

## FACTEURS INFLUENÇANT LA CONTAMINATION BACTERIENNE DES COQUILLES D'ŒUFS PRODUITS EN CAGES CONVENTIONNELLES, CAGES AMENAGEES ET SYSTEMES ALTERNATIFS

**Adeline Huneau-Salaün, Virginie Michel, Didier Huonnic, Loïc Balaine, Sophie Le  
Bouquin**

*Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments  
Laboratoire d'Etudes et de Recherches Avicoles, Porcines et Piscicoles  
Unité Epidémiologie et Bien-être en Aviculture et Cuniculture  
Zoopôle, BP 53, 22 440 Ploufragan*

### RÉSUMÉ

Une étude épidémiologique a été menée dans 58 élevages de ponte bretons afin d'identifier les facteurs influençant la contamination bactérienne des coquilles d'œufs. L'échantillon comprenait 21 troupeaux de poules logés en cages conventionnelles, 7 en cages aménagées et 30 au sol. Dans chaque élevage, 60 œufs étaient prélevés après tri, pour dénombrer la flore aérobie mésophile sur les coquilles et un questionnaire sur l'équipement et la conduite d'élevage était complété. La concentration en poussières alvéolaires de l'air de la salle d'élevage était également mesurée au cours d'une journée. L'association entre facteurs d'élevage et contamination moyenne des coquilles a été étudiée par régression linéaire simple. La contamination bactérienne moyenne des coquilles était plus élevée au sol ( $4,82 \pm 0,51_{IC95\%}$  [4,63-5,00] log d'Unité Formant Colonies par coquille,  $P=0,03$ ) et en cages aménagées ( $5,09 \pm 0,76_{IC95\%}$  [4,38-5,79],  $P=0,05$ ) qu'en cages conventionnelles ( $4,40 \pm 0,39_{IC95\%}$  [4,22-4,58]). La contamination augmentait avec l'âge des poules ( $+ 0,14$  log UFC  $\pm 0,04_{IC95\%}$  [0,06-0,23] pour 10 semaines d'âge,  $P<0,01$ ), le volume d'air disponible par poule dans le bâtiment ( $+1,14 \pm 0,49$  log UFC  $_{IC95\%}$  [0,15-2,12] par  $m^3$  d'air,  $P=0,02$ ) et la concentration de poussières dans l'air ( $+0,81 \pm 0,28$  log UFC  $_{IC95\%}$  [0,25-1,38] pour 1 mg de poussière par  $m^3$  d'air,  $P<0,01$ ). L'emballage manuel des œufs ( $+0,42 \pm 0,13$  log UFC  $_{IC95\%}$  [0,15-0,69],  $P<0,01$ ) et l'utilisation d'alvéoles en plastique ( $+0,29 \pm 0,14$  log UFC  $_{IC95\%}$  [0,00-0,57],  $P=0,05$ ) étaient associés à une contamination plus élevée. Ces résultats confirment, en situation de production commerciale, l'influence du système de logement des pondeuses et de la qualité de l'air sur la qualité microbiologique des coquilles d'œufs, déjà observée dans des études expérimentales. Cependant, la différence de contamination des œufs entre cages et sol, bien que significative, demeure faible (moins de 1 log UFC/coquille).

### ABSTRACT

The objective of this cross-sectional study was to assess the eggshell contamination in various laying hens housing systems in France. Fifty eight flocks of laying hens have been visited in Western France from September 2006 to October 2007 for egg sampling and collection of data on equipment design and laying hens management. The flock sample included 21 flocks housed in conventional cages, 7 in furnished cages, 30 kept on floor. In each flock 60 eggs was sampled after sorting and pooled by 3 for the enumeration of total mesophilic aerobic flora. The association between the eggshell contamination and the rearing practices has been assessed with a simple linear regression model. The mean bacterial count on the eggshells tended to be higher in on-floor systems than in cage systems :  $4.82 \pm 0.51_{IC95\%}$  [4.63-5.00] log CFU/eggshell in on-floor flocks versus  $4.57 \pm 0.58_{IC95\%}$  [4.35-4.80] log CFU/eggshell in cage flocks ( $P=0.09$ ). The results of the linear regression showed that the average bacterial loads of eggs produced in furnished cages and in on-floor systems were respectively higher of  $0.69$  log CFU ( $_{IC95\%}$  [0.24-1.13]) and of  $0.41$  log CFU ( $_{IC95\%}$  [0.12-0.70]) than these of eggs from conventional cages. The eggshell contamination significantly increased with the age of the hens ( $+ 0.14$  log CFU  $\pm 0.04_{IC95\%}$  [0.06-0.23] per 10 weeks,  $P<0.001$ ), with the air dust concentration in the living area of hens ( $+0.81 \pm 0.28$  log CFU  $_{IC95\%}$  [0.25-1.38] per mg dust / $m^3$ ,  $P<0.01$ ), when the eggs were manually packed rather than automatically ( $+0.42 \pm 0.13$  log CFU  $_{IC95\%}$  [0.15-0.69],  $P=0.04$ ) and when the eggs were packed in plastic cells in contrast with in carton cells ( $+0.29 \pm 0.14$  log CFU  $_{IC95\%}$  [0.00-0.57]  $P=0.05$ ). The influence of the housing system and of the air dust concentration on the eggshell contamination has already been described in experimental conditions. The present results confirm the experimental observations in on field conditions but the difference of eggshell contamination between the cage and the on-floor systems was slight ( $< 1$  log CFU/eggshell).

