

CONCENTRATION EN POUSSIÈRES DANS L'AIR AMBIANT DES BATIMENTS DE POULES PONDEUSES

Huneau-Salaün Adeline¹, Rousset Nathalie², Homo Nathalie¹, Balaine Loïc¹, Aubert Claude², Le Bouquin Sophie¹

¹Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, BP 53-22 440 Ploufragan
²ITAVI-Zoopôle Beaucemaine, 41 rue de Beaucemaine-22440 Ploufragan, France

adeline.huneau@anses.fr

RESUME

Dans les élevages avicoles confinés, les éleveurs sont exposés à des concentrations élevées de poussières susceptibles d'avoir un impact sur leur santé respiratoire. L'étude épidémiologique AIRPOUL a pour but de caractériser cette exposition et les facteurs d'élevage l'influençant, ainsi que son impact sur la santé respiratoire humaine. Deux campagnes de mesure ont été menées en 2005-2007 puis 2011 pour quantifier la concentration en poussières alvéolaires ($< 5 \mu\text{m}$) dans l'air de bâtiments de poules pondeuses au cours d'une journée de travail : 192 mesures ont été obtenues dans 34 élevages en cage et 45 bâtiments en systèmes alternatifs. La concentration en poussières est significativement plus élevée dans les élevages au sol ($n=91$, $0,367 \text{ mg/m}^3$ d'air, IC_{95%} [0,315-0,420]) que dans ceux en cage ($n=87$, $0,130 \text{ mg/m}^3$ [0,109-0,144]) ; le taux moyen le plus important a été observé dans les volières ($n=15$, $1,193 \text{ mg/m}^3$, [0,799-1,587]). L'analyse des pratiques et conditions d'élevage montre que dans les poulaillers au sol, les poussières s'accumulent en cours d'élevage. L'ajout de litière en cours de bande et l'augmentation de la température ambiante entraînent une hausse du taux de poussières. Dans les élevages en cages, le taux de poussières tend à être supérieur dans les bâtiments en cages aménagées ($0,146 \text{ mg/m}^3$, [0,116-0,176]) par rapport à ceux en cages conventionnelles ($0,114 \text{ mg/m}^3$, [0,116-0,176], $p=0,05$). Plus précisément, l'augmentation de la taille de groupe associée à l'aménagement des cages entraîne une dégradation de la qualité de l'air, la concentration en poussières étant plus élevée dans les poulaillers avec des cages hébergeant plus de 10 poules. Au contraire, l'augmentation du nombre de repas distribués par jour favorise une baisse du taux de poussières en limitant l'excitation des poules. L'étude AIRPOUL montre une dégradation de la qualité de l'air dans les élevages en cages aménagées, au sol ou en volières par rapport à ceux en cages conventionnelles, maintenant interdites dans l'Union Européenne. L'identification des facteurs d'élevage associés aux fortes concentrations en poussières aériennes permet de proposer des mesures correctives pour mieux contrôler le taux de poussières dans les systèmes d'élevage alternatifs ou en cages aménagées.

ABSTRACT

Aerial dust concentration in buildings for laying hens

The air in poultry-houses is known to be contaminated by high levels of dust that could harm respiratory health of workers. The epidemiological study called AIRPOUL aims to evaluate workers' exposure to aerial dust and its impact on workers' health and to identify factors influencing this exposure. Two series of measures were carried out in 2005-2007 and in 2011 to quantify the aerial concentration of respirable dust ($< 5 \mu\text{m}$) in houses for laying hens during a work shift: 192 measures were obtained from 34 caged houses and 45 on-floor buildings. The concentration of dust was significantly higher in on-floor houses ($n=91$, 0.367 mg/m^3 , CI_{95%} [0.315-0.420]) than in caged houses ($n=87$, 0.130 mg/m^3 [0.109-0.144]); the highest concentrations were observed in aviaries ($n=15$, 1.193 mg/m^3 , [0.799-1.587]). In on-floor buildings, dust accumulated during the laying period. Adding litter substrate during the laying period and the increase of ambient temperature entailed a raise in dust concentration. In caged houses, the dust concentration tended to be higher in buildings equipped with furnished cages (0.146 mg/m^3 , [0.116-0.176]) in comparison with those with conventional cages (0.114 mg/m^3 , [0.116-0.176], $p=0.05$). Indeed the increase in group size associated to furnished cages impaired air quality: the dust concentration was higher in poultry houses with cages housing more than 10 hens. On the contrary, increasing the number of feed distribution within a day decreased dust concentration by limiting hens' excitation during feeding. The AIRPOUL study shows a degradation of air quality in buildings with furnished cages, on-floor houses and aviaries in contrast with those with conventional cages that are now banned in the European Union. Identifying factors associated with high aerial dust concentrations enables to propose corrective measures to better control air quality in on-floor and furnished cage systems.

