rate to AC hens. The present study shows that the design of rearing pens largely influences adaptation: rearing aviaries ensured a better adaptation than furnished floor pens. On the other hand, the feeding system used during the rearing period, particularly troughs location, largely influenced the use of

space before transfer, but only slightly influenced the adaptation after transfer in laying aviaries: higher vertical distance between feed and water ensured a better adaptation.

*Key words:* Adaptation / Early experience / Housing system / Laying hen / Nests use / Spatial distribution

### 1. Introduction

Laying aviaries are one of the housing systems for laying hens authorised by the Council of Europe Directive 1999/74/EC from 2012. Several studies have shown how aviaries can improve hens' welfare compared with conventional cages (for review see Barnett & Newman, 1997). Aviaries diversify the behavioural repertoire of hens (dustbathing, nesting, perching...) (Blokhus & Metz, 1992), lower their level of fear and increase their bone strength (Newman & Leeson, 1998) and overall body condition (Michel & Huonnic, 2003). Depending on the type of aviary, hens' disturbance (changes of activity) and abnormal behaviours (feather pecking, stereotypies...) are lower than or the same (Hansen, 1994) as in conventional cages. The review of Tauson (2005) underlined negative consequences of aviaries compared with conventional cages: higher levels of dust and ammonia, higher risks of health problems, spread of cannibalism, bone deformation or breaking, and high rates of floor eggs. This author also reported higher mortality rates and lower production levels in aviaries than in small group cages. However, other studies (Taylor & Hurnik, 1996; Häne et al., 2000 and Aerni et al., 2005 for review) reported no significant difference in mortality between these two systems. These discrepancies are probably explained by the fact that welfare improvement depends on design and management of aviaries, as underlined by Barnett & Newman (1997).

Compared with cages and one-level non-cage systems, aviaries are characterized by several vertical levels and thereby require specific adaptation abilities in hens. Under use of facilities (nests, drinker nipples, perches...), due to poor adaptation may lead to problems of welfare, production or even health. Early experience influences the development of individuals and how they interact with their environment thereafter (Denenberg, 1969). For example, the enrichment of the environment with manipulable or moving objects, or changes of feed at an early age lowers the emotional reactivity and fearfulness of chicks (Candland et al., 1963; Broom, 1969; Jones, 1986; Gvoryahu et al., 1989), adult hens (Reed et al., 1993) or quails (Jones et al., 1991). Previous experience also influences the preferences for additional space in the litter area (e.g. Faure, 1991) and the use of perches or nest boxes by adult hens (e.g. Huber-Eicher, 2004; for review see Mench

et al., 1998). Thus adaptation of adult hens to laying aviaries is certainly influenced by their previous experience. To maximise their adaptation to laying conditions, pullets should be reared in a housing system similar to the laying system (Fröhlich, 1989; Abrahamsson & Tauson, 1995, 1998; Häne et al., 2000). However, floor pens furnished with perching structures offer a desirable alternative to aviaries for the rearing of pullets, being less expensive and easier to manage. Few studies have focused on the influence of different designs of rearing pens on the subsequent adaptation of the hens to laying systems. These studies demonstrated that access to perches during the rearing period decreased the incidence of floor eggs in a laying aviary (Gunnarsson et al., 1999) and in a deep litter laying house (Petersen, 1991), compared with rearing without perches, probably owing to a better use of vertical space resulting in better finding of nest boxes. Other authors have shown that in laying aviaries, hens coming from floor pens with perching enrichments use the vertical levels less readily, move less between these levels, and show lower production performance with higher rates of non-marketable or misplaced eggs than hens coming from aviaries (Michel & Huonnic, 2003; Colson et al., 2005). However, in these last two experiments the differences recorded may derive not only from pen design, but also from management differences. Indeed, it was shown that a change of feeder shape between rearing and laying systems influenced the subsequent adaptation of hens (Petersen, 1991); and in the study of Colson et al. (2005) the two housing systems for pullets differed in the shape of the feeders they contained.

The aim of this experiment was to investigate the adaptation of hens to laying aviaries according to their rearing conditions before their transfer. The results presented here complete those obtained in the same experiment on emotional reactivity, reported in a second paper (Colson et al., submitted). Three treatments were compared, differing in the rearing conditions of pullets, but with similar laying conditions. Pullets were reared in floor pens with manual feed hoppers on litter and furnished with perching enrichments (FH), in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH), and in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC). The adaptation of hens to laying aviaries was evaluated just after transfer from rearing housing, before any possible decrease in the effects of rearing conditions on it. Adaptation was evaluated by several parameters used in non-cage systems: use of vertical levels (Hansen, 1994; Channing et al., 2001; Odén et al., 2002), numbers and distances of flights and jumps (Carmichael et al., 1999), eggs location, laying rate and mortality (Koelkebeck & Cain, 1984; Petersen, 1991; Taylor & Hurnik, 1996; Van Horne,

1996). Our hypothesis was that the adaptation to laying aviaries with automatic chain troughs would be influenced by the rearing conditions of pullets. We assumed that FH hens would do one or more of the following: use the upper levels less, make fewer and shorter flights and jumps, lay fewer eggs inside nest boxes, and show a lower laying rate and higher mortality level than AC hens. Results for AH hens would enable us to determine which effect, if any, influenced the difference between FH and AC hens: rearing pen design (rearing aviary vs. furnished floor pen) or rearing feeding system (automatic chain troughs on platforms vs. manual feed hoppers on litter).

## 2. Materials and methods

### 2.1. Animals and housing

The same experiment was replicated twice over two consecutive years. There were two batches per treatment in every replication of the experiment, which gave a total of four batches per treatment. For each replication of the experiment, ISA Brown pullets arrived on day one from a commercial hatchery, were beak-trimmed at eight days, transferred from rearing to laying systems at 17 weeks and slaughtered at 27 weeks of age. Three treatments, differing only in their rearing conditions, were compared. Floor-Hopper pullets (FH) were reared in two floor pens (308 pullets each: 1073 cm<sup>2</sup> of usable area per pullet), with manual feeding in feed hoppers suspended above the litter. Floor pens were furnished with three perches (41, 76 and 111 cm high) and two platforms with heights similar to those of lower and middle platforms of rearing aviaries (42 and 112 cm high - Fig. 1). Aviary-Hopper pullets (AH) were reared in two rearing aviaries (Natura Rearing type, Big Dutchman, Germany - 282 pullets each: 1004 cm<sup>2</sup> of usable area per pullet) with a manual feeding in feed hoppers suspended above the litter as in FH treatment (Fig. 2). Rearing aviaries contained three platforms (43, 113 and 184 cm height) and eight perches (two at 60 and 140 cm above the floor and the others at 35 and 62 cm above platforms). Aviary-Chain pullets (AC) were reared in two rearing aviaries similar to the AH treatment (282 pullets each: 1004 cm<sup>2</sup> of usable area per pullet), but were fed with automatic chain troughs on lower and middle platforms (Fig. 3). At 17 weeks of age, pullets were transferred to six laying aviaries with automatic chain troughs. These laying aviaries were the same as rearing aviaries except that free access to nest boxes was allowed (Pondoir Colony, Big Dutchman, Germany - Fig. 3). For every batch, 210 pullets from each rearing pen were transferred to one laying aviary (1349 cm<sup>2</sup> of usable area per hen), without mixing with pullets from another batch. None of the transferred pullets had been previously tested during the

rearing period. The transport of pullets during the transfer was standardised and batches of AH and AC pullets did not return to the same pen after transfer.

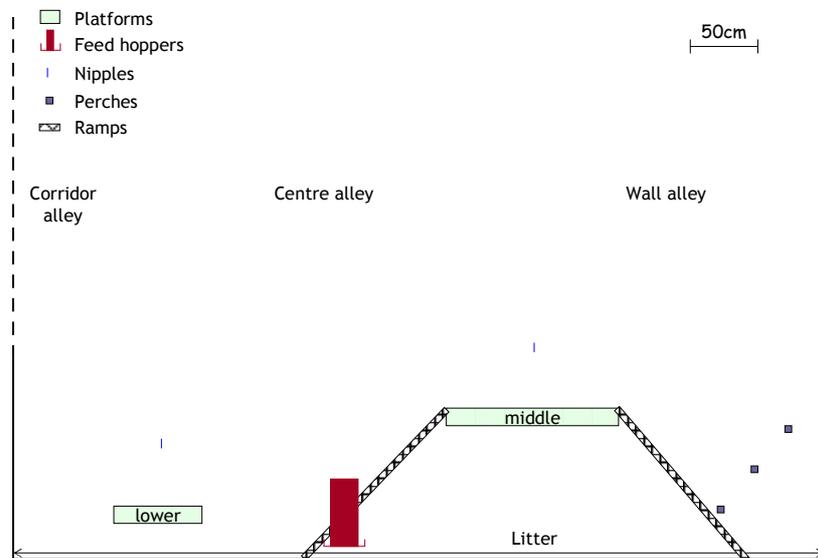


Fig. 1. Cross section of a rearing pen for FH pullets, which were reared in furnished floor pens with manual feeding in feed hoppers on litter. Slatted platforms and ramps were installed when pullets were 29 days old.

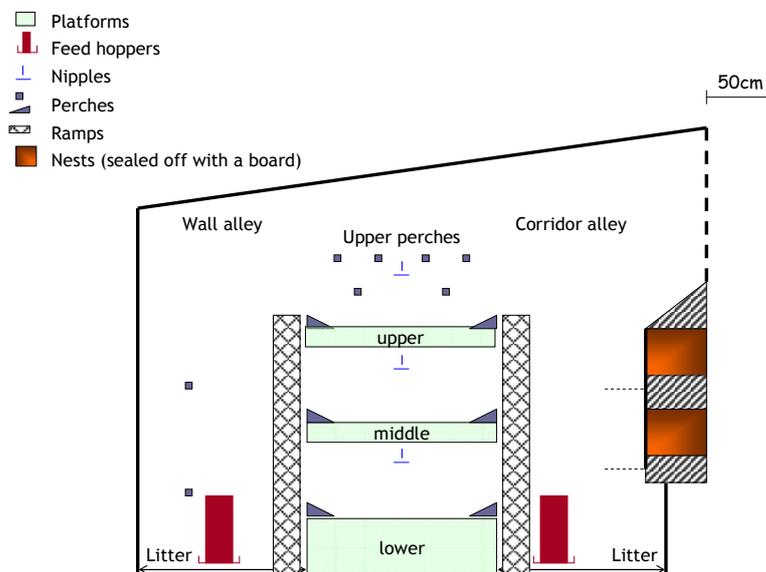
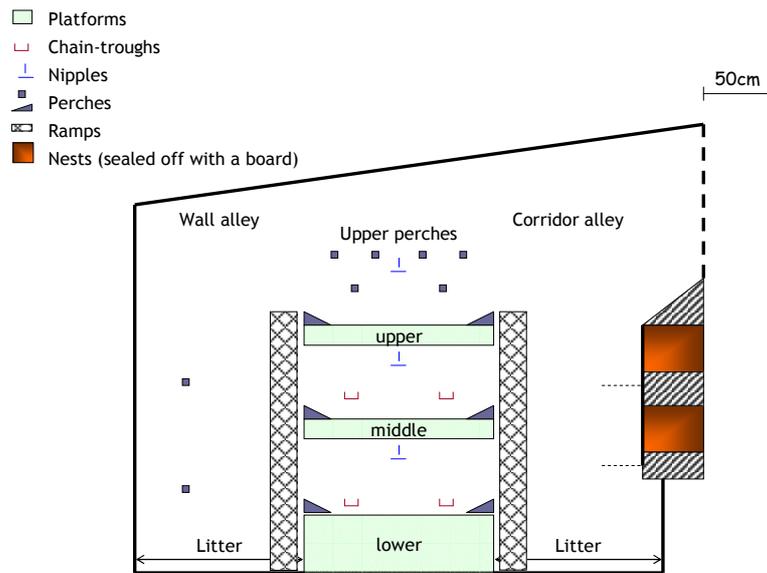


Fig. 2. Cross section of a rearing pen for AH pullets, which were reared in rearing aviaries with manual feeding in feed hoppers on litter. Pullets were freed from the middle platform and ramps were installed when pullets were 29 days old. Pullets had no access to nest boxes.



**Fig. 3.** Cross section of a rearing pen for AC pullets and of a laying pen for all treatments. AC pullets were reared in rearing aviaries with automatic feeding in chain troughs on platforms. Pullets were freed from the middle platform and ramps were installed when pullets were 29 days old. Pullets had no access to nest boxes. Similar aviaries were used to house hens during the laying period. There were no ramps and hens had a free access to nest boxes.

At the beginning of the rearing period, there were no platforms in the FH pullets pens, and AH and AC pullets were restricted to the middle platform of rearing aviaries. At 29 days old, platforms were installed in FH pullets pens, and AH and AC pullets were freed from the middle platform of the rearing aviaries. At this age, pullets had grown enough to move between vertical levels. To facilitate their access to the middle platform (and higher levels in rearing aviaries) two ramps were installed at the same time in all pens. One ramp was removed when the pullets were 12 weeks old.

For all batches, the time of presence of humans was homogenised and all conditions were standardised and similarly controlled. Every batch was visually isolated from the rest of the barn. Litter was composed of wood shavings in all rearing and laying pens.

## *2.2. Observations*

### *2.2.1. Use of vertical levels*

The numbers of animals on lower, middle and upper platforms and on the upper perches (only in the second experiment) were recorded by scan sampling. Animals were observed from the outside of the pens. Twelve observations were performed, between meals, on six consecutive days (two schedules per day: morning and early afternoon). Three scans with a delay of three minutes were made per observation. For each observation, the mean of the three scans was calculated and expressed as a percentage of the animals present in the pen. For statistical analysis, means were calculated on the twelve observations. For lower and middle platforms, only half of the platform in the corridor alley was observed (the second half was not visible). We had checked previously for absence of difference between the two halves of the platforms, and so numbers of animals observed were multiplied by two to estimate the use of the whole platform.

### *2.2.2. Numbers of flights and jumps*

Six observations were performed on six consecutive days, alternating two schedules (end of morning and end of afternoon). The two alleys (corridor and wall) were observed simultaneously by two experimenters. After one minute of habituation of the animals to the presence of the experimenters, numbers of flights (animal no longer in contact with any part of the pen and with wings spread, flapping or not) and jumps (animal no longer in contact with any part of the pen and with wings not spread) were recorded for ten minutes, by all occurrences sampling, over the length of the pens. For each observation, data recorded by the two experimenters were pooled and expressed as a percentage of animals present in the pen. For statistical analysis, means were calculated for the six observations.

### *2.2.3. Distances of flights and jumps*

The distances of flights and jumps were recorded alternating with the recording of the numbers of flights and jumps, with the same method except that we recorded the levels of take-off and landing of every flight and jump seen, and not their numbers. Data were recorded on audio tape. One distance was attributed for each type of path; for example, for the path litter - lower platform the distance was 74 centimetres. Then, on the all six observations, all flights and jumps recorded were grouped in two classes: short paths (shorter than 1 m) reported as performed easily or with little difficulty, and long paths (equal to or longer than 1 m) reported to cause markedly increased

difficulties for the animals (Scott & Parker, 1994; Scott et al., 1999; Taylor et al., 2003; Moinard et al., 2004). All paths observed are drawn on Fig. 4, indicating to which class they belong.

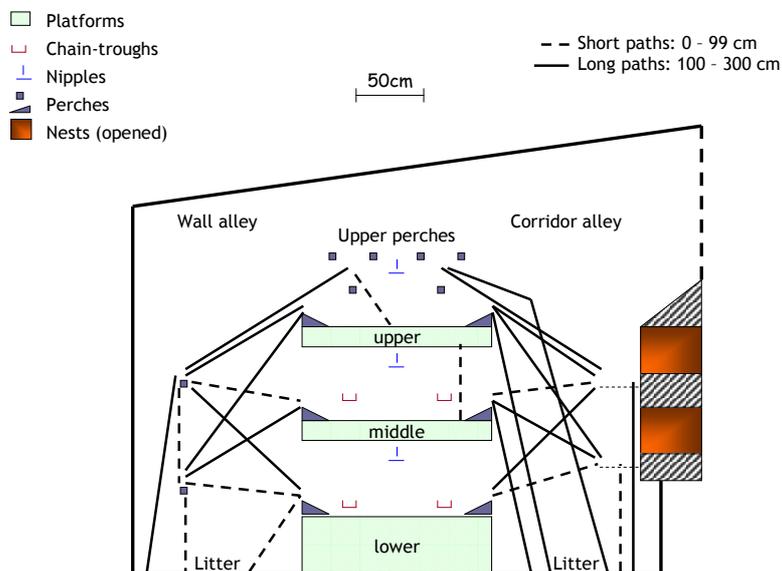


Fig. 4. Cross section of a laying aviary showing all the short paths (shorter than 1 m) and the long paths (equal to or longer than 1 m) used by hens.

#### 2.2.4. Eggs location

Numbers of eggs laid inside nest boxes, on platforms and on the litter were recorded every day. Results were expressed, per week, as a percentage of the total number of eggs laid per day.

#### 2.2.5. Laying rate

The percentage of eggs produced per hen and per day, including eggs laid outside nest boxes, was calculated every week. The mean was then calculated for the ten weeks of lay.

#### 2.2.6. Mortality

Each day, mortality and its causes were recorded. At the end of the rearing and laying periods, the mortality was calculated for each batch as a percentage of the number of animals introduced into the pen in the beginning of each period.

#### 2.2.7. Schedule

Measures were made in week 20 for use of vertical levels, numbers and distances of flights and jumps, and from weeks 18 to 27 for eggs location and laying rate. The use of vertical levels, numbers and distances of flights and jumps were also observed in week 15 (i.e. before transfer), for AH and AC pullets to provide further data to explain results obtained after transfer. This was

possible because observational methods were comparable in these two rearing conditions, but not to the FH pullets rearing condition.

### 2.3. Statistical analysis

The statistical unit was the batch:  $n = 4$  for each treatment. Except for the "distances of flights and jumps", which were grouped in classes and analysed by a  $\chi^2$  test, data were analysed using an analysis of variance (proc glm, SAS 9.1 software; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Data before and after transfer were analysed separately. Before transfer, the analyses concerned only AH and AC pullets. After transfer, the analyses concerned the three treatments. The model was:  $\text{var}(Y) = \text{var}(\text{Treatment}) + \text{Var}(\text{Year}) + \text{Var}(\text{Treatment} \times \text{Year}) + \text{Var}(\text{Error})$ , with "Year" and "Treatment\*Year" as random effects. For "eggs location" the model was repeated per day of production. If the "Treatment" had an effect, the three treatments were compared using the Student-Newman-Keuls test. The significance threshold was set at 0.05, and tendencies were considered up to 0.10.

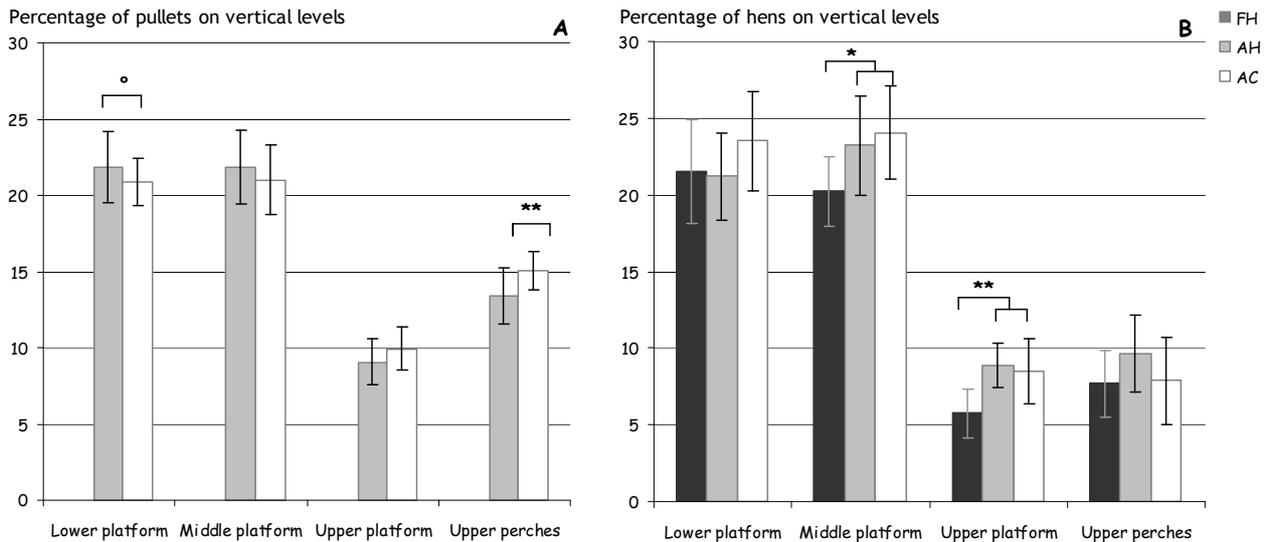
## 3. Results

### 3.1 Use of vertical levels

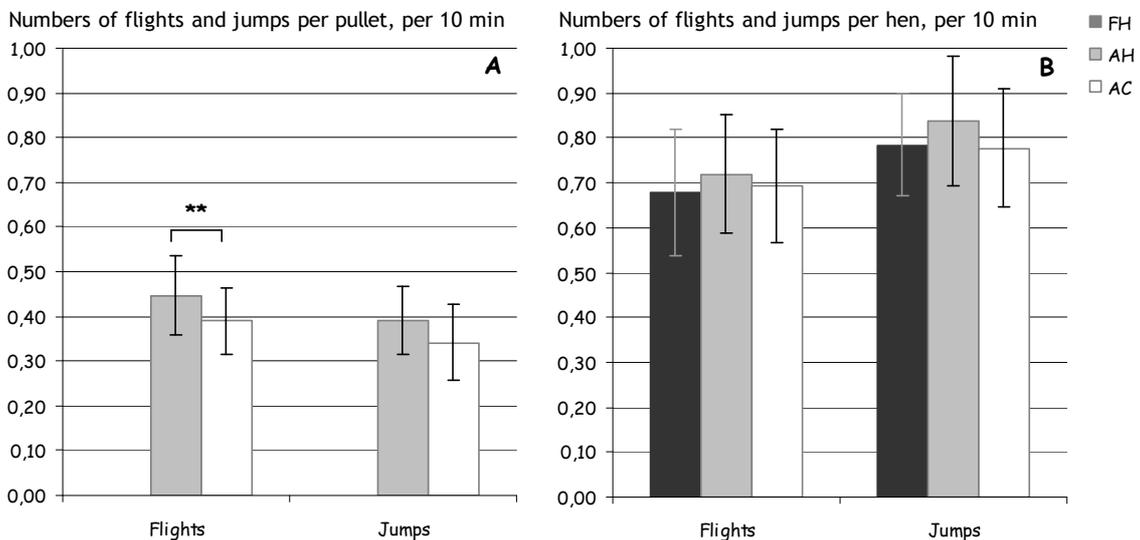
Before transfer (Fig. 5-A), the effect of treatment had a tendency to be significant for the number of pullets on the lower platform ( $F = 4.01$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.092$ ) and was significant for the number of pullets on upper perches ( $F = 156.74$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.007$ ), but not for the number of pullets on middle ( $F = 1.56$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.258$ ) and upper platforms ( $F = 2.43$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.170$ ). AC pullets used the lower platform less and the upper perches more than AH pullets. After transfer (Fig. 5-B), the effect of treatment was significant for the number of hens on the middle ( $F = 5.17$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.032$ ) and upper platforms ( $F = 13.80$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.002$ ), but not for the number of hens on the lower platform ( $F = 1.67$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.242$ ) and upper perches ( $F = 1.23$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.406$ ). FH hens used middle and upper platforms less than AH and AC hens.

### 3.2. Numbers of flights and jumps

Before transfer (Fig. 6-A), the effect of treatment was significant for the number of flights ( $F = 26.41$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.007$ ) but not for the number of jumps (for the global model:  $F = 3.74$ ,  $df = 3$ ,  $P = 0.118$ ). AH pullets flew more than AC pullets. After transfer (Fig. 6-B), the numbers of flights and jumps in the three treatments were not statistically different (flights  $F = 0.72$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.514$ ; jumps  $F = 1.56$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.268$ ).



**Fig. 5.** Means  $\pm$  standard deviation of numbers of hens on platforms and upper perches, before (A) and after transfer (B), expressed as a percentage of hens present in each pen, for each treatment: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens), before being transferred to laying aviaries with automatic chain troughs. ( $^{\circ}$   $P < 0.10$ ; \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ).



**Fig. 6.** Numbers of flights and jumps per hen per 10 minutes (means  $\pm$  standard deviation), before (A) and after transfer (B), for each treatment: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens), before being transferred to laying aviaries with automatic chain troughs. (\*\*  $P < 0.01$ ).

### 3.3. Distances of flights and jumps

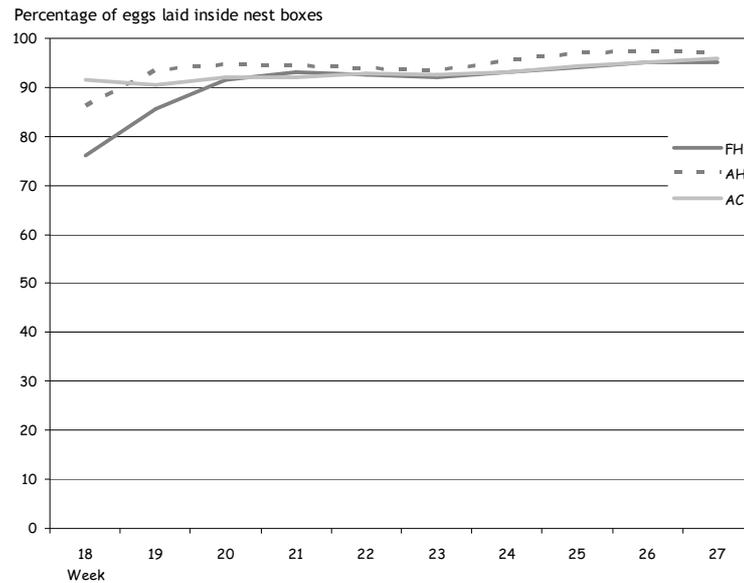
Before and after transfer (Tab. 1) the effect of treatment was significant only for the distances of flights. Before transfer AH pullets made more numerous long flights than AC pullets, and after transfer hens from these two treatments made more numerous long flights than FH hens. Also, before and after transfer, animals in the three treatments made more numerous short flights (59 % to 65 % of flights) and very few long jumps (less than 0.3 % of jumps).

**Table 1.** Number (%) of flights and jumps in the two classes of distances, before and after transfer, for each treatment: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens), before being transferred in laying aviaries with automatic chain troughs.