## INTRODUCTION

Afin de promouvoir le bien-être animal, la Directive Européenne 1999/74/EC interdit le logement des poules pondeuses en cages conventionnelles à partir de 2012. En France, 80% des pondeuses sont encore logées en cages conventionnelles (Magdelaine, 2006) mais celles-ci sont progressivement remplacées par des cages aménagées ou par des systèmes alternatifs au sol. Si ces systèmes ont été largement évalués en terme de bien-être ou de performances, peu de données sont disponibles sur l'impact de ces modes de logement sur la contamination microbiologique des coquilles d'œufs. Les premiers résultats obtenus en conditions expérimentales tendent à montrer une augmentation de la charge bactérienne sur les coquilles d'œufs produits en systèmes alternatifs par rapport à ceux de cages conventionnelles (Protais *et al.*, 2003a ; De Reu *et al.*, 2005). Les objectifs de cette étude sont donc d'évaluer la contamination bactériologique des coquilles d'œufs produits en conditions commerciales dans les différents systèmes de logement des pondeuses en France et d'identifier les facteurs d'élevage influençant cette contamination.

## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1. Troupeaux suivis

Cette étude a reposé sur une enquête transversale dans un échantillon de 60 élevages bretons, stratifié sur le type d'élevage : 30 troupeaux logés en cages et 30 au sol. Les élevages ont été recrutés sur la base du volontariat des éleveurs pour participer à l'étude.

### 1.2. Données collectées

Chaque élevage a été visité par un enquêteur pour la collecte des données et des œufs. Le questionnaire comprenait des données générales sur l'élevage, un descriptif du poulailler, du système de conditionnement des œufs et de la conduite d'élevage. Des mesures de la qualité de l'air en élevage ont aussi été effectuées : température, concentration en ammoniac (pompe ACURO 2000, réactif Dräger) et en poussières (capteur CAP 10, ARELCO) dans l'air sur une journée.

### 1.3. Echantillonnage des œufs

Soixante œufs par troupeau ont été prélevés pour évaluer la charge bactérienne des coquilles. Les œufs étaient échantillonnés parmi la production du jour de visite destinée au centre de conditionnement. Les œufs étaient conservés 48 heures au maximum avant analyse au laboratoire LDA 35 (Rennes).

### 1.4. Analyses microbiologiques

Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale a été réalisé selon la méthode de rinçage décrite par Protais *et al.* (2003a). Les œufs ont été introduits par pool de 3 dans un sac plastique contenant 200 ml d'une solution d'eau peptonnée et frottés pendant 2 minutes. Après dilution au 1/10, la solution était ensemencée sur une gélose PCA avec un ensemencement spiral puis incubée à 30°C pendant 48 heures. La charge bactérienne a été exprimée en log d'Unités Formant Colonies par coquille pour les analyses statistiques.

### 1.5. Analyses statistiques

La variable d'intérêt est la charge bactérienne moyenne calculée sur les 20 pools d'œufs par troupeau. Le lien entre la contamination moyenne des coquilles et les pratiques d'élevage a été étudiée par régression linéaire simple pour les variables explicatives quantitatives et une ANOVA pour les variables qualitatives (modèle linéaire généralisé, procédure GLM sous le logiciel SAS 9.1). Les comparaisons de moyennes entre systèmes d'élevage ont été faites avec le test de Tukey.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Description des troupeaux suivis

Vingt-huit troupeaux logés en cages et 30 au sol ont été étudiés entre septembre 2006 et Octobre 2007 en Bretagne. Les poulaillers en cages avaient une capacité de 10000 à 65000 pondeuses et étaient généralement équipés d'un système de ventilation dynamique et d'un système d'évacuation des fientes par tapis. Sept bâtiments étaient équipés de cages aménagées avec nids, perchoirs et une aire de grattage. Ces modèles se caractérisaient par une taille de groupe importante, avec 10 à 60 poules par cage contre 4 à 17 en cages conventionnelles. Les élevages au sol comprenaient 17 troupeaux en plein-air, 12 en production biologique et 1 au sol sans parcours. La capacité des bâtiments variait de 2900 à 10700 poules pour une densité moyenne de 9,2 poules par m<sup>2</sup>. Tous les poulaillers étaient à ventilation statique et partagés entre une zone de caillebotis avec accès aux nids et une zone de litière. Les œufs étaient collectés manuellement dans 10 de ces élevages.