INTRODUCTION

La qualité de l'air en élevage avicole soulève des interrogations en matière de protection de la santé des travailleurs. L'air dans ces bâtiments se caractérise par des taux élevés de poussières et de certains gaz, principalement l'ammoniac (Whyte, 1993). L'exposition à ces polluants peut entraîner une altération de la santé respiratoire des travailleurs (Radon, 2001 ; Kyrichuck, 2003). Depuis 2005, l'étude épidémiologique AIRPOUL suit une cohorte d'éleveurs de poules pondeuses afin d'évaluer leur exposition aux poussières aériennes et son impact potentiel sur leur santé respiratoire. En plus du suivi médical, des mesures du taux de poussières dans l'air ont été effectuées en élevage afin de déterminer les facteurs influençant cet empoussièrément. Cet article présente une synthèse des résultats obtenus sur les deux campagnes de mesures (2005-2007, 2011), entre lesquelles les élevages de pondeuses ont connu une forte évolution en vue de la mise en application de la Directive 99/37/CE pour la protection du bien-être des poules pondeuses.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Elevages visités

La cohorte d'éleveurs AIRPOUL 2 constituée en 2005 est composée de 64 éleveurs bretons, dont 30 ont des poulaillers en cages et 34 des bâtiments au sol. Dans ces poulaillers, deux mesures du taux de poussières dans l'air ont été réalisées entre 2005 et 2007. Pour la seconde campagne de mesure en 2011, la population d'élevages suivie a été élargie afin d'assurer une meilleure représentation des bâtiments en cages aménagées et en volières. Cet élargissement est passé par l'ouverture du recrutement aux élevages normands et ligériens. Une mesure de poussières a été réalisée dans chaque élevage visité durant la 2^{ème} campagne.

1.2. Mesures et recueil de données

Dans chaque poulailler, la concentration aérienne en poussières alvéolaires (diamètre aérodynamique < 5 µm) a été mesurée pendant une journée à trois journées de travail. La mesure est effectuée avec un capteur fixe (CAP 10, ARELCO) placé à 1,5 m du sol, dans le couloir central pour les élevages en cages ou en volière et au milieu des caillebotis pour ceux au sol. La concentration en poussières dans l'air est déterminée par la méthode gravimétrique à partir du volume d'air filtré. La température de l'air au niveau du capteur est enregistrée tous les quarts d'heures à l'aide d'une sonde Microlog (CIMA Technologie). Les données portant sur les caractéristiques des bâtiments et les pratiques d'élevage ont été recueillies

auprès de l'éleveur à l'aide d'un questionnaire. Les conditions météorologiques locales le jour des visites ont été fournies par Météo France.

1.3. Analyses statistiques

Les analyses statistiques faisant le lien entre le taux de poussières et les paramètres d'élevage ont été menées séparément pour les élevages en cage et au sol. Une 1^{ère} sélection de facteurs explicatifs est réalisée au moyen d'un modèle linéaire généralisé (GLM) avec effet répété (1 à 3 mesures par élevage). Préalablement, les données de poussières ont été normalisées (transformation $\sqrt{x}$). Les variables liées significativement au taux de poussières ($P < 0.15$) ont été retenues puis les associations statistiques ont été étudiées 2 à 2 afin de retenir celles qui étaient indépendantes. Le nombre de poules par cage a été recodé en classes selon un découpage maximisant la relation significative avec le taux de poussières. Ces variables ont ensuite été intégrées dans un modèle GLM répété multivarié (seuil $P < 0,05$). Comme les taux de poussières mesurés se sont révélés négativement corrélés à la durée de fonctionnement du capteur, cette durée a été intégrée dans le modèle final comme covariable. Cette corrélation était liée à un encrassement des capteurs ayant fonctionné plus de 20 heures (16 mesure).

2. RESULTATS

2.1. Caractéristiques des élevages enquêtés

Entre les 2 volets d'étude, on dénombre 14 bâtiments « perdus de vue » (6 en cages et 8 au sol) parce que les éleveurs ont cessé leur activité ou refusé la nouvelle visite. Quatre nouveaux bâtiments en cages aménagées et 8 volières ont été recrutés. De plus, 10 bâtiments ont remplacé leurs cages conventionnelles par des cages aménagées et un élevage en cages est passé en volière. De ce fait, 192 mesures de poussières ont été obtenues sur les 2 campagnes dont 87 dans des poulaillers en cages (34 poulaillers dont 19 en cages aménagées en 2011) et 105 en système alternatif (34 au sol et 11 en volière).

