

Système d'élevage et qualité microbienne de l'œuf

S. MALLET¹, A. HUNEAU-SALAÛN², L. HERMAN³, K. DE REU³

¹ INRA, UR83 Recherches Avicoles, F-37380 Nouzilly, France

² AFSSA, Laboratoire d'Etudes et de Recherches Avicoles, Porcines et Piscicoles, BP 53,
F-22440 Ploufragan, France

³ Institute for Agricultural and Fisheries Research, Technology and Food Science Unit, Brusselsesteenweg 370,
9090 Melle, Belgique

Courriel : Serge.Mallet@tours.inra.fr

Pour des raisons liées au bien-être animal, la Directive Européenne 1999/74/EC impose à partir de 2012 la suppression des cages conventionnelles pour l'élevage des poules pondeuses. Des systèmes des productions alternatifs sont proposés tels que les cages aménagées et les systèmes hors cage (élevage au sol ou en volières). Quel impact ces nouvelles pratiques d'élevage peuvent-elles avoir sur la qualité hygiénique et la sécurité microbiologique des œufs de consommation ?

On peut estimer que dans le monde, 70 à 80% des œufs de consommation sont produits par des poules maintenues dans des cages conventionnelles. Dans l'Union Européenne, ce pourcentage varie suivant le pays entre 30 et 95% (Magdelaine 2009). Les cages conventionnelles offrent l'avantage d'un faible coût de production tout en maintenant un statut hygiénique élevé. Cependant, la pression des consommateurs, qui réclament une meilleure prise en compte du bien-être animal, a abouti, pour les poules pondeuses à des directives européennes pour améliorer les possibilités d'expression du comportement naturel des oiseaux. La directive européenne 1999 (CEC 1999) impose à partir de 2012, pour l'élevage des poules pondeuses en cages, l'utilisation de systèmes tels que les cages aménagées pourvues d'un nid, de perchoirs et d'un bac à poussière. Ces ressources permettent entre autres la pratique de l'exercice physique (et ainsi diminuent le risque de fragilisation de l'ossature), des comportements de ponte, de bain de poussière, d'exploration et de perchage (Duncan *et al* 1992, Abrahamsson *et al* 1996, Duncan 1998, Rodenburg *et al* 2005, 2008). Cependant, les cages aménagées ainsi que les autres systèmes de production hors cage (au sol ou en volières) peuvent avoir des conséquences sur l'hygiène des œufs en augmentant le nombre d'œufs fêlés et sales (Duncan *et al* 1992, Abrahamsson et Tauson 1998, Wall *et al* 2002, Michel et Huonnic 2003) ou la charge bactérienne sur leur coquille. Juste après la ponte, le conte-

nu d'un œuf sain est généralement stérile (Mayes et Takeballi 1983) ; cependant, la coquille est rapidement colonisée par des bactéries provenant des fientes, de la poussière ou des composants de la cage avec lesquelles elle est en contact. Ces bactéries peuvent contaminer l'intérieur de l'œuf et certaines espèces peuvent être pathogènes pour l'Homme (Board et Tranter 1994). Un certain nombre de travaux ont donc été menés au cours des dernières années pour estimer l'impact de ces systèmes alternatifs sur la contamination bactérienne des œufs de consommation.

La question des conséquences éventuelles de l'interdiction des cages conventionnelles sur la diffusion et/ou la persistance de maladies infectieuses dans les troupeaux peut également être posée. Des recherches récentes se sont donc intéressées à la contamination par des salmonelles et à la sécurité microbiologique des œufs de consommation.

1 / Les bactéries identifiées

1.1 / Bactéries responsables de la contamination et du pourrissement des œufs

Mayes et Takeballi (1983) ont recensé les différents genres bactériens trouvés sur la surface des coquilles et les ont comparés à ceux trouvés à l'intérieur des œufs contaminés (tableau 1). Ils ont également montré que, bien que

la microflore présente à la surface des œufs soit très variable en fonction de la position géographique des élevages, la flore retrouvée à l'intérieur des œufs était relativement homogène. Les auteurs suggèrent que les mécanismes de défense de l'œuf ont pu sélectionner les bactéries impliquées dans le phénomène de pourrissement des œufs. A cause de leur tolérance à la sécheresse, la microflore de la coquille de l'œuf est dominée par des bactéries Gram positives qui peuvent venir de la poussière, du sol ou des fientes (Board et Tranter 1994). Les œufs avariés contiennent principalement différentes bactéries Gram négatives et quelques bactéries Gram positives. Ceci semble indiquer que les bactéries Gram négatives les plus impliquées dans le pourrissement des œufs (*Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Proteus* et *Aeromonas*) sont équipées pour résister aux défenses antimicrobiennes de l'œuf. Ces résultats ont pu être confirmés récemment par d'autres auteurs. De Reu *et al* (2006a et e) ont observé que la microflore naturelle dominante de la coquille des œufs issus de cages conventionnelles ou de volières était des bactéries Gram positives (*Staphylococcus* spp.). Les contaminants retrouvés à l'intérieur de l'œuf étaient principalement des bactéries Gram négatives (*Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Serratia* et *Salmonella*) et des bactéries Gram positives (*Staphylococcus* et *Carnobacterium*) (De Reu *et al* 2006f)

Tableau 1. Comparaison de la microflore à la surface de la coquille et dans les œufs contaminés (Mayes et Takeballi 1983).

Genre bactérien	Fréquence*	
	Sur la coquille	Dans les œufs pourris
Gram +		
<i>Micrococcus</i>	+++	+
<i>Arthrobacter</i>	++	+
<i>Bacillus</i>	++	+
<i>Staphylococcus</i>	++	-
<i>Sarcina</i>	+	-
<i>Streptococcus</i>	+	+
Gram -		
<i>Achromobacter</i>	++	+
<i>Aerobacter</i>	++	-
<i>Alcaligenes</i>	++	+++
<i>Cytophaga</i>	++	+
<i>Escherichia</i>	++	+++
<i>Flavobacterium</i>	++	+
<i>Pseudomonas</i>	++	+++
<i>Aeromonas</i>	+	+++
<i>Proteus</i>	+	+++
<i>Serratia</i>	+	-

*Plus il y a de signes + et plus la fréquence est élevée.

1.2 / Bactéries potentiellement pathogènes pour l'Homme

Plusieurs bactéries pathogènes associées aux volailles ont été occasionnellement retrouvées à la surface des œufs : *Salmonella* Enteritidis (Perales et Audicana 1989, Jones *et al* 1995, Anon 2004) et plus rarement d'autres serovars tels que Typhimurium et *S. Infantis* (Chemaly *et al* 2009), *Listeria monocytogenes* (Nitcheva *et al* 1990), *Campylobacter jejuni*, pourtant communément associé aux volailles, n'a jamais été retrouvé sur les coquilles certainement à cause d'une mauvaise survie de cette bactérie dans le milieu extérieur (Sahin *et al* 2003). Parmi ces bactéries, seules des salmonelles et notamment *S. Enteritidis* ont pu être mises en évidence comme contaminants dans le contenu des œufs avec un degré de prévalence variable en fonction de nombreux facteurs (Humphrey 1994, De Buck *et al* 2004). La capacité du sérovar Enteritidis à coloniser les ovaires et l'oviducte expliquerait d'une part sa forte diffusion dans les troupeaux de poudeuses *via* la contamination verticale et d'autre part la prédominance de ce sérovar dans les œufs contaminés et dans les cas de salmonelloses liés à la consommation d'œufs ou d'ovo-produits.