Distances	Before transfer		After transfer		
	AH	AC	FH	AH	AC
Flights short (0-99cm)	1417 (58.85)	1356 (64.11)	2032 (64.90)	1977 (58.75)	1830 (59.86)
Flights long (100-300cm)	991 (41.15)	759 (35.89)	1099 (35.10)	1388 (41.25)	1227 (40.14)
<i>P</i> (Chi <sup>2</sup> )	< 0.001		< 0.001		
Jumps short (0-99cm)	1847 (99.73)	1705 (99.71)	3354 (99.94)	3612 (99.89)	3434 (99.83)
Jumps long (100-300cm)	5 (0.27)	5 (0.29)	2 (0.06)	4 (0.11)	6 (0.17)
<i>P</i> (Chi <sup>2</sup> )	0.899		0.376		

### 3.4. Eggs location

For the rate of eggs laid inside nest boxes (Fig. 7), the effects of treatment ( $F = 5.69$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.029$ ) and of day of production ( $F = 4.58$ ,  $df = 60$ ,  $P = 0.005$ ) were significant, but not the effect of their interaction ( $F = 1.53$ ,  $df = 120$ ,  $P = 0.189$ ). AC hens laid a high percentage of their eggs inside nest boxes from week 18 (more than 90 %), whereas AH hens needed one more week, and FH hens two more weeks, to lay more than 90 % of eggs inside nest boxes. After week 19, AH hens laid slightly more numerous eggs inside nest boxes than FH and AC hens. Over the whole observed period, FH hens laid fewer eggs inside nest boxes than AH and AC hens (FH hens 90.84 %, AH hens 94.18 %, AC hens 93.03 %). We observed that FH hens used the upper level of nest boxes in more than 50 % cases only from week 20, whereas AH hens did so from week 19 and AC hens did so from the beginning of the laying period.



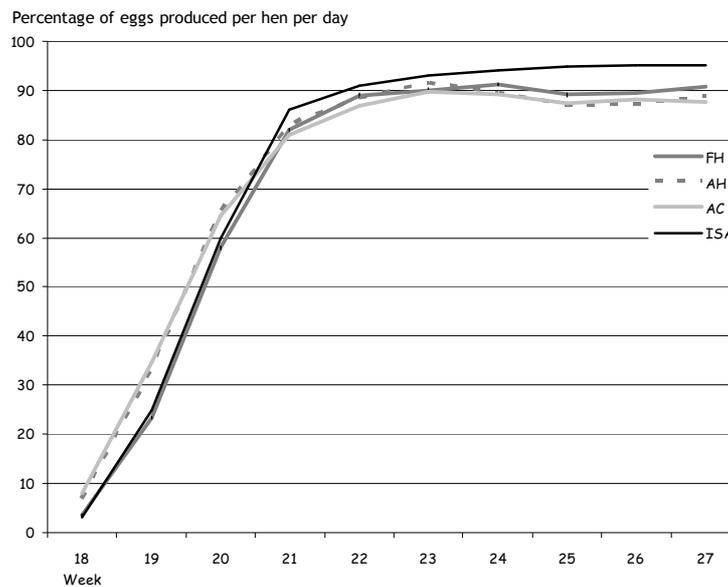
**Fig. 7.** Evolution of the rate of eggs laid inside nest boxes, expressed per week as a percentage of eggs produced, for each treatment: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens), before being transferred to laying aviaries with automatic chain troughs.

For the rate of eggs laid on platforms, the effect of treatment was not significant ( $F = 2.41$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.146$ ), the effect of day of production was significant ( $F = 2.54$ ,  $df = 60$ ,  $P = 0.025$ ), and the effect of their interaction was not significant ( $F = 0.86$ ,  $df = 120$ ,  $P = 0.600$ ). Hens from the three treatments laid eggs at similar rates on platforms over the whole observed period (FH hens 2.58 %, AH hens 2.37 %, AC hens 3.39 %). These rates decreased from weeks 18 to 27, in the same way for the three treatments (decrease from 2 % to 3 % according to treatments).

For the rate of eggs laid on the litter, the effect of treatment ( $F = 8.35$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.011$ ) and of day of production ( $F = 4.26$ ,  $df = 60$ ,  $P = 0.003$ ) were significant, and the effect of their interaction had a tendency to be significant ( $F = 1.84$ ,  $df = 120$ ,  $P = 0.086$ ). Over the whole observed period, FH hens laid more numerous eggs on the litter than AH and AC hens (FH hens 6.58 %, AH hens 3.45 %, AC hens 3.58 %). The rate of eggs laid on the litter decreased over the entire observed period for the three treatments, but the decrease was slower for FH hens (the rate fell below 5 % in week 19 for AH and AC hens and only in week 21 for FH hens).

### 3.5. Laying rate

Hens of the three treatments began to lay before 18 weeks of age (Fig. 8). Until week 20, the laying rate was higher in AH and AC hens than in FH hens and ISA reference, but the peak of lay was reached in week 22 in the three treatments (FH 89%, AH 88%, AC 87%). From week 21, the production of the three treatments was under the ISA reference, and it even stopped increasing in week 24 in FH hens and in week 23 in AH and AC hens, i.e. before the ISA reference (week 26). The effect of treatment was significant for the mean laying rate from weeks 18 to 27 ( $F = 6.36$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.022$ ): FH hens produced fewer eggs than AH and AC hens (FH 69.2%, AH 70.9%, AC 70.6%).



**Fig. 8.** Evolution of the laying rate, expressed per week as a percentage of eggs produced per hen per day, for each treatment: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens), before being transferred to laying aviaries with automatic chain troughs.

### 3.6. Mortality

The effect of treatment on mortality was significant before transfer ( $F = 6.10$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.036$ ): the mortality rate was higher in FH pullets than in AH and AC pullets (FH 4.09 %, AH 1.35 %, AC 0.79 %). The effect of treatment was also significant after transfer ( $F = 9.54$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.006$ ): the mortality rate was higher in FH and AH hens than in AC hens (FH 0.59 %, AH 0.36 %, AC 0.00 %).

#### 4. Discussion

Our results indicate that hens coming from furnished floor pens (FH hens) used the upper levels less, and the litter probably more, than hens coming from rearing aviaries (AH and AC hens). FH hens made as many flights and jumps but took fewer long paths than AH and AC hens. Since long paths were needed to reach upper levels, the lower use of upper levels by FH hens could be explained by their weaker ability to make long flights. Distances between levels were much longer and it was probably harder to jump across them in furnished floor pens than in rearing aviaries. Thus FH pullets certainly made fewer flights and jumps than pullets from the two other treatments. According to Gunnarsson et al. (1999), the less pullets perform flights and jumps, the less they develop their ability to jump over long distances. Thus the ability of FH hens was certainly lower than that of AH and AC hens. FH pullets could also have developed a preference to stay on litter rather than to move upward, because of their rearing environment. Birds develop preferences in their early age, when they are flexible (Denenberg, 1969; Gvoryahu et al., 1989; Reed et al., 1993), and during the rearing period there was neither an upper platform nor upper perches in furnished floor pens, and the litter area was larger than in rearing aviaries. The results of the present experiment confirm those of previous non-replicated studies performed on hens housed in laying aviaries in large groups of more than 2500 hens. In these studies, hens were found to use the platforms less, particularly the upper one, and to make fewer and shorter flights and jumps, when they came from furnished floor pens than from rearing aviaries (Michel & Huonnic, 2003; Colson et al., 2004; Colson et al., 2005). Our results also confirm those of a study performed on hens housed in two types of laying aviaries, different from the one we tested, and previously reared in furnished floor pens or rearing aviaries (Abrahamsson & Tauson, 1995). However, even though FH hens used the upper levels less than AH and AC hens, they seemed to adapt quickly to the vertical space, using vertical levels to a similar extent as in previous studies performed over a laying period of about one year (Hansen, 1994; Abrahamsson & Tauson, 1995; Carmichael et al., 1999; Channing et al., 2001; Odén et al., 2002; Michel & Huonnic, 2003; Colson et al., 2005).

The effect of the feeding system (trough type and location) used during the rearing period on the use of platforms and perches was limited to this rearing period and did not influence the use of platforms during the laying period when hens were housed in similar aviaries. This effect seemed to be due to the troughs location. During the rearing period, the location of feed on a different level

(litter) from the ones where water was available (platforms) induced a higher use of lower levels and more numerous and longer flights (probably to reach feed and water) in AH than in AC pullets, which had water available on the same levels as feed. It was previously found that pullets would learn to use the vertical space if they were forced to move vertically by having one or more important resources, such as feed or water, on the raised levels (Abrahamsson & Tauson, 1998; Gunnarsson et al., 1999). The present results indicate that to ensure a good vertical space use, at least during the rearing period, it is important to have a large vertical distance between important resources (as was the case in AH pullets) rather than a small vertical distance (as was the case in AC pullets).

The time needed to lay more than 90 % of eggs inside nest boxes was longer for hens coming from furnished floor pens (FH hens) than for hens coming from rearing aviaries (AH and AC hens). This delay, related to the design of the rearing pens, could be caused by the lower ability of FH hens to jump over long distances and by their preference for staying on litter and lower levels. The first cause led to difficulties reaching nest levels, particularly the upper one, which was reachable only by a long path. This level was used less by FH hens than by AH and AC hens, particularly during the first two weeks of lay. The difficulty FH hens had to reach nest levels decreased during the observed period, probably through their improved flying and jumping accuracy. It had previously been shown that such accuracy is improved by practice (Scott & Parker, 1994). However, the rate of eggs laid on litter by FH hens remained higher throughout the observed period (from weeks 18 to 27). Even though we do not know what the difference would be over a longer production period, the second cause (preference for staying on lower levels) is also plausible especially since the difference in eggs laid inside nest boxes between treatments was linked to a difference in eggs laid on litter. Even though the rate of eggs laid inside nest boxes increased more slowly in FH hens than in AH and AC hens, the situation of FH hens was not so bad, the increase in these hens being similar or even faster than in previous studies (Taylor & Hurnik, 1996; Abrahamsson & Tauson, 1998; Michel et al., 2004). The present results on eggs location are consistent with those of Petersen (1991), who showed that rearing conditions of pullets (access to perches or not) influenced their subsequent rate of floor eggs once housed in a deep litter laying house. Our results also confirm those of Michel et al. (2004), who found in an experimental study without replication that hens housed in laying

aviaries laid fewer eggs inside nest boxes when they had been previously reared in floor pens with perching structures than when they came from rearing aviaries. On the contrary, Gunnarsson et al. (1999) found no influence of rearing pen design on rates of eggs laid inside nest boxes, in a cohort study. However, in this study several types of design were studied for each furnished floor pen, rearing and laying aviaries, and management practices (gathering of eggs...) were not controlled. These factors probably influenced the misplaced eggs level. The discrepancies between these results seem to come mainly from the type of study (cohort vs. experimental) and the management of the birds.

The feeding system (trough type and location) used during the rearing period involved a rate of eggs laid inside nest boxes that was slightly higher in hens previously fed with hoppers on litter (AH hens) than in hens previously fed with chains on platforms (AC hens). This difference was linked neither to the use of space after transfer, nor to the rate of eggs laid on platforms or on litter, since these variables were not different between AH and AC hens. Thus AH hens probably found nest boxes more efficiently once in laying aviaries. They probably learnt to explore their environment to a fuller extent than AC pullets during the rearing period, owing to the higher vertical distance between feed and water, which made AH pullets move more between levels to find resources.

The onset of laying of hens coming from furnished floor pens (FH hens) was lower than that of hens coming from rearing aviaries (AH and AC hens). During the rearing period, pullets of the three treatments received the same manipulations, photoperiod and feed. Hence their physiological maturation was certainly similar at transfer (also, we did not notice any difference in weight at this time). However, their maturation could have evolved differently just after transfer, because FH hens may have eaten less than AH and AC hens at this time. First, FH hens used the middle platform, where feed was available, less. Second, they were more emotive (Colson et al., submitted) than AH and AC hens, and we observed that the noise of the feeding chain frightened them during the first week after transfer, probably owing to their high emotional reactivity. Furthermore, as FH hens laid more eggs on litter than AH and AC hens, a larger proportion of their eggs were subjected to pecking and eating. The number of gathered eggs thus probably diminished, as previously reported by other authors (Abrahamsson & Tauson, 1998; Tauson et al., 1999; Michel & Huonnic, 2003). This could explain the lower laying rate over the whole production period. Although

the onset of laying was lower for FH hens than for AH and AC hens, it was similar to the ISA Brown reference and higher than in other studies on hens kept in laying aviaries (Taylor & Hurnik, 1996; Michel et al., 2004).

The feeding system used during the rearing period had no effect on the laying rate, in spite of the slight influence it had on the eggs location, as the increases in the laying rate of AH and AC hens were similar.

Comparison with the ISA Brown reference indicates an early stop in the increase of laying rates in the three treatments. This was probably due to the disturbance caused by the catching of hens for blood sampling performed weekly from weeks 22 to 27, for a parallel study on stress response.

The influence of rearing pen design on mortality rates was clear before transfer: more pullets died in furnished floor pens (FH) than in rearing aviaries (AH and AC). The causes of mortality differed between rearing systems: culling after trapping of some parts of the body in rearing aviaries, and suffocations (main cause) and culling of individuals not able to go to drinkers located on platforms in furnished floor pens. The mortality rate of FH pullets was artificially increased because pullets of one batch crowded at night in a recess of the wall, which led to 8.88 % of mortality in this batch. However, the mean mortality rate of FH pullets stayed similar to the 4 % expected by the chicks' producer. After transfer, the influence of the rearing pen design on mortality persisted and it seems that the feeding system used during the rearing period also had an influence on mortality: mortality was higher in FH and AH hens than in AC hens. This higher mortality was perhaps due to the death of some hens, which did not found feed or were frightened to approach chain troughs. However, mortality rates obtained were low compared with the ISA Brown reference and the rates reported in other studies, over ten weeks (ISA Brown reference - 0.72 %; Taylor & Hurnik, 1996 - 1.26 %; Van Horne, 1996 - 1.13 %; Tauson et al., 1999 - 0.92 % and 4.16 %). Thus differences obtained in the present experiment were limited and did not reveal great differences in adaptation.

## 5. Conclusion

The adaptation to laying aviaries was mainly influenced by the design of the rearing pens. Hens coming from furnished floor pens jumped and flew less accurately and had a preference for staying on litter and lower levels, compared with hens coming from rearing aviaries. This led to difficulties

reaching upper levels (including higher nest level) and finding the feed, and had a negative impact on laying and mortality rates. These results are supported by those on emotional reactivity, presented in a second paper (Colson et al., submitted), indicating higher susceptibility to disturbances among hens reared in furnished floor pens than in rearing aviaries. Thus the floor pen design proposed in our experiment did not ensure a similar adaptation to that provided by rearing aviaries.

The feeding system (trough type and location) used during the rearing period had a slight influence on the adaptation to laying aviaries, since there were fewer differences between hens previously reared with different feeding systems than in different pen designs. The effect of feeding system, visible on the use of space before transfer, was only visible on the eggs location after transfer. It seemed to be due to the troughs location. The adaptation was slightly better when the vertical distance between feed and water was high during the rearing period.

Based on these results, we recommended rearing pullets assigned to laying aviaries in rearing aviaries. However, if pullets are to be reared in furnished floor pens, we advise adding perching enrichments very early to limit preference for litter, with one important resource on the highest levels and another one on the lowest levels to force pullets to move up and down.

### Acknowledgments

We thank the staff of the Experimental Farm (Service d'Expérimentations Avicoles et Cunicoles - AFSSA Ploufragan) for maintaining birds and recording their performance, Didier Huonnic for recording a part of "use of vertical levels", and Pierre-André Hervé, Gaëlle Pichard and Hugues Béziaud for recording a part of "numbers and distances of flights and jumps". S. Colson was supported by a grant from the Conseil Général des Côtes d'Armor.

### References

- 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 Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci.* 45, 191-203.
- Abrahamsson, P., Tauson, R., 1998. Performance and egg quality of laying hens in an aviary system. *J. Appl. Poult. Res.* 7, 225-232.
- Aerni, V., Brinkhof, Mwg., Wechsler, B., Oester, H., 2005. Productivity and mortality of laying hens in aviaries: a systematic review. *World's Poult. Sci. J.* 61, 130-142.

- Barnett, J.L., Newman, E.A., 1997. Review of welfare research in the laying hen and the research and management implications for the Australian egg industry. *Austr. J. Agric. Res.* 48, 385-402.
- Blokhuis, H.J., Metz, J.H.M., 1992. Integration of animal welfare into housing systems for laying hens. *Netherlands J. Agric. Sci.* 40, 327-337.
- Broom, D.M., 1969. Effects of visual complexity during rearing on chicks' reactions to environmental change. *Anim. Behav.* 17, 773-780.
- Candland, D.K., Nagy, Z.M., Conklyn, D.H., 1963. Emotional behavior in the domestic chicken (white leghorn) as a function of age and developmental environment. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 56, 1069-1073.
- Carmichael, N.L., Walker, A.W., Hughes, B.O., 1999. Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. *Br. Poult. Sci.* 40, 165-176.
- Channing, C.E., Hughes, B.O., Walker, A.W., 2001. Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72, 335-345.
- Colson, S., Arnould, C., Michel, V., 2004. Adaptation des poules pondeuses aux volières: influence du mode d'élevage des poussins sur l'occupation de l'espace. In: Sfeca (Ed.), *Colloque SFECA "Comportement, cognition et adaptation"*, Caen, France 52.
- Colson, S., Arnould, C., Huonnic, D., Michel, V., 2005. Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries. In: Witkowski, A. (Eds.), *7th European Symposium on Poultry Welfare. Anim. Sci. Papers and Reports 23 (Supplement 1)*, 85-93.
- Colson, S., Michel, V., Hervé, P.A., Pichard, G., Huonnic, D., Arnould, C., submitted. Influence of rearing conditions of pullets on the adaptation of hens to aviaries at the beginning of the laying period. Part II: emotional reactivity. *Applied Animal Behaviour Science*.
- Denenberg, V.H., 1969. The effects of early experience. In: Hafez, E.S.E. (Eds.), *The behaviour of domestic animals. Second edition. Baillière, Tindall & Cassel, London*, pp. 95-130.
- Faure, J.M., 1991. Rearing conditions and needs for space and litter in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 31, 111-117.
- Fröhlich, E.K.F., 1989. Effects of the behaviour related to rearing systems: The possible extent of adaptation of chicks to restrictive rearing systems and the consequences of such rearing

- environments on the resting behaviour and self-maintenance of laying hens. In: Faure, J.M., Mills, A.D. (Ed.), 3rd European Symposium on Poultry Welfare, Tours, France 137-148.
- 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. *Br. Poult. Sci.* 40, 12-18.
- Gvoryahu, G., Cunningham, D.L., Van Tienhoven, A., 1989. Filial imprinting, environmental enrichment, and music application effects on behavior and performance of meat strain chicks. *Poult. Sci.* 68, 211-217.
- Häne, M., Hubereicher, B., Fröhlich, E., 2000. Survey of laying hen husbandry in Switzerland. *World's Poult. Sci. J.* 56, 21-31.
- Hansen, I., 1994. Behavioural expression of laying hens in aviaries and cages: frequencies, time budgets and facility utilisation. *Br. Poult. Sci.* 35, 491-508.
- Huber-Eicher, B., 2004. The effect of early colour preference and of a colour exposing procedure on the choice of nest colours in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 86, 63-76.
- Jones, R.B., 1986. Responses of domestic chicks to novel food as a function of sex, strain and previous experience. *Behav. Process.* 12, 261-271.
- Jones, R.B., Mills, A.D., Faure, J.M., 1991. Genetic and experiential manipulation of fear-related behavior in Japanese quail chicks (*Coturnix coturnix japonica*). *J. Comp. Psychol.* 105, 15-24.
- Koelkebeck, K.W., Cain, J.R., 1984. Performance, behavior, plasma corticosterone, and economic returns of laying hens in several management alternatives. *Poult. Sci.* 63, 2123-2131.
- Mench, J.A., Morrow-Tesch, J., Chu, L., 1998. Environmental Enrichment for Farm Animals. *Laboratory Animals* 27, 32-36.
- Michel, V., Huonnic, D., 2003. A comparison of welfare, health and production performance of laying hens reared in cages or aviaries. *Br. Poult. Sci.* 43, 775-776.
- Michel, V., Postollec, G., Maurice, R., Huonnic, D., Colson, S., 2004. Elevage expérimental de poules pondeuses en cage conventionnelle et en système alternatif : résultats zootechniques, état sanitaire des animaux et qualité de l'ambiance. *Sci. Techn. Av.* 49 (Octobre 2004), 4-15.
- Moinard, C., Statham, P., Green, P.R., 2004. Control of landing flight by laying hens: implications for the design of extensive housing systems. *Br. Poult. Sci.* 45, 578-584.

- Newman, S., Leeson, S., 1998. Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics. *Poult. Sci.* 77, 1492-1496.
- Odén, K., Keeling, L.J., Algers, B., 2002. Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. *Br. Poult. Sci.* 43, 169-181.
- Petersen, V.E., 1991. Rearing of pullets for production of eggs in systems alternative to cagelaying systems. *Arch. Geflügelk.* 55, 79-83.
- 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. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 39-46.
- Scott, G.B., Parker, C.A.L., 1994. The ability of laying hens to negotiate between horizontal perches. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42, 121-127.
- Scott, G.B., Hughes, B.O., Lambe, N.R., Waddington, D., 1999. Ability of laying hens to jump between perches: individual variation and the effects of perch separation and motivation on behaviour. *Br. Poult. Sci.* 40, 177-184.
- Tauson, R., 2005. Management and housing systems for layers - effects on welfare and production. *World's Poult. Sci. J.* 61, 477-490.
- Tauson, R., Wahlström, A., Abrahamsson, P., 1999. Effect of two floor housing systems and cages on health, production, and fear response in layers. *J. Appl. Poult. Res.* 8, 152-159.
- Taylor, A.A., Hurnik, J.F., 1996. The long-term productivity of hens housed in battery cages and an aviary. *Poult. Sci.* 75, 47-51.
- 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. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83, 99-108.
- Van Horne, P.L.M., 1996. Production and economic results of commercial flocks with white layers in aviary systems and battery cages. *Br. Poult. Sci.* 37, 255-261.



## V-2] Etude de la réactivité émotionnelle des animaux

### A) Mesure de la réaction des animaux lors de tests d'immobilité tonique, d'environnement nouveau, de soudaineté et d'objet nouveau

Ces résultats ont donné lieu à un article "Influence of rearing conditions of pullets on the adaptation of hens to aviaries in the beginning of the laying period. Part II: emotional reactivity", soumis pour publication dans Applied Animal Behaviour Science. Les méthodes, résultats et conclusions sont résumés en préambule de l'article.

#### Méthodes

Le test d'immobilité tonique a été réalisé à l'âge de 12-13 et de 17-18 semaines, sur 25 poules par lot, échantillonnées aléatoirement sur la longueur et la hauteur des parquets. La Figure 28 représente une poule durant un test.

Le test d'environnement nouveau a été réalisé à l'âge de 12 et de 17 semaines, sur 12 groupes de 3 poules par lot. Les poules ont été échantillonnées aléatoirement sur 12 zones réparties sur la longueur et la hauteur des parquets. Ces tests ont eu lieu dans des salles de test (Figure 29).

Les tests de soudaineté et d'objet nouveau ont été réalisés à l'âge de 19 semaines, dans le milieu de vie des poules. La Figure 30 montre les zones fictives observées durant ces tests. La Figure 31 représente l'objet utilisé dans les tests d'objet nouveau.



Figure 28 : Poule en situation de test d'immobilité tonique lors de la seconde expérimentation (vue de dessus).



Figure 29 : Salles de test utilisées dans la seconde expérimentation.

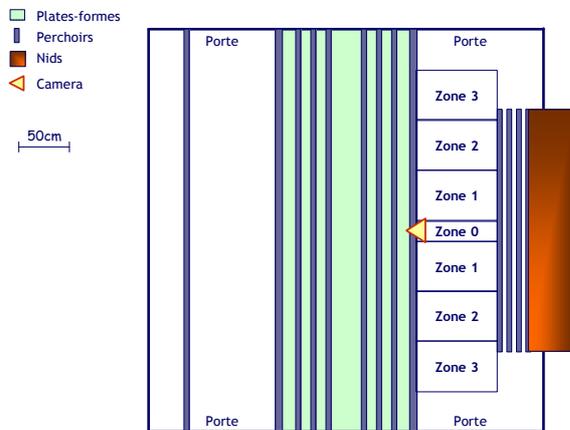


Figure 30 : Localisation, dans un parquet de ponte, des zones fictives utilisées pour les tests de soudaineté et d'objet nouveau de la seconde expérimentation.

La photographie indique comment les zones fictives étaient repérées sur les enregistrements vidéo. Un calque a été dessiné pour chaque parquet, puisque toutes les caméras n'avaient pas la même profondeur de champ, ni exactement la même position.



Figure 31 : Objet nouveau utilisé dans la seconde expérimentation.

### Résultats

Avant transfert, les poulettes des trois traitements ont réagi de la même manière au test d'immobilité tonique, mais pas au test d'environnement nouveau, pour lequel les poulettes élevées au sol aménagé (poulettes SA) ont montré une réactivité émotionnelle plus forte que les poulettes élevées en volière d'élevage (poulettes VA et VC).

Après transfert, aucune différence de réactivité n'a été détectée par le test d'environnement nouveau. Dans le test d'immobilité tonique, les poules SA ont été plus réactives que les poules VA et VC. Le même résultat a été obtenu avec le test d'objet nouveau, même si la réactivité des poules SA face à l'objet a progressivement diminué. Lors du test de soudaineté, les poules SA et VC étaient plus réactives que les poules VA.

### Conclusions

La réactivité émotionnelle a été principalement influencée par la configuration des parquets d'élevage. Les poules venant du sol aménagé étaient plus réactives émotionnellement que celles venant de volière d'élevage, aussi bien avant qu'après leur transfert en volière de ponte. Leur plus grande réactivité émotionnelle a pu rendre les poules issues du sol aménagé moins adaptables que les autres.

L'influence du système d'alimentation utilisé pendant la phase d'élevage sur la réactivité émotionnelle était visible seulement dans les tests de soudaineté, où une différence de réactivité était visible entre poules issues de volière d'élevage avec des systèmes d'alimentation différents, au contraire des autres tests. Les poules VA étaient moins réactives à la soudaineté que les poules VC. Il semble que le changement de type de mangeoire entre les phases d'élevage et de ponte ait diminué la réactivité émotionnelle des poules lors de situations soudaines ultérieures. Cet effet du

système d'alimentation était probablement lié à un enrichissement de l'expérience antérieure, qui a pu favoriser l'habituation des poules à différentes perturbations ou les prédisposer à examiner tout nouveau stimulus rencontré ultérieurement.

Dans nos conditions expérimentales, il semble donc que le changement de configuration du logement lors du transfert augmente la réactivité émotionnelle des poules et masque l'effet bénéfique que le changement de type de mangeoire peut avoir sur leur réactivité émotionnelle.

INFLUENCE OF REARING CONDITIONS OF PULLETS ON THE ADAPTATION OF HENS TO AVIARIES AT THE BEGINNING OF THE LAYING PERIOD. PART II: EMOTIONAL REACTIVITY.