2.2. Influence du système d'élevage

Les taux de poussières observés dans les élevages alternatifs sont supérieurs à ceux observés dans les élevages en cages (tableau 1) et leur variabilité est plus importante. Le taux de poussière tend à être plus élevé ($P = 0,08$) lorsque des aménagements sont ajoutés dans les cages. En systèmes alternatifs, l'empoussièrément est supérieur dans les volières par rapport aux élevages au sol ($P < 0,01$).

2.3. Facteurs influençant le taux de poussières

Dans les élevages en cages, le taux de poussières augmente avec le nombre de poules par cage (tableau 2). Il est plus élevé dans les poulaillers où l'éleveur a mis en place un plan de lutte contre les poux rouges (traitement acaricide et/ou par un programme lumineux fractionné). Dans les élevages au sol (tableau 3), l'apport de litière en cours d'élevage accroît le taux de poussières mais cette pratique demeure rare (12% des lots suivis). L'augmentation de la température moyenne à l'intérieur du poulailler et de l'âge des poules contribuent à une hausse du taux de poussières.

3. DISCUSSION

Le système de logement des poules est le principal facteur influençant la concentration en poussières de l'air : elle est plus élevée et plus variable dans les systèmes alternatifs qu'en cages. Cette différence est reportée depuis longtemps (Takai et al. 1998, Nimmermark et al., 2009 ; Mostafa et al. 2011) mais les études récentes comme AIRPOUL montrent que la teneur en poussières demeure toujours supérieure dans les élevages alternatifs, même en comparaison de ceux en cages aménagées. Les volières ont présenté les concentrations les plus élevées en poussières. Au contraire, dans l'étude suédoise de Nimmermark et al. (2009), la concentration en poussières dans l'air des volières était plus de 3 fois inférieure à celle observée dans les élevages au sol. Ce résultat tendrait à prouver que la qualité de l'air dans les volières peut être améliorée, mais le faible nombre de volières étudiées dans AIRPOUL n'a pas permis de rechercher les facteurs pouvant influencer la qualité de l'air dans ce système.

Dans les élevages en cages, l'aménagement et surtout l'augmentation de la taille de groupe sont associés à un accroissement du taux de poussières. En effet, l'ajout de matériel tels que les perchoirs favorise les mouvements comme le battement d'aile et le toilettage des plumes (Reed et al., 1992). Il a été aussi démontré qu'augmenter le nombre de poules par cage aménagée, même à densité constante, stimule le perchage (Guinebretière et al 2011). L'augmentation de la taille de groupe, inhérente au passage à la cage aménagée, est donc favorable à la mobilité des poules et augmenterait ainsi le taux de poussières dans l'air. De même, la présence de poux rouges, à un niveau justifiant une lutte spécifique, provoque certainement une nervosité des animaux favorable à la mise en suspension des poussières (Kilpinen et al., 2005). Durant l'analyse univariée, on a pu aussi constater qu'un nombre important de distributions d'aliment par jour était associé à une diminution du taux de

poussières ambiant, indépendamment du système de distribution d'aliment : augmenter la fréquence des distributions permettrait de réduire la nervosité et les mouvements des poules au moment des repas.

La teneur élevée en poussières dans l'air des élevages au sol est souvent attribuée à la mise à disposition de litière. La présence d'un substrat n'a été effectivement constatée que dans un tiers des élevages : dans les autres bâtiments, le gisoir est recouvert seulement de fientes sèches. Si la présence d'un substrat à la mise en place des poulettes n'entraîne pas d'augmentation significative de la teneur en poussières de l'air, l'ajout de litière en cours de bande est associé à une détérioration de la qualité de l'air : il est probable que la couche de litière soit plus importante dans ces élevages mais cette pratique demeure très rare. Sur l'ensemble des mesures, les poules étaient âgées de 21 à 62 semaines ; les résultats montrent que le taux de poussières ambiant augmente avec l'âge des poules dans les élevages au sol. Ceci est vraisemblablement lié à une accumulation de poussières sédimentées au cours du temps, le nettoyage de la salle d'élevage étant difficile en présence des poules. Les poussières sédimentées peuvent être remises en suspension par les mouvements d'air, ceux des animaux et des interventions de l'éleveur. Ce phénomène est d'autant plus marqué que l'air est sec et chaud (Gustafsson, 2006) ce qui peut expliquer que le taux de poussières augmente avec la température dans ces élevages.