2 / Effets des différents systèmes d'élevage sur la charge bactérienne des œufs

2.1 / Méthodes d'étude

Ces dernières années, un certain nombre d'études ont été menées, aussi bien en station expérimentale que dans les élevages commerciaux afin de comparer la charge bactérienne de la coquille des œufs de consommation. Pour ce faire, un échantillon d'œufs représentatif de l'élevage étudié est prélevé (10 à 20% de la ponte journalière pour des

expérimentations réalisées en station expérimentale avec un maximum de 60 œufs en général pour un élevage commercial). Les bactéries présentes à la surface de l'œuf sont mises en suspension en plaçant les œufs, individuellement ou par pools de 3 ou 5 œufs dans un sac plastique stérile contenant un liquide tamponné (eau peptonée ou Ringer suivant les études). Les œufs sont ensuite frottés doucement avec les doigts à travers le sac pendant 1 min. Les bactéries sont comptées dans la phase liquide par étalement sur un milieu de culture gélosé approprié aux bactéries que l'on souhaite compter. La majorité des études ont porté sur les bactéries aérobies mésophiles qui sont les plus abondantes à la surface des œufs et permettent donc de rendre compte au mieux des variations de leur état sanitaire. De plus, Messens *et al* (2005) et De Reu *et al* (2006c et d) ont également signalé qu'un nombre plus important de bactéries à la surface des œufs favorisait leur pénétration à l'intérieur de l'œuf et augmentait donc le risque de contamination de son contenu (transmission horizontale). Afin de permettre une comparaison entre les différentes études, les résultats sont exprimés en Log des Unités Formant Colonies (UFC) par œuf. Les procédures détaillées sont décrites dans les publications de Protais *et al* (2003b), De Reu *et al* (2005a) et Mallet *et al* (2006).

2.2 / Systèmes d'élevages étudiés

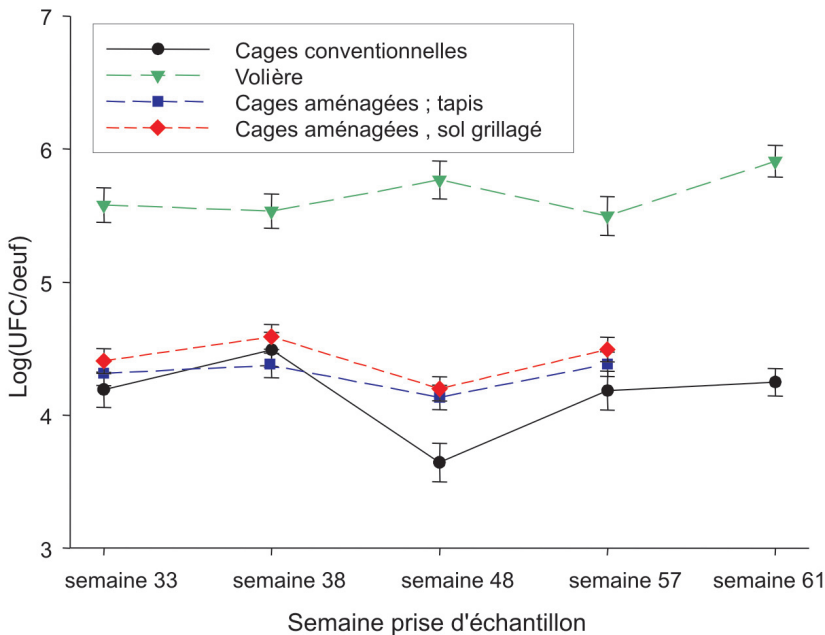
Les cages conventionnelles ne présentent aucun aménagement et contiennent généralement de 4 à 17 poules qui disposent d'une surface de 550 cm² par poule.

Les cages aménagées contiennent de 10 à 60 poules en moyenne qui disposent d'une surface de 750 cm² par poule, un nid, un bain à poussière (ou, plus fréquemment, une zone de grattage et de picotage) et 15 cm de perchoir par animal. La disposition



INRA - K. De Reu

Figure 1. Contamination de la coquille des œufs : comptage de la flore aérobie totale lors d'échantillonnages à différentes périodes de ponte. Comparaison de quatre élevages comprenant trois types d'hébergement (De Reu et al 2005b).



des différents aménagements est très variable d'un modèle de cage à l'autre.

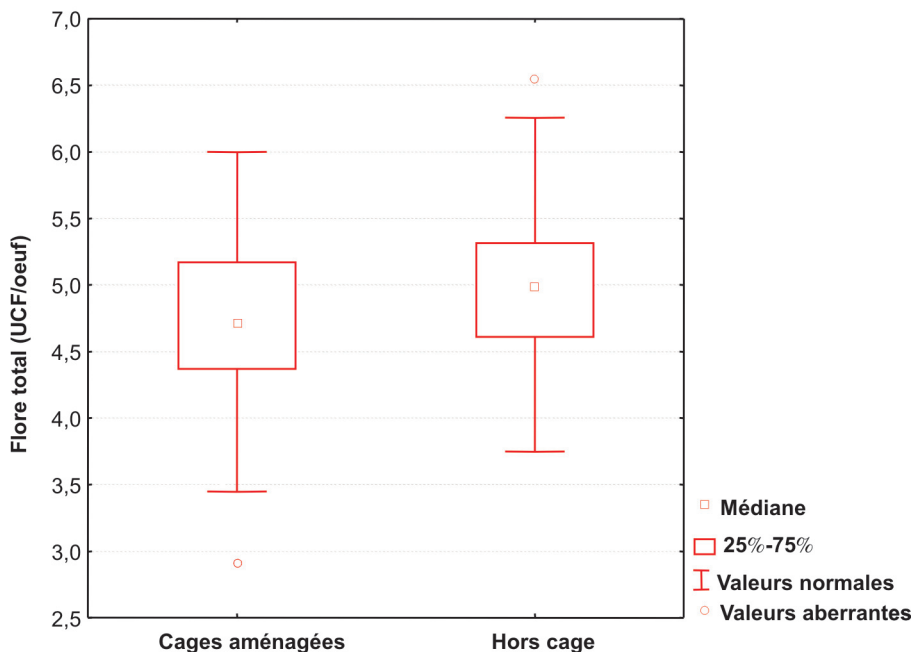
Les systèmes hors cage fournissent 1111 cm² par poule, des nids, des zones de litière au sol et des plates-formes de perchoirs à différentes hauteurs (volières) ou à une seule hauteur (élevage au sol) ; ces catégories peuvent également disposer d'un parcours extérieur.

Plusieurs études ont récemment étudié les effets des différents systèmes d'élevages alternatifs sur la contamination bactérienne des œufs de consommation et les ont comparés aux cages conventionnelles, aussi bien en conditions expérimentales que commerciales.