### 2.2. Contamination bactérienne des coquilles

La contamination moyenne des coquilles d'œufs par système d'élevage et les facteurs associés significativement à cette contamination sont présentés dans le tableau.

La contamination moyenne des coquilles était plus élevée au sol (4,82 +/- 0,51<sub>IC95%</sub> [4,63-5,00] log d'UFC par coquille) qu'en cages conventionnelles

(4,40 +/- 0,39  $_{IC95\%}$  [4,22-4,58],  $P < 0,01$ ). La contamination plus importante des œufs en élevages alternatifs avait déjà été décrite en conditions expérimentales (Harry, 1963; Protais *et al.*, 2003a; De Reu *et al.*, 2005). Dans notre étude, elle était liée à un taux de poussières significativement supérieur dans l'air de ces élevages : 0,37 +/- 0,28 mg/m<sup>3</sup>  $_{IC95\%}$  [0,27-0,48] au sol contre 0,12 +/- 0,09 mg/m<sup>3</sup>  $_{IC95\%}$  [0,09-0,16] en cages ( $P < 0,01$ ). Les poussières aériennes en élevages avicoles contenant des bactéries (Lyngtveit & Eduard, 1997; Radon *et al.*, 2002), la charge bactérienne de l'air était donc probablement plus élevée en systèmes alternatifs qu'en cages conventionnelles, comme cela a été démontré par Protais *et al.* (2003b) et De Reu *et al.* (2005). Une qualité microbiologique de l'air dégradée peut avoir un effet direct sur la contamination des coquilles (Quarles *et al.*, 1970).

L'aménagement des cages était également associé à une augmentation de la charge bactérienne des coquilles d'œufs par rapport à celle des œufs produits en cages conventionnelles ( $P > 0,01$ ) mais pas au sol ( $P = 0,20$ ). En conditions expérimentales, Mallet *et al.* (2006) ont décrit une contamination plus élevée des œufs produits en cages aménagées contrairement à De Reu *et al.* (2005). Il apparaît que la charge bactérienne des coquilles varie selon le lieu de ponte, les œufs déposés dans les nids étant moins contaminés que ceux pondus sur le grillage ou dans l'aire de grattage (Mallet *et al.*, 2006). La charge bactérienne plus importante des œufs en cages aménagées peut donc être liée à une faible fréquentation des nids dans les élevages visités ou à une mauvaise disposition des nids dans la cage (Fiks-Van Niekerk *et al.*, 2003). De plus, les œufs pondus dans l'isoloir ont tendance à s'accumuler sur une courte partie du collecteur, ce qui entraîne des problèmes de propreté et de contamination des coquilles (Mallet *et al.*, 2006). Dans 5 des 7 élevages en cages aménagées, les bandes à œufs étaient régulièrement avancées en cours de journée mais cette mesure n'était peut-être pas suffisante pour éviter les accumulations.

Les pratiques de ramassage et de conditionnement des œufs étaient étroitement associées au type d'élevage : le conditionnement automatique se rencontrait plus fréquemment en cages et le manuel exclusivement au

sol. Il est donc difficile de savoir si l'effet protecteur du conditionnement automatique sur la contamination des coquilles est attribuable à la technique ou à l'élevage en cage. Cependant, les pratiques d'emballage en alvéoles cartonnées ou plastiques étaient indépendantes du type d'élevage. L'augmentation de la charge bactérienne des œufs conditionnés en alvéoles en plastique est donc certainement liée à la réutilisation fréquente de ces matériels, même s'ils étaient nettoyés et désinfectés au centre de conditionnement, d'après les éleveurs.

La contamination des coquilles augmentait aussi avec l'âge des poules, quelque soit le système de logement considéré. Plus qu'un effet propre de l'âge qui n'a pas été démontré expérimentalement (Harry, 1963; Protais *et al.*, 2003a; De Reu *et al.*, 2005), cette augmentation est peut-être due à une accumulation de poussières dans le bâtiment en cours d'élevage. La contamination des œufs serait effectivement liée à la propreté des surfaces sur lesquelles ils sont pondus (Harry, 1963).