Sandra Colson<sup>1</sup>, Virginie Michel<sup>1</sup>, Pierre-André Hervé<sup>1</sup>, Gaëlle Pichard<sup>1</sup>, Didier Huonnic<sup>1</sup>, Cécile Arnould<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unité d'Epidémiologie et Bien-Etre en Aviculture et Cuniculture, AFSSA Zoopôle Beaucemaine BP53, 22440 Ploufragan, France

<sup>2</sup> Station de Recherches Avicoles, INRA - Centre de Tours, 37380 Nouzilly, France.

Soumis pour publication dans Applied Animal Behaviour Science.

**Abstract**

Previous studies have shown how laying aviaries (one of the non-cage housing systems for laying hens authorised by the Directive 1999/74/EC) can improve hens' welfare. However, there is a shortage of experimental data on how hens adapt to this system according to their previous rearing conditions, despite the specific adaptation abilities it requires of them. As an indicator of possible impaired adaptation abilities, the emotional reactivity of hens previously reared in different conditions was assessed using tonic immobility, novel environment, startling stimulus and novel object tests. ISA Brown pullets were reared from age one day in floor pens furnished with platforms and perches with manual feed hoppers on litter (FH hens), in rearing aviaries with platforms and manual feed hoppers on litter (AH hens), and in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens). At 17 weeks of age, pullets in these three treatments were transferred to similar laying aviaries with automatic chain troughs on platforms. After transfer, FH hens were more reactive than AH and AC hens in tonic immobility and novel object tests. No difference between treatments was observed in the novel environment test. FH and AC hens were more reactive than AH hens in startling stimulus tests. The emotional reactivity of hens seemed especially influenced by the design of rearing pens and to a lesser extent by the change of feeding system (trough shape) at transfer. Hens coming from furnished floor pens had an increased emotional reactivity susceptible to impair their adaptation abilities, compared with hens coming from rearing aviaries. The change of trough shape at transfer slightly decreased the emotional reactivity of AH hens after transfer, probably through an enrichment of their early experience.

*Key words:* Adaptation / Early experience / Emotionality / Housing system / Laying hen

## **1. Introduction**

Laying aviaries are one of the systems authorised by the Council of Europe Directive 1999/74/EC to house laying hens. Many studies have already shown how the hens' welfare can be improved when they are housed in aviaries instead of conventional cages (for review, see Barnett & Newman, 1997; Tauson, 2005). However, studies on the adaptation of hens to laying aviaries are scarce even though aviaries are characterized by several vertical levels and facilities and therefore require specific adaptation abilities, compared with cages and one-level housing systems. Hens must be able to explore their environment and have proper social contacts with their penmates to learn from them how to reach and use facilities (nests, drinkers, feeders, perches...). These adaptation abilities are dependent on motivational systems (Broom, 1996) that can be disturbed or inhibited by excessive emotional reactivity (including fearfulness) (Murphy, 1978; Jones, 1996). In such a case, adaptation is impaired and the individual fails to cope with the situation, which can lead to problems of welfare, production or health (Broom, 1996). In spite of this impact of emotional reactivity on adaptation abilities, hens' adaptation is assessed in most studies through the use of space, eggs location and performance, without taking into account emotional reactivity. The emotional reactivity of hens and their reactions when facing a disturbance can be assessed using responses of the birds to some of the criteria used by animals to appraise a situation, such as novelty, suddenness and familiarity (Désiré et al., 2002).

Early experience influences the development of individuals (Henderson, 1980), their emotional reactivity (Boissy, 1998), and how they interact with their environment thereafter (Denenberg, 1969) i.e. their subsequent adaptation. For example, it has been demonstrated in chicks (Candland et al., 1963; Broom, 1969; Jones, 1986b; Gvoryahu et al., 1989), adult hens (Reed et al., 1993), and quails (Jones et al., 1991) that emotional reactivity is decreased by the enrichment of their early age environment. Also, according to Jones (1996) a sudden change in environment, such as transfer from rearing to laying systems, can increase fearfulness (included in emotional reactivity) and therefore decrease adaptation abilities of animals. Thus to maximise the adaptation of pullets assigned to laying aviaries, they should be reared in a similar housing (Fröhlich, 1989; Abrahamsson & Tauson, 1995, 1998; Häne et al., 2000). However, floor pens furnished with perching structures offer an interesting alternative to aviaries for the rearing of pullets, being less expensive to install and easier to manage. Previous studies, focusing on the influence of different designs of rearing

pens on subsequent adaptation to aviary and deep litter laying housing (Petersen, 1991; Abrahamsson et al., 1998; Abrahamsson & Tauson, 1998; Gunnarsson et al., 1999; Michel & Huonnic, 2003; Colson et al., 2005) yielded conflicting results, perhaps because of a lack of replications or because of management differences.

The aim of our experiment was to study the adaptation of hens to laying aviaries, according to their rearing conditions before their transfer, using a replicated experimental design. Adaptation was assessed through the emotional reactivity of hens when facing a disturbance. Results reported here add to those obtained on use of space, eggs location and performance, presented in a companion paper (Colson et al., submitted). Three treatments were compared, differing by the rearing conditions of pullets, but with similar laying conditions. Pullets were reared in floor pens with manual feed hoppers on litter and furnished with perching enrichments (FH), and in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH) or with automatic chain troughs on platforms (AC) as in laying aviaries. The emotional state of the animals was assessed through situations characterised by different appraisal criteria, as defined by Désiré et al. (2002): tonic immobility, novel environment, startling stimulus and novel object tests. Several test situations were used together to obtain an overall picture of hens' emotional reactivity, as suggested by Boissy (1998). Our hypothesis was that the rearing conditions of pullets would influence the emotional reactivity of hens. We assumed that FH hens would react more than AC hens when facing a disturbance. Responses of AH hens were assessed to determine what effect, if any, influenced the difference between FH and AC hens: rearing pen design (rearing aviary vs. furnished floor pen) or rearing feeding system (automatic chain troughs on platforms vs. manual feed hoppers on litter). Petersen (1991) has shown that a change of feeder shape between rearing and laying systems influences the adaptation of hens to the laying system.

## 2. Materials and methods

### 2.1. *Animals and housing*

The same experiment was replicated twice in two consecutive years. There were two batches per treatment in each replication of the experiment, giving a total of four batches per treatment. The following description corresponds to one replication of the experiment. ISA Brown pullets arrived at age one day from a commercial hatchery, were beak-trimmed at eight days, transferred from rearing to laying systems at 17 weeks and slaughtered at 27 weeks. Three treatments were

compared, differing only by the rearing conditions of the pullets. Floor-Hopper pullets (FH) were reared in floor pens with manual feeding in feed hoppers suspended above the litter (308 pullets per batch). Floor pens were furnished with perches and platforms. Aviary-Hopper pullets (AH) were reared in rearing aviaries (Natura Rearing type, Big Dutchman, Germany) with manual feeding in feed hoppers suspended above the litter (282 pullets per batch). Aviary-Chain pullets (AC) were reared in rearing aviaries with automatic feeding in chain troughs on platforms (282 pullets per batch). At 17 weeks of age, pullets were transferred to laying aviaries with automatic chain troughs. These laying aviaries were the same as rearing aviaries, except that the hens had free access to nest boxes (Pondoir Colony, Big Dutchman, Germany). A more precise description of the housing systems is given elsewhere (Colson et al., submitted). The transport of pullets during the transfer was standardised and batches of AH and AC pullets did not return to the same pen after transfer. For every batch, 210 pullets coming from one rearing pen were transferred to one laying aviary without mixing with pullets from another batch. None of the pullets transferred had been previously tested during the rearing period.

For all batches, the time of presence of humans was homogenised and all conditions were standardised. Every batch was visually isolated from the rest of the barn. Litter was composed of wood shavings in all rearing and laying pens.

### 2.2. Emotional reactivity measures

#### 2.2.1 Tonic immobility test

Tonic immobility tests were performed in test rooms during four afternoons (from 12:00 to 17:00). The test rooms were visually and auditorily isolated from the rest of the barn. Each room contained one cradle. Before and after transfer, 25 different animals per batch, sampled randomly over the entire length and height of pens, were tested. They were caught one at a time with care and carried in the arms of the experimenter to the test room. The same number of animals from each batch was tested each day, in each test room and by each experimenter. The method described by Jones (1986a) was adapted. Tonic immobility was induced by placing the hen on its back and restraining it for 10 seconds, with one hand over the head and one hand on the sternum, in a U-shaped wooden cradle covered with a cloth. If the hen righted itself before 10 seconds after induction, a new induction was started.

The duration of tonic immobility until the hen righted itself (maximum of 1500 seconds), the number of inductions (maximum 5) and the number of scanning head movements with high amplitude rather than postural head change (per minute of tonic immobility) were measured on a video recording.

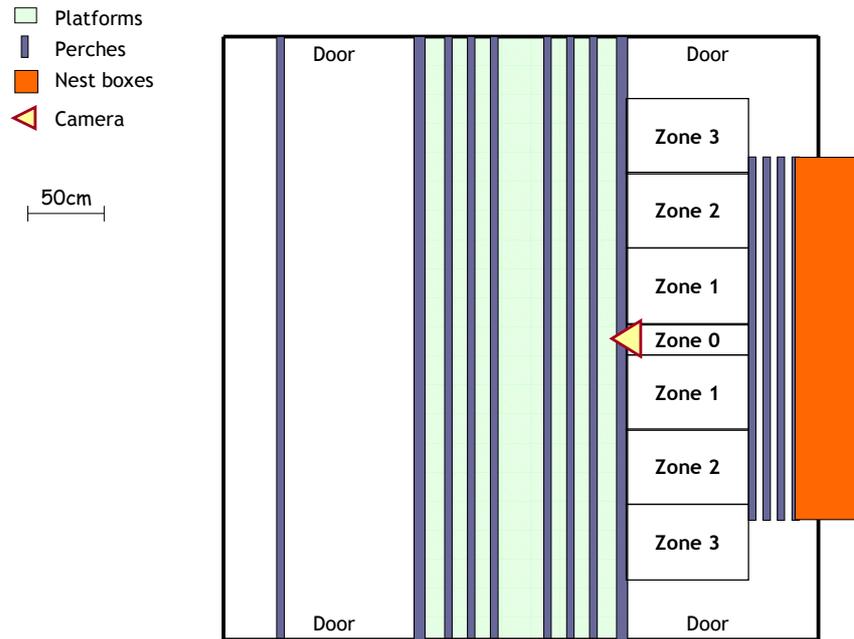
### *2.2.2. Novel environment test*

Novel environment tests were performed in the test rooms used for tonic immobility tests over two days (from 09:00 to 18:00). The test arenas used for the novel environment test were located in test rooms (one arena per room). They were similar to those used by Colson et al. (2006). They were 100 cm wide, 100 cm deep and 70 cm high, and comprised a wire lid, two contiguous wooden walls and two contiguous wire walls. Their floor was divided up into four quarters outlined to facilitate observations. Before and after transfer, 12 groups of three hens taken close together were tested per batch. The 12 groups were randomly sampled from 12 areas distributed over the entire length and height of the pens. Hens were carried carefully to the test arenas in a closed plastic box. They were individually identified, placed in the test arenas (always in the same quarter, designated "departure quarter") behind a board. The same number of groups from each batch was tested each day, in each test room. Measures were taken for 10 minutes after removal of the board.

Latencies to first floor-peck, first step, first exit from departure quarter and first animal isolated from the two others (no physical contact) were measured by focal sampling on a video recording, together with the numbers of quarter changes, flies or jumps in the direction of the lid, pacing (back-and-forth steps) and extension of the head through the wire walls.

### *2.2.3. Startling stimulus test*

Six repetitions of the startling stimulus test were performed for every batch, in living pens, over two days (from 08:30 to 16:30), to test for differences in habituation to the stimulus. In each pen in week 17 an object (a 12 x 10 cm can made of silvered metal) was positioned level with the upper platform (height about 184 cm) in the middle of the corridor alley. The object was suspended from a thin cord threaded through a pulley attached to the top of the pen, and tethered on the outside of the pen. The corridor alley was divided up into four imaginary zones (Fig. 1): zone 0 (20 cm wide, 10 cm on each side of the object), zone 1 (50 cm wide on each side of zone 0), zone 2 (50 cm wide on each side of zone 1) and zone 3 (50 cm wide on each side of zone 2).



**Fig.1.** Top view of an aviary, showing the four imaginary zones used to localise hens in the corridor alley in the startling stimulus and novel object tests. The location of the camera is indicated.

For each test, the experimenter released the cord on the outside of the pens, causing the object to drop suddenly down to a height of about 50 cm from the floor so as not to fall on hens. After 15 minutes, the object was slowly hoisted back to its initial height. Observations were made for one minute before and five minutes after the fall of the object. The number of hens in each of the four zones was recorded by scan sampling on a video recording (1 scan every 15 seconds). The hens' location was assessed by their head location. With the number of hens per zone, expressed as a percentage of hens present in the pen, an approach score was calculated for each scan:  $\% \text{ zone } 0 \times 4 + \% \text{ zone } 1 \times 3 + \% \text{ zone } 2 \times 2 + \% \text{ zone } 3 \times 1$  (minimum score 0, maximum score 400). The mean of the approach scores was calculated before and after the fall of the object and an overall approach score (score after - score before) was then calculated for each repetition of the test. A positive overall approach score indicated that hens generally approached the startling object after its fall; a negative overall approach score indicated that they generally withdrew from the startling object after its fall.

#### *2.2.4. Novel object test*

Six repetitions of the novel object test were performed for every batch, in living pens, over two days (from 09:00 to 16:00), to test for differences in habituation to the object. The corridor alley was divided up into the same four imaginary zones as for the startling stimulus tests. The novel object was a transparent green rectangular plastic box (18 x 11 x 11 cm) unknown to the hens at the first test run. This object was chosen such that it was easily seen by the greatest number of hens in the pen. The novel object was screwed to a thin board so that it could be positioned in the pen from outside.

At each test, without being seen by the hens, the experimenter, stationed outside the pen, moved the novel object into the centre of the corridor alley by pushing it slowly and as quietly as possible through a hatch in the wall, and positioning it on the litter. After 10 minutes the object was slowly removed from the pen. Observations were made for one minute before and ten minutes after the introduction of the novel object in the pen. The number of hens in each of the four zones was recorded by scan sampling on a video recording (1 scan every 30 seconds). An overall approach score was calculated as in the startling stimulus tests, and the number of object pecks was recorded by all occurrences sampling on a video recording.

#### *2.2.5. Schedule*

The emotional reactivity of individuals was assessed after transfer, via tonic immobility test in weeks 17-18, novel environment test in week 17, and startling stimulus and novel object tests in week 19. As they were performed outside living pens, tonic immobility and novel environment tests could be standardised and made independent of living conditions (in particular pen design). They were also performed before transfer, in weeks 12-13 and 12 respectively, to assess the "basal" emotional reactivity of pullets. In contrast, startling stimulus and novel object tests, performed in living pens, were influenced by housing conditions. Thus they were not performed before transfer.

All the hens involved in tonic immobility and novel environment tests were tested only once, and in only one type of test. They were therefore identified with a leg ring after testing. Only one experimenter (always the same) performed all the tests, except for tonic immobility, where two experimenters were involved.

### 2.3. Statistical analysis

The statistical unit was the batch:  $n = 4$  for each treatment. Data were analysed by an analysis of variance (proc glm, using SAS 9.1 software; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Data before and after transfer were analysed separately, as the purpose of the study was not to compare data before and after transfer. The model was:  $\text{var}(Y) = \text{var}(\text{Treatment}) + \text{Var}(\text{Year}) + \text{Var}(\text{Treatment} \times \text{Year}) + \text{Var}(\text{Error})$ , with "Year" and "Treatment\*Year" as random effects. For the startling stimulus and novel object tests, the model was repeated by repetition of the test. If the "Treatment" had an effect, then the three treatments were compared using the Student-Newman-Keuls test. The significance threshold was set at 0.05, and tendencies were considered up to 0.10.

## 3. Results

### 3.1 Tonic immobility test

Before transfer the three treatments did not differ for the number of inductions or for the tonic immobility duration or for the number of scanning head movements (Table 1). After transfer, the effect of treatment was significant only for the number of scanning head movements (Table 1). FH hens made fewer scanning head movements than AH or AC hens.

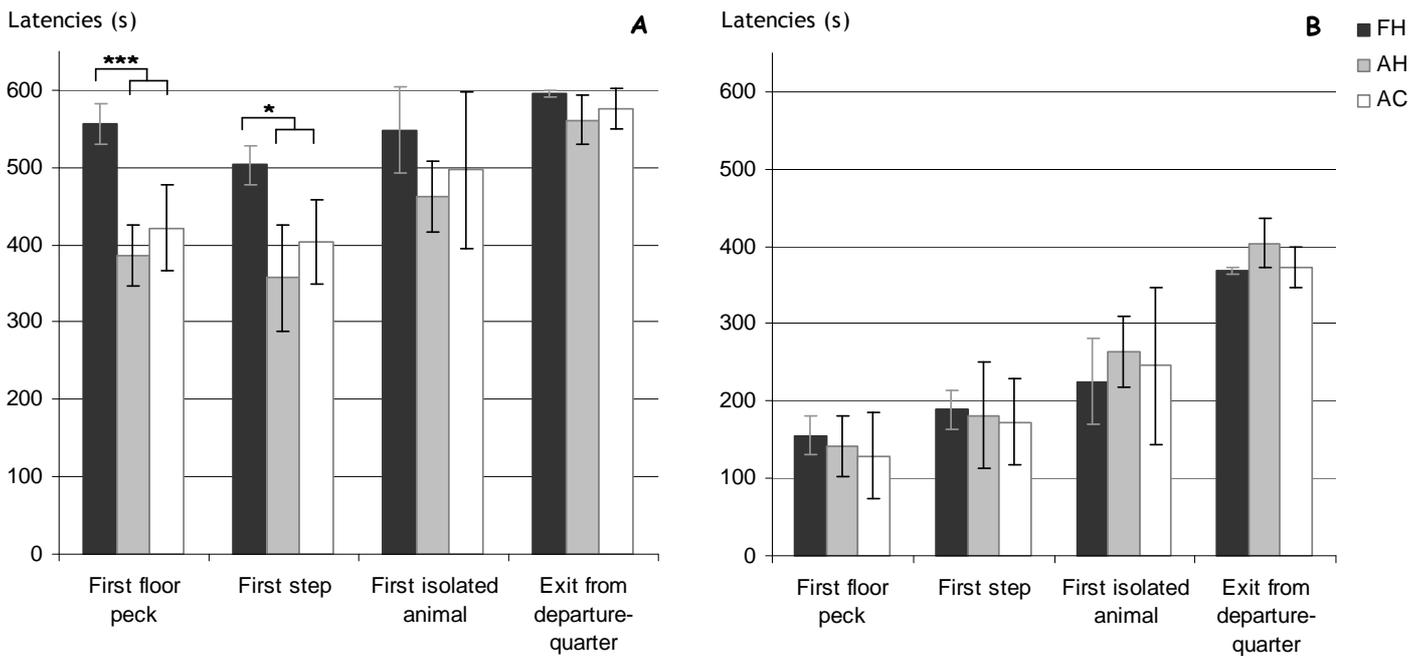
**Table 1.** Results (means  $\pm$  standard deviation) of tonic immobility tests performed before and after transfer for each treatment: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens), before being transferred to laying aviaries with automatic chain troughs.

		FH	AH	AC	F	df	P
Before transfer	Tonic immobility duration (s)	514 $\pm$ 95	511 $\pm$ 47	529 $\pm$ 159	0.04	2	0.957
	Number of inductions	1.59 $\pm$ 0.32	1.77 $\pm$ 0.35	1.78 $\pm$ 0.30	0.54	2	0.608
	Number of scanning head movements per minute	0.04 $\pm$ 0.05	0.11 $\pm$ 0.05	0.10 $\pm$ 0.09	3.06	2	0.121
After transfer	Tonic immobility duration (s)	417 $\pm$ 97	402 $\pm$ 31	392 $\pm$ 83	0.14	2	0.876
	Number of inductions	1.80 $\pm$ 0.22	2.03 $\pm$ 0.25	1.91 $\pm$ 0.14	1.24	2	0.354
	Number of scanning head movements per minute	0.25 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	0.50 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	0.54 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>	9.44	2	0.014

<sup>a, b</sup>: within each row, treatments with different letters are different with a probability  $P < 0.05$ .

3.2. Novel environment test

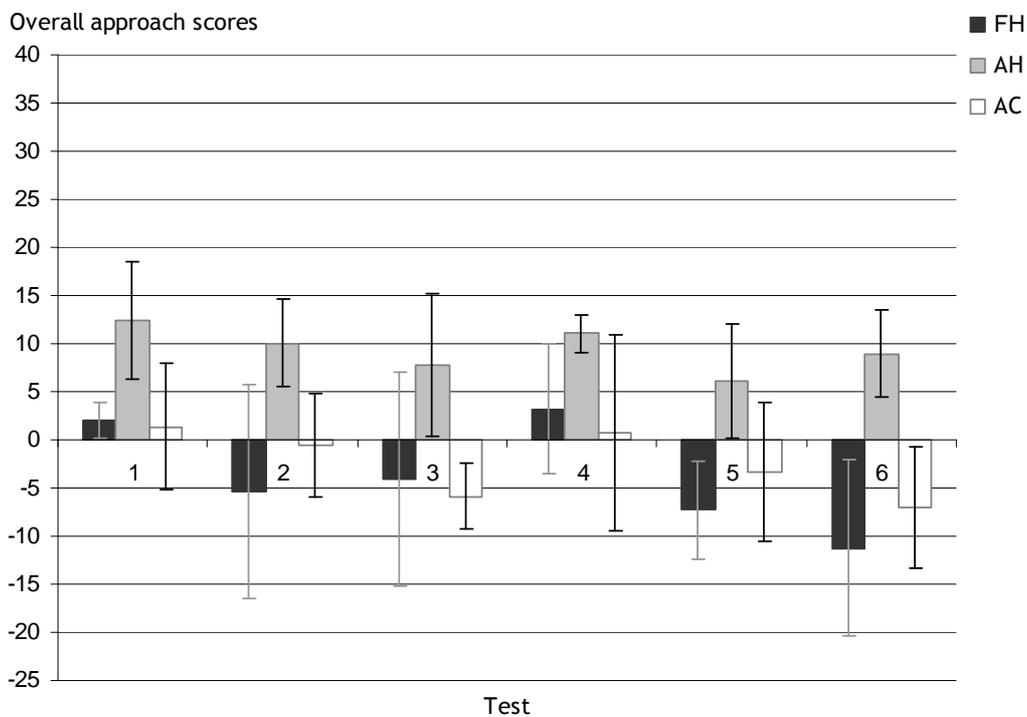
Before transfer, pullets from the three treatments made no flight or jump to the lid, showed no pacing or extension of head through wire walls, and did not differ significantly in the number of quarter changes (FH  $0.04 \pm 0.05$ , AH  $0.58 \pm 0.59$ , AC  $0.57 \pm 0.54$ ,  $F = 2.34$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.178$ ). However, the effect of treatment was significant for the latencies to first floor-peck ( $F = 28.95$ ,  $df = 2$ ,  $P < 0.001$ ) and first step ( $F = 9.32$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.014$ ) (Fig. 2-A). These two latencies were significantly longer in FH pullets than in AH and AC pullets. After transfer, hens from the three treatments showed no pacing or extension of head through wire walls. The results did not differ significantly between treatments either for the number of quarter changes (FH  $5.71 \pm 1.87$ , AH  $3.78 \pm 0.58$ , AC  $5.03 \pm 0.97$ ,  $F = 1.86$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.235$ ), or for the number of flights/jumps to the lid (FH  $0.00 \pm 0.00$ , AH  $0.01 \pm 0.02$ , AC  $0.01 \pm 0.01$ ,  $F = 3.00$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.125$ ), or for the other behaviours observed ( $F < 0.63$ ,  $df = 2$ ,  $P > 0.565$  in all cases) (Fig. 2-B).



**Fig. 2.** Mean latencies ( $\pm$  standard deviation) of the behaviours observed in the novel environment test performed before (A) and after transfer (B), for each treatment: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens). Hens from the three treatments were then transferred to laying aviaries with automatic chain troughs. (\*  $P < 0.05$ , \*\*\*  $P < 0.001$ ).

### 3.3. Startling stimulus test

For the overall approach score (Fig. 3), the effect of treatment (over the six repetitions of the test) was significant ( $F = 14.04$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.002$ ), the effect of repetition of the test had a tendency to be significant (Wilks' Lambda test:  $F_{55} = 3.67$ ,  $P = 0.090$ ), and the effect of their interaction (treatment\*test repetition) was not significant (Wilks' Lambda test:  $F_{1010} = 0.83$ ,  $P = 0.616$ ). AH hens had high positive scores whereas FH and AC hens had low positive scores at repetitions 1 and 4 and negative scores at other repetitions. Thus the AH hens generally approached the startling object much more after its fall than FH and AC hens, which showed low approach and withdrawal. Irrespective of the treatment, the scores overall had a tendency to decrease from repetitions 1 to 3 (first day of testing) and 4 to 6 (second day of testing).

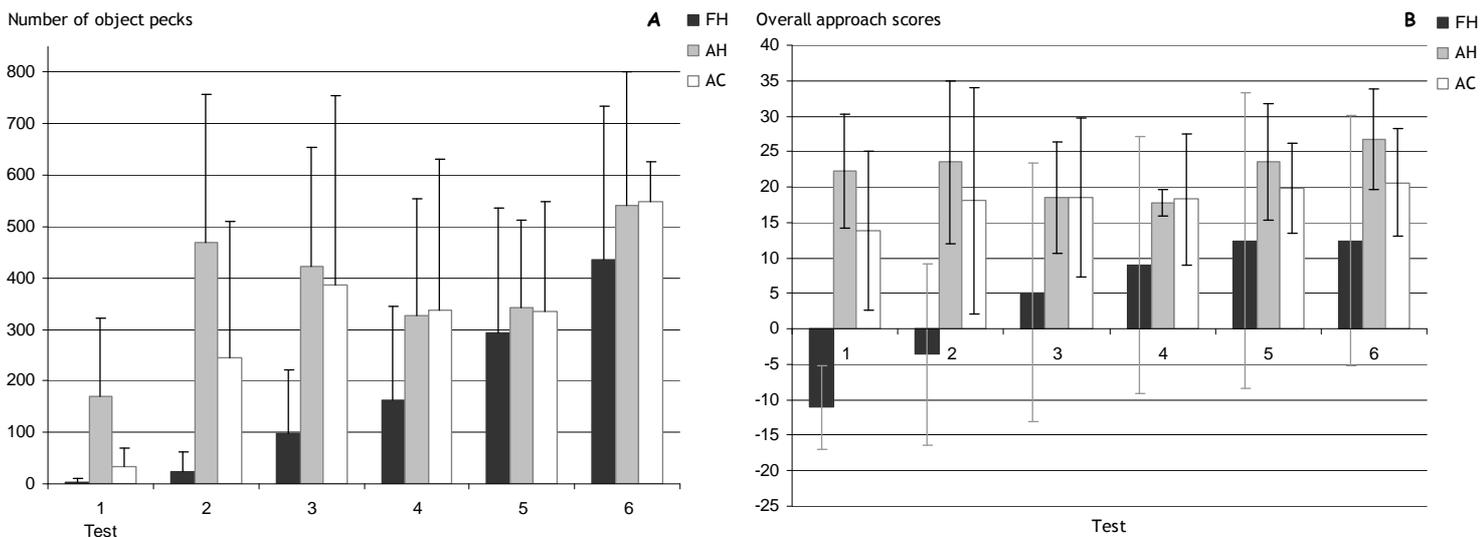


**Fig. 3.** Overall approach scores measured during the startling stimulus test repeated six times after transfer. A positive score indicates that hens approached the startling stimulus, whereas a negative score indicates that they withdrew from it. Treatments were: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens). Hens from the three treatments were then transferred to laying aviaries with automatic chain troughs.