2.3 / Les cages aménagées

En station expérimentale, De Reu et al (2005b) ont comparé la contamina-

Figure 2. Comparaison de la contamination par comptage de la microflore aérobie totale de la coquille des œufs pondus en cages aménagées ou dans les systèmes hors cage (De Reu et al 2009b).



tion bactérienne de la coquille d'œufs pondus en cages conventionnelles à celle d'œufs pondus dans les nids de cages aménagées. Aucune différence systématique n'a été observée sur les comptages de bactéries aérobies entre les deux systèmes d'élevage (4-4,5 Log UFC/œuf). De même, Cepero et al (2000) n'ont trouvé aucune différence entre cages standard et cages aménagées pour les comptages de bactéries aérobies mésophiles. Toujours en station expérimentale, Mallet et al (2004, 2006) et Wall et al (2008) ont en revanche observé une charge bactérienne plus élevée sur les œufs issus des cages aménagées comparées aux cages conventionnelles. Les charges bactériennes observées sur la coquille des œufs pondus dans les cages aménagées restent cependant modérées (inférieures à 5 Log UFC/œuf) ce qui peut être considéré comme une qualité hygiénique acceptable.

Dans une étude réalisée dans des élevages commerciaux, Huneau-Salaün et al (2009a) ont également pu mettre en évidence une charge bactérienne plus élevée sur les œufs issus des cages aménagées (5,09 UFC/œuf, prélevé indépendamment du lieu de ponte) comparé aux cages conventionnelles (4,40 UFC/œuf).

2.4 / Les élevages hors cage

En station expérimentale, la charge bactérienne des œufs provenant de volières a été comparée à celle des cages conventionnelles et des cages aménagées (Protais et al 2003a, De Reu et al 2005b). L'augmentation de charge bactérienne était beaucoup plus importante (entre 5,1 et 6 Log UFC/œuf) dans les volières pour les œufs pondus au nid et encore plus élevée (jusqu'à 7 Log UFC/œuf) pour les œufs pondus au sol. Les résultats de De Reu et al (2005b) sont présentés dans la figure 1.

De Reu et al (2005a, 2006b) ont cherché à voir si les différences observées en station expérimentale pouvaient s'appliquer aux élevages commerciaux. Deux élevages en cages conventionnelles, une volière et un élevage au sol ont été étudiés. Cette étude a démontré que la différence importante (> 1 Log) observée en station expérimentale au niveau de la charge bactérienne des œufs entre cages conventionnelles et systèmes hors cage était beaucoup moins prononcée entre les élevages commerciaux étudiés (5,08 et 5,46 Log UFC/œuf respectivement). Rodenburg et al (2008) et De Reu et al (2007, 2009b) ont comparé la charge bactérienne d'œufs de consommation dans trois pays (Belgique, Hollande et Allemagne). Dans ces études, un total de

Tableau 2. Pourcentage d'œufs sales dans différents systèmes d'élevage (données postérieures à 2005).

Etude	Type d'étude	Cages conventionnelles (%)	Cages aménagées (%)	Systèmes hors cage (%)	P
Mallet <i>et al</i> 2006	Station exp.	4,9	5,0	n.c.	> 0,05
Wall et Tauson 2007	Station exp.	5,1-7,1	4,2-6,5	n.c.	> 0,05
Wall <i>et al</i> 2008	Station exp.	4,2	5,4	n.c.	> 0,05
De Reu <i>et al</i> 2009b*	Commerciale	n.c.	22	24	> 0,05
De Reu <i>et al</i> 2009a	Commerciale	17,2	n.c.	4,4	n.c.

= Œufs pondus au nid ; n.c. = non calculé ; exp. = expérimentale.

treize élevages de poules pondeuses ont été étudiés à un âge moyen de 60 semaines. Six élevages en cages aménagées en Belgique et en Allemagne et sept élevages hors cage (3 volières et 4 élevages au sol) en Belgique, Pays-Bas et Allemagne. En moyenne, les œufs issus des cages aménagées étaient légèrement mais significativement ($P < 0,001$) moins contaminés par les bactéries aérobies que les systèmes hors cage (4,75 comparé à 4,98 Log UFC/œuf ; figure 2). Aucune différence n'a été notée entre les volières et les élevages au sol (4,95 contre 5 Log UFC/œuf). Il est cependant intéressant de noter la très forte variabilité observée pour la contamination de la coquille des œufs, aussi bien pour les cages aménagées ($P \leq 0,001$, entre 4,24 et 5,22 log UFC/œuf) que pour les systèmes hors cage ($P \leq 0,001$, entre 4,35 et 5,51 log UFC/œuf).

Dans leur étude réalisée en élevages commerciaux, Huneau-Salaün *et al* (2009a) ont également observé une augmentation de la charge bactérienne d'amplitude similaire sur les œufs issus des élevages au sol (4,82 UFC/œuf) comparés aux cages conventionnelles (4,40 UFC/œuf). En revanche, aucune différence n'a été observée dans cette étude entre élevages au sol et en cages aménagées.

3 / Effets des différents systèmes d'élevage sur le pourcentage d'œufs sales et fêlés

3.1 / Œufs sales

En plus de la charge bactérienne, des souillures sur la coquille peuvent également être considérées comme un critère

d'hygiène et peuvent fournir des nutriments pour favoriser le développement des bactéries présentes à la surface de l'œuf. Dans le tableau 2 est indiqué le pourcentage d'œufs sales observé par plusieurs groupes de recherche dans différents systèmes d'élevage.

Dans une méta-analyse des expérimentations menées jusqu'en 2005 sur l'influence des systèmes d'élevage sur la qualité des œufs, le groupe de travail LayWel (LayWel 2006) a évalué à 4,9% +/- 2,1 la proportion d'œufs sales en cages conventionnelles contre 4,7% +/- 4,5 et 4,8% +/- 5,1 dans les cages aménagées de moins de 15 poules et de moins de 60 poules. Aucune différence significative n'est donc notable entre cages conventionnelles et cages aménagées comme le montrent les résultats expérimentaux récents ou sur le terrain (tableau 2). D'après le rapport LayWel, la proportion d'œufs sales tendrait à être plus élevée dans les systèmes alternatifs (proche de 8%) qu'en cages mais les données étudiées intégraient des résultats portant sur la ponte hors nid. Dans des études plus récentes, en station expérimentale comme en élevages commerciaux, on peut observer que les systèmes hors cage n'induisent pas une quantité d'œufs sales plus élevée que les cages. Cependant, la proportion d'œufs sales obtenus dans les cages aménagées est fortement dépendante du type d'aménagement des cages et du lieu de ponte. Il est donc difficile de généraliser les résultats observés à tous les types d'élevages. Par exemple, des systèmes avec des perchoirs perpendiculaires et un tapis AstroTurf® non ajouré dans le nid conduit à une augmentation forte des œufs sales, d'autant plus que les poules pondent hors nid.

3.2 / Œufs fêlés

Comme des micro fêlures de la coquille peuvent fournir aux bactéries une porte d'entrée pour contaminer le contenu de l'œuf, c'est également un critère important à considérer pour comparer les différents systèmes d'élevage. Les résultats obtenus par différentes équipes sont rassemblés dans le tableau 3.