CONCLUSION

Le système de logement des poules a un fort impact sur la teneur en poussières de l'air, celle-ci étant plus élevée dans les élevages alternatifs. Dans les poulaillers au sol, limiter l'apport de substrat et pratiquer un nettoyage adéquat (aspiration) en cours de bande pourraient contribuer à limiter cet empoussièrment. Dans les élevages en cages, le passage aux cages aménagées, plus grandes, favorise la mobilité des poules et donc la mise en suspension des poussières. Il semble alors important de limiter au maximum les sources de perturbation des animaux. L'évolution actuelle des élevages vers des systèmes où l'empoussièrment de l'air est plus difficile à maîtriser justifie une sensibilisation accrue des éleveurs aux sources potentielles d'exposition élevée et aux moyens de s'en protéger.

L'étude AIRPOUL 3, menée par l'Unité Mixte Technologique SANIVOL, a été financée par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt dans le cadre des projets CAS DAR de recherche finalisée et d'innovation 2009. Les auteurs remercient les organisations de production et les éleveurs pour leur participation à ce projet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Guinebretière M., Huonnic D., Huneau-Salaün A. & Michel V., 2011. Neuvièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours.
- Gustafsson G. & Von Wachenfelt E., 2006. Agricultural Engineering International, VIII, 1-11.
- Kilpinen, O., A. Roepstorff, A. Permin, G. Norgaard N., L. G. Lawson & Simonsen H. S, 2005. Br. Poult. Sci. (46) 26-34.
- Kirychuck S., Dosman J. A., Reynolds S. J., Willson P., Senthilselvan A., Feddes J. J. R., Classen H. & Guenter W., 2006. J. Occup. Environ. Med. (48) 741-748.
- Mostafa E. & Buescher W., 2011. Biosys. Engin. (109) 22-36.
- Nimmermark S., Lund V., Gustafsson G. & Eduard W., 2009. Ann Agric Environ Med (16) 103-113.
- Radon K., Danuser B., Iversen M., Jörres R., Monso E., Opravil U., Weber C., Donham K. J. & Nowak D., 2001. Eur. Respir. J. (17) 747-754.
- Reed H. J. & Nicol C. J., 1992. Br. Vet. J. (148) 529-534.
- Takai H., Pedersen S., Johnsen J. O., Metz J. H. M., Groot Koerkamp P. W. G., White R. P., Hartung J., Seedorf J., Schröder M., Linkert K. H. & Wathes C. M., 1998. J. Agric. Enging. Res. (70) 59-77.
- Whyte, R. T., 1993. World Poult. Sci. J. (49) 139-145.

Tableau 1. Concentration aérienne en poussières alvéolaires en fonction du système d'élevage (192 mesures)

		n	Moyenne ± écart-type	IC 95%
CAGE	Cage conventionnelle	52	0,114 ± 0,076	[0,093-0,135]
	Cage aménagée	35	0,146 ± 0,088	[0,116-0,176]
	Totalité cage	87	0,130 ± 0,082	[0,109-0,144]
ALTERNATIF	Sol	91	0,367 ± 0,253	[0,315-0,420]
	Volière	15	1,193 ± 0,683	[0,799-1,587]
	Totalité alternatif	106	0,477 ± 0,440	[0,392-0,562]

IC 95% : Intervalle de Confiance de la moyenne à 95%

Tableau 2. Facteurs influençant le taux aérien de poussières alvéolaires dans les élevages en cages

Variables	LMS±ET / Coefficient ± ET	p
Nombre poules / cage		
[4-10[	0,089±0,0004	0,01
[10-60]	0,136±0,0003	
Lutte contre les poux rouges		
Oui	0,133±0,0004	0,02
Non	0,091±0,0003	
Durée mesures (1 h)	-0,0006±0,0001	0,01

LMS : Least Mean Square, ET : Erreur Type, Coefficient: coefficient de la droite de régression

Tableau 3. Facteurs influençant le taux aérien de poussières alvéolaires dans les élevages au sol

Variables	LMS±ET / Coefficient ± ET	p
Apport de litière en cours de bande		
Oui	0,474±0,003	0,03
Non	0,301±0,003	
Température moyenne dans le poulailier (+2°C)	0,0011±0,0002	0,03
Age des poules (+10 semaines)	0,0015±0,0001	0,01
Durée mesures (+1 h)	-0,0002±0,0001	0,01

LMS : Least Mean Square, ET : Erreur Type, Coefficient: coefficient de la droite de régression