3.4. Novel object test

For the number of object pecks (Fig. 4-A), the effects of treatment ( $F = 1.50$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.295$ ) and of repetition of the test (Wilks' Lambda test:  $F_{52} = 8.27$ ,  $P = 0.111$ ) were not significant, whereas the effect of their interaction (treatment\*test repetition) was very close to the significance threshold (Wilks' Lambda test:  $F_{104} = 5.79$ ,  $P = 0.053$ ). The number of object pecks increased more slowly in FH hens than in AH and AC hens.

For the overall approach score (Fig. 4-B), the effect of treatment was very close to the significance threshold ( $F = 5.03$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.052$ ) and the effects of repetition of the test (Wilks' Lambda test:  $F_{52} = 175.69$ ,  $P = 0.006$ ) and of their interaction (treatment\*test repetition) (Wilks' Lambda test:  $F_{104} = 8.43$ ,  $P = 0.027$ ) were significant. FH hens had lower scores than AH and AC hens. The scores of FH hens also increased constantly and markedly from repetitions 1 to 6 (-11 to +12), whereas the scores of AH and AC hens were more stable (respectively between +22 and +27 and between +14 and +21).



**Fig. 4.** Number of object pecks (A) and overall approach scores (B) measured during novel object test repeated six times after transfer. A positive score indicates that hens approached the object, whereas a negative score indicates that they withdrew from it. Treatments were: hens reared in furnished floor pens with manual feed hoppers on litter (FH hens), hens reared in rearing aviaries with manual feed hoppers on litter (AH hens) and hens reared in rearing aviaries with automatic chain troughs on platforms (AC hens). Hens from the three treatments were then transferred to laying aviaries with automatic chain troughs.

#### **4. Discussion**

Before transfer, pullets from the three treatments reacted in the same way in the tonic immobility test. However, in the novel environment test, pullets reared in furnished floor pens (FH hens) took more time to peck the floor and to make their first step in the test arena than pullets reared in rearing aviaries (AH and AC hens). Thus FH pullets explored the novel environment less and took longer to start exploring than AH and AC pullets. Because the less an individual explores the higher its fearfulness is (Faure, 1975; Jones, 1977; Murphy, 1978; Faure, 1980), the FH pullets could be considered more emotionally reactive than the AH and AC pullets.

After transfer, in the tonic immobility test, hens coming from furnished floor pens (FH hens) made fewer scanning head movements than hens coming from rearing aviaries (AH and AC hens), indicating that the FH hens had a greater immobility and were more emotionally reactive to the restraint (Jones, 1986a). This result is consistent with those of the novel object test, where FH hens explored the novel object less than AH and AC hens, in all the repetitions, even though the avoidance of novel object displayed by the FH hens decreased along the repetitions of the test, as they explored the object more closely (increase in approach scores and of numbers of object pecks). Thus the FH hens could also be considered as more emotionally reactive to the novel object test than the AH and AC hens. The novel environment test failed to reveal any difference between treatments after transfer. This lack of difference between treatments in comparison to the other tests may come from the fact that the situation of the novel environment test, performed outside living pens, was more frightening than the situation of tests performed inside living pens (such as the novel object test), what may have increased the reactivity at a same level for all the hens. It may also come from the fact that when the novel environment test was performed, hens from every treatment could have still been frightened by the transfer. The novel environment test was performed only two days after the transfer, and latencies before first exit from "departure quarter" and first step were longer in the present experiment (327 to 404 s and 173 to 189 s) than for hens tested in similar conditions but transferred for a longer time (63 to 69 s and 25 to 36 s) (Colson et al., 2006).

As hens coming from furnished floor pens were more emotionally reactive than those coming from rearing aviaries before transfer, it seems that the design of rearing pens influenced the

emotional reactivity of individuals. In our experiment, pullets reared in floor pens may have experienced a higher "chronic stress", related to human contacts, than pullets reared in rearing aviaries. Even though human presence was standardised in all three treatments, pullets see humans differently according to whether they can overlook them or not. Also, rearing aviaries may represent a more secure environment, where pullets can hide or be under cover. According to Boissy (1998), stress responses can increase the emotional reactivity of animals. Thus the "chronic stress" of pullets in floor pens, if any, may have increased their emotional reactivity. A high emotional reactivity is known to inhibit motivational systems and thereby limit adaptation abilities of animals (Murphy, 1978; Broom, 1996; Jones, 1996). This is probably what occurred in the present experiment among hens coming from furnished floor pens. The results of space use, eggs location and performance presented in the companion paper (Colson et al., submitted), showing a weaker adaptation to laying aviaries in hens coming from furnished floor pens than from rearing aviaries, support the present findings. The impact of rearing conditions on the emotional reactivity of hens housed in aviaries during the laying period has already been investigated by Colson et al. (2006). In this latter study, no effect of rearing conditions (furnished floor pens vs. rearing aviaries) on the hens' emotional reactivity in laying aviaries has been found, but tests were performed at the end of the laying period (from 59 to 66 weeks of age). Thus it is probable that the effect of rearing pen design on emotional reactivity during the laying period fades with time, probably as a result of gradual habituation to the environment.

Results obtained in the startling stimulus test were quite different from those obtained in the novel object test. The FH and AC hens were more emotionally reactive (they approached the startling stimulus less) than the AH hens. Désiré et al. (2004) explained that test situations characterised by non-familiarity are indicators of the levels of exploration and neophobia of animals, whereas suddenness tests (such as the startling stimulus test) indicate startle responses. Thus the AH hens showed similar levels of exploration and neophobia to AC hens, and more exploration and less neophobia than FH hens, but AH hens were less easily startled than either FH or AC hens. These differences may be explained by a higher degree of habituation of AH hens to suddenness compared with FH and AC hens. During the first days after transfer we observed that the sudden turning on of chain troughs startled FH and AH hens at each meal. Unlike FH hens, the

startle response of AH hens decreased quickly. The presence of feed in the chain troughs did probably act as a positive reinforcement that increased the habituation of AH hens to the sudden turning on of chain troughs. However, this positive reinforcement was not powerful enough to produce the same habituation in FH hens, probably because of their higher neophobia and lower exploration levels compared to AH hens. The AC hens did not change feeding system at transfer. Thus they did not experience suddenness at the turning on of chain troughs, and so experienced no habituation to suddenness. It seems that in our experimental conditions the change of feeding system between rearing and laying slightly decreased the emotional reactivity of hens and their reaction to a subsequent disturbance (at least their startle response), when they came from rearing aviaries. This effect of feeding system was probably due to an enrichment of early experience. According to Jones (1987b) this enrichment could have favoured habituation of hens to different disturbances or predisposed them to examine every subsequent new stimulus. The effect of feeding system is consistent with the results presented in the companion paper (Colson et al., submitted). In hens coming from rearing aviaries, the use of vertical levels and the egg location were slightly better (showing better adaptation abilities) for those previously fed with feed hoppers than with chain troughs.

The fact that hens did not react in the same way in all the test situations in the present study shows the need to use a battery of test situations to assess the emotional reactivity status of the animals as fully as possible (Jones, 1987a, 1996; Boissy, 1998). As suggested by Désiré et al. (2002), various emotions are triggered in different test situations, and characterised by different appraisal criteria. Our results underline the complexity of emotional processes.

### 5. Conclusion

Emotional reactivity was mainly influenced by the design of the rearing pens. Hens coming from furnished floor pens were more reactive emotionally than those coming from rearing aviaries, particularly after their transfer to laying aviaries. This higher reaction is probably responsible for the limitation of their adaptation abilities.

The influence of the feeding system used in the rearing period on emotional reactivity was discernable only in the startling stimulus test. The change of trough shape at transfer seemed to decrease the hens' emotional reactivity to a subsequent startling situation.

Thus in our experimental conditions, the change of pen design at transfer seemed to increase the hens' emotional reactivity and to hide the beneficial effect of change of trough shape on this reactivity.

### **Acknowledgments**

We thank the staff of the Experimental Farm (Service d'Expérimentations Avicoles et Cunicoles - AFSSA Ploufragan) for maintaining birds and for technical assistance, and Hugues Béziaud for his help in performing tonic immobility tests. We are grateful to A. Boissy for his advices on protocol and helpful discussions. S. Colson was supported by a grant from the Conseil Général des Côtes d'Armor and P.A. Hervé was supported by a grant from Zoopôle Développement.

### **References**

- 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 Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci.* 45, 191-203.
- Abrahamsson, P., Tauson, R., 1998. Performance and egg quality of laying hens in an aviary system. *J. Appl. Poult. Res.* 7, 225-232.
- Abrahamsson, P., Fossum, O., Tauson, R., 1998. Health of Laying Hens in an Aviary System over Five Batches of Birds. *Acta veterinaria scandinavica* 39, 367-379.
- Barnett, J.L., Newman, E.A., 1997. Review of welfare research in the laying hen and the research and management implications for the Australian egg industry. *Austr. J. Agric. Res.* 48, 385-402.
- Boissy, A., 1998. Fear and fearfulness in determining behavior. In: Grandin, T. (Eds.), *Genetics and the behavior of domestic animals*. Academic Press, San Diego, California, USA, pp. 67-111.
- Broom, D.M., 1969. Effects of visual complexity during rearing on chicks' reactions to environmental change. *Anim. Behav.* 17, 773-780.
- Broom, D.M., 1996. Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci. Supplement* 27, 22-28.
- Candland, D.K., Nagy, Z.M., Conklyn, D.H., 1963. Emotional behavior in the domestic chicken (white leghorn) as a function of age and developmental environment. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 56, 1069-1073.
- Colson, S., Arnould, C., Huonnic, D., Michel, V., 2005. Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries. In:

- Witkowski, A. (Eds.), 7th European Symposium on Poultry Welfare. Anim. Sci. Papers and Reports 23 (Supplement 1), 85-93.
- Colson, S., Michel, V., Arnould, C., 2006. Welfare of laying hens housed in cages and in aviaries: what about fearfulness? Arch. Geflügelk. 70, in press.
- Colson, S., Arnould, C., Michel, V., submitted. Influence of rearing conditions of pullets on the adaptation of hens to aviaries at the beginning of the laying period. Part I: space use and performance. Appl. Anim. Behav. Sci.
- Denenberg, V.H., 1969. The effects of early experience. In: Hafez, E.S.E. (Eds.), The behaviour of domestic animals. Second edition. Baillière, Tindall & Cassel, London, pp. 95-130.
- Désiré, L., Boissy, A., Veissier, I., 2002. Emotions in farm animals: a new approach to animal welfare in applied ethology. Behav. Process. 60, 165-180.
- Désiré, L., Veissier, I., Després, G., Boissy, A., 2004. On the way to assess emotion in animals: Do lambs evaluate an event through its suddenness, novelty or unpredictability? J. Comp. Psychol. 118, 363-374.
- Faure, J.M., 1975. Etude des liaisons entre comportement en open-field et émotivité chez le jeune poussin. Ann. Génét. Sél. Anim. 7, 197-204.
- Faure, J.M., 1980. To adapt the environment to the bird or the bird to the environment? In: Moss, R. (Eds.), The Laying Hen and its environment. Martinus Nijhoff, Brussels-Luxembourg, pp. 19-42.
- Fröhlich, E.K.F., 1989. Effects of the behaviour related to rearing systems: The possible extent of adaptation of chicks to restrictive rearing systems and the consequences of such rearing environments on the resting behaviour and self-maintenance of laying hens. In: Faure, J.M., Mills, A.D. (Ed.), 3rd European Symposium on Poultry Welfare, Tours, France 137-148.
- 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. Br. Poult. Sci. 40, 12-18.
- Gvaryahu, G., Cunningham, D.L., Van Tienhoven, A., 1989. Filial imprinting, environmental enrichment, and music application effects on behavior and performance of meat strain chicks. Poult. Sci. 68, 211-217.
- Häne, M., Hubereicher, B., Fröhlich, E., 2000. Survey of laying hen husbandry in Switzerland. World's Poult. Sci. J. 56, 21-31.

- Henderson, N.D., 1980. Effects of early experience upon the behavior of animals: the second twenty five years of research. In: Simmel, E.C. (Eds.), Early experiences and early behavior, implications for social development. Academic Press, New York, pp. 39-77.
- Jones, R.B., 1977. Repeated exposure of the domestic chick to a novel environment: effects on behavioural responses. *Behav. Process.* 2, 121-133.
- Jones, R.B., 1986a. The tonic immobility reaction of the domestic fowl: a review. *World's Poult. Sci. J.* 42, 82-96.
- Jones, R.B., 1986b. Responses of domestic chicks to novel food as a function of sex, strain and previous experience. *Behav. Process.* 12, 261-271.
- Jones, R.B., 1987a. Assessment of fear in adult laying hens: correlational analysis of methods and measures. *Br. Poult. Sci.* 28, 319-326.
- Jones, R.B., 1987b. Social and environmental aspects of fear in the domestic fowl. In: Zayan, R., Duncan, I.J.H. (Eds.), *Cognitive aspects of social behaviour in the domestic fowl*. Elsevier Press, Amsterdam, pp. 82-149.
- Jones, R.B., 1996. Fear and adaptability in poultry: insights, implications and imperatives. *World's Poult. Sci. J.* 52, 131-168.
- Jones, R.B., Mills, A.D., Faure, J.M., 1991. Genetic and experiential manipulation of fear-related behavior in Japanese quail chicks (*Coturnix coturnix japonica*). *J. Comp. Psychol.* 105, 15-24.
- Michel, V., Huonnic, D., 2003. A comparison of welfare, health and production performance of laying hens reared in cages or aviaries. *Br. Poult. Sci.* 43, 775-776.
- Murphy, L.B., 1978. The practical problems of recognizing and measuring fear and exploration behaviour in the domestic fowl. *Anim. Behav.* 26, 422-431.
- Petersen, V.E., 1991. Rearing of pullets for production of eggs in systems alternative to cagelaying systems. *Arch. Geflügelk.* 55, 79-83.
- 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. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 36, 39-46.
- Tauson, R., 2005. Management and housing systems for layers - effects on welfare and production. *World's Poult. Sci. J.* 61, 477-490.



## B) Mesure de la réaction des animaux face à l'Homme

### Méthodes

Pour mesurer la réactivité des animaux à l'entrée d'un Homme dans leur milieu de vie, nous avons adapté une méthode d'observation utilisée précédemment par HEMSWORTH *et al.* (1994) et CRANSBERG *et al.* (2000) sur des poulets de chair, logés en grands groupes au sol dans des parquets.

Dans notre expérimentation, l'expérimentateur entrait dans une allée de chaque parquet et marchait à une vitesse faible et standardisée (deux mètres en quinze secondes) jusqu'au milieu de l'allée, où il restait immobile pendant trois minutes. Enfin, il ressortait à l'autre bout de l'allée en marchant toujours à la même vitesse. L'expérimentateur filmait le sol devant ses pieds avec une caméra maintenue à hauteur d'épaule. Cette procédure était répétée dans les deux allées de chaque parquet. Quatre répétitions de ce test ont eu lieu sur quatre jours consécutifs avant transfert (12-13 semaines d'âge) chez les poulettes VA et VC et après transfert (17-18 semaines d'âge) chez les poules des trois traitements. Sur les enregistrements vidéo, le nombre d'animaux présents dans le champ de la caméra (toute partie du corps) a ensuite été noté par scan sampling (un scan toutes les dix secondes) pendant les trois minutes d'observation correspondant à la phase d'arrêt au milieu de l'allée.

Pour tenir compte de la densité des animaux présents au sol, nous avons estimé que le nombre d'animaux vus dans le champ de la caméra au moment où l'expérimentateur s'immobilise (premier scan réalisé sur les trois minutes d'observation) est davantage dépendant de la densité d'animaux au sol que de la réaction de ces animaux face à l'Homme, car ils n'ont pas encore eu le temps de s'éloigner ou de s'approcher de l'expérimentateur. Pour les scans suivants, par contre, les animaux ont eu le temps de s'éloigner ou de s'approcher de l'expérimentateur s'ils le désirent. C'est pourquoi nous avons retranché le nombre d'animaux vus dans le champ de la caméra lors du premier scan à la moyenne du nombre d'animaux vus dans le champ de la caméra lors des scans suivants. Puis la moyenne a été calculée à partir de ces données, sur les quatre répétitions réalisées par parquet.

Les données ont été analysées par analyse de variance, selon le modèle  $\text{var}(Y) = \text{var}(\text{Traitement}) + \text{var}(\text{Erreur})$ , suivie d'un test *post hoc* de Tuckey en utilisant le logiciel Systat 9.0 (ANOVA, estimated model - Systat Software Inc., Richmond, California, USA). Le seuil de signification statistique était fixé à 5 % et les tendances étaient considérées jusqu'à 10 %. L'unité statistique était le lot (n=4). Les données avant et après transfert étaient analysées séparément. Comme notre observation était réalisée dans le milieu de vie des animaux, elle était influencée par leurs conditions de logement. De ce fait, avant transfert nous avons comparé uniquement les poulettes logées en volière d'élevage (VA et VC). Après transfert, les poules des trois traitements ont pu être comparées puisqu'elles étaient toutes logées en volière de ponte.

## Résultats

Avant transfert, l'effet du traitement n'était pas significatif ( $p=0,282$ ; Figure 32). Après transfert, l'effet du traitement était significatif ( $p=0,007$ ). Il y avait moins de poules SA et VC que de poules VA autour de l'expérimentateur pendant les trois minutes d'observation (Figure 32).

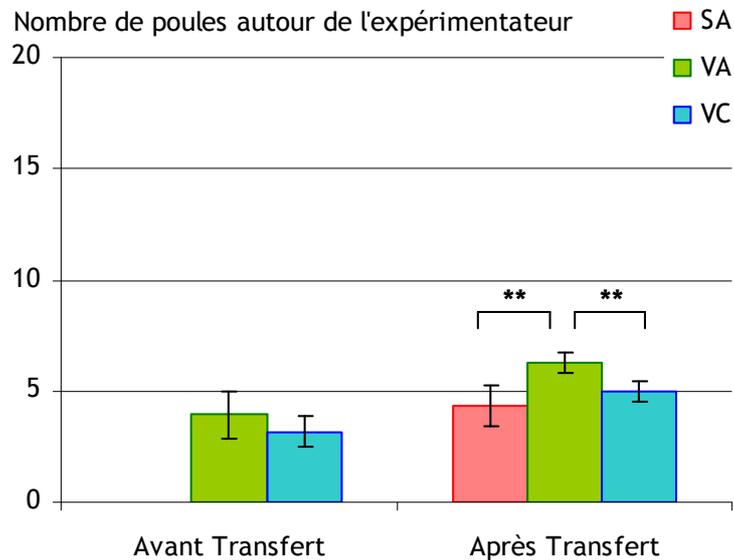


Figure 32 : Nombre de poules autour de l'expérimentateur (moyenne  $\pm$  écart-type) dans les tests de réactivité à l'Homme de la seconde expérimentation.

Avant transfert, seuls les traitements VA et VC ont été testés. Après transfert les trois traitements ont été testés. (SA : Sol aménagé - Assiettes; VA : Volière d'élevage - Assiettes; VC : Volière d'élevage - Chaînes; \*\* :  $p < 0,01$ ).

## Discussion - Conclusions

Avant transfert, les poulettes des traitements VA et VC se sont autant approchées de l'Homme lors des tests. Elles avaient donc une réactivité à l'Homme équivalente. Le système d'alimentation utilisé pendant la phase d'élevage n'avait pas d'influence sur cette réactivité. Ce résultat n'est pas surprenant, puisque nous avons homogénéisé le temps de présence de l'Homme dans les différents parquets, en simulant une distribution d'aliment dans le traitement VC où l'alimentation était automatique. Après le transfert, les poules SA et VC se sont moins approchées de l'Homme que les poules VA. Dans les tests de réaction à l'Homme, plus les animaux s'approchent de l'Homme moins ils en ont peur (*i.e.* moins ils sont réactifs envers lui) et inversement, plus les animaux s'éloignent de l'Homme plus ils sont réactifs envers lui (JONES *et al.*, 1981; HEMSWORTH *et al.*, 1994; FAURE *et al.*, 2003). Les poules SA et VC étaient donc plus réactives à l'Homme que les poules VA. De telles différences de réactivité entre les poules des trois traitements ont déjà été obtenues lors des tests de soudaineté réalisés durant la même expérimentation; *cf.* paragraphe V-2-A. La différence de réactivité à l'Homme entre les poules SA et VA peut être due à l'augmentation du niveau global de réactivité des poules SA à leur arrivée en volière de ponte, qui a été relevé dans cette même expérimentation; *cf.* paragraphe V-2-A. Par contre, nous n'avons pas d'explication pour

la différence relevée entre les poules VA et VC après le transfert. En effet, les contacts entre les animaux et l'Homme ont été homogénéisés entre les traitements, et la seule autre différence de réactivité relevée concerne la réactivité à la soudaineté, qui ne semble pas avoir de lien avec nos tests de réactivité à l'Homme où nous avons fait attention de ne pas inclure d'actions soudaines.

Il semble qu'un faible changement d'environnement, tel que le changement de type de mangeoire au moment du transfert, diminue la réactivité des poules face à l'Homme, lorsqu'il n'est pas accompagné d'un fort changement d'environnement, tel que le changement de la configuration des parquets. Toutefois, en étudiant l'utilisation de l'espace (paragraphe V-1), nous avons mis en évidence des différences d'utilisation des niveaux verticaux entre traitements. De ce fait, les résultats de réactivité des poules face à l'Homme doivent être considérés avec précaution. En effet, seuls les animaux présents au sol pouvaient être observés, ainsi qu'une petite partie des animaux présents sur les niveaux les plus bas. Les animaux s'approchant de l'expérimentateur en restant sur les niveaux verticaux n'ont pas été pris en compte, alors qu'ils pouvaient interagir avec lui autant que ceux situés sur le sol (certaines poules ont picoré la caméra, par exemple). Pour être totalement efficace en volière, notre méthode devrait être modifiée. Par exemple, au lieu de filmer les animaux avec une caméra à l'épaule, il serait certainement plus judicieux d'installer une caméra en position fixe de façon à ce que le sol et tous les niveaux verticaux soient filmés, afin de tenir compte des différences d'utilisation de la verticalité des volières entre traitements.

## V-3] Etude de la réponse de stress des animaux, mesurée par le ratio Hétérophiles / Lymphocytes (H/L)

### Méthodes

Le ratio H/L a été calculé à partir de la formule leucocytaire établie sur frottis sanguins. Les frottis sanguins étaient réalisés à partir d'une goutte de sang prélevée dans la veine brachiale. Ils étaient envoyés au laboratoire des cliniques de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes pour être colorés (coloration au May-Gründwald Giemsa) et lus au microscope optique. La formule leucocytaire était établie à partir de 100 à 200 leucocytes comptés. 35 animaux par lot, prélevés aléatoirement, ont été identifiés individuellement (boucle numérotée et bague colorée). Un suivi du ratio H/L a été réalisé sur chacun de ces animaux, 8 jours et 1 jour avant leur transfert des systèmes d'élevage vers les systèmes de ponte, ainsi que 1 jour et 10 jours après ce transfert. Comme cela, nous avons pu vérifier si les poulettes des trois traitements avaient des ratios équivalents avant le transfert et voir de quelle manière ces ratios évoluaient au sein de chaque traitement après le transfert, pour savoir si les poules développaient des réponses de stress ou non et si celles-ci étaient équivalentes ou non entre traitements.

Comme les résultats disponibles actuellement ne concernent que deux lots par traitement, les données du ratio H/L n'ont pas été analysées avec des tests statistiques. Les résultats présentés sont descriptifs.

Avant cette seconde expérimentation, nous avons réalisé un référentiel du ratio H/L afin d'évaluer les variations de ce ratio dues au vieillissement des animaux. Ce référentiel a été réalisé sur un groupe de poules élevées depuis l'âge d'un jour dans un parquet au sol. Les perturbations de leur environnement ont été minimales. Elles sont notamment restées dans le même parquet tout au long de l'établissement du référentiel, de 8 à 24 semaines d'âge. Toutes les deux semaines, 20 poules tirées au sort étaient prélevées.

### Résultats

Les ratios H/L des trois traitements semblaient similaires entre eux et avec les ratios du référentiel aussi bien 8 jours que 1 jour avant le transfert des systèmes d'élevage aux systèmes de ponte (valeurs proches de 0,3 - Figure 33). Les ratios H/L des trois traitements ont augmenté, dans les mêmes proportions, entre 1 jour avant et 1 jour après le transfert, puis semblaient se stabiliser entre 1 jour et 10 jours après le transfert à des valeurs moyennes comprises entre 0,6 et 0,9. Une telle augmentation n'était pas retrouvée dans le référentiel, qui restait à 0,36 de moyenne chez des poules du même âge.

### Discussion

Il a été montré chez les volailles qu'une augmentation du ratio H/L indique une réponse de stress (GROSS & SIEGEL, 1983). Malgré la grande variabilité enregistrée au sein des traitements, il semble donc que le niveau de stress mesuré par le ratio H/L ait été équivalent entre les traitements avant transfert, et qu'une réponse de stress soit apparue suite au transfert, pour les trois

traitements. En effet, l'augmentation du ratio H/L enregistrée ne semble pas être due à l'âge des animaux, puisque le ratio H/L du référentiel n'augmente pas autant que les ratios H/L des trois traitements entre la 16<sup>ème</sup> et la 18<sup>ème</sup> semaine d'âge. Un tel effet du transfert des systèmes d'élevage aux systèmes de ponte sur le ratio H/L a déjà été observé, pendant plus d'une semaine après le transfert de poules en cage conventionnelle et en volière de ponte (cf. chapitre IV-2).

En outre, l'augmentation du ratio H/L semble équivalente pour les trois traitements, aussi bien un jour que dix jours après le transfert. Ainsi, il semble que les différences d'adaptation, mises en évidence entre les trois traitements par les autres paramètres, ait un effet négligeable sur le ratio H/L.

### Conclusions

La mesure du ratio H/L suggère une réponse de stress liée au transfert, qui serait similaire chez les poules des trois traitements. Ces résultats étant basés sur la moitié des lots, ils restent à confirmer sur l'ensemble des lots.