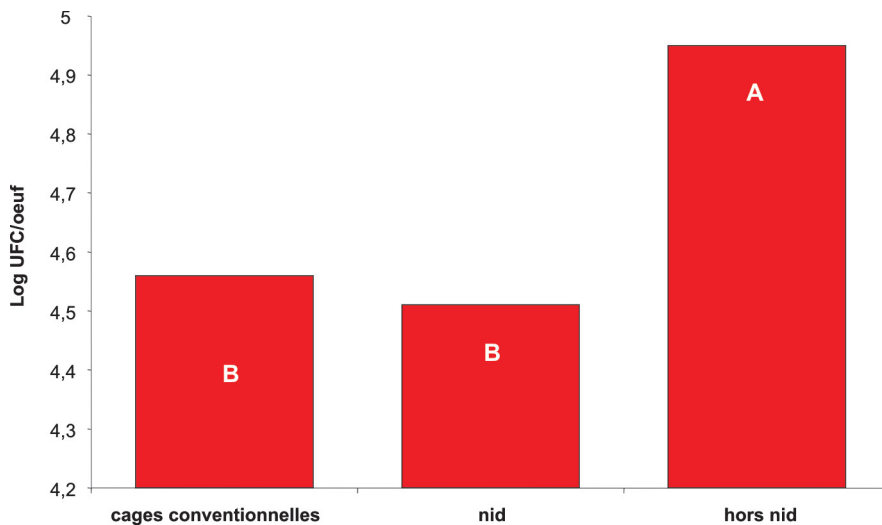
Les données collectées par le projet LayWel (2006) ont montré une proportion plus élevée d'œufs fêlés dans les cages conventionnelles que dans les cages aménagées (2,6 vs 1,7 à 2% selon la taille des cages aménagées). Néanmoins, des études plus récentes ont montré un pourcentage d'œufs fêlés plus élevé dans les cages aménagées comparées aux cages standard. Ainsi Guesdon *et al* (2006), en station expérimentale, ont trouvé de 15,4 à 19,6% d'œufs cassés et microfêlés comparé à seulement 8,1 à 12,2% dans les cages standard. Wall et Tauson (2007) ont constaté un effet inconstant de l'aménagement des cages sur la proportion d'œufs fêlés : elle augmentait en cages aménagées dans un essai (3,2 à 3,6 % contre 2,2 % en cages conventionnelles) mais était comparable entre les 2 types de cages à la répétition suivante. Dans leur étude, De Reu *et al* (2009b) ont également observé des variations importantes de 0 à 24% suivant l'élevage étudié (de 1,6 à 24% pour les cages aménagées et de 0 à 13% pour les systèmes hors cage). Ces différences semblaient imputables au système de collecte des œufs. La variabilité de la proportion d'œufs fêlés rend donc difficile de conclure sur l'effet de l'aménagement des cages. Cependant la plupart des études montrent un nombre d'œufs

Tableau 3. Pourcentage d'œufs fêlés dans différents systèmes d'élevage (données postérieures à 2005).

Etude	Type d'étude	Cages conventionnelles (%)	Cages aménagées (%)	Systèmes hors cage (%)	P
Guesdon <i>et al</i> 2006	Station exp.	8,1 - 12,2	15,4 - 19,6	n.a.	< 0,001
De Reu <i>et al</i> 2009b	Commerciale	n.a.	7,8*	4,1	< 0,05
Hidalgo <i>et al</i> 2008	Commerciale	14	n.a.	8,7	> 0,05
De Reu <i>et al</i> 2009a	Commerciale	7,8	n.a.	5,6	n.d.

* = Œufs pondus au nid ; n.a. = non analysé ; n.d. = non calculé

Figure 3. Charge bactérienne (bactéries aérobies mésophiles) sur les œufs pondus à différents niveaux dans les cages aménagées (nid et hors nid) ou dans des cages conventionnelles (Mallet et al 2006).



fêlés plus élevé dans les cages aménagées à cause du risque d'accumulation des œufs sur une zone restreinte du collecteur au niveau du nid. Néanmoins, l'intérêt d'un ramassage plus régulier des œufs pour réduire la fréquence des œufs fêlés n'a pas pu être démontré expérimentalement (Abrahamsson et al 1996). La pratique de l'avancement régulier du tapis en cours de journée, très courante en élevages commerciaux, ne semble n'avoir jamais été évaluée expérimentalement. Dans les autres études (Hidalgo et al 2008, De Reu et al 2009a), aucune différence n'a été observée entre cages conventionnelles et systèmes alternatifs.

4 / Autres facteurs de variation

Dans les différentes études réalisées, une variabilité importante a pu être observée entre différents élevages aussi bien en station expérimentale que dans les élevages commerciaux avec parfois, surtout dans le cas des cages aménagées, des effets inconstants suivant le modèle de cage (Mallet et al 2006) ou l'élevage étudié (De Reu et al, 2009a et b, Huneau-Salaün et al 2009a). Il semble donc clair que d'autres facteurs, parfois indépendants du système d'élevage proprement dit, entrent en ligne de compte pour expliquer les différences de contamination de la coquille des œufs.

4.1 / Lieu de ponte

La moins bonne qualité hygiénique des œufs issus des systèmes alternatifs est souvent imputée aux œufs pondus en dehors du nid. Mallet et al (2006) ont

étudié les propriétés hygiéniques des œufs récoltés à différents niveaux dans les cages aménagées. Une différence significative avait été observée sur la charge bactérienne des œufs provenant soit des cages aménagées soit des cages conventionnelles. Cette différence (figure 3) était due principalement aux œufs pondus en dehors du nid, au niveau de la litière (4,96 Log UFC/œuf) et dans le reste de la cage (4,94 Log UFC/œuf). Les œufs pondus dans le nid avaient une charge bactérienne similaire (4,51 Log UFC/œuf) à celle des œufs provenant des cages conventionnelles (4,56 Log UFC/œuf). De même, dans une expérimentation en cages aménagées, Huneau-Salaün et al (2009b) ont mis en évidence une différence faible mais significative de contamination entre œufs pondus au nid sur un tapis AstroTurf® non ajouré et hors nid : 4,8 +/- 0,4 Log UFC/œuf pour les œufs pondus au nid contre 5,0 +/- 0,4 Log

UFC/œuf pour ceux déposés dans le reste de la cage ($P < 0,05$). Ceci peut expliquer pourquoi De Reu et al (2005b) n'ont observé aucune différence entre cages conventionnelles et cages aménagées car dans leur étude, seuls les œufs pondus au niveau du nid avaient été échantillonnés.

Concernant la présence de souillures sur la coquille des œufs, Mallet et al (2006) avaient observé une différence importante entre les deux modèles de cages étudiés (3 et 7,1%) mise en relation avec un nombre plus élevé d'œufs pondus hors du nid.

Dans les systèmes hors cage, les œufs pondus au sol ont également plus de chances d'être endommagés ou souillés. De 85 à 98% des œufs pondus sur le sol présenteraient des souillures sur la coquille (Protais et al 2003b, Sander et al 2003, De Reu et al 2005a). Protais et al (2003a) et De Reu et al (2005a, 2006b) ont observé des charges bactériennes plus élevées (jusqu'à 7 Log UFC/œuf) pour les œufs pondus au sol comparé aux œufs pondus au nid (entre 5,1 et 6 Log UFC/œuf).

Il apparaît donc clairement que tout dispositif permettant d'augmenter le nombre d'œufs pondus au nid réduira la charge bactérienne des œufs et que les œufs pondus au sol dans les systèmes d'élevage hors cage peuvent présenter un risque pour la consommation humaine.

