



HAL
open science

Qualité de l'air dans les couvoirs : quel impact sur la santé des salariés ?

Stephan Yauschew-Raguenes

► **To cite this version:**

Stephan Yauschew-Raguenes. Qualité de l'air dans les couvoirs : quel impact sur la santé des salariés ?. Médecine humaine et pathologie. 2013. dumas-01030823

HAL Id: dumas-01030823

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01030823>

Submitted on 22 Jul 2014

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.

UNIVERSITE DE BREST - BRETAGNE OCCIDENTALE

Faculté de Médecine

Année 2013

N°

**THESE DE
DOCTORAT en MEDECINE**

DIPLOME D'ETAT

par

Mr YAUSCHEW-RAGUENES STEPHAN

Né le 07 septembre 1980 à NUREMBERG

Présentée et soutenue publiquement le 15 Octobre 2013

**QUALITE DE L'AIR DANS LES COUVOIRS :
QUEL IMPACT SUR LA SANTÉ DES SALARIÉS ?**

Président Monsieur le Professeur Dewitte Jean-Dominique

**Membres du jury Monsieur le Professeur Couturaud Francis
 Monsieur le Professeur Leroyer Christophe
 Monsieur le Docteur Wavelet Eric**

UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE
FACULTE DE MEDECINE ET
DES SCIENCES DE LA SANTE BREST

DOYENS HONORAIRES :	Professeur H.H. FLOCH Professeur G. LE MENN Professeur B. SENECAIL Professeur J.M. BOLES Professeur Y. BIZAIS (†) Professeur M. DE BRAEKELEER
DOYEN	Professeur C. BERTHOU

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers de classe exceptionnelle

BOLES Jean-Michel	Réanimation Médicale
FEREC Claude	Génétique
GARRE Michel	Maladies Infectieuses
MOTTIER Dominique	Thérapeutique

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers de 1ère classe

ABGRALL Jean-François	Hématologie, transfusion
BOSCHAT Jacques	Cardiologie
BRESSOLLETTE Luc	Médecine vasculaire
COCHENER-LAMARD Béatrice	Ophtalmologie
COLLET Michel	Gynécologie-obstétrique
De PARSCAU du PLESSIX Loïc	Pédiatrie
DE BRAEKELEER Marc	Génétique
DEWITTE Jean-Dominique	Médecine et santé au travail
FENOLL Bertrand	Chirurgie infantile
GOUNY Pierre	Chirurgie vasculaire
JOUQUAN Jean	Médecine Interne
KERLAN Véronique	Endocrinologie, diabète et maladies

	métaboliques
LE JEUNE Benoist	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
LEFEVRE Christian	Anatomie
LEHN Pierre	Biologie cellulaire
LE MEUR Yannick	Néphrologie
LE NEN Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LEROYER Christophe	Pneumologie
LOZAC'H Patrick	Chirurgie digestive
MANSOURATI Jacques	Cardiologie
OZIER Yves	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
REMY-NERIS Olivier	Médecine physique et de réadaptation
ROBASZKIEWICZ Michel	Gastroentérologie, hépatologie
SENECAIL Bernard	Anatomie
SIZUN Jacques	Pédiatrie
TILLY-GENTRIC Armelle	Gériatrie et biologie du vieillissement

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers de 2ème classe

BAIL Jean-Pierre	Chirurgie digestive
BERTHOU Christian	Hématologie, transfusion
BEZON Eric	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BLONDEL Marc	Biologie cellulaire
BOTBOL Michel	Psychiatrie infantile
CARRE Jean-Luc	Biochimie et biologie moléculaire
COUTURAUD Francis	Pneumologie
DAM HIEU Phong	Neurochirurgie
DEHNI Nidal	Chirurgie générale (délégation -2 ans)
DELARUE Jacques	Nutrition
DEVAUCHELLE-PENSEC Valérie	Rhumatologie
DUBRANA Frédéric	Chirurgie orthopédique et traumatologique
FOURNIER Georges	Urologie
GILARD Martine	Cardiologie
GIROUX- METGES Marie-Agnès	Physiologie
HU Weiguo	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique

	, brûlologie
LACUT Karine	Thérapeutique
LE GAL Grégoire	Médecine interne
LE MARECHAL Cédric	Génétique
L'HER Erwan	Réanimation médicale
MARIANOWSKI Rémi	Oto-rhino-laryngologie
MISERY Laurent	Dermato-vénérologie
NEVEZ Gilles	Parasitologie
NONENT Michel	Radiologie et imagerie médicale
NOUSBAUM Jean-Baptiste	Gastroentérologie, hépatologie
PAYAN Christopher	Bactériologie-virologie
PRADIER Olivier	Cancérologie ; radiothérapie
RENAUDINEAU Yves	Immunologie
RICHE Christian	Pharmacologie fondamentale
SALAUN Pierre-Yves	Biophysique et médecine nucléaire
SARAUX Alain	Rhumatologie
STINDEL Eric	Biostatistiques, informatique et technologies de communication
TIMSIT Serge	Neurologie
VALERI Antoine	Urologie
WALTER Michel	Psychiatrie d'adultes