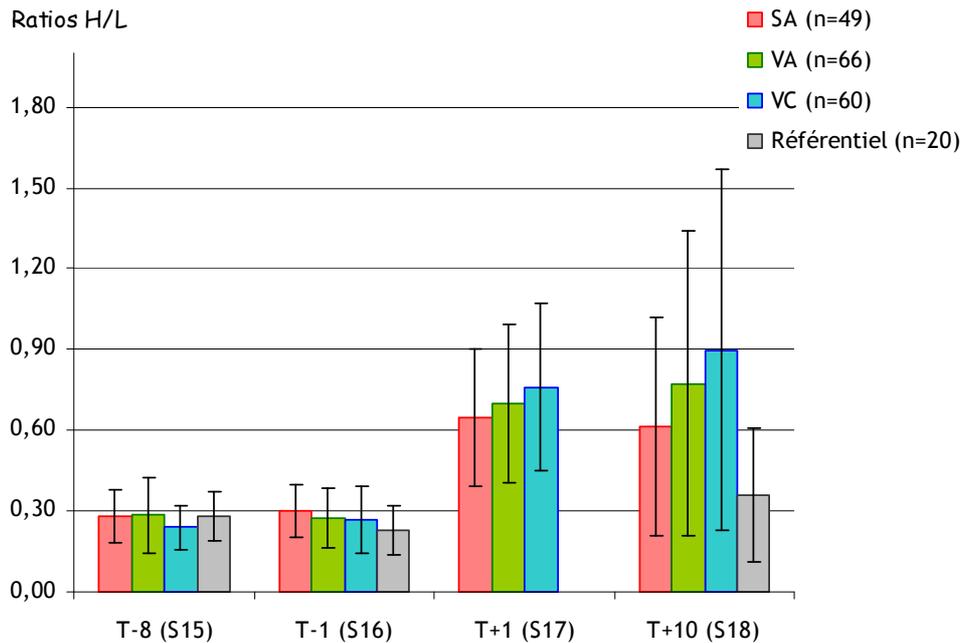


Figure 33 : Evolution du ratio H/L avant et après le transfert en volière de ponte.

La valeur du ratio H/L (moyenne ± écart-type) est indiquée pour chaque traitement, 8 jours avant (T-8), 1 jour avant (T-1), 1 jour après (T+1) et 10 jours après (T+10) le transfert. (SA : Sol aménagé - Assiettes; VA : Volière d'élevage - Assiettes; VC : Volière d'élevage - Chaînes). Les valeurs du référentiel sont également indiquées aux âges de 15, 16 et 18 semaines (S).

Tableau 6 : Synthèse des résultats de la seconde expérimentation.

Transfert	Mesures réalisées	Traitements				
		SA	VA	VC		
Avant	Utilisation de l'espace	Utilisation des niveaux verticaux	-	+		
		Nombre de vols et de sauts	+	-		
		Longueur des vols et des sauts	+	-		
	Réactivité émotionnelle	Immobilité tonique	=	=	=	
		Environnement nouveau	-	+	+	
		Réaction à l'Homme		=	=	
	Réponse de stress	Ratio H/L	=	=	=	
	Santé	Mortalité	-	+	+	
	Après	Utilisation de l'espace	Utilisation des niveaux verticaux	-	+	+
			Nombre de vols et de sauts	=	=	=
Longueur des vols et des sauts			-	+	+	
Utilisation des nids			-	++	+	
Réactivité émotionnelle		Immobilité tonique	-	+	+	
		Environnement nouveau	=	=	=	
		Soudaineté	-	+	-	
		Objet nouveau	-	+	+	
		Réaction à l'Homme	-	+	-	
Réponse de stress		Ratio H/L	=	=	=	
Productivité	Taux de ponte	-	+	+		
Santé	Mortalité	-	-	+		

Le niveau d'adaptation correspondant aux différents paramètres mesurés peut être croissant (niveau inférieur d'adaptation -- < - < + < ++ niveau supérieur d'adaptation), ou similaire (=) entre les traitements. (SA : Sol aménagé - Assiettes, VA : Volière d'élevage - Assiettes, VC : Volière d'élevage - Chaînes).

Pour certains paramètres, un meilleur niveau d'adaptation (+) ne correspond pas à un meilleur résultat pour le paramètre. Par exemple, une faible réactivité émotionnelle entraîne un niveau d'adaptation supérieur (+). Ici, les poules VA sont moins réactives que les poules SA et VC au test de soudaineté.

## V-4] Conclusions

Les résultats de cette deuxième expérimentation, menée pour étudier l'influence des conditions d'élevage des poulettes sur l'adaptation ultérieure des poules pondeuses à la volière de ponte, sont résumés dans le Tableau 6.

La synthèse de ces résultats indique que les différences d'adaptation des poules à la volière de ponte étaient principalement dues à la configuration des parquets d'élevage. L'élevage des poulettes au sol aménagé a engendré une moins bonne adaptation à la volière de ponte que l'élevage en volière d'élevage. En effet, les poules issues du sol aménagé ont moins bien utilisé l'espace, ce qui a certainement abaissé leur productivité, notamment au tout début de la phase de ponte. Cette moins bonne utilisation de l'espace est probablement due à un moins bon apprentissage de la configuration verticale de la volière durant la phase d'élevage; mais elle peut également être due à la plus forte réactivité des poules issues du sol aménagé, qui a pu inhiber leur comportement d'exploration et les empêcher de trouver facilement les mangeoires et les nids. En outre, la plus grande réactivité émotionnelle des poulettes élevées au sol aménagé peut être la cause des étouffements constatés chez ces poulettes, qui ont abouti à un taux de mortalité plus élevé. La plus grande mortalité, après le transfert, des poules issues du sol aménagé en comparaison des poules issues de volière d'élevage avec une alimentation en chaînes plates automatiques indique une moins bonne adaptation des premières à la volière de ponte, en accord avec les résultats d'utilisation de l'espace et de réactivité émotionnelle. Par contre, les résultats des ratios H/L n'ont pas montré de différence de réponse de stress au transfert entre les poules issues du sol aménagé et de volière d'élevage.

L'influence du système d'alimentation utilisé durant la phase d'élevage sur l'adaptation des poules à la volière de ponte avec système d'alimentation en chaînes plates automatiques est masquée par l'effet de la configuration des parquets d'élevage. Parmi les poules issues de volière d'élevage, celles qui étaient préalablement alimentées manuellement dans des assiettes se sont légèrement mieux adaptées que celles qui étaient préalablement alimentées automatiquement dans des chaînes plates. Les premières ont utilisé un peu plus les nids, et ont été moins réactives lors des tests de soudaineté et d'entrée d'un Homme dans leur milieu de vie. Dans notre expérimentation, l'effet du système d'alimentation semble avoir été double. D'une part, l'augmentation de la distance verticale entre les mangeoires et les pipettes d'eau semble avoir favorisé l'habitué des poulettes à explorer leur environnement, ce qui a probablement permis aux poules de trouver plus facilement les nids une fois en volière de ponte. D'autre part, le changement de type de mangeoire lors du transfert semble avoir diminué la réactivité des poules préalablement alimentées dans des assiettes à des perturbations ultérieures, certainement par le biais d'un enrichissement en stimulations de leur environnement. Toutefois, le taux de mortalité plus élevé durant la phase de ponte chez les poules préalablement alimentées dans des assiettes indique un effet négatif de l'alimentation en assiettes, qui ne concorde pas avec l'effet positif relevé avec les autres indicateurs d'adaptation

mesurés. Il est possible que quelques poules VA ne se soient pas adaptées au changement de type de mangeoire et qu'elles soient mortes de faim. Quant aux ratios H/L mesurés, ils n'indiquent pas de différence de réponse de stress après le transfert, entre les poules de ces deux traitements.

## CHAPITRE VI - DISCUSSION GENERALE



*Pourquoi la poule traverse-t-elle la route ?*

*Pour venir discuter.*



Les résultats obtenus au cours de ce travail de thèse vont être discutés ci-dessous, au regard des deux objectifs que nous nous étions fixés. Dans un premier temps, nous discuterons du bien-être de poules pondeuses logées en cage conventionnelle ou en volière de ponte, en ouvrant la discussion sur une comparaison indirecte entre la volière de ponte et la cage aménagée, puisque la cage conventionnelle sera interdite prochainement en Europe. Différents points seront développés : les résultats de l'évaluation du bien-être, l'impact du logement en volière de ponte sur les performances zootechniques des poules, la relation qui est apparue dans ce travail entre le bien-être et les performances, et les conséquences du logement des poules en volière pour les producteurs d'œufs. Dans un deuxième temps, nous discuterons de l'influence des conditions d'élevage des poulettes sur l'adaptation ultérieure des poules à la volière de ponte, en particulier les effets de la configuration des parquets d'élevage et du système d'alimentation utilisé durant la phase d'élevage. Nous terminerons par les perspectives soulevées par ce travail.

### **VI-1] Bien-être de poules pondeuses logées en cage conventionnelle ou en volière de ponte durant la phase de ponte**

#### **A) Evaluation multifactorielle du niveau de bien-être des poules**

Dans notre étude, les poules logées en volière de ponte avaient une motivation pour la réalisation de **bains de poussières** nettement plus faible que les poules logées en cage conventionnelle. Ce résultat indique normalement une meilleure satisfaction du besoin d'exprimer ce comportement en volière. Cependant, nous ne pouvons pas être certains que la volière satisfasse pleinement ce besoin, car nous n'avons pas pu tester, en référence, des individus habitués aux conditions du test et dont le besoin en bains de poussière était totalement satisfait. Néanmoins, même en prenant en compte cette limite, notre étude est la première à mettre en évidence que les conditions de logement en volière de ponte satisfont davantage le besoin des poules pour la réalisation de bains de poussière que les conditions de logement en cage conventionnelle. Ainsi, bien que plusieurs facteurs, tels qu'une mauvaise qualité de litière (ODEN *et al.*, 2002) ou un accès limité à la litière, puissent restreindre les bénéfices de la présence de litière en volière pour la réalisation de ce comportement, ces bénéfices semblent supérieurs à ceux apportés par le logement en cage aménagée. En effet, d'après les données disponibles dans la bibliographie, il semble que les poules logées en cage aménagée aient une forte motivation pour exprimer ce comportement. Si en volière de ponte les auteurs ne rapportent pas l'existence de bains de poussière à vide, ce comportement paraît fréquent en cage aménagée (48 à 94 % du nombre total de bains de poussière réalisés - LINDBERG & NICOL, 1997). La réalisation de bains de poussière à vide peut être considérée comme suffisante pour satisfaire le besoin des poules pour ce comportement, mais elle peut également être considérée comme une indication de leur forte motivation pour exprimer ce comportement (WEEKS & NICOL, 2006). En effet, lors de tests de motivation, les poules logées en cage aménagée présentent une motivation pour réaliser des bains de poussière élevée et comparable à celle des poules logées en cage conventionnelle (LINDBERG, 1999; OLSSON *et al.*, 2002b), ce qui indique que leur besoin pour la réalisation de ce comportement sur un substrat adéquat n'est

pas satisfait, malgré l'expression de bains de poussière à vide. Ceci peut être expliqué par le fait qu'en cage aménagée l'aire de grattage est généralement vidée de son substrat très rapidement quand les poules l'utilisent. Cette aire peut également être mal configurée : trop petite ou trop étroite (APPLEBY *et al.*, 1993; GUESDON, 2004). Or, GUESDON (2004) a montré qu'une faible largeur de l'aire de grattage est un facteur limitant la réalisation de bains de poussière dans cette aire. Ainsi, parmi les systèmes de logement proposés en remplacement des cages conventionnelles, la volière semble mieux satisfaire la priorité comportementale des poules pour la réalisation de bains de poussière que la cage aménagée.

Dans nos volières de ponte, les poules avaient une **réactivité émotionnelle** plus faible qu'en cage conventionnelle, en fin de phase de ponte. Ces résultats, obtenus lors de tests d'environnement et d'objet nouveaux, confirment ceux de HANSEN *et al.* (1993) obtenus avec un test d'immobilité tonique. Ils apportent également une vision plus large de la réactivité émotionnelle des poules. Nos résultats sont également en accord avec la faible réactivité mise en évidence par ODEN *et al.* (2002) chez des poules logées dans deux types de volière, différents du type que nous avons utilisé. Cette plus faible réactivité en volière de ponte est certainement le résultat d'un environnement de vie plus riche en stimulations dans ce système par rapport à la cage conventionnelle, grâce aux aménagements plus nombreux (nids, perchoirs...), aux échanges sociaux plus variés et aux contacts directs avec l'Homme. En effet, il a été montré que la complexification de l'environnement de vie diminue le niveau de réactivité émotionnelle face à diverses perturbations ultérieures (HENDERSON, 1980; REED *et al.*, 1993; RODEN & WECHSLER, 1998). Les travaux menés sur les cages aménagées n'ont pas montré une telle différence de réactivité entre poules de cage aménagée et de cage conventionnelle (GUESDON, 2004). Il est possible que la diminution de réactivité généralement entraînée par l'enrichissement du milieu de vie soit limitée en cage aménagée par l'absence de variation des aménagements qu'elle contient (GUESDON, 2004). Au contraire, en volière l'espace total est bien plus grand qu'en cage aménagée et les stimulations rencontrées par les poules varient probablement quand elles se déplacent. Ceci peut expliquer pourquoi la diminution de réactivité émotionnelle rapportée entre la volière de ponte et la cage conventionnelle est plus forte que la diminution rapportée entre la cage aménagée et la cage conventionnelle. Ce contraste peut également venir de l'entrée régulière de l'Homme dans le milieu de vie des poules logées en volière, alors qu'en cage aménagée (comme en cage conventionnelle) celui-ci reste en dehors de leur milieu de vie. Or, l'entrée régulière de l'Homme dans les parquets permet des contacts plus proches et plus variés avec les poules (JONES & FAURE, 1981a; JONES, 1993; BARNETT *et al.*, 1994; JONES, 1996; RUSHEN *et al.*, 2001). Ces contacts favorisent certainement la diminution de la réactivité émotionnelle des poules, puisque dans les systèmes de logement où l'Homme doit entrer tous les jours, tels que le sol et le plein air, la réactivité est plus faible qu'en cage conventionnelle (HUGHES & BLACK, 1974; JONES & FAURE, 1981b; SCOTT *et al.*, 1998).

La **réponse de stress**, mesurée via le **ratio H/L** après le transfert et en fin de phase de ponte, était plus faible chez les poules logées dans l'une des volières de ponte que chez celles

logées en cage conventionnelle. D'après notre étude, les poules de cage conventionnelle semblent avoir été davantage perturbées par le changement de leurs conditions de logement après le transfert que les poules de volière de ponte, et cette perturbation semblait toujours présente en fin de phase de ponte. A notre connaissance, un tel résultat n'avait pas encore été obtenu. Dans une étude menée sur la même souche de poules que celle étudiée dans notre expérimentation, GUEMENE *et al.* (2004) ont mis en évidence, *via* la mesure du ratio H/L, une réponse de stress chronique plus forte en cage aménagée qu'en cage conventionnelle, en fin de phase de ponte. Nos résultats et ceux de GUEMENE *et al.* (2004) montrent que des poules logées en cage conventionnelle ont une réponse de stress supérieure à celle de poules logées en volière de ponte ou en cage aménagée. Si nous comparons les valeurs des ratios H/L obtenues dans notre étude (inférieures à 1 après le transfert et autour de 1 en fin de phase de ponte) avec les valeurs obtenues par GROSS & SIEGEL (1983) en appliquant un fort stress social (jusqu'à 3,00), nous voyons que la réponse de stress à un changement de logement est peu forte.

Quand elle était mesurée *via* la **réactivité de l'axe corticotrope**, la réponse de stress après le transfert et en fin de phase de ponte n'a pas différé entre nos poules de volière et de cage conventionnelle. Ces résultats divergent des résultats obtenus avec le ratio H/L. Selon MAXWELL (1993) le ratio H/L est une mesure plus pertinente que la réactivité de l'axe corticotrope dans le cas de réponses de stress faibles ou modérées, puisque de nombreux facteurs physiologiques et environnementaux, sans lien avec une éventuelle réponse de stress, peuvent intervenir sur la réactivité de cet axe. Or, les valeurs des ratios H/L mesurés indiquent que la réponse de stress de nos poules n'était pas forte. De ce fait, dans nos conditions expérimentales, il semble que la différence de réponse de stress entre les poules logées en volière de ponte et en cage conventionnelle était trop faible pour être mise en évidence par la mesure de la réactivité de l'axe corticotrope.

Le taux de **mortalité** relevé en volière de ponte était équivalent à celui relevé en cage conventionnelle, voire même inférieur dans des conditions climatiques extrêmes (taux de mortalité en fin de phase de ponte : 3,3 à 5,5 % en volière et 6,7 % en cage conventionnelle). Ce résultat ne correspond pas aux forts taux de mortalité indiqués en volière de ponte dans d'autres études (26,6 % - TAUSON *et al.*, 1999; 8,86 % - POL & MICHEL, 2001; et plus de 25 % - ZOONS *et al.*, 2005). Toutefois, dans ces études les taux de mortalité élevés étaient causés par des problèmes d'accident de ponte, de picage et de cannibalisme, d'autant plus importants quand les poules n'étaient pas époinçonnées. Quand de tels problèmes n'apparaissent pas, la mortalité en volière reste faible et comparable à la mortalité en cage conventionnelle (BOSCH & VAN NIEKERK, 1995; TAYLOR & HURNIK, 1996; VAN HORNE, 1996; HÄNE *et al.*, 2000). Par exemple dans notre expérimentation, il n'y a pas eu de problème sanitaire et le seul problème comportemental était une mauvaise répartition des poules dans l'espace à un moment de la journée, qui a engendré trois séries d'étouffement dans une volière (MICHEL *et al.*, 2004b). Les faibles taux de mortalité que nous avons obtenus sont probablement liés au fait que les poules étaient époinçonnées (ce qui limite les conséquences du picage), à la bonne protection sanitaire de notre station expérimentale et à la bonne gestion technique du système

volière grâce à l'expérience acquise lors de deux expérimentations précédentes. Ces résultats montrent qu'il est possible d'obtenir un faible taux de mortalité en volière de ponte, sous certaines conditions, malgré une variation très imprévisible en raison de la grande taille de groupe. En outre, même si les taux de mortalité obtenus en volière de ponte varient en fonction des conditions expérimentales, ils ne sont pas forcément supérieurs à ceux obtenus avec différents types de cage aménagée (de 2,9 à 6,8 % - APPLEBY *et al.*, 2002; de 2 à 7 % - HETLAND *et al.*, 2003; de 4,9 à 6,5 % - TAUSON & HOLM, 2005; jusqu'à plus de 20 % - ZOONS *et al.*, 2005; de 2-3 % à plus de 40 % - GUESDON *et al.*, 2006), malgré les risques sanitaires (infections, parasitisme, poussières) moins élevés dans ce dernier système de logement.

Nous avons relevé un meilleur **état corporel** en volière de ponte qu'en cage conventionnelle, aussi bien pendant la phase de ponte qu'à l'abattoir. Ce résultat est concordant avec la bibliographie. Il a été montré que **l'état du plumage, de la peau et des pattes** était meilleur chez des poules logées en volière de ponte qu'en cage conventionnelle (MICHEL & HUONNIC, 2003), sauf en cas d'apparition de picage ou de cannibalisme (ZOONS *et al.*, 2005) et mis à part un risque d'ulcères de la voûte plantaire (pododermatites) en cas de litière humide. En ce qui concerne la comparaison entre la cage conventionnelle et la cage aménagée, les résultats sont moins discriminants. La cage aménagée améliore l'état des pattes (longueur des griffes) (APPLEBY *et al.*, 1993; GUESDON, 2004), mais pas systématiquement l'état du plumage (APPLEBY *et al.*, 1993; APPLEBY *et al.*, 2002; GUESDON, 2004; ZOONS *et al.*, 2005). L'état du plumage en cage aménagée dépendrait plus de l'épouillage ou non des poules que de leurs conditions de logement (GUESDON, 2004), ce qui ne semble pas être le cas en volière.

Nous avons relevé des fractures des ailes plus nombreuses chez les poules de cage conventionnelle par rapport aux poules de volière, lors de l'enlèvement des poules pour les amener à l'abattoir, du transport vers l'abattoir et même à l'abattoir durant l'étourdissement des poules par électronarcose. Ce plus grand nombre de fractures chez les poules de cage conventionnelle a été provoqué par une **résistance osseuse** inférieure chez ces poules par rapport à celles de volière. Ces résultats confirment ceux obtenus précédemment (NORGAARD-NIELSEN, 1990; ABRAHAMSSON & TAUSON, 1995; BOSCH & VAN NIEKERK, 1995; NEWMAN & LEESON, 1998). Cet effet de la fragilité osseuse sur les fractures des ailes est sans doute amplifié par la réactivité émotionnelle plus grande des poules de cage conventionnelle (*cf.* chapitre IV-3), qui les rend moins adaptables aux perturbations et entraîne une plus grande agitation (voire de la panique) de ces poules en comparaison à celles de volière quand l'Homme les manipule, pendant le transport et lors de l'accrochage sur la chaîne d'abattage. En ce qui concerne les cages aménagées, il semble que la résistance osseuse des tibias, des humérus et des fémurs ne soit pas augmentée par rapport à celle relevée en cages conventionnelles (APPLEBY *et al.*, 1993; HETLAND *et al.*, 2003; GUESDON *et al.*, 2004). Ainsi, la présence de perchoirs en cage aménagée ne semble pas suffisante pour renforcer les os des pattes, probablement car les poules n'ont pas besoin de sauter pour y accéder, au contraire des perchoirs disponibles en volière de ponte. De même, la hauteur des cages aménagées (45 cm sur 80 % de la surface), à peine plus élevée que celle des cages conventionnelles (40 cm sur 65 % de la surface), ne

semble pas suffisante pour permettre aux poules de mobiliser, et donc de renforcer, leurs ailes autant qu'en volière. Une hauteur plus grande semble nécessaire pour entraîner des effets bénéfiques sur la résistance osseuse. En effet, il a été montré que lorsque les poules sont logées dans des cages de 60 cm de hauteur, leurs humérus sont plus résistants que ceux de poules logées dans des cages faisant 40 cm de hauteur, et que ces cages de 60 cm permettent aux poules de mobiliser davantage leurs ailes pour des étirements et des battements d'ailes (MOINARD *et al.*, 1998).

Cependant, si les perchoirs peuvent avoir des effets bénéfiques sur la résistance osseuse, ils peuvent également avoir des conséquences négatives, comme par exemple occasionner des ampoules et des rougeurs de l'abdomen selon leur structure. Dans notre étude, par exemple, il y avait environ 7 % de rougeurs de l'abdomen en plus chez les poules de volière par rapport aux poules de cage. Cependant ces rougeurs étaient diffuses. Il est à noter également que la position haute des perchoirs en volière de ponte rend possible le picage du dessous du corps (du cloaque principalement). Toutefois, nous n'avons pas relevé ce problème dans notre expérimentation.

### **B) Impact du logement des poules en volière de ponte sur leurs performances zootechniques**

Dans notre expérimentation, le taux de ponte et l'indice de consommation ont été globalement meilleurs en cage conventionnelle. Ce résultat est cohérent avec deux expérimentations précédentes menées à l'AFSSA (POL & MICHEL, 2001; MICHEL *et al.*, 2002). D'autres performances zootechniques relevées lors de notre expérimentation, qui n'ont pas été présentées dans ce travail de thèse, étaient également meilleures en cage conventionnelle (consommation d'aliment, poids de l'œuf et masse d'œufs produite), alors que le pourcentage d'œufs commercialisables était similaire en volière et en cage (MICHEL *et al.*, 2004b). Toutefois, les résultats en volière étaient proches de la référence ISA. Les autres études ayant comparé les performances zootechniques de poules pondeuses logées en cage conventionnelle ou en volière de ponte ont également montré, pour la plupart, que les performances obtenues en cage conventionnelle sont meilleures que celles obtenues en volière de ponte (pour revue, voir TAUSON, 2005). Cependant, la volière de ponte est étudiée depuis moins longtemps que la cage conventionnelle. Ainsi, la gestion technique et la configuration de la volière de ponte sont moins optimisées que celles de la cage conventionnelle (TAUSON, 2005; MICHEL & FERNANDEZ, 2006), ce qui explique les différences de performance enregistrées et laisse présager des améliorations futures du système volière à cet égard. En effet, au cours des trois expérimentations menées à l'AFSSA de Ploufragan, de 2000 à 2003, sur des poules élevées en volière d'élevage durant la phase d'élevage puis logées en volière de ponte durant la phase de ponte, les performances zootechniques ont été fortement augmentées grâce à une amélioration de la gestion technique et des aménagements de la volière de ponte. Par exemple, le taux de ponte a été amélioré de 1,8 % entre la première et la deuxième expérimentation et de 1,6 % entre la deuxième et la troisième expérimentation, et le nombre d'œufs produits par poule présente au début de la phase de ponte a été augmenté de 27 œufs entre la première (265 œufs) et la deuxième expérimentation (292 œufs) et de 8 œufs entre

la deuxième et la troisième expérimentation (300 œufs) (POL & MICHEL, 2001; MICHEL *et al.*, 2002; MICHEL *et al.*, 2004a).

Les autres systèmes de logement autorisés par la directive à partir de 2012 donnent des résultats zootechniques variables, selon les configurations de système testées et leur gestion technique. Bien que les résultats de ces autres systèmes soient parfois supérieurs à ceux de la volière de ponte (TAUSON & HOLM, 2005) ou équivalents à ceux de la cage conventionnelle (APPLEBY *et al.*, 1993; APPLEBY *et al.*, 2002), ils restent la plupart du temps inférieurs à ceux de la cage conventionnelle (par exemple voir GUESDON & FAURE, 2004; TAUSON & HOLM, 2005 pour les cages aménagées; WITKOWSKI *et al.*, 2005 pour le sol; MIAO *et al.*, 2005 pour le plein air). Une amélioration de la configuration et de la gestion technique de ces "nouveaux" systèmes de logement permettrait probablement d'améliorer encore les résultats zootechniques pour les amener à un niveau proche des résultats obtenus avec les cages conventionnelles. En outre, la maîtrise de la gestion technique du système de logement semble être plus délicate pour les systèmes alternatifs aux cages, tels que la volière de ponte (VAN NIEKERK & EHLHARDT, 1995), probablement en raison de la plus grande taille de groupe.

Parmi les performances zootechniques, il est un élément que l'on parviendra difficilement à rendre équivalent en volière et en cage, c'est l'indice de consommation. En volière les poules se déplacent beaucoup plus qu'en cage (aménagée ou conventionnelle), et consomment une part non négligeable de l'énergie apportée par l'alimentation pour ces déplacements. Ainsi, pour obtenir un taux de ponte équivalent à celui obtenu en cage, elles doivent obligatoirement manger plus (VAN NIEKERK & EHLHARDT, 1995). Néanmoins, la sélection génétique rend envisageable l'obtention de souches de poules présentant un indice de consommation faible, même en volière.