4.2 / Configuration des aménagements

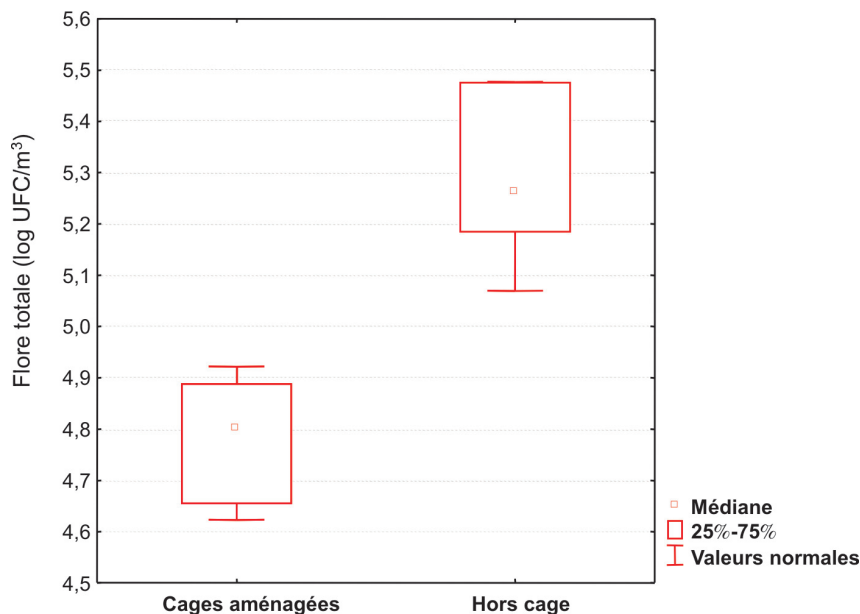
De nombreuses dispositions des différents aménagements dans les cages sont possibles. Leurs effets sur la qualité hygiénique des œufs n'ont pas toujours pu être mis en évidence clairement.

La disposition des perchoirs (Mallet et al 2006) peut, en gênant les mouve-



INRA - K. De Reu

Figure 4. Contamination bactérienne de l'air (microflore aérobique totale) dans les cages aménagées comparées aux systèmes hors cage (De Reu et al 2009b).



ments des poules, créer des zones d'accumulation de poussières susceptibles d'augmenter le risque de contamination. Bien que le niveau de propreté des cages aménagées demeure généralement inférieur à celui des conventionnelles, une optimisation de l'agencement des perchoirs, en évitant par exemple leur croisement ou leur positionnement près des parois, permet de conserver une propreté satisfaisante et de limiter l'occurrence des œufs sales (Wall et Tauson 2007). D'une façon générale, l'aptitude à la décontamination des cages, particulièrement celles aménagées, constitue un problème majeur par rapport aux systèmes d'élevage au sol, ce qui pourrait avoir un impact sur la propreté des coquilles. En effet la qualité du nettoyage et de la désinfection est généralement inférieure en cages du fait de l'accès difficile aux éléments à traiter par rapport au matériel des élevages au sol qui peut être démonté et lavé séparément (Huneau-Salaün et al 2010). L'aptitude au nettoyage du matériel est donc un élément qui devrait être considéré lors de la conception des cages aménagées.

L'aménagement du nid joue également sur la localisation de la ponte et donc sur la qualité des œufs. Abrahamsson et al (1996) ont observé un taux de ponte au nid plus élevé lorsque le sol du nid est recouvert d'un tapis de type AstroTurf® que de grillage. De même, le fond de nid recouvert à 100, 50 ou 30% de tapis style AstroTurf® augmente significativement la proportion d'œufs pondus au nid (Wall et al 2002). Si la surface de recouvrement n'est que de 30% on observe le

plus fort pourcentage d'œufs pondus hors du nid et d'œufs sales (Wall et Tauson 2002). Les auteurs ont également montré que la position de l'ouverture du nid (latérale ou frontale) ne modifiait pas ces paramètres. En revanche, la présence de rideaux longs à l'ouverture du nid et d'un «egg saver» permettait en ralentissant la progression des œufs vers le collecteur de réduire le nombre d'œufs fêlés.

4.3 / Poussières en suspension

La quantité de bactéries totales présentes dans l'air des bâtiments d'élevage a été corrélée à la charge bactérienne des œufs produits dans l'élevage (Protais et al 2003a et b, De Reu et al 2005b, 2006b). C'est donc un critère important à prendre en considération pour limiter la contamination des œufs.

Des moyennes de 4 Log UFC/m³ d'air ont été notées pour les cages conventionnelles et aménagées comparées à des moyennes 100 fois supérieures (> 6 Log UFC/m³) dans les volières. Cependant, des corrélations significatives ne sont pas toujours observées. De Reu et al (2006b) ont trouvé une corrélation modérée et non significative dans des élevages commerciaux avec des cages conventionnelles ou hors cage. Dans une autre étude (De Reu et al 2009b), aucune corrélation n'a été observée entre la contamination de l'air et celle de la coquille des œufs par la flore totale aérobique. Néanmoins, dans ces deux études, d'une manière comparable à toutes les autres, la contamination de l'air dans les systèmes hors cage est plus élevée que dans les systèmes avec cages (figure 4).

Zoons et al (2005) ont noté des teneurs en poussières 5 fois plus élevées dans les volières que dans les cages aménagées (10,1 contre 2,1 mg/m³). Ellen et al (2000) et Rodenburg et al (2005, 2008) ont également observé que la teneur en poussières dans les systèmes hors cage était quatre à cinq fois plus élevée que dans les systèmes avec cages. Dans une étude expérimentale récente, les teneurs en poussières et en bactéries étaient supérieures dans l'air des élevages au sol par rapport à ceux en cages aménagées mais aucune différence n'était constatée entre cages aménagées et volières, du fait de volières présentant des surfaces de litière très limitées (Nimmermark et al 2009). La présence de litière semble donc un paramètre déterminant de l'empoussièrment de l'air. Dans les élevages commerciaux au sol, l'ajout, avant le début de la ponte, de sable ou de paille au niveau de la zone de litière serait un des facteurs principaux favorisant une forte teneur en poussière de l'air (Quarles et al 1970, Le Bouquin et al 2009). Ceci peut se traduire par un empoussièrment des œufs plus important. Harry (1963) a trouvé que les types bactériens présents à la surface de l'œuf étaient identiques à ceux présents dans la litière et concluait que les bactéries présentes sur les œufs provenaient de la litière.

Dans les cages aménagées, la présence de litière au niveau de la zone de grattage augmenterait la quantité de poussières sur les œufs (Fiks-van Niekerk et al 2003) bien qu'aucune différence de contamination n'ait été mise en évidence sur les coquilles d'œufs produits dans des cages aménagées avec et sans apport de litière (Huneau-Salaün et al 2009b); la litière testée était de l'aliment et le résultat aurait peut-être été différent avec des substrats présentant une autre granulométrie comme les copeaux ou la sciure de bois.

4.4 / Age et saison

Protais et al (2003a) et De Reu et al (2005b, 2006b) n'ont observé aucun effet de l'âge des poules sur la charge bactérienne des coquilles. En revanche, dans l'étude de Huneau-Salaün et al (2009a), effectuée en élevages commerciaux, la contamination des œufs augmentait avec l'âge des poules. Les auteurs expliquaient cette différence par la difficulté de nettoyage des élevages qui aboutissait dans le temps à une accumulation de poussières potentiellement contaminante pour les œufs.