Professeur des Universités en surnombre

Professeur BLANC Jean-Jacques	Cardiologie
Professeur CENAC Arnaud	Médecine interne

Professeurs associés

Professeur LE RESTE Jean-Yves	Médecine Générale
-------------------------------	-------------------

Professeurs Emérites

Professeur BARRA Jean-Aubert	Chirurgie Thoracique et cardiovasculaire
Professeur LAZARTIGUES Alain	Pédopsychiatrie

MAÎTRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS
--

Hors classe

ABALAIN-COLLOC Marie-Louise	Bactériologie-virologie
AMET Yolande	Biochimie et biologie moléculaire
LE MEVEL Jean-Claude	Physiologie
LUCAS Danièle	Biochimie et biologie moléculaire
RATANASAVANH Damrong	Pharmacologie Fondamentale
SEBERT Philippe	Physiologie

1ère classe

ABALAIN Jean-Hervé	Biochimie et biologie moléculaire
AMICE Jean	Cytologie et histologie
CHEZE-LE REST Catherine	Biophysique et médecine nucléaire
DOUET-GUILBERT Nathalie	Génétique
JAMIN Christophe	Immunologie
MIALON Philippe	Physiologie
MOREL Frédéric	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PERSON Hervé	Anatomie
PLEE-GAUTIER Emmanuelle	Biochimie et biologie moléculaire
UGO Valérie	Hématologie, transfusion
VALLET Sophie	Bactériologie-virologie
VOLANT Alain	Anatomie et cytologie pathologiques

2ème classe

DELLUC Aurélien	Médecine interne
DE VRIES Philine	Chirurgie pédiatrique
HILLION Sophie	Immunologie
LE BERRE Rozenn	Maladies infectieuses
LE GAC Gérald	Génétique
LODDE Brice	Médecine et santé au travail
QUERELLOU Solène	Biophysique et médecine nucléaire
SEIZEUR Romuald	Anatomie Neurochirurgie

MAITRES DE CONFERENCES-CHAIRE INSERM

MIGNEN Olivier	Physiologie
----------------	-------------

MAITRES DE CONFERENCES

AMOUROUX Rémy	Psychologie
HAXAIRE Claudie	Sociologie-démographie
LANCIEN Frédéric	Physiologie
LE CORRE Rozenn	Biologie cellulaire
MONTIER Tristan	Biochimie et biologie moléculaire
MORIN Vincent	Electronique et informatique

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE MI-TEMPS

BARRAINE Pierre	Médecine générale
LE FLOC'H Bernard	Médecine générale
NABBE Patrice - Médecine générale	

AGREGES DU SECOND DEGRE

MONOT Alain	Français
RIOU Morgan	Anglais

septembre 2013

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur DEWITTE,

Vous nous faites l'honneur et le plaisir d'accepter la présidence de notre thèse.
Merci de l'intérêt que vous avez manifesté pour ce travail dès notre première
rencontre.
Nous vous prions de trouver ici l'expression de notre très respectueuse gratitude.

A Monsieur le Professeur COUTURAUD et Monsieur le Professeur LEROYER,

Merci d'avoir accepté si promptement de faire partie du jury et de juger ce travail.
Nous vous prions de trouver ici l'expression de notre sincère reconnaissance.

A Monsieur le Docteur WAVELET,

Merci pour votre implication, votre patience, votre intérêt pour ce projet,
Merci de m'avoir si bien accompagné et soutenu dans la réalisation de ce projet.
En témoignage de notre profonde estime et de nos sincères remerciements.

A ma femme Julie, qui m'a soutenu et supporté tout au long de ce travail que je n'aurais jamais pu réaliser sans elle.

A ma belle-mère Yvette, pour sa patience, son savoir et son aide sans aucune commune mesure.

A Clémence, sans qui ce travail ne serait pas aussi abouti.

A mes parents, parce que sans vous je ne serais rien, j'espère ne jamais vous décevoir.
Spéciale dédicace à mon père qui m'a montré la voie, puissé-je un jour être aussi bon praticien que toi.

Aux accouveurs, sans qui ce travail n'aurait pu se faire : merci de nous avoir accueillis sur le terrain.