## CONCLUSION

Cette étude confirme, en conditions de production commerciale et sur un large échantillon d'élevages, l'effet du mode de logement des pondeuses sur la qualité microbiologique des coquilles d'œufs. La contamination plus importante des œufs produits en élevages alternatifs peut être associée à une qualité de l'air dégradée. Cependant la différence de contamination entre systèmes alternatifs, cages aménagées et cages conventionnelles demeure faible, en moyenne moins de 1 log UFC par coquille. Une étude complémentaire sur un plus grand nombre de troupeaux permettrait de mieux identifier les facteurs propres à l'aménagement des cages pouvant entraîner une dégradation de la qualité bactériologique des œufs produits dans ce système. Une attention particulière doit également être apportée à l'hygiène des matériels servant au conditionnement des œufs.

Les auteurs remercient la Commission Européenne pour son soutien financier (RESCAPE Food CT 2006-036018).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- De Reu K., Grijspeerdt K., Heyndrickx M., Zoons J., Debaere K., Uyttendaele M., Debevere J. & Herman L., 2005. *Brit. Poult. Sci.*, 46, 149-155.
- Fiks-Van Niekerk T. G. C. M., Van Emous R. A. & Reuvekamp B. F. J., 2003. in X<sup>th</sup> European Symposium on Quality of Eggs and Eggs Products, September 22-23, 2003, Ploufragan, France, pp 210-216.
- Harry E. G., 1963. *Brit. Poult. Sci.*, 4, 91-100.
- Lyngtveit T. & Eduard W., 1997. *Ann Agric Environ Med*, 4, 229-232.
- Magdelaine P., 2006. In : Journée de la Pondeuse et de l'œuf de consommation, Ploufragan, France, pp 1-17.
- Mallet S., Guesdon V., Ahmed A. M. H. & Nys Y., 2006. *Brit. Poult. Sci.*, 47, 30-35.
- Protais J., Queguiner S., Boscher E., Piquet J. C., Nadard B. & Salvat G., 2003a. *Brit. Poult. Sci.*, 43, 788-789.

- Protais J., Queguiner S., Boscher E., Piquet J. C., Nadard B. & Salvat G., 2003b. Brit. Poult. Sci., 43, 788-789.
- Quarles C. L., Gentry R. F. & Bressler G. O., 1970. Poult. Sci., 49, 60-66.
- Radon K., Danuser B., Iversen M., Monso E., Weber C., Hartung J., Donham K. J., Palmgren U. & Nowak D., 2002. Ann Agric Environ Med, 41-48.

**Tableau.** Facteurs influençant la charge bactérienne moyenne des coquilles dans les élevages de poules pondeuses en cages et au sol (58 troupeaux, France, 2006-2007)

Facteur	N	Dénombrement FAM <sup>ab</sup>	Coefficient <sup>c</sup>	P <sup>d</sup>
Type d'élevage				
- Sol	30	4,82 +/- 0,51 <sup>A</sup>		< 0,01
- Cage aménagée	7	5,08 +/- 0,76 <sup>A</sup>		
- Cage conventionnelle	21	4,40 +/- 0,39 <sup>B</sup>		
Avancement des bandes à œufs en cours de journée				
- Oui	10	5,00 +/- 0,74		0,05
- Non	48	4,64 +/- 0,49		
Système de marquage des œufs				
- Oui	7	4,32 +/- 0,23		0,05
- Non	51	4,75 +/- 0,56		
Conditionnement des œufs				
- Automatique	27	4,47 +/- 0,43		< 0,01
- Manuel	31	4,89 +/- 0,58		
Alvéoles de conditionnement				
- Plastiques	27	4,85 +/- 0,63		0,05
- Cartonnées	31	4,56 +/- 0,44		
Réutilisation des alvéoles				
- Oui après décontamination	28	4,84 +/- 0,61		0,05
- Non	28	4,55 +/- 0,46		
Volume d'air par poule (m <sup>3</sup> )			1,14	0,02
Age des poules (échelle : 10 semaine)			0,14	< 0,01
Taux de poussières (mg/m <sup>3</sup> air)			0,81	< 0,01

<sup>a</sup> Flore Mésophile Totale<sup>b</sup> Moyenne +/- Ecart type<sup>c</sup> Résultat de la régression linéaire simple liant la contamination moyenne des coquilles au facteur considéré<sup>d</sup> Probabilité associée à l'ANOVA (facteur qualitatif) ou à la régression linéaire simple (facteur quantitatif)<sup>A B</sup> Les moyennes avec des lettres différentes diffèrent au seuil de 0,01 (test de Tukey)