Dans plusieurs expérimentations (De Reu et al 2005b, Mallet et al 2006), une influence possible de la saison a été suspectée avec une charge bactérienne plus faible en hiver. Des résultats de

Quarles *et al* (1970) suggèrent également que des températures plus élevées peuvent influencer la contamination bactérienne de la coquille des œufs.

De plus, l'hiver, les bâtiments d'élevage sont peu ventilés pour maintenir une température de confort des animaux. Cela se traduit par une vitesse d'air plus faible et moins de poussière en suspension. La plus faible contamination des œufs peut donc résulter d'une interaction des deux facteurs.

4.5 / Collecte et conditionnement des œufs

Entre la ponte et leur arrivée dans le panier de la ménagère, les œufs sont acheminés par des tapis de collecte et subissent différentes manutentions susceptibles également d'influencer leur qualité hygiénique.

Au niveau des nids, l'accumulation des œufs sur une surface restreinte augmente la proportion d'œufs sales et fêlés (Wall *et al* 2002), surtout en l'absence d'«egg saver». Un ramassage des œufs plus régulier pourrait réduire cette proportion même si, dans leur étude en élevages commerciaux, Huneau-Salaün *et al* (2009a) n'ont pas pu mettre en évidence d'amélioration chez les éleveurs qui pratiquaient un avancement de la bande à œufs à intervalles réguliers dans la journée.

Un stockage des œufs de consommation, qu'il soit ou non réfrigéré, pendant au moins 9 jours diminue significativement la contamination bactérienne de la coquille. Malgré une contamination plus élevée des œufs issus des systèmes hors cage par rapport aux cages, 5,46 contre 5,08 log UFC, la contamination moyenne est similaire pour les deux systèmes d'élevage à la fin de la chaîne au niveau des linéaires, 5,20 contre 5,00 log UFC (De Reu *et al* 2006d, 2008).

5 / Effets des différents systèmes d'élevage sur la contamination par *Salmonella*

5.1 / Effets sur la contamination des œufs

La majorité des recherches sur la contamination de la coquille et du contenu de l'œuf s'est concentrée sur *Salmonella* du fait que la contamination humaine par *Salmonella* Enteritidis due

à la consommation d'œufs ou d'ovoproduits est toujours un problème de santé important. Plusieurs pays européens ont rapporté pour 2006 des résultats montrant au niveau du contenu des œufs de consommation une prévalence des salmonelles de 0,8% (EFSA 2007b). Plus de 90% des souches isolées correspondaient au sérotype Enteritidis.

Peu de travaux ont été consacrés à l'influence du système d'élevage sur la contamination de l'œuf par *Salmonella*. Dans une étude de Humphrey *et al* (1991), comparant différents systèmes d'élevage, plus de 5700 œufs provenant de 15 troupeaux infectés naturellement ont été examinés. Le taux de contamination du contenu des œufs provenant de batteries ou de systèmes hors cage était respectivement de 0,73 et 0,64%. Une étude effectuée par l'UK Food Standards Agency en 2003 n'a pas non plus montré de différence dans la contamination des coquilles par *Salmonella* spp. en fonction du système d'élevage (Anon 2004). Sur un total de 4753 échantillons (boîtes commercialisées de 6 œufs), 9 échantillons présentaient une contamination de la coquille des œufs. Aucun des contenus poolés des 4753 boîtes échantillonnées n'était positif à *Salmonella*. Dans une autre étude De Reu *et al* (2009a) ont échantillonné 47 prélèvements d'œufs frais de consommation en Belgique dont 16 provenaient d'élevages en cage, 5 d'élevages au sol, 12 d'élevages avec parcours extérieur (*free range*), 7 d'élevages biologiques, 5 d'œufs vendus à la ferme et 2 d'élevages amateurs. Dans aucun élevage *Salmonella* n'a été mise en évidence.

5.2 / Effets sur la contamination de l'environnement

Des études plus nombreuses se sont concentrées sur l'influence du système d'élevage sur la contamination de l'environnement par *Salmonella*. L'analyse des résultats présentés dans une base de données européenne (EFSA 2007a) concernant *Salmonella* dans les troupeaux de poules pondeuses, étude réalisée en 2004-2005 par l'EFSA, a montré une différence significative de la prévalence de *Salmonella* en fonction du système d'élevage (Anon 2008). La prévalence la plus forte était observée dans les élevages en cages et la plus faible dans les élevages au sol avec parcours. Les volières présentaient une prévalence intermédiaire. Plus de 51% des souches de *Salmonella* isolées étaient des *Salmonella* Enteritidis. Des résultats

récents obtenus au cours d'une étude de terrain à grande échelle réalisée dans le cadre du projet de recherche Européen SAFEHOUSE confirment ces observations (Anon 2008). La revue de Dewulf *et al* (2009) concernant l'effet du système d'élevage sur la prévalence des infections par *Salmonella* Enteritidis démontre également clairement que le risque de contamination par *Salmonella* est plus élevé dans les cages que dans les systèmes hors cage. Cependant, en analysant les différentes études publiées, Dewulf *et al* (2009) ont également montré qu'il n'existait pas obligatoirement une relation directe entre le système d'élevage et l'infection par *Salmonella*. Les chercheurs ont montré qu'il était probable que le système d'élevage était lié à de nombreux autres paramètres de la production comme la taille du cheptel, la densité d'élevage, le stress, l'âge des bâtiments, ou des infections préalables par *Salmonella* sur l'élevage, etc. Les auteurs ont pu montrer un lien important entre ces différents facteurs, le système d'élevage et le risque d'une infection par *Salmonella*.

Conclusion

Il est clair que la contamination de la coquille des œufs par des bactéries aérobies mésophiles est significativement plus élevée pour les œufs pondus dans les élevages hors cage (volières et pondeuses au sol) que dans les cages aménagées ou les cages conventionnelles. Ces différences sont moins marquées dans les élevages commerciaux que dans les élevages expérimentaux ce qui pourrait s'expliquer par des différences au niveau de la conduite des élevages. Entre les cages aménagées et les cages conventionnelles, les différences observées sont plus faibles et moins constantes. Le pourcentage d'œufs pondus au nid mais aussi le type de cage utilisé et l'agencement des aménagements (nid perchoirs et bac à poussière) peuvent influencer fortement la charge bactérienne des œufs. L'impact de la contamination bactérienne de la coquille sur la qualité des œufs et des ovoproduits, notamment sur leur contamination par des bactéries pathogènes, reste encore mal connu et demandera à être mieux étudié.

Les résultats disponibles laissent supposer que la suppression des cages conventionnelles par les systèmes alternatifs ne devrait pas augmenter le risque d'infection des troupeaux par *Salmonella* ou sa diffusion.