A l'ITAVI, pour le partenariat très enrichissant que nous avons mis en place.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS.....	11
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	12
INTRODUCTION.....	13
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	14
1. Le processus d'accoupage.....	14
1.1. Définition.....	14
1.2. Agencement et organisation des secteurs fonctionnels.....	15
1.3. Les étapes de fonctionnement dans un couvoir.....	16
1.3.1. Transport et réception des œufs à couvrir.....	16
1.3.2. L'incubation.....	16
1.3.3. Le mirage.....	16
1.3.4. Le transfert.....	16
1.3.5. L'éclosion.....	16
1.3.6. Tri et sortie des poussins.....	17
2. Les Poussières.....	18
2.1. Définition légale de la poussière.....	18
2.2. Réglementation sur l'exposition aux poussières.....	19
2.3. Composition et concentration des poussières en aviculture.....	19
2.4. Les poussières en aviculture vectrices de micro-organismes.....	19
2.5. Les techniques de maîtrise des concentrations de poussières.....	20
2.5.1. Taux de ventilation.....	20
2.5.2. Filtration et épuration de l'air.....	21
2.5.3. Précipitation électrostatique et ionisation négative.....	21
3. Exposition de l'homme.....	22
3.1. Structure de l'appareil respiratoire.....	22
3.2. Pénétration et dépôt des particules.....	22
3.3. Réactions de l'organisme à l'inhalation et symptômes.....	23
3.4. Pathologies respiratoires liées aux poussières.....	23
3.5. La poussière génératrice de maladies professionnelles en aviculture.....	25
4. Rôle de la MSA dans la surveillance des salariés.....	26
MATERIELS ET METHODES.....	27
1.Type d'étude.....	27
2. Population d'étude.....	27

3. Recueil et analyses des données.....	27
3.1 Caractéristiques des couvoirs.....	27
3.2 Caractérisation des poussières.....	27
3.2.1. Mesure du taux d'empoussièrement ambiant.....	27
3.2.2. Mesure du taux de poussières inhalées par les salariés.....	28
3.2.3 Composition en micro-organismes.....	28
4. Données de santé.....	29
4.1. Symptômes et maladies respiratoires.....	29
4.2. Fonction respiratoire.....	29
4.3 Protection des salariés.....	29
5. Traitement des données.....	29
5.1. Saisie des données.....	29
5.2. Description des données.....	30
5.3. Analyses statistiques des données d'exposition individuelle et des données de santé.....	30
RESULTATS ET DISCUSSION.....	31
1. Caractéristiques des couvoirs enquêtés.....	31
2. Caractérisation de la poussière.....	31
2.1. Description des taux de poussière ambiante.....	31
2.2. Description de la concentration ambiante en micro-organismes.....	32
2.3. Relation entre les concentrations de poussières ambiantes et de micro-organismes.....	33
2.4. Les facteurs de couvoir influençant le taux de poussières ambiantes.....	34
3. Résultats des données d'exposition individuelle et des données de santé.....	35
3.1. Caractéristiques générales de la population d'étude.....	35
3.2. Protection de la population d'étude.....	36
3.3. Description de l'état de santé des salariés.....	37
3.3.1. Symptômes et maladies respiratoires.....	37
3.3.1.1. Prévalences.....	37
3.3.1.2. Typologie des symptômes.....	39
3.3.2. Fonction pulmonaire.....	40
3.3.3. Relation entre santé respiratoire et exposition aux poussières	41
CONCLUSION.....	43
ANNEXES.....	44
BIBLIOGRAPHIE.....	54

LISTE DES ABREVIATIONS

AFCM :Analyse factorielle des correspondances multiples
CAP : capteur ambiant de poussières
CIP: Capteur individuel de poussières
CHU: Centre hospitalier universitaire
CVF: Capacité vitale forcée
DEMM: Débit expiratoire maximal médian
DEM : Débit expiratoire maximal
DEP: Débit expiratoire de pointe
ECHRS : European community health respiratory survey
EFR : Exploration fonctionnelle respiratoire
FAMT : Flore aérobie mésophile totale
INPES : Institut national de prévention et d'éducation pour la santé
INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques
INVS : Institut de veille sanitaire
IRDES : Institut de recherche et documentation en économie de la santé
ITAVI : Institut technique de l'aviculture
MSA : Mutualité sociale agricole
OAC : Œuf à couver
SAS : Statistical analysis systeme
SPVA : Syndrome des petites voies aériennes
TVO : Trouble ventilatoire obstructif
UFC : Unité formant une colonie
VA : Voies aériennes
VEMS:Volume expiratoire maximum seconde

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : La filière