### C) Relation entre le bien-être et les performances zootechniques dans notre étude

Le meilleur bien-être des poules logées en volière de ponte en comparaison aux poules logées en cage conventionnelle, mis en évidence par ce travail de thèse, n'a pas été accompagné de meilleures performances zootechniques. Au contraire, les performances étaient légèrement plus faibles en volière qu'en cage, bien que les résultats en volière aient été proches de la référence ISA. Ainsi, les différences de production que nous avons relevées n'ont pas de lien avec les différences de bien-être. Elles sont attribuables au fait que la cage conventionnelle est un système mieux optimisé, en terme de performances, que la volière. Par exemple, en volière une partie des œufs est perdue, notamment en début de ponte, et l'indice de consommation est moins intéressant. En outre, les différences de réactivité émotionnelle n'ont pas eu d'impact sur la productivité, bien qu'une plus grande réactivité émotionnelle puisse entraîner une plus grande réponse de stress en cas de perturbation (BOISSY, 1998) et ainsi provoquer la diminution des performances zootechniques (VON BORELL, 1995; ELSASSER *et al.*, 2000). Ainsi, dans notre expérimentation, les performances zootechniques n'ont pas reflété le niveau de bien-être des poules.

## D) Conséquences du logement des poules en volière de ponte pour les producteurs d'œufs

Dans notre expérimentation, en plus des résultats qui ont été présentés dans ce manuscrit, la qualité de l'air et la qualité sanitaire des œufs ont été mesurées. Ces deux éléments sont importants à prendre en compte pour évaluer les conséquences du logement des poules pondeuses en volière de ponte pour le producteur. De la même façon que dans des études précédentes (pour revue, voir BARNETT & NEWMAN, 1997), nous avons relevé un fort taux d'empoussièrément en volière durant notre expérimentation. En ce qui concerne les poussières alvéolaires (qui entrent dans les alvéoles des poumons), nous avons mesuré des taux allant de 0 à  $6,4 \text{ mg.m}^{-3}$  en volière, lors d'opérations de nettoyage, contre moins de  $1 \text{ mg.m}^{-3}$  en cage à l'aide d'appareils en position fixe dans les bâtiments (MICHEL *et al.*, 2004b). Ces forts taux d'empoussièrément sont probablement à l'origine de lésions de bronchite chronique constatées chez une partie des poules logées en volière et pourraient certainement avoir des effets néfastes sur la santé du personnel sur le long terme, s'il ne porte pas de protections particulières (masques). Toutefois, notre bâtiment était équipé d'une extraction d'air haute, qui favorise la mise en suspension des poussières et n'est pas particulièrement adaptée au système volière (GUSTAFSSON & VON WACHENFELT, 2000).

La qualité sanitaire des œufs est apparue légèrement supérieure pour les œufs produits en cage en comparaison aux œufs pondus dans les nids en volière, en ce qui concerne la flore aérobie mésophile (environ 4,7 vs. 5 log cfu<sup>16</sup> par œuf en moyenne). Cependant, la contamination des coquilles par des entérocoques et des entérobactéries était équivalente ou légèrement supérieure en cage par rapport aux œufs pondus dans les nids en volière (2,5 vs. 2,3 log cfu par œuf en moyenne). En revanche, la qualité sanitaire des œufs pondus hors des nids en volière était nettement inférieure à la qualité des œufs pondus en cage et dans les nids en volière, aussi bien pour la flore aérobie mésophile que pour les entérocoques et les entérobactéries (respectivement près de 5,7 et 2,9 log cfu par œuf pondu hors nid en moyenne) (MICHEL *et al.*, 2004a). Cette moins bonne qualité sanitaire des œufs pondus hors nids (entre 4 % et 8 % dans notre expérimentation) s'explique par le fait qu'il sont beaucoup plus souillés par les fientes que les autres. D'après ces résultats, il semble possible de diminuer les problèmes de contamination des coquilles en volière de ponte, à condition de minimiser le pourcentage d'œufs pondus hors nids et de minimiser la teneur en poussière de l'air, puisque les bactéries qui sont accrochées aux poussières peuvent se déposer sur les coquilles (DE REU *et al.*, 2005).

Ce travail de thèse a montré que le logement en volière de ponte améliore globalement le bien-être des poules. Mais il ne faut pas oublier que les conditions de travail de l'Homme dans cet environnement ne sont pas toujours idéales. En effet, l'air contient souvent beaucoup de poussières, la luminosité peut être très faible par endroits, le contact direct entre les poules et l'Homme peut entraîner des coups de becs ou des griffures, ainsi qu'un sentiment de claustrophobie quand les poules sont nombreuses en hauteur.

---

<sup>16</sup> Log cfu : unité de mesure de la croissance bactérienne. cfu = colony forming unit = unité formant colonie.

De même, le logement des poules en volière de ponte engendre une augmentation du coût de production des œufs. En effet, le temps de travail est augmenté, de même que le prix d'achat des poulettes quand celles-ci sont élevées dans un système permettant une bonne adaptation à la volière de ponte, alors que les performances zootechniques (taux de ponte, indice de consommation...) sont légèrement moins bonnes. Toutefois, si les coûts matériels peuvent difficilement être diminués, il est possible d'améliorer les performances des poules et de réduire le temps de travail. De plus, la volière de ponte a pour avantage par rapport à la cage aménagée, ou au sol, de permettre l'utilisation de la verticalité. De ce fait, dans un bâtiment donné, il est possible de loger le même nombre de poules en cage conventionnelle qu'en volière de ponte. Cependant, même s'il est possible de minimiser le coût de production des œufs en volière de ponte, celui-ci restera supérieur au coût de production d'œufs en cage conventionnelle. Cette différence de coût devra être reportée sur le prix de vente des œufs.

Sous la pression des consommateurs, qui demandent un meilleur bien-être des animaux de rente, une "législation du bien-être" se met en place progressivement pour toutes les filières, au niveau européen. Cette législation permet effectivement une amélioration du bien-être des animaux la plupart du temps, mais elle a également des répercussions sur les éleveurs. Certains éleveurs, assez peu nombreux, apprécient les nouvelles conditions qui leur sont imposées, car elles correspondent davantage à la vision qu'ils ont de leur travail. Cependant, les changements imposés par la législation résultent souvent en une augmentation du coût de production, qui ne peut pas être prise en charge par l'éleveur et se répercute sur le prix de vente des produits. Les éleveurs européens deviennent alors moins compétitifs par rapport aux éleveurs des pays tiers sur les produits "standard", pour lesquels les consommateurs ne sont généralement pas prêts à payer plus cher. Pour que l'avenir des éleveurs européens soit assuré dans ces conditions, deux solutions nous paraissent envisageables : soit le bien-être animal doit être pris en compte par l'Organisation Mondiale du Commerce, ce qui autoriserait l'Europe à refuser l'importation de produits non respectueux du bien-être animal; soit le consommateur doit accepter de payer plus cher les produits correspondant à sa demande, c'est-à-dire ceux garantissant un meilleur bien-être animal.

## E) Conclusions

En considérant l'ensemble de nos résultats, la volière de ponte améliore clairement le bien-être des poules pondeuses en comparaison à la cage conventionnelle en terme de réalisation de bains de poussière, de réactivité émotionnelle et d'état corporel. Cette amélioration du bien-être n'apparaît pas clairement en ce qui concerne la réponse de stress et la santé des poules, et elle s'accompagne de performances zootechniques légèrement moins bonnes. Cependant, ces dernières sont dans l'intervalle défini par le sélectionneur (référence ISA Brown) et demeurent améliorables. Le logement en volière de ponte semble meilleur pour les poules, à condition que la configuration et la gestion technique du système soient bien menées et que les poules réussissent à s'y adapter.

Notre expérimentation présentait deux limites principales. D'une part, comme nous étions dans des conditions proches du terrain en terme de taille de groupe, nous n'avons pu étudier qu'un seul groupe par traitement logé en volière. Nos résultats ne sont donc pas directement

généralisables. Ils nécessiteraient d'être confirmés sur plusieurs répétitions. D'autre part, étant donné la grande disparité des conditions de logement entre cage et volière, la comparaison du bien-être des poules a été délicate pour certains indicateurs. Par exemple, la physiologie du stress est influencée par les conditions d'attrapage des poules, qui sont très difficiles à homogénéiser entre cage et volière. De même, la comparaison des comportements ne pouvait être réalisée qu'en dehors des milieux de vie, et les enceintes de test n'avaient certainement pas une signification équivalente pour les poules venant de cage ou de volière.

## **VI-2] Influence des conditions d'élevage des poulettes sur l'adaptation ultérieure des poules pondeuses à la volière de ponte**

### **A) Effet de la configuration des parquets**

La comparaison des résultats des deux expérimentations montre que dans la première expérimentation, les difficultés d'adaptation à la volière de ponte des poules issues du sol aménagé étaient principalement dues à la configuration de leur système d'élevage et moins à leur système d'alimentation. En effet, les différences relevées entre les poules issues du sol aménagé et de volière d'élevage dans la première expérimentation se retrouvent dans la deuxième expérimentation entre les poules issues du sol aménagé alimentées avec des assiettes et celles issues de volière d'élevage également alimentées avec des assiettes. Ainsi, nos résultats montrent que les poulettes élevées au sol aménagé s'adaptent moins bien à la volière de ponte que les poulettes élevées en volière d'élevage.

Quelques études ont déjà comparé l'adaptation à la volière de ponte de poules préalablement élevées dans différentes configurations de systèmes d'élevage : sol avec des perchoirs, sol avec des plates-formes et volière d'élevage. ABRAHAMSSON *et al.* (1998) et ABRAHAMSSON & TAUSON (1998) ont montré que l'accès à une plate-forme pendant la phase d'élevage permettait l'apprentissage de la verticalité de la volière et diminuait ainsi les risques de mortalité par amaigrissement et le taux d'œufs pondus hors nids, par rapport à un accès à des perchoirs uniquement. GUNNARSSON *et al.* (1999) ont obtenu une adaptation similaire entre des poules préalablement élevées au sol avec des perchoirs ou en volière d'élevage, en terme de taux d'œufs pondus hors nids. Dans l'étude d'ABRAHAMSSON & TAUSON (1995), les poules issues de volière d'élevage avaient globalement une moins bonne adaptation que celles issues du sol aménagé avec des plates-formes, en terme de pourcentage d'œufs pondus hors nids, de taux de ponte et de taux de mortalité. Au contraire, les résultats de MICHEL *et al.* (2002) indiquent une meilleure adaptation de poules issues de volière d'élevage par rapport à des poules issues du sol aménagé avec des plates-formes, en terme d'occupation de l'espace, de taux de ponte et de taux de mortalité. En comparant ces études, il semble que le plus important pour obtenir une bonne adaptation à la volière de ponte n'est pas la configuration des systèmes d'élevage, mais la distance verticale entre les ressources importantes telles que l'eau et l'aliment, qui induit davantage de déplacements verticaux quand elle est élevée. En effet, dans ces études lorsqu'une ressource (l'eau par exemple) était placée en hauteur pour obliger les poulettes à monter sur les niveaux supérieurs, l'adaptation était améliorée

après le transfert en volière de ponte. Cependant, notre étude montre que pour une même distance verticale entre l'eau et l'aliment, la configuration du système d'élevage joue un rôle important dans l'adaptation ultérieure à la volière de ponte, puisque parmi nos poulettes qui avaient l'eau sur les plates-formes et l'aliment sur la litière, celles élevées en volière d'élevage se sont mieux adaptées que celles élevées au sol avec des plates-formes.

L'effet de la configuration des systèmes d'élevage s'est exprimé à court terme (deuxième expérimentation) et à long terme (première expérimentation) sur l'utilisation de l'espace (notamment l'utilisation des niveaux verticaux, la longueur des vols et l'utilisation des nids), les performances zootechniques et la mortalité. La moins bonne utilisation de l'espace de la part des poules issues du sol aménagé a certainement entraîné des difficultés à trouver l'aliment, l'eau et les nids. Ces difficultés peuvent expliquer leurs moins bonnes performances. De telles difficultés peuvent parfois entraîner la mort par inanition de quelques individus. De plus, si les poules se répartissent mal dans l'espace, elles ont davantage de risques d'être étouffées.

En revanche, la configuration des systèmes d'élevage a influencé uniquement à court terme la réactivité émotionnelle (effet relevé uniquement dans la deuxième expérimentation) et la réponse de stress des poules (effet relevé uniquement en début de phase de ponte dans la première expérimentation). Il est possible que cette influence de la configuration des systèmes d'élevage ait été cumulée avec l'influence du transfert en lui-même. Les tests d'émotivité réalisés dans la seconde expérimentation étaient plus nombreux et plus diversifiés que dans la première, ce qui nous a probablement permis de mettre en évidence plus facilement des différences dans la deuxième expérimentation que dans la première. Toutefois, si nous comparons les résultats obtenus pour des tests équivalents, nous voyons que des différences sont apparues entre poules issues du sol aménagé et de volière d'élevage dans la deuxième expérimentation, lors des tests d'immobilité tonique réalisés après le transfert. Ces différences n'étaient pas visibles dans la première expérimentation en fin de phase de ponte. Il en est de même pour les tests d'environnement nouveau, où une différence était visible dans la deuxième expérimentation avant le transfert. Bien que des améliorations techniques aient été apportées à ces deux tests entre les deux expérimentations, il semble que l'influence de la configuration des systèmes d'élevage soit plus forte en début de phase de ponte qu'en fin. L'absence d'effet de la configuration des systèmes d'élevage sur la réponse de stress des poules, dans la deuxième expérimentation, ne semble pas due aux conditions de réalisation des mesures. En effet, celles-ci ont été réalisées sur un plus grand nombre d'individus par lot, que dans la première expérimentation, et sur quatre lots par traitement. Ainsi, l'effet de la configuration des systèmes d'élevage sur la réponse de stress des poules paraît faible, voire inconstant.

Malgré l'effet de la configuration des systèmes d'élevage sur l'adaptation des poules à la volière de ponte que nous avons mis en évidence, l'adaptation des poules issues du sol aménagé semble globalement satisfaisante, en terme d'utilisation de l'espace, de mortalité et de taux de ponte. En effet, pour qu'environ 50 % des poules utilisent les plates-formes centrales de la volière,

moins de trois semaines ont été nécessaires dans notre deuxième expérimentation (pour les trois traitements) alors que dans des études précédentes les délais étaient plus longs (Hansen, 1994; Abrahamsson & Tauson, 1995; Carmichael et al., 1999; Channing et al., 2001; Odén et al., 2002; Michel & Huonnic, 2003).

Tableau 7 : Taux de mortalité, de ponte et d'œufs pondus hors nids relevés dans différentes expérimentations.

Expérimentations	Souche	Conditions d'élevage	Type de volière de ponte	Taille de groupe	Epointage	Durée de la phase de ponte (semaines)	Taux de mortalité (%) (sur 10 semaines)	Taux de ponte (%) (sur 10 semaines)	Taux d'œufs pondus hors nids (%)
Première expérimentation	ISA Brown	Sol aménagé Volière d'élevage	Natura Nova	2560	oui	51	5,5	83,5	8,4
				2560			3,3	85,4	4,0
Deuxième expérimentation	ISA Brown	Sol aménagé Volière d'élevage	Natura Rearing Type	210	oui	10	(0,6)	(69,2)	
				210			(0,0 - 0,4)	(70,6 - 70,9)	
Référence ISA Brown	ISA Brown	Plusieurs	Plusieurs logements	Plusieurs	?	51 (10)	5,22 (0,72)	85,9 (73,7)	
Abrahamsson & Tauson, 1995	LSL	Sol aménagé Volière d'élevage	Lövsta	231	non	60	8,0	79,8	1,4
			Marielund	290			6,2	82,7	0,6
			Lövsta	175			16,3	78,7	6,0
			Marielund	290			6,7	81,9	3,1
Taylor & Hurnik, 1996	WL	Sol	3 étages centraux	437	non	41	5,9	86,3	2,5
Van Horne, 1996	Plusieurs	?	Plusieurs	4000 - 26000	?	59	6,7	83,6	
Abrahamsson <i>et al.</i> , 1998	LSL	Sol aménagé	Marielund	1158	non	60	3,6 - 5,1		
	LSL			1175			11,4 - 18,2		
	LSL			1175			5,7 - 6,8		
	LB			1000			18,1 - 23,7		
	LSL			1175			3,4 - 7,8		
	SLU			1200			5,9 - 6,1		
Abrahamsson & Tauson, 1998	LSL	Sol aménagé	Marielund	1158	non	60		82,3	8,2
	LSL			1175			80,4	0,7	
	LSL			1175			79,9	10,5	
	LB			1000			76,0	2,3	
	LSL			1175			84,6	1,7	
	SLU			1200			82,6	5,3	
Wahlström <i>et al.</i> , 1998	LSL	Volière d'élevage	Marielund	290	non	60	7,2		
	LB		245	29,0					
	LSL		175	11,4					
	LB		150	26,3					
Tauson <i>et al.</i> , 1999	LSL	Volière d'élevage	Marielund	285	non	60	5,9	86,7	0,7
	LB			245			26,6	76,2	5,4
Wahlström <i>et al.</i> , 1999	LSL	Sol aménagé	Marielund	269	?	60	4,2 - 4,3	84,6 - 84,8	6,4 - 9,2
	SLU			265			4,0	63,4 - 69,7	10,8 - 25,1

Souches : LSL : Lohmann Selected Leghorn; WL : White Leghorn; LB : Lohmann Brown; SLU : croisement Rhode Island Red x White Leghorn.  
? : information non disponible.

La comparaison des résultats obtenus concernant les taux de mortalité et de ponte dans nos deux expérimentations (durant 51 et 10 semaines de ponte) avec les taux relevés dans d'autres études, sur des durées légèrement plus longues (Tableau 7), montre que nos résultats sont semblables, voire légèrement meilleurs. Cependant, cette comparaison ne nous permet pas de conclure avec certitude, puisque nous n'avons pas utilisé la même souche de poules, ni le même type de volière de ponte, et que notre phase de ponte était plus courte. Or, le taux de ponte diminue et le taux de mortalité augmente quand la durée de la phase de ponte augmente. Néanmoins, la comparaison avec la référence ISA confirme le niveau correct de nos résultats. Par contre, il est difficile de conclure sur une tendance globale concernant les pourcentages d'œufs pondus hors nids car les résultats concernant cette variable sont disparates (Tableau 7). De plus, la variabilité des résultats enregistrée par ABRAHAMSSON & TAUSON (1998) au sein des répétitions des différents traitements montre que le pourcentage d'œufs pondus hors nids est dépendant de nombreux facteurs, autres que les conditions d'élevage des poulettes. Les pourcentages d'œufs pondus hors nids que nous avons relevés sont trop élevés, en particulier dans la deuxième expérimentation, pour être acceptables en situation commerciale. Cependant, pour ne pas biaiser nos observations comportementales, nous n'avons pas pris de mesures particulières pour limiter ce pourcentage, en dehors du ramassage régulier des œufs pondus hors nids, qui est une pratique réalisée dans la plupart des études.

### **B) Effet du système d'alimentation**

La deuxième expérimentation a montré qu'il y avait un effet du système d'alimentation utilisé en volière d'élevage (localisation et type de mangeoire). L'utilisation d'assiettes suspendues au dessus de la litière a favorisé les capacités d'adaptation à la volière de ponte par rapport à l'utilisation de chaînes plates disposées sur les plates-formes. Premièrement, l'utilisation de l'espace a été meilleure quand les assiettes étaient disposées sur la litière. Cette localisation des assiettes a induit une grande distance verticale entre l'aliment et l'eau, qui a sans doute renforcé l'exploration verticale du milieu de vie, donc l'adaptation ultérieure à la volière de ponte. Deuxièmement, le changement de type de mangeoire entre les phases d'élevage (assiettes manuelles) et de ponte (chaînes automatiques) a diminué légèrement la réactivité émotionnelle des poules (réaction à la soudaineté et à l'Homme) après le transfert en volière de ponte, probablement grâce à une habitude à de faibles changements de leurs conditions de vie.

En ce qui concerne l'effet du changement de type de mangeoire au transfert, nos résultats vont dans le même sens que ceux de PETERSEN (1991), qui a montré que le changement de type de mangeoire entre les phases d'élevage (mangeoires linéaires) et de ponte (mangeoires cylindriques) a un effet bénéfique sur des poules logées dans des parquets au sol durant les phases d'élevage et de ponte. Il entraîne une diminution du pourcentage d'œufs pondus hors nids par rapport à l'absence de changement. Toutefois, cet auteur n'avait pas avancé d'explication pour ce résultat. Il est probable que le changement de type de mangeoire ait diminué la réactivité des poules à des perturbations ultérieures, comme nous l'avons observé dans notre expérimentation. Cette diminution était certainement permise par l'enrichissement en stimulations de l'environnement des poules, et elle a

probablement favorisé l'exploration du milieu, donc l'utilisation des nids. Pour l'effet de la localisation des mangeoires, par contre, nos résultats semblent contredire ceux obtenus par ABRAHAMSSON *et al.* (1998) et ABRAHAMSSON & TAUSON (1998). Ces auteurs ont montré que la localisation de l'eau et de l'aliment en hauteur (sur une plate-forme) pendant la phase d'élevage diminue les taux de mortalité causée par amaigrissement et d'œufs pondus hors nids, en comparaison à une localisation sur la litière. Au contraire, dans notre expérimentation, la localisation de l'aliment sur la litière et de l'eau en hauteur (sur les plates-formes) a amélioré l'adaptation des poules à la volière. Cette contradiction entre ces deux expérimentations et la nôtre peut être liée au fait que dans ces deux expérimentations l'eau et l'aliment étaient toujours ensemble, peu importe leur localisation (litière ou plate-forme), alors que dans notre expérimentation l'eau et l'aliment étaient séparés si les mangeoires étaient disposées sur la litière et ensemble si les mangeoires étaient disposées sur les plates-formes. Ainsi, dans les deux autres expérimentations les poulettes étaient davantage entraînées à se déplacer verticalement lorsque l'eau et l'aliment étaient sur les plates-formes, alors que dans notre expérimentation c'est la localisation des mangeoires sur la litière qui entraînait le plus les poulettes à se déplacer verticalement.

### C) Conclusions

L'influence des conditions d'élevage sur l'adaptation des poules à la volière de ponte est majoritairement liée à la configuration du système d'élevage. Un fort changement de cette configuration entre les phases d'élevage et de ponte limite les capacités d'adaptation. Le système d'alimentation utilisé pendant la phase d'élevage n'a eu qu'une influence secondaire sur cette adaptation, qui s'exprimait quand la configuration restait similaire entre les phases d'élevage et de ponte. Malgré les différences d'adaptation que nous avons mises en évidence, les résultats des poules issues du sol aménagé et alimentées dans des assiettes disposées au-dessus de la litière étaient tout de même corrects, puisqu'ils étaient proches des normes fixées par le sélectionneur (référence ISA). Cependant, le niveau de ponte hors nids aurait été inacceptable en conditions commerciales.

### VI-3] Conclusion générale et perspectives

Nous venons de voir que le logement en volière de ponte est préférable au logement en cage conventionnelle, du point de vue du bien-être des poules pondeuses, à condition que la gestion technique du système volière soit bien menée. Cependant, le bien-être des poules, ainsi que leurs performances zootechniques, sont tributaires d'une adaptation réussie de ces poules aux conditions de logement durant la phase de ponte. Cette adaptation est plus délicate à obtenir en volière de ponte qu'en cage conventionnelle, en raison notamment du plus grand espace disponible, de la nécessité d'utiliser la verticalité et de la plus grande taille de groupe. Si la configuration du système d'élevage n'est pas correcte, les poulettes ne développent pas les capacités nécessaires à l'utilisation de la volière de ponte avant d'y être transférées et ne réussissent pas à s'y adapter correctement, ce qui compromet leur bien-être et leurs performances zootechniques.

Selon les résultats obtenus au cours de ce travail, il semble plus efficace d'élever les poulettes destinées à la volière de ponte dans des volières d'élevage, pour assurer une bonne adaptation des poules à la volière de ponte. Le fait d'inciter les poulettes à utiliser la verticalité, en mettant une grande distance verticale entre l'aliment et l'eau, semble favoriser l'exploration du milieu et l'utilisation des aménagements de la volière. De même, provoquer de faibles changements des conditions de vie (changement du système d'alimentation lors du transfert dans notre expérimentation), semble abaisser le niveau de réactivité des animaux en les habituant à de futurs changements, comme JONES (1987b) l'a décrit. L'élevage des poulettes au sol aménagé avec des structures de perchage ne semble pas être une bonne solution, car il ne prépare pas suffisamment les poulettes à utiliser la volière, en raison du fort changement des conditions de vie que cela implique lors du transfert. Toutefois, nous pouvons conseiller aux personnes voulant élever des poulettes destinées à la volière de ponte dans des parquets au sol aménagé, d'ajouter les structures de perchage très tôt pour éviter qu'une préférence pour la litière ne s'installe et, d'installer une ressource importante sur les niveaux les plus élevés et une autre sur les niveaux les plus bas (par exemple l'eau sur les plates-formes et l'aliment sur la litière) pour amener les poules à se déplacer verticalement.

Ce travail de thèse a soulevé le problème du fort pourcentage d'œufs pondus hors nids, qui est resté à un niveau trop élevé pour être acceptable d'un point de vue commercial, malgré la bonne adaptation de nos poules à la volière de ponte. Il a été montré que les conditions d'élevage des poulettes influencent la ponte hors nids. Cependant, plusieurs autres facteurs interviennent, notamment différents aspects de la gestion technique de la volière de ponte (ramassage des œufs pondus hors nids, éclairage des nids...), et de la configuration du système (position des nids...) et de ses aménagements (attraction des nids...). Cependant, des études complémentaires sont à mener afin de mieux comprendre la façon dont interagissent ces différents facteurs, et d'identifier les mesures à mettre en œuvre pour amener systématiquement cette ponte hors nids à un niveau acceptable commercialement.

Etant donné qu'en volière de ponte il est nécessaire d'entrer plusieurs fois par jour pour ramasser les œufs pondus hors nids, vérifier l'état sanitaire des poules, ou effectuer diverses réparations, il serait nécessaire d'approfondir l'étude de la réaction à l'Homme des poules logées en volière, dans le but de limiter leurs réactions négatives lors de l'entrée de l'Homme dans leur milieu de vie. Cela garantirait le bien-être des poules en évitant les émotions négatives telles que la peur, ainsi que les réactions de panique (qui peuvent provoquer des étouffements ou des blessures des poules) et faciliterait les conditions de travail de l'Homme en évitant les réactions agressives ou les mouvements de panique des poules (qui peuvent être dangereux pour l'Homme). De bonnes performances zootechniques pourraient en résulter, en terme de limitation des chutes de ponte.