Références

- Abrahamsson P., Tauson R., 1997. Effect of group size on performance, health and birds' use of facilities in furnished caged for laying hens. *Acta Agric. Scand. Sect. A.*, 47, 254-260.
- 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., Tauson R., Appleby M. C., 1996. Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *Brit. Poult. Sci.*, 37, 521-540.
- ANON, 2004. Report of the survey of *Salmonella* contamination of UK produced shell eggs on retail sale. London, Food Standard Agency, 124p.
- ANON, 2008. Newsletter 1. Safehouse and Rescape. Van Immerseel F., Nys Y. (Eds).
- Board R.G., Tranter H.S., 1994. The microbiology of eggs. Egg science and technology. Stadelman W.J., Cotterill O.J. (Eds). New York, Food Products Press, The Haworth Press, Inc., 81-104.
- CEC, European Commission, 1999. Council directive 1999/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens. *Off. J.*, L 203, 03/08/1999.
- Cepero R., Yangüela J., Lidon M.D., Hernandis A., 2000. Calidad del huevo en jaulas enriquecidas, XXXVII Symp. Sec. Esp. WPSA, I Congreso Internacional de Sanidad y Producción Animal, Noviembre 2000, Conf. Proc., Barcelona, Spain, 61-80.
- Chemaly M., Huneau-Salaün A., Labbe A., Houdayer C., Petetin I., Fravallo P., 2009. Isolation of *Salmonella enterica* in laying-hen flocks and assessment of eggshell contamination in France. *J. Food Prot.*, sous presse.
- De Buck J., Van Immerseel F., Ducatelle R., 2004. Colonization of the chicken reproductive tract and egg contamination by *Salmonella*. *J. Appl. Microbiol.*, 97, 233-245.
- De Reu K., Grijspeerd K., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Herman L., 2005a. The use of total aerobic and Gram-negative flora for quality assurance in the production chain of consumption eggs. *Food Control*, 16, 147-155.
- De Reu K., Grijspeerd K., Heyndrickx M., Zoons J., De Baere K., Uyttendaele M., Debevere J., Herman L., 2005b. Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. *Brit. Poult. Sci.*, 46, 149-155.
- De Reu K., Grijspeerd K., Herman L., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J., Putirulan F.F., Bolder N.M., 2006a. The effect of a commercial UV disinfection system on the bacterial load of shell eggs. *Lett. Appl. Microbiol.*, 42, 144-148.
- De Reu K., Grijspeerd K., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J., Herman L., 2006b. Bacterial eggshell contamination in the egg collection chains of different housing systems for laying hens. *Brit. Poult. Sci.*, 47, 163-172.
- De Reu K., Grijspeerd K., Heyndrickx M., Messens W., Uyttendaele M., Debevere J., Herman L., 2006c. Influence of eggshell condensation on eggshell penetration and whole egg contamination with *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *J. Food Prot.*, 69, 1539-1545.
- De Reu K., Grijspeerd K., Messens W., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J., Herman L., 2006d. Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella* Enteritidis. *Int. J. Food Microbiol.*, 112, 253-260.
- De Reu K., Heyndrickx M., Grijspeerd K., Rodenburg B., Tuytens F., Uyttendaele M., Debevere J., Herman L., 2006e. Assessment of the vertical and horizontal aerobic bacterial infection of shell eggs. *World's Poult. Sci. J.*, supplement, 62, 564.
- De Reu K., Grijspeerd K., Messens W., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J., Herman L., 2006f. Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella* Enteritidis. *Int. J. Food Microbiol.*, 112, 253-260.
- De Reu K., Mesens W., Heyndrickx M., Rodenburg B., Uyttendaele M., Herman L., 2008. Bacterial contamination of table eggs and the influence of housing systems. *World's Poult. Sci. J.*, 64, 5-19.
- De Reu K., Renders K., Maertens G., Messens W., Reybroeck W., Ooghe S., Herman L., Daeseleire E., 2009a. A market study on the quality of eggs from different housing systems. *Proc. XIXth Eur. Symp. Quality of Poultry Meat; XIIIth Symp. Quality of Eggs and Egg Products*, Turku, Finlande, 21-25 juin, Category Posters, 7p.
- De Reu K., Rodenburg B., Grijspeerd K., Heyndrickx M., Tuytens F., Sonck B., Zoons J., Herman L., 2009b. Bacteriological contamination, dirt and cracks of eggshells in furnished cages and non-cage systems for laying hens: an international on-farm comparison. *Poult. Sci.*, 88, 2442-2448.
- Dewulf J., Van Hoorebeke S., Van Immerseel F., 2009. Epidemiology of *Salmonella* infection in laying hens with special emphasis on the influence of the housing system. *Proc. XIXth Eur. Symp. Quality of Poultry Meat; XIIIth Symp. Quality of Eggs and Egg Products*, Turku, Finlande, 21-25 juin, Proceedings Eggmeat 2009, Hygiene and product safety, 12p.
- Duncan I.J.H., 1998. Behavior and behavioral needs. *Poult. Sci.*, 77, 1766-1772.
- Duncan E.T., Appleby M.C., Hughes B.O., 1992. Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens. *Brit. Poult. Sci.*, 33, 25-35.
- Ellen H.H., Bottcher R.W., Von Wachenfelt E., Takai H., 2000. Dust levels and control methods in poultry houses. *J. Agric. Safety Health*, 6, 275-282.
- EFSA, European Food Safety Authority, 2007a. Report on the Analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*. *The EFSA J.*, 97.
- EFSA, European Food Safety Authority, 2007b. The Community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and food-borne outbreaks in the European Union in 2006.
- Fiks-Van Niekerk T.G.C.M., Van Emous R.A., Reuvekamp B.F.J., 2003. Experiences with production and egg quality in alternative systems and large enriched cages for laying hens in the Netherlands. *Xth Eur. Symp. Quality of Eggs and Eggs Products*, Ploufragan, France, 210-216.
- Guesdon V., Ahmed A.M.H., Mallet S., Faure J.M., Nys Y., 2006. Effects of peak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. *Brit. Poult. Sci.*, 47, 1-12.
- Harry E. G., 1963. The relationship between egg spoilage and the environment of the egg when laid. *Brit. Poult. Sci.*, 4, 91-100.
- Hidalgo A., Rossi M., Clerici F., Ratti S., 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chemist.*, 106, 1301-1308.
- Humphrey T.J., 1994. Contamination of egg shell and contents with *Salmonella* enteritidis: a review. *Int. J. Food Microbiol.*, 21, 31-40.
- Humphrey T.J., Whitehead A., Gawer A.H.L., Henley A., Rowe B., 1991. Numbers of *Salmonella* enteritidis in the contents of naturally contaminated hen's eggs. *Epidemiol. Inf.*, 106, 489-496.
- Huneau-Salaün A., Michel V., Huonnic D., Balaine L., Le Bouquin S., 2009a. Factors influencing bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and free-range systems for laying hens under commercial conditions. *Brit. Poult. Sci.*, sous presse.
- Huneau-Salaün A., Guinebretiere M., Huonnic D., De Treglode M., Michel V., 2009b. Furnished cages for laying hens: effects of group size and litter provision on laying performances and egg contamination, *XIIth Eur. Symp. Quality of Eggs and Egg Products*. Conf. Proc., Turku, Finlande, 75.
- Huneau-Salaün A., Michel V., Balaine L., Petetin I., Eono F., Ecobichon P., Le Bouquin S., 2010. Evaluation of common cleaning and disinfection programmes in battery cage and on-floor layer houses in France. *Brit. Poult. Sci.*, sous presse.
- Jones F.T., Rives D.V., Carey J.B., 1995. *Salmonella* contamination in commercial eggs and an egg production facility. *Poult. Sci.*, 74, 753-757.
- Laywel, 2006. Deliverable 6.2.: Report on production and egg quality. <http://www.laywel.eu/web/pdf/deliverable%2062-2.pdf>. Consulté le 28/08/2009.
- Le Bouquin S., Guillam M.T., Huneau-Salaün A., Pedrono G., Huonnic D., Balaine L., Michel V., Dewitte J.D., Gaudon J., Le Borgne R., Segala C., 2009. Qualité de l'air en élevage et santé respiratoire des éleveurs de poules pondeuses, 8^{èmes} Journ. Rech. Avicole, St Malo, France, 30.
- Magdelaine P., 2009. Future prospects for the European egg industry. *XIIth Eur. Symp. Quality of Eggs and Egg Products*. Conf. Proc., Turku, Finlande, 75.
- Mallet S., Guesdon V., Nys Y., 2004. Hygienic properties of eggs laid at different locations in two furnished cage models. *XXIIth World's Poultry Congress, Nutrition and management aspects of quality and safety of eggs*. Full paper CD, category N1. Conf. Proc., Istanbul, Turquie, 6p.

Mallet S., Guesdon V., Ahmed A.M.H. Nys Y., 2006. Comparison of eggshell hygiene in two housing systems: Standard and furnished cages. *Brit. Poult. Sci.*, 47, 30-35.

Mayes F.J., Takeballi M.A., 1983. Microbial contamination of the hen's egg: A review. *J. Food Prot.*, 46, 1092-1098.

Messens W., Grijspeerdt K., Herman L., 2005. Eggshell characteristics and penetration by *Salmonella enterica* serovar Enteritidis through the production period of a layer flock. *Brit. Poult. Sci.*, 46, 694-700.

Michel V., Huonnic D., 2003. A comparison of welfare, health and production performance of laying hens reared in cages or aviaries. *Brit. Poult. Sci.*, 43, 775-776.

Nimmermark S., Lund V., Gustafsson G., Eduard W., 2009. Ammonia, dust and bacteria in welfare oriented systems for laying hens. *Ann. Agric. Env. Med.*, 16, 103-113.

Nitcheva L., Yonkova V., Popov V. Manev C., 1990. *Listeria* isolation from foods of animal origin. *Acta Microbiol. Hung.*, 37, 223-225.

Perales I., Audicana A., 1989. The role of hens' eggs in outbreaks of salmonellosis in north Spain. *International J. Food Microbiol.*, 8, 175-180.

Protas J., Queguiner S., Boscher E., Piquet J.C., Nagard B., Salvat G., 2003a. Effect of housing system on the bacterial flora in the air and on egg shells, Xth Eur. Symp. Quality of Eggs and Egg Products. Conf. Proc., Saint-Brieuc, Ploufragan, France, 142-149.

Protas J., Queguiner S., Boscher E., Piquet J.C., Nagard B., Salvat G., 2003b. Effect of housing system on the bacterial flora of the air. *Brit. Poult. Sci.*, 44, 778-779.

Quarles C.L., Gentry R.F., Bressler G.O., 1970. Bacterial contamination in poultry houses and its relationship to egg hatchability. *Poult. Sci.*, 49, 60-66.

Rodenburg B., Tuytens F., De Reu K., L. Herman L., J. Zoons J., Sonck B., 2005. Welfare, health and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternative housing systems. *J. Appl. Anim. Welfare Sci.*, 8, 211-226.

Rodenburg B., Tuytens F., De Reu K., Herman L., Zoons J. Sonck B., 2008. Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems: an on-farm comparison, Welfare assessment in laying hens. *Anim. Welfare*, 17, 363-373

Sahin O., Kobelka P., Zhang Q., 2003. Detection and survival of *Campylobacter* in

chicken eggs. *J. Appl. Microbiol.*, 95, 1070-1079.

Sander J.E., Wilson J.L., Cheng I.H., Gibbs P.S., 2003. Influence of slat material on hatching egg sanitation and slat disinfection. *J. Appl. Poult. Res.*, 12, 74-80.

Wall, H., Tauson, R., Elwinger, K., 2002. Effects of nest design, passages and hybrid on use of nest and production performance of layers in furnished cages. *Poult. Sci.*, 81, 333-339.

Wall H., Tauson R., 2007. Perch arrangements in small-group furnished cages for laying hens. *J. Appl. Poult. Res.*, 16, 322-330.

Wall H., Tauson R., Elwinger K., 2002. Effects of nest design, passages and hybrid on use of nest and production performance of layers in furnished cages. *Poult. Sci.*, 81, 333-339.

Wall H., Tauson R., Sørgerd S., 2008. Bacterial contamination of eggshells in furnished and conventional cages. *J. Appl. Poult. Res.*, 17, 11-16.

Zoons J., Smeyers K., Calders R., De Reu K. Thys J., 2005. Evaluatie van de werkomstandigheden in volière en verrijkte kooien voor leghennen. *Pluimvee Januari 2005*, 14-15.

Résumé

Suite à la suppression programmée pour 2012 des cages conventionnelles pour l'élevage des poules pondeuses, de nouveaux systèmes d'élevages se sont développés (cages aménagées ou systèmes hors cage). L'impact de ces systèmes sur la qualité hygiénique des œufs de consommation a été évalué.

La contamination de la coquille des œufs par des bactéries aérobies mésophiles est significativement plus élevée pour les œufs pondus dans les élevages hors cage (volières et pondeuses au sol) que dans les cages aménagées ou les cages conventionnelles. Ces différences sont moins marquées dans les élevages commerciaux que dans les études en station expérimentale ce qui pourrait s'expliquer par des différences au niveau de la conduite des différents élevages étudiés. Entre les cages aménagées et les cages conventionnelles, les différences observées sont plus faibles et moins constantes. Le pourcentage d'œufs pondus au nid mais aussi le type de cage utilisé et l'agencement des aménagements (nid, perchoirs et bac à poussière) peuvent influencer fortement la charge bactérienne des œufs. De nombreux autres facteurs tels que la présence de souillures ou de fêlures sur les œufs, le taux de poussières dans l'air ou la saison peuvent également influencer la contamination bactérienne des œufs.

Les résultats disponibles laissent supposer qu'il y a très peu de risque que le remplacement des cages conventionnelles par des cages aménagées ou par les systèmes alternatifs hors cage pour les poules pondeuses n'induisse une quelconque augmentation de l'infection par *Salmonella* ou de leur diffusion. C'est même le contraire qui est suggéré.

Abstract

Laying hen breeding systems and hygienic status of the eggs

Due to the expected ban in 2012 of conventional cages for laying hens, new breeding systems are being developed. The impact of these systems on the hygienic status of the eggs was studied.

The contamination of the egg shell by bacteria is significantly higher in free-range systems compared to furnished or conventional cages. These differences are lower in commercial conditions than in experimental studies. This could be explained by differences in breeding practices in the different breeding sites compared. The differences observed between furnished and conventional cages are lower and not constant. The percentage of eggs laid in the nest but also the disposition of the furniture (nest, perch and scratching area) may significantly affect the bacterial load of the egg shell. Many other factors such as cracks or dirt on the shell, dust concentration in the rooms or season may also influence bacterial egg shell contamination.

Studies also show that it is highly unlikely that a move from conventional cages to alternative cage systems and non-cage housing systems for laying hens will result in an increase in *Salmonella* infection and shedding, rather the opposite is expected.

MALLET S., HUNEAU-SALAÛN A., HERMAN L., DE REU K., 2010. Système d'élevage et qualité microbienne de l'œuf. In : Numéro Spécial, Qualité de l'œuf. Nys Y. (Ed). Inra Prod. Anim., 23, 183-192.