Il semble également intéressant d'approfondir l'étude du lien entre la réactivité émotionnelle et l'adaptation. Dans ce travail de thèse, nous avons utilisé la réactivité émotionnelle comme un indicateur du niveau d'adaptation, en nous basant sur le fait qu'un problème d'adaptation entraîne une augmentation de la réactivité émotionnelle. Il serait intéressant de considérer le lien

entre la réactivité émotionnelle et l'adaptation dans le sens inverse; c'est-à-dire en quoi l'expérience précoce influence-t-elle la réactivité émotionnelle, et quelles sont les conséquences de cette réactivité sur les capacités d'adaptation ultérieures des animaux ?

La volière de ponte est un système alternatif aux cages envisageable pour loger les poules pondeuses. Toutefois, si ce travail de thèse a montré l'avantage de la volière de ponte en terme de bien-être des poules, il a également souligné les problèmes qui peuvent émerger en terme d'adaptation et de productivité, notamment lorsque apparaissent des problèmes d'étouffements, de picage ou de cannibalisme. L'amélioration de la configuration de ce système, de ses aménagements et de sa gestion technique est nécessaire pour obtenir un système optimum, utilisable au niveau commercial. Diverses améliorations ont déjà été testées à l'échelle expérimentale (éclairage des nids pour y guider les poules, installation de rampes entre les niveaux pour faciliter les déplacements...). Il nous semble nécessaire, à présent, de tester à une échelle commerciale les solutions les plus prometteuses, pour analyser leur efficacité et leur faisabilité.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



*Les réactions de panique en élevage :  
il suffit parfois d'un rien...*



**N.B. :** Cette liste de références bibliographiques se réfère uniquement aux références citées dans le manuscrit à proprement parler. Les références citées dans les articles insérés dans le manuscrit sont listées à la fin de chaque article.

- 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 Agricultural Scandinavica, Section A, Animal Science 45 (191-203).
- ABRAHAMSSON P., FOSSUM O. & TAUSON R. (1998). Health of Laying Hens in an Aviary System over Five Batches of Birds. Acta veterinaria scandinavica 39 (367-379).
- ABRAHAMSSON P. & TAUSON R. (1998). Performance and egg quality of laying hens in an aviary system. Journal of Applied Poultry Research 7 (225-232).
- ANDERSON D.P., BEARD C.W. & HANSON R.P. (1966). Influence of poultry house dust, ammonia, and carbon dioxide on the resistance of chickens to Newcastle disease virus. Avian Diseases 10 (177-188).
- APPLEBY M.C. (1990). Behaviour of laying hens in cages with nest sites. British Poultry Science 31 (71-80).
- APPLEBY M.C. & HUGHES B.O. (1991). Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects. World's Poultry Science Journal 47 (109-128).
- APPLEBY M.C., SMITH S.F. & HUGHES B.O. (1993). Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behaviour and welfare. British Poultry Science 34 (835-847).
- APPLEBY M.C., WALKER A.W., NICOL C.J., LINDBERG A.C., FREIRE R., HUGHES B.O. & ELSON H.A. (2002). Development of furnished cages for laying hens. British Poultry Science 43 (489-500).
- BARNETT J.L., HEMSWORTH P.H., HENNESSY D.P., MACCALLUM T.H. & NEWMAN E.A. (1994). The effects of modifying the amount of human contact on behavioural, physiological and production responses of laying hens. Applied Animal Behaviour Science 41 (87-100).
- BARNETT J.L. & NEWMAN E.A. (1997). Review of welfare research in the laying hen and the research and management implications for the Australian egg industry. Australian Journal of Agricultural Research 48 (385-402).
- BLECHA F. (1988). Stress et immunité chez l'animal de ferme. Recueil de Médecine Vétérinaire 164 (767-772).
- BLECHA F. (2000). Immune system response to stress. In The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare. (Coords.: MOBERG G.P. & MENCH J.A.), CAB International (111-121).
- BLOKHUIS H.J. & METZ J.H.M. (1992). Integration of animal welfare into housing systems for laying hens. Netherlands Journal of Agricultural Science 40 (327-337).
- BLOKHUIS H.J. & ROMMERS J.M. (1995). Welfare. In Aviary housing for laying hens (Coords.: BLOKHUIS H.J. & METZ J.H.M.), Ed° ID-DLO & IMAG-DLO (29-41).

- BOISSY A. (1990). Les réactions émotives chez les bovins domestiques femelles (*Bos taurus* L.). Quantification et variations sous l'influence de facteurs environnementaux et hormonaux. Thèse d'Université. Université Paris 13 - Biologie des organismes, Villetaneuse, France (223p).
- BOISSY A. (1998). Fear and fearfulness in determining behavior. In Genetics and the behavior of domestic animals (Coords.: GRANDIN T.), Academic Press (67-111).
- BOISSY A. & VEISSIER I. (1999). Influences du contexte social sur le comportement des animaux en élevage. In Un point sur... l'homme et l'animal : un débat de société. (Coords.: OUEDRAOGO A.P. & LE NEINDRE P.), INRA Editions (113-127).
- BOISSY A., NOWAK R., ORGEUR P. & VEISSIER I. (2001). Les liens sociaux chez les ruminants d'élevage : limites et moyens d'action pour favoriser l'intégration de l'animal dans son milieu. INRA Productions Animales 14 (79-90).
- BOLLEN L.S. & HAU J. (1998). Development and comparison of assays for measuring immunospecific antibody response in serum of chickens and rabbits immunized with human immunoglobulin G. Electrophoresis 19 (2419-2422).
- BOSCH J.G.M.J. & VAN NIEKERK T.G.C.M. (1995). Health. In Aviary housing for laying hens (Coords.: BLOKHUIS H.J. & METZ J.H.M.), Ed° ID-DLO & IMAG-DLO (59-71).
- BRAMBELL F.W.R. (1965). Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. HMSO - London, UK, (85).
- BROOM D.M. (1969). Effects of visual complexity during rearing on chicks' reactions to environmental change. Animal Behaviour 17 (773-780).
- BROOM D.M. (1996). Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. Acta Agriculturae Scandinavica Section A - Animal Science Supplement 27 (22-28).
- CAMPAN R. & SCAPINI F. (2002a). Les causes proximales du comportement. In Ethologie. Approche systémique du comportement (Coords.: De Boeck Université (35-98).
- CAMPAN R. & SCAPINI F. (2002b). Mise en place ontogénétique du comportement. In Ethologie. Approche systémique du comportement (Coords.: De Boeck Université (99-168).
- CAMPO J.L. & REDONDO A. (1996). Tonic immobility reaction and heterophil to lymphocyte ratio in hens from three spanish breeds laying pink eggshells. Poultry Science 75 (155-159).
- CAMPO J.L. & DAVILA S.G. (2002a). Effect of photoperiod on heterophil to lymphocyte ratio and tonic immobility duration of chickens. Poultry Science 81 (1637-1639).
- CAMPO J.L. & DAVILA S.G. (2002b). Estimation of heritability for heterophil:lymphocyte ratio in chickens by restricted maximum likelihood. Effects of age, sex, and crossing. Poultry Science 81 (1448-1453).
- CAMPO J.L., GIL M.G. & DAVILA S.G. (2005). Social aggressiveness, pecking at hands, and its relationships with tonic immobility duration and heterophil to lymphocyte ratio in chickens of different breeds. Archiv Fur Geflugelkunde 69 (11-15).
- CANDLAND D.K., NAGY Z.M. & CONKLYN D.H. (1963). Emotional behavior in the domestic chicken (white leghorn) as a function of age and developmental environment. Journal of Comparative and Physiological Psychology 56 (1069-1073).

- CARMICHAEL N.L., WALKER A.W. & HUGHES B.O. (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).
- CHANNING C.E., HUGHES B.O. & WALKER A.W. (2001). Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system. Applied Animal Behaviour Science 72 (335-345).
- CHRISTOPHE V. (1998). Savoirs mieux. Les Emotions : tour d'horizon des principales théories Presses Universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq (102p).
- CLOUTIER S., NEWBERRY R.C., HONDA K. & ALLDREDGE J.R. (2002). Cannibalistic behaviour spread by social learning. Animal Behaviour 63 (1153-1162).
- CONRATHS F.J., WERNER O., METHNER U., GEUE L., SCHULZE F., HANEL I., SACHSE K., HOTZEL H., SCHUBERT E., MELZER F. & METTENLEITER T.C. (2005). Conventional battery cages and alternative poultry housing systems - Infectiological aspects. Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift 118 (186-204).
- COOPER J.J. & APPLEBY M.C. (1997). Motivational aspects of individual variation in response to nestboxes by laying hens. Animal Behaviour 54 (1245-1253).
- CRAIG J.V. & GUHL A.M. (1969). Territorial behavior and social interactions of pullets kept in large flocks. Poultry Science 48 (1622-1628).
- CRAIG J.V., CRAIG J.A. & VARGAS VARGAS J. (1986). Corticosteroids and other indicators of hens' well-being in four laying-house environments. Poultry Science 65 (856-863).
- CRANSBERG P.H., HEMSWORTH P.H. & COLEMAN G.J. (2000). Human factors affecting the behaviour and productivity of commercial broiler chickens. British Poultry Science 41 (272-279).
- CRONIN G.M., BUTLER K.L., DESNOYERS M.A. & BARNETT J.L. (2005). The use of nest boxes by hens in cages: what does it mean for welfare? Animal Science Papers and Reports 23 (Supplément 1) (121-128).
- DANTZER R. & MORMEDE P. (1979). Physiopathologie de la réaction aux agressions. In Le stress en élevage intensif (Coords.: INRA), Masson Ed° (29-75).
- DANTZER R. (1994). Méthodologie et critères en matière de bien-être des animaux. Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties 13 (277-290).
- DANTZER R. (1995). Confort et bien-être des animaux en élevage intensif. Le point vétérinaire 26 (1027-1034).
- DANTZER R. (2001). Comment les recherches sur la biologie du bien-être animal se sont-elles construites? In Un point sur... les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être? (Coords.: BURGAT F. & DANTZER R.), INRA Editions (85-104).
- DAWKINS M. (1998). Evolution and animal welfare. The Quartely Review of Biology 73 (305-327).
- DAWKINS M.S. (1983). La souffrance animale ou l'étude objective du bien-être animal. Ed° du Point Vétérinaire, Maisons-Alfort (151p).
- DAWKINS M.S. (1990). From an animal's point of view: motivation, fitness, and animal welfare. Behavioral and Brain Sciences 13 (1-61).

- DE GROEF B., VANDENBORNE K., VAN AS P., DARRAS V.M., KÜHN E.R., DECUYPERE E. & GERIS K.L. (2005). Hypothalamic control of the thyroidal axis in the chicken : Over the boundaries of the classical hormonal axes. Domestic Animal Endocrinology 29 (104-110).
- DE REU K., GRIJSPEERDT K., HEYNDRIKX M., ZOONS J., DE BAERE K., UYTENDAELE M., DEBEVERE J. & HERMAN L. (2005). Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. British Poultry Science 46 (149-155).
- D'EATH R.B. & KEELING L.J. (2003). Social discrimination and aggression by laying hens in large groups: from peck orders to social tolerance. Applied Animal Behaviour Science 84 (197-212).
- DENENBERG V.H. (1969). The effects of early experience. In The behaviour of domestic animals. Second edition (Coords.: HAFEZ E.S.E.), Baillière, Tindall & Cassel (95-130).
- DESIRE L., BOISSY A. & VEISSIER I. (2002). Emotions in farm animals: a new approach to animal welfare in applied ethology. Behavioural Processes 60 (165-180).
- DESIRE L. (2004). Etude des processus cognitifs impliqués dans la différenciation des émotions chez l'agneau (*Ovis aries*). Thèse d'université. Université Blaise Pascal - Université d'Auvergne - Ethologie cognitive, Clermont-Ferrand, France (202p).
- DUNCAN I.J.H. & PETHERICK J.C. (1991). The implications of cognitive processes for animal welfare. Journal of Animal Science 69 (5017-5022).
- DUNCAN I.J.H. (1992). Measuring preferences and the strength of preferences. Poultry Science 71 (658-663).
- DUNCAN I.J.H. (1996). Animal welfare defined in terms of feelings. Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science Supplementus 27 (28-36).
- DUNCAN I.J.H., WIDOWSKI T.M., MALLEAU A.E., LINDBERG A.C. & PETHERICK J.C. (1998). External factors and causation of dustbathing in domestic hens. Behavioural Processes 43 (219-228).
- DUNCAN I.J.H. (2002). Poultry welfare: science or subjectivity ? British Poultry Science 43 (643-652).
- EFSA (2005a). Scientific report: Welfare aspects of various systems for keeping laying hens - Behavioural priorities. European Food Safety Authority - AHAW Panel - (52-65).
- EFSA (2005b). Scientific report: Welfare aspects of various systems for keeping laying hens - Animal health affected by systems. European Food Safety Authority - AHAW Panel - (25-47).
- 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).
- EL LETHEY H., HUBERÉICHER B. & JUNGI T.W. (2003). Exploration of stress-induced immunosuppression in chickens reveals both stress-resistant and stress-susceptible antigen responses. Veterinary Immunology and Immunopathology 95 (91-101).
- ELSASSER T.H., KLASING K.C., FILIPOV N. & THOMPSON F. (2000). The Metabolic Consequences of Stress: Targets for Stress and Priorities of Nutrient Use. In The Biology of Animal Stress. Basic principles and implications for animal welfare. (Coords.: MOBERG G.P. & MENCH J.A.), CAB International (77-110).
- ELSTON J.J., BECK M., ALODAN M.A. & VEGA-MURILLO V. (2000). Laying hens behavior 2. Cage type preference and heterophil to lymphocyte ratios. Poultry Science 79 (477-482).

- ESTEVEZ I., KEELING L.J. & NEWBERRY R.C. (2003). Decreasing aggressions with increasing group size in young domestic fowl. Applied Animal Behaviour Science 84 (213-218).
- FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (2005). Annual review 2004/2005. Crown copyright - June 2005
- FAURE J.M. (1980). To adapt the environment to the bird or the bird to the environment? In The Laying Hen and its environment (Coords.: Moss R.), Martinus Nijhoff (19-42).
- FAURE J.M., VAL-LAILLET D., GUY G., BERNADET M.D. & GUEMENE D. (2003). Fear and stress reactions in two species of duck and their hybrid. Hormones and Behaviour 43 (568-572).
- FLEMING R.H., MCCORMACK H.A., MCTEIR L. & WHITEHEAD C.C. (2004). Incidence, pathology and prevention of keel bone deformities in the laying hen. British Poultry Science 45 (320-330).
- FLORENCE B.D., SVENDSEN L., STODULSKI G., CROWDLEY A. & HAU J. (1995). Assessment of lacrimal IgA as a potential parameter for measurement of long term stress in poultry. In Vivo 9 (19-25).
- FRASER D. & DUNCAN I.J.H. (1998). "Pleasures", "pains" and animal welfare: toward a natural history of affect. Animal Welfare 7 (383-396).
- FREIRE R., WILKINS L.J., SHORT F. & NICOL C.J. (2003). Behaviour and welfare of individual laying hens in a non-cage system. British Poultry Science 44 (22-29).
- FRÖHLICH E.K.F. (1989). Effects of the behaviour related to rearing systems: The possible extent of adaptation of chicks to restrictive rearing systems and the consequences of such rearing environments on the resting behaviour and self-maintenance of laying hens. In 3<sup>rd</sup> European Symposium on Poultry Welfare. Tours, France, (137-148).
- GÉANT F.X. (2002). Mise au point expérimentale d'un test d'évaluation de l'immunité à médiation humorale chez la poule pondeuse. Stage de seconde année. Université de Bretagne Occidentale - ESMISAB, Brest (42p).
- GREGORY N.G. & WILKINS L.J. (1996). Effect of age on bone strength and the prevalence of broken bones in perchery laying hens. New Zealand Veterinary Journal 44 (31-32).
- GROOT KOERKAMP P.W.G. & BLEIJENBERG R. (1998). Effect of type of aviary, manure and litter handling on the emission kinetics of ammonia from layer houses. British Poultry Science 39 (379-392).
- 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).
- GROSS W.B. & SIEGEL P.B. (1983). Evaluation of the heterophil:lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. Avian Diseases 27 (972-979).
- GROSS W.B. & SIEGEL P.B. (1986). Effects of initial and second periods of fasting on heterophil/lymphocyte ratios and body weight. Avian Diseases 30 (345-346).
- GUEMENE D., GUY G., NOIRAULT J., GARREAU-MILLS M., GOURAUD P. & FAURE J.M. (2001). Force-feeding procedure and physiological indicators of stress in male mule ducks. British Poultry Science 42 (650-657).
- GUÉMÉNÉ D., GUESDON V., MOE R.O., MICHEL V. & FAURE J.M. (2004). Production and stress parameters in laying hens, beak-trimmed or not, housed in standard or furnished cages. In 12<sup>th</sup> World poultry congres. Istanbul, Turkey, (117-121).

- GUERDER F. (2000). Les différents modes d'élevage en production d'oeufs de consommation : comparaison des performances techniques et des coûts de production. In Journée nationale des professionnels de l'oeuf de consommation. Ploufragan, France, 07 décembre 2000. (1-11).
- GUESDON V. (2004). Etude comparative de poules pondeuses époutées ou non, élevées en cages standard ou aménagées : estimation multicritère du bien-être. Thèse d'université. Université de Rennes I - Biologie, Rennes, France (220p).
- GUESDON V. & FAURE J.M. (2004). Laying performance and egg quality in hens kept in standard or furnished cages. Animal Research 53 (45-57).
- GUESDON V., LETERRIER C., CONSTANTIN P., GUÉMÉNÉ D., COUTY M. & FAURE J.M. (2004). Humeral quality and adrenal responsiveness in laying hens reared in standard and furnished cages. Animal Research 53 (235-243).
- GUESDON V., AHMED A.M., MALLET S., FAURE J.M. & NYS Y. (2006). Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. British Poultry Science 47 (1-12).
- 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).
- GUSTAFSSON G. & VON WACHENFELT E. (2000). Ammonia extraction by ventilation of loose-housing systems for laying hens. Journal of Agriculture Engineering Research 75 (17-25).
- GVARYAHU G., CUNNINGHAM D.L. & VAN TIENHOVEN A. (1989). Filial imprinting, environmental enrichment, and music application effects on behavior and performance of meat strain chicks. Poultry Science 68 (211-217).
- HAGGER C., MARGUERAT C., STEIGER-STAFEL D. & STRANZINGER G. (1989). Plumage Condition, Feed Consumption, and Egg Production Relationships in Laying Hens. Poultry Science 68 (221-225).
- HÄNE M., HUBEREICHER B. & FRÖHLICH E. (2000). Survey of laying hen husbandry in Switzerland. World's Poultry Science Journal 56 (21-31).
- HANSEN I., BRAASTAD B.O., STORBRATEN J. & TOFASTRUD M. (1993). Differences in fearfulness indicated by tonic immobility between laying hens in aviaries and in cages. Animal Welfare 2 (105-112).
- HANSEN I. (1994). Behavioural expression of laying hens in aviaries and cages: frequencies, time budgets and facility utilisation. British Poultry Science 35 (491-508).
- HARTMANN H. (1988). Critères biochimiques et hématologiques du stress et leurs relations avec les mécanismes de défense. Recueil de Médecine Vétérinaire 164 (743-750).
- HAY M. & MORMÈDE P. (1997). Improved determination of urinary cortisol and cortisone, or corticosterone and 11-dehydrocorticosterone by high-performance liquid chromatography with ultraviolet absorbance detection. Journal of Chromatography B 702 (33-39).
- HAY M. & MORMÈDE P. (1998). Urinary excretion of catecholamines, cortisol and their metabolites in Meishan and Large White sows: validation as a non-invasive and integrative assessment of adrenocortical and sympathoadrenal axis activity. Veterinary Research 29 (119-128).
- HAY M., MEUNIER-SALAÜN M.C., BRULAUD F., MONNIER M. & MORMÈDE P. (2000). Assessment of hypothalamic-pituitary-adrenal axis and sympathetic nervous system activity in pregnant sows

- through the measurement of glucocorticoids and catecholamines in urine. Journal of Animal Science 78 (420-428).
- HAZARD D. & GUEMENE D. (2005). Les réponses de stress chez les oiseaux : quelle interprétation donner aux mesures de corticostéronémie ? In Sixièmes Journées de la Recherche Avicole. S<sup>t</sup> Malo, France, 30 et 31 mars 2005. (549-553).
- HEMSWORTH P.H., COLEMAN G.J., BARNETT J.L. & JONES R.B. (1994). Behavioural responses to humans and the productivity of commercial broiler chickens. Applied Animal Behaviour Science 41 (101-114).
- HENDERSON N.D. (1980). Effects of early experience upon the behavior of animals: the second twenty five years of research. In Early experiences and early behavior, implications for social development (Coords.: SIMMEL E.C.), Academic Press (39-77).
- HETLAND H., SVIHUS B., LERVIK S. & MOE R. (2003). Effect of feed structure on performance and welfare in laying hens housed in conventional and furnished cages. Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science 53 (92-100).
- HILL J.A. & HUNT J.R. (1978). Layer cage depth effects on nervousness, feathering, shell breakage, performance, and net egg returns. Poultry Science 57 (1204-1216).
- HOGAN J.A., HONRADO G.I. & VESTERGAARD K.S. (1991). Development of a behavior system: Dustbathing in the Burmese Red Junglefowl (*Gallus gallus spadiceus*): II. Internal factors. Journal of Comparative Psychology 105 (269-273).
- HOGAN J.A. & VAN BOXEL F. (1993). Causal factors controlling dustbathing in Burmese red junglefowl: some results and a model. Animal Behaviour 46 (627-635).
- HOGAN J.A. (1997). Energy models of motivation: A reconsideration. Applied Animal Behaviour Science 53 (89-105).
- HUGHES B.O. & BLACK A.J. (1974). The effect of environmental factors on activity, selected behaviour patterns and "fear" of fowls in cages and pens. British Poultry Science 15 (375-380).
- HUGHES B.O. (1976). Behaviour as an index of welfare. In Proceedings of the Fifth European Poultry Conference. Malta, (1005-1018).
- HUGHES B.O. & DUNCAN I.J.H. (1988). The notion of ethological 'need', models of motivation and animal welfare. Animal Behaviour 36 (1696-1707).
- HUGHES B.O., CARMICHAEL N.L., WALKER A.W. & GRIGOR P.N. (1997). Low incidence of aggression in large flocks of laying hens. Applied Animal Behaviour Science 54 (215-234).
- HUONNIC D., MAURICE R., HUNEAU A., BUREL C. & MICHEL V. (2006). Poules pondeuses logées en cages conventionnelles et en volières. Influence de l'absence d'épointage du bec et d'une augmentation de la teneur de l'aliment en cellulose sur les résultats zootechniques et l'état sanitaire des animaux. Sciences et Techniques Avicoles 55 (8-22).
- JANSSENS C.J.J.G., HELMOND F.A. & WIEGANT V.M. (1994). Increased corticoid response to exogenous adrenocorticotrophic hormone in chronically stressed pigs: influence of housing conditions. Journal of Animal Science 72 (1771-1777).
- JENSEN M.B., PEDERSEN L.J. & LADEWIG J. (2004). The use of demand functions to assess behavioural priorities in farm animals. Animal Welfare 13 (S27-S32).

- JENSEN P. & TOATES F.M. (1997). Stress as a state of motivational systems. Applied Animal Behaviour Science 53 (145-156).
- JONES R.B., DUNCAN I.J.H. & HUGHES B.O. (1981). The assessment of fear in domestic hens exposed to a looming human stimulus. Behavioural Processes 6 (121-133).
- JONES R.B. & FAURE J.M. (1981a). The effects of regular handling on fear responses in the domestic chick. Behavioural Processes 6 (135-143).
- JONES R.B. & FAURE J.M. (1981b). Tonic immobility ("righting time") in laying hens housed in cages and pens. Applied Animal Ethology 7 (369-372).
- JONES R.B. (1986). Responses of domestic chicks to novel food as a function of sex, strain and previous experience. Behavioural Processes 12 (261-271).
- JONES R.B. (1987a). Assessment of fear in adult laying hens: correlational analysis of methods and measures. British Poultry Science 28 (319-326).
- JONES R.B. (1987b). Social and environmental aspects of fear in the domestic fowl. In Cognitive aspects of social behaviour in the domestic fowl (Coords.: ZAYAN R. & DUNCAN I.J.H.), Elsevier Press (82-149).
- JONES R.B., MILLS A.D. & FAURE J.M. (1991). Genetic and experiential manipulation of fear-related behavior in Japanese quail chicks (*Coturnix coturnix japonica*). Journal of Comparative Psychology 105 (15-24).
- 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 (131-168).
- KEELING L. & JENSEN P. (2002). Behavioural disturbances, stress and welfare. In The ethology of domestic animals, an introductory text. (Coords.: JENSEN P.), CABI Publishing (79-98).
- KING L.A. (2003). Behavioral evaluation of the psychological welfare and environmental requirements of agricultural research animals: Theory, measurement, ethics, and practical implications. ILAR Journal 44 (211-221).
- KOELKEBECK K.W. & CAIN J.R. (1984). Performance, behavior, plasma corticosterone, and economic returns of laying hens in several management alternatives. Poultry Science 63 (2123-2131).
- KOELKEBECK K.W., CAIN J.R. & AMOSS M.S. (1986). Use of adrenocorticotropin challenges to indicate chronic stress responses of laying hens in several housing alternatives. Domestic Animal Endocrinology 3 (301-305).
- KRISTENSEN H.H. & WATHES C.M. (2000). Ammonia and poultry welfare: a review. World's Poultry Science Journal 56 (235-245).
- KUCHEL O. (1991). Stress and catecholamines. Methods Achieve Exp. Pathol. Basel. 14 (80-103).
- KÜHN E.R., GEELISSEN S.M.E., VAN DER GEYTEN S. & DARRAS V.M. (2005). The release of growth hormone (GH) : Relation to the thyrotropic- and corticotropic axis in the chicken. Domestic Animal Endocrinology 29 (43-51).

- LARRERE C. & LARRERE R. (2001). L'animal, machine à produire : la rupture du contrat domestique. In Un point sur... les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être? (Coords.: BURGAT F. & DANTZER R.), INRA Editions (9-24).
- LEYENDECKER M., HAMANN H., HARTUNG J., WEBER R.M., GLÜNDER G., NOGOSSEK 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. In 11<sup>th</sup> European Poultry Conference. Bremen, Germany, (CD-Rom).
- LINDBERG A.C. & NICOL C.J. (1997). Dustbathing in modified battery cages: Is sham dustbathing an adequate substitute? Applied Animal Behaviour Science 55 (113-128).
- LINDBERG A.C. (1999). Effects of vacuum and real dustbathing bouts on dustbathing motivation in domestic hens. In 33<sup>rd</sup> Congress of the International Society for Applied Ethology. Lillehammer, Norway,
- MAGDELAINE P. (2005). Présentation de la production et du marché de l'oeuf de consommation en France et dans l'Union Européenne et approche des coûts de production français dans différents systèmes de production. In Journée nationale des professionnels de la pondeuse et de l'oeuf de consommation. Ploufragan, France, 08 décembre 2005. (1-5).
- MASON G.J. (1991). Stereotypies: a critical review. Animal Behaviour 41 (1015-1037).
- MASON W.A. (2000). Early Developmental Influences of Experience on Behaviour, Temperament and Stress. In The Biology of Animal Stress. Basic principles and implications for animal welfare (Coords.: MOBERG G.P. & MENCH J.), CAB International (269-290).
- MAXWELL M.H. (1993). Avian blood leucocyte responses to stress. World's Poultry Science Journal 49 (34-43).
- McFARLAND D. (1990). Dictionnaire du comportement animal Editions Robert Laffont, Paris, France (1013p).
- MENCH J. & KEELING L.J. (2001). The social behaviour of domestic birds. In Social behaviour in farm animals (Coords.: KEELING L.J. & GONYOU H.W.), CABI Publishing (177-209).
- MIAO Z.H., GLATZ P.C. & RU Y.J. (2005). Free-range poultry production - A review. Asian Australasian Journal of Animal Sciences 18 (113-132).
- MICHEL V., POSTOLLEC G., HUONNIC D., COTTE J.P., BOILLETOT E., BALAINE L., EONO F., MAURICE R., PROTAIS J. & AUBERT C. (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 - Rapport de la deuxième étude. AFSSA - LERAP - Ploufragan, décembre 2002 (46p).
- 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).
- MICHEL V., HUONNIC D., PROTAIS J., COTTE J.P., BOILLETOT E., MAURICE R. & POSTOLLEC G. (2003). Comparaison du bien-être, de l'état sanitaire et des performances zootechniques de poules pondeuses élevées dans un système classique de cages ou dans un système alternatif de type "volière" : résultats préliminaires. In Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole. Tours, France, 26-27 mars 2003. (69-72).

- MICHEL V., COLSON S., HUONNIC D., MAURICE R., BOILLETOT E., PROTAIS J., CHIDAINE B. & SALVAT G. (2004a). 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 - Rapport de la troisième étude. AFSSA - LERAP - Ploufragan, août 2004 (51p).
- MICHEL V., POSTOLLEC G., MAURICE R., HUONNIC D. & COLSON S. (2004b). Elevage expérimental de poules pondeuses en cage conventionnelle et en système alternatif : résultats zootechniques, état sanitaire des animaux et qualité de l'ambiance. Sciences et Techniques Avicoles 49 (Octobre 2004) (4-15).
- MICHEL V. & FERNANDEZ X. (2006). Animal welfare aspects - The technical challenge during housing, transport and slaughter: Poultry. In Livestock production and society (Coords.: GEERS R. & MADEC F.), Wageningen Academic Publishers (231-247).
- MOBERG G.P. (2000). Biological response to stress : implications for animal welfare. In The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare. (Coords.: MOBERG G.P. & MENCH J.A.), CAB International (1-21).
- MOE R.O., GUÉMENÉ D., LARSEN H.J.S., BAKKEN M., LERVIK S., HETLAND H. & TAUSON R. (2004). Effects of pre-laying rearing conditions in laying hens housed in standard or furnished cages on various indicators of animal welfare. In XXII World's Poultry congress. Istanbul, Turkey, (329??).
- 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. & GREEN P.R. (2004). Control of landing flight by laying hens: implications for the design of extensive housing systems. British Poultry Science 45 (578-584).
- MORMEDE P. (1988). Les réponses neuroendocriniennes de stress. Recueil de Médecine Vétérinaire 164 (723-741).
- MÜLLER-FICKENWIRTH A. & FÖLSCH D.W. (1988). Dustbathing of hens - Sequence analysis indicates normal behaviour and welfare. - Proceedings of the International Congress of applied ethology in farm animals, (143-144p).
- MURPHY L.B. (1978). The practical problems of recognizing and measuring fear and exploration behaviour in the domestic fowl. Animal Behaviour 26 (422-431).
- NEWMAN S. & LEESON S. (1998). Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics. Poultry Science 77 (1492-1496).
- 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).
- NIELSEN B.L. (2004). Breast blisters in groups of slow-growing broilers in relation to strain and the availability and use of perches. British Poultry Science 45 (306-315).
- NORGAARD-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).
- ODÉN K., VESTERGAARD K.S. & ALGERS B. (2000). Space use and agonistic behaviour in relation to sex composition in large flocks of laying hens. Applied Animal Behaviour Science 67 (307-320).

- ODÉN K., KEELING L.J. & ALGERS B. (2002). Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. British Poultry Science 43 (169-181).
- OLSSON I.A.S., DUNCAN I.J.H., KEELING L.J. & WIDOWSKI T.M. (2002a). How important is social facilitation for dustbathing in laying hens? Applied Animal Behaviour Science 79 (285-297).
- OLSSON I.A.S. & KEELING L.J. (2002). No effect of social competition on sham dustbathing in furnished cages for laying hens. Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science 52 (253-256).
- OLSSON I.A.S., KEELING L.J. & DUNCAN I.J.H. (2002b). Why do hens sham dustbathe when they have litter? Applied Animal Behaviour Science 76 (53-64).
- PERRÉ Y., WAUTERS A.M. & RICHARD-YRIS M.A. (2002). Influence of mothering on emotional and social reactivity of domestic pullets. Applied Animal Behaviour Science 75 (133-146).
- PETERSEN V.E. (1991). Rearing of pullets for production of eggs in systems alternative to cagelaying systems. Archiv für Geflügelkunde 55 (79-83).
- POL F. & MICHEL V. (2001). 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 - Rapport de la première étude. AFSSA - LERAP - Ploufragan, octobre 2001 (27p).
- POST J., REBEL J.M.J. & TERHUURNE A.A.H.M. (2003). Physiological effects of elevated plasma corticosterone concentrations in broiler chickens. An alternative means by which to assess the physiological effects of stress. Poultry Science 82 (1313-1318).
- 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).
- RETTENBACHER S., MOSTL E., HACKL R., GHAREEB K. & PALME R. (2004). Measurement of corticosterone metabolites in chicken droppings. British Poultry Science 45 (704-711).
- RODEN C. & 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).
- ROY V., LOINTIER L. & CHAPILLON P. (2003). The emotional reactivity increase at mid-pregnancy is attenuated in female rats handled during their infancy. Behavioural Brain Research 145 (23-30).
- RULOFSO F.C., BROWN D.E. & BJUR R.A. (1988). Effect of blood sampling and shipment to slaughter on plasma catecholamine concentrations in bulls. Journal of Animal Science 66 (637-642).
- RUSHEN J., DE PASSILLÉ A.M., MUNKSGAARD L. & TANIDA H. (2001). People as social actors in the world of farm animals. In Social behaviour in farm animals (Coords.: KEELING L.J. & GONYOU H.W.), CABI Publishing (353-372).
- SCHERER K.R. (1982). Emotion as a process: function, origin and regulation. Social Science Information 21 (555-570).
- SCHERER K.R. (2001). Appraisal considered as a process of multi-level sequential checking. In Appraisal processes in emotion: Theory, Methods, Research (Coords.: SCHERER K.R., SCHORR A. & JOHNSTONE T.), Oxford University Press (92-120).

- SCOTT G.B. & PARKER C.A.L. (1994). The ability of laying hens to negotiate between horizontal perches. Applied Animal Behaviour Science 42 (121-127).
- SCOTT G.B., CONNELL B.J. & LAMBE N.R. (1998). The fear levels after transport of hens from cages and a free-range system. Poultry Science 77 (62-66).
- SCOTT G.B., HUGHES B.O., LAMBE N.R. & WADDINGTON D. (1999). Ability of laying hens to jump between perches: individual variation and the effects of perch separation and motivation on behaviour. British Poultry Science 40 (177-184).
- SELYE H. (1973). The evolution of the stress concept. American Scientist 61 (692-699).
- SWANSON J.C. (1995). Farm animal well-being and intensive production systems. Journal of Animal Science 73 (2744-2751).
- TAUSON R., WAHLSTRÖM A. & ABRAHAMSSON P. (1999). Effect of two floor housing systems and cages on health, production, and fear response in layers. Journal of Applied Poultry Research 8 (152-159).
- 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.H. (2005). Mortality, production and use of facilities in furnished small group cages for layers in commercial egg production in Sweden 1998-2003. Animal Science Papers and Reports 23 (Supplement 1) (95-102).
- TAUSON R., KJAER J., MARIA G., CEPERO R. & HOLM K.E. (2005). Applied scoring of integument and health in laying hens. Animal Science Papers and Reports 23 (Supplement 1) (153-159).
- TAYLOR A.A. & HURNIK J.F. (1996). The long-term productivity of hens housed in battery cages and an aviary. Poultry Science 75 (47-51).
- 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).
- TEJEDOR-REAL P., COSTELA C. & GIBERT-RAHOLA J. (1998). Neonatal handling reduces emotional reactivity and susceptibility to learned helplessness. Involvement of catecholaminergic systems. Life Sciences 62 (37-50).
- VAN HORNE P.L.M. (1996). Production and economic results of commercial flocks with white layers in aviary systems and battery cages. British Poultry Science 37 (255-261).
- VAN LIERE D.W. & BOKMA S. (1987). Short-Term Feather Maintenance as a Function of Dust-Bathing in Laying Hens. Applied Animal Behaviour Science 18 (197-204).
- VAN LIERE D.W. (1992a). The significance of fowls' bathing in dust. Animal Welfare 1 (187-202).
- VAN LIERE D.W. (1992b). Dustbathnig as related to proximal and distal feather lipids in laying hens. Behavioural Processes 26 (177-188).
- VAN LOON D.P.R., HANGALAPURA B., REILINGH G.D., NIEUWLAND M.G.B., KEMP B. & PARMENTIER H.K. (2004). Effect of three different housing systems on immune responses and body weight of chicken lines divergently selected for antibody responses to sheep red blood cells. Livestock Production Science 85 (139-150).

- VAN NIEKERK T.G.C.M. & EHLHARDT D.A. (1995). Zootechnics. In Aviary housing for laying hens (Coords.: BLOKHUIS H.J. & METZ J.H.M.), Ed° ID-DLO & IMAG-DLO (43-57).
- VEISSIER I., BOISSY A., CAPDEVILLE J. & SARIGNAC C. (2000). Le bien-être des animaux d'élevage : comment peut-on le définir et l'évaluer? Le point vétérinaire 31 (25-32).
- VESTERGAARD K.S. (1980). The regulation of dustbathing and other behaviour patterns in the laying hen : a lorenzian approach. In The Laying Hen and its environment. (Coords.: MOSS R.), Martinus Nijhoff (101-120).
- VESTERGAARD K.S. (1982). Dust-bathing in the domestic fowl - Diurnal rhythm and dust deprivation. Applied Animal Ethology 8 (487-495).
- VESTERGAARD K.S., DAMM B.I., ABBOTT U.K. & BILDSOE M. (1999). Regulation of dustbathing in feathered and featherless domestic chicks: the Lorenzian model revisited. Animal behaviour 58 (1017-1025).
- VON BORELL E. (1995). Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals. Applied Animal Behaviour Science 44 (219-227).
- WAHLSTRÖM A., TAUSON R. & ELWINGER K. (1998). Effects on plumage condition, health and mortality of dietary oats/wheat ratios to three hybrids of laying hens in different housing systems. Acta Agricultural Scandinavica, Section A, Animal Science 48 (250-259).
- WAHLSTRÖM A., TAUSON R. & ELWINGER K. (1999). Production and egg quality as influenced by mash or crumbled diets fed to laying hens in an aviary system. Poultry Science 78 (1675-1680).
- WALL H., TAUSON R. & ELWINGER K. (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).
- 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., BROWN S.N., ZIMMERMAN P.H., LEEB C. & NICOL C.J. (2004). Prevalence of keel and furculum damage in laying hens: validation of a palpation method. Veterinary Record 155 (547-549).
- WILKINS L.J., POPE S., LEEB C., GLEN E., PHILLIPS A., ZIMMERMAN P., NICOL C. & BROWN S.N. (2005). Fracture rate in laying-strain hens at the end of the rearing period and the end of the laying period. Animal Science Papers and Reports 23 Supplement 1 (189-194).
- WITKOWSKI A., ZIEBA G. & LUKASZEWICZ M. (2005). Effects of genotype, housing system and their interaction on layers' plumage quality and selected production traits. Animal Science Papers and Reports 23 (Supplement 1) (301-302).
- WOLF R.R., ANDERSON D.P., CHERMS F.L.J. & ROPER W.E. (1968). Effect of dust and ammonia air contamination on turkey response. Trans. Amer. Soc. Agr. Eng. 11 (515-522).
- ZIMMERMANN A., STAUFFACHER M., LANGHANS W. & WÜRBEL H. (2001). Enrichment-dependent differences in novelty exploration in rats can be explained by habituation. Behavioural Brain Research 121 (11-20).
- ZOONS J. (2004). Data from egg production systems studies. Proefbedrijf Veehouderij. Geel. Belgium
- ZOONS J., COX M. & DE BAERE K. (2005). Production traits in laying hens kept in furnished cages and aviary. Animal Science Papers and Reports 23 (Supplement 1) (281-282).



**PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES**



## Publications écrites

### Journaux internationaux

COLSON S., ARNOULD C., HUONNIC D. & MICHEL V. (2005) Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries. In: Witkowski, A. (Ed.), 7th European symposium on poultry welfare. Animal Science Papers and Reports 23 (Supplement 1) (85-93).

COLSON S., MICHEL V. & ARNOULD C. (2006). Welfare of laying hens housed in cages and in aviaries: what about fearfulness? Archiv für Geflügelkunde 70 (sous presse).

COLSON S., ARNOULD C. & MICHEL V. (Accepté). Motivation to dust-bathe of laying hens housed in cages and in aviaries. Animal Research.

COLSON S., ARNOULD C. & MICHEL V. (Soumis) Influence of rearing conditions of pullets on the adaptation of hens to aviaries in the beginning of the laying period. Part I: space use and performances. Applied Animal Behaviour Science.

COLSON S., ARNOULD C., HERVÉ P.A., PICHARD G., HUONNIC D. & MICHEL V. (Soumis) Influence of rearing conditions of pullets on the adaptation of hens to aviaries in the beginning of the laying period. Part II: emotional reactivity. Applied Animal Behaviour Science.

MOUNIER L., COLSON S., ROUX M., DUBROEUCQ H., BOISSY A., INGRAND S. & VEISSIER I. (2006). Links between specialization in the finishing of bulls, mixing, farmer's attitudes towards animals, and the production of finishing bulls: a survey on French farms. Animal Science 82 (1-8).

MOUNIER L., VEISSIER I., COLSON S., DUBROEUCQ H., BOISSY A. & ROUX M. (Soumis). Positive farmer attitudes towards their animals and preserving the integrity of the pen-group improve the quality of carcasses in beef bull production. Journal of Animal Science.

### Journaux français

MICHEL V., FAURE J.M., GUESDON V., HUONNIC D. & COLSON S. (2003). Poule pondeuse : le dilemme. Sciences et Techniques Avicoles Hors Série Septembre 2003 (30-35).

MICHEL V., POSTOLLEC G., MAURICE R., HUONNIC D. & COLSON S. (2004). Elevage expérimental de poules pondeuses en cage conventionnelle et en système alternatif : résultats zootechniques, état sanitaire des animaux et qualité de l'ambiance. Sciences et Techniques Avicoles 49 (Octobre 2004) (4-15).

## Communications lors de congrès

### Communications orales

MICHEL V., COLSON S., MAURICE R. & PROTAIS J. (2003). Derniers résultats obtenus en station avec des pondeuses en volières. In: Journée nationale des professionnels de la pondeuse et de l'oeuf de consommation. Ploufragan, France, 11 décembre 2003.

**COLSON S.**, ARNOULD C., GUÉMÉNÉ D. & MICHEL V. (2005). Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : paramètres physiologiques et comportementaux. In: Sixièmes Journées de la Recherche Avicole. St Malo, France, 30 et 31 mars 2005 (62-66).

**COLSON S.**, ARNOULD C., HUONNIC D. & MICHEL V. (2005) Influence of two rearing systems for pullets, rearing aviaries and furnished floor, on space use and production in laying aviaries. In: Witkowski, A. (Ed.), 7th European symposium on poultry welfare. Lublin, Poland, 15-19 June 2005 (85-93).

**COLSON S.**, ARNOULD C. & MICHEL V. (2005). La privation de litière renforce la motivation des poules pondeuses pour réaliser des bains de poussière. In: Colloque SFECA "Les comportements sociaux : de l'individu à la population". Rennes, France, 02-04 mai 2005 (23).

**MOUNIER L.**, VEISSIER I., **COLSON S.**, BOISSY A., DUBROEUCQ H., INGRAND S., GROSJEAN B. & ROUX M. (2004). Impact de la spécialisation des élevages et du réallotement sur l'engraissement des taurillons. In: 11èmes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. Paris, Décembre 2004 (213-216).

**MOUNIER L.**, VEISSIER I., DUBROEUCQ H., INGRAND S., BOISSY A., **COLSON S.**, GROSJEAN B. & ROUX M. (2005). Conditions d'engraissement des jeunes bovins issus des troupeaux allaitants : Rôle de l'environnement social et humain sur le bien-être des animaux et leurs performances. In: Symposium PSDR.

### Communications affichées

**COLSON S.** (2003) Bien-être des poules pondeuses en volières : Comparaison aux cages conventionnelles, Influence sur leur adaptation de leur environnement physique précoce et de leurs contacts précoces avec l'Homme. In: Séminaire "Doctoriales Bretagne 2003". Guerlédan, France, 16-21 novembre 2003 (Poster de vulgarisation).

**COLSON S.**, ARNOULD C. & MICHEL V. (2004). Adaptation des poules pondeuses aux volières : influence du mode d'élevage des poussins sur l'occupation de l'espace. In Colloque SFECA "Comportement, cognition et adaptation". Caen, France, 17-19 mars 2004 (52).

**COLSON S.**, ARNOULD C., HUONNIC D., BOILLETOT E. & MICHEL V. (2005). Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : état corporel des animaux. In Sixièmes Journées de la Recherche Avicole. St Malo, France, 30 et 31 mars 2005 (77-81).

GUÉMÉNÉ D., COUTY M., GUESDON V., MOE R.O., LERVIK S., MICHEL V., **COLSON S.**, FAURE J.M., BUIL T., CHACON G., MARIA G., CEPERO R., WILKINS L.J., BROWN S.N., ZIMMERMAN P.H. & NICOL C.J. (2005). Physiological indicators: contribution to the welfare assessment in various housing systems for laying hens. In: Witkowski, A. (Ed.), 7th European symposium on poultry welfare. Lublin, Poland, 15-19 June 2005 (269-270).

MICHEL V., HUONNIC D., **COLSON S.** & MAURICE R. (2005). Bien-être de poules pondeuses logées en cage ou en volière : comparaison des performances des animaux, de la mortalité et de la qualité de l'air. In Sixièmes Journées de la Recherche Avicole. St Malo, France, 30-31 mars 2005 (72-76).



## **Bien-être de poules pondeuses logées en volière de ponte : comparaison à des poules logées en cage conventionnelle et influence des conditions d'élevage des poulettes sur leur adaptation à la volière de ponte.**

Pour améliorer le bien-être des poules pondeuses, le logement en cage conventionnelle sera interdit dès 2012. Le but de cette thèse était d'étudier le bien-être et l'adaptation de poules logées dans un système alternatif aux cages, qui requiert des capacités d'adaptation spécifiques : la volière de ponte.

Nous avons comparé le bien-être de poules logées en volière de ponte et en cage conventionnelle. Puis nous avons testé l'influence de deux configurations de système d'élevage (sol aménagé vs. volière d'élevage) sur l'adaptation à la volière de ponte. L'évaluation du bien-être et de l'adaptation a été multifactorielle *via* le comportement (réactivité émotionnelle, occupation de l'espace, motivation pour le bain de poussière), la physiologie du stress, la santé et la productivité.

Le bien-être était globalement meilleur en volière de ponte qu'en cage conventionnelle, et les poules issues de volière d'élevage étaient mieux adaptées à la volière de ponte que celles issues du sol aménagé.

Adaptation / Bien-être animal / Logement / Poules pondeuses.

## **Welfare of laying hens housed in laying aviaries: comparison to hens housed in conventional cages and influence of rearing conditions of pullets on their adaptation to laying aviaries.**

In order to improve the welfare of laying hens, the housing in conventional cages would be banned from 2012 onward. The aim of this work was to study the welfare and the adaptation of hens housed in an alternative housing system that demands specific adaptation abilities from hens: the laying aviaries.

We compared the welfare of hens housed in laying aviaries and in conventional cages. Then, we tested the influence of two designs of rearing systems (furnished floor pens vs. rearing aviaries) on the hens' adaptation to laying aviaries. Welfare and adaptation were evaluated with various indicators: behaviour (emotional reactivity, use of space, motivation to dust bathe), stress response, health and productivity.

The welfare was globally better in aviaries than in conventional cages and the hens coming from rearing aviaries were more adapted to laying aviaries than the hens coming from furnished floor pens.

Adaptation / Animal welfare / Animal housing / Laying hens.

## **GLOSSAIRE**

All occurrences sampling : observation en continu de quelques comportements ciblés réalisés par tout un groupe d'individus, sur un temps donné.

Epointage : ablation de l'extrémité du bec.

Expérience antérieure : ensemble des stimulations perçues par un individu au cours de son développement.

Focal sampling : observation en continu des comportements d'un individu, sur un temps donné.

Indice de consommation : poids d'aliment consommé / poids d'œufs produit.

Industrialisation : rationalisation des moyens de production (logement des animaux, distribution de l'aliment...).

Intensification : utilisation intensive de certains facteurs de production (capacités de croissance des animaux...).

Monde subjectif : représentation mentale de l'individu et de son environnement par rapport à lui-même.

Parquet : élément de logement d'un groupe d'animaux dans un bâtiment d'élevage.

Phase de ponte : phase qui débute à la maturité sexuelle de la poule et s'arrête lors de son abattage. Pendant cette phase, qui dure environ un an en France, la poule est logée en système de ponte.

Phase d'élevage : quatre premiers mois de la vie d'une poule, pendant lesquels elle est un poussin puis une poulette. Pendant cette phase de croissance la poule est immature sexuellement.

Productivité : rapport entre les quantités produites et les investissements matériels, animaux et humains nécessaires.

Réactivité émotionnelle : propension d'un individu à réagir plus ou moins fortement à différentes situations, en fonction des émotions qu'il ressent.

Référence ISA : données de référence fournies par la firme ISA concernant la viabilité et les performances zootechniques obtenues dans des conditions de production définies (programme lumineux, alimentation...) pour chacune des souches qu'elle produit. Ces données de référence sont établies à partir des résultats obtenus dans leurs troupeaux expérimentaux et chez leurs clients. Les poules servant à établir ces données sont logées dans différentes conditions, mais le système de logement majoritaire est le sol non aménagé durant la phase d'élevage et la cage conventionnelle pendant la phase de ponte.

Représentation : perception de la réalité, propre à l'individu, qu'il se construit à partir de son expérience antérieure.

Scan sampling : observations répétées, à intervalles de temps réguliers, du nombre d'individus réalisant quelques comportements ciblés au sein d'un groupe d'individus.

Transfert : passage des poules du système d'élevage au système de ponte, entre la phase d'élevage et la phase de ponte.

## **GLOSSAIRE**

All occurrences sampling : observation en continu de quelques comportements ciblés réalisés par tout un groupe d'individus, sur un temps donné.

Epointage : ablation de l'extrémité du bec.

Expérience antérieure : ensemble des stimulations perçues par un individu au cours de son développement.

Focal sampling : observation en continu des comportements d'un individu, sur un temps donné.

Indice de consommation : poids d'aliment consommé / poids d'œufs produit.

Industrialisation : rationalisation des moyens de production (logement des animaux, distribution de l'aliment...).

Intensification : utilisation intensive de certains facteurs de production (capacités de croissance des animaux...).

Monde subjectif : représentation mentale de l'individu et de son environnement par rapport à lui-même.

Parquet : élément de logement d'un groupe d'animaux dans un bâtiment d'élevage.

Phase de ponte : phase qui débute à la maturité sexuelle de la poule et s'arrête lors de son abattage. Pendant cette phase, qui dure environ un an en France, la poule est logée en système de ponte.

Phase d'élevage : quatre premiers mois de la vie d'une poule, pendant lesquels elle est un poussin puis une poulette. Pendant cette phase de croissance la poule est immature sexuellement.

Productivité : rapport entre les quantités produites et les investissements matériels, animaux et humains nécessaires.

Réactivité émotionnelle : propension d'un individu à réagir plus ou moins fortement à différentes situations, en fonction des émotions qu'il ressent.

Référence ISA : données de référence fournies par la firme ISA concernant la viabilité et les performances zootechniques obtenues dans des conditions de production définies (programme lumineux, alimentation...) pour chacune des souches qu'elle produit. Ces données de référence sont établies à partir des résultats obtenus dans leurs troupeaux expérimentaux et chez leurs clients. Les poules servant à établir ces données sont logées dans différentes conditions, mais le système de logement majoritaire est le sol non aménagé durant la phase d'élevage et la cage conventionnelle pendant la phase de ponte.

Représentation : perception de la réalité, propre à l'individu, qu'il se construit à partir de son expérience antérieure.

Scan sampling : observations répétées, à intervalles de temps réguliers, du nombre d'individus réalisant quelques comportements ciblés au sein d'un groupe d'individus.

Transfert : passage des poules du système d'élevage au système de ponte, entre la phase d'élevage et la phase de ponte.

**ABREVIATIONS**  
**LES PLUS UTILISEES**

Traitements :

SnC : Traitement Sol non aménagé - Cage  
SaV : Traitement Sol aménagé - Volière  
VV : Traitement Volière d'élevage - Volière

SA : Traitement Sol aménagé - Assiettes  
VA : Traitement Volière d'élevage - Assiettes  
VC : Traitement Volière d'élevage - Chaîne

Mesures réalisées :

BP : Bain de Poussière  
IT : Immobilité Tonique  
EN : Environnement Nouveau  
ON : Objet Nouveau  
RH : Réaction à l'Homme

Physiologie du stress :

ACTH : Adréno-Cortico-Trophic Hormone  
Ratio H/L : Ratio Hétérophiles / Lymphocytes

Institutions :

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des  
Aliments  
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique  
EFSA : European Food Safety Authority

**ABRÉVIATIONS**  
**LES PLUS UTILISEES**

Traitements :

SnC : Traitement Sol non aménagé - Cage  
SaV : Traitement Sol aménagé - Volière  
VV : Traitement Volière d'élevage - Volière

SA : Traitement Sol aménagé - Assiettes  
VA : Traitement Volière d'élevage - Assiettes  
VC : Traitement Volière d'élevage - Chaîne

Mesures réalisées :

BP : Bain de Poussière  
IT : Immobilité Tonique  
EN : Environnement Nouveau  
ON : Objet Nouveau  
RH : Réaction à l'Homme

Physiologie du stress :

ACTH : Adréno-Cortico-Trophic Hormone  
Ratio H/L : Ratio Hétérophiles / Lymphocytes

Institutions :

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des  
Aliments  
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique  
EFSA : European Food Safety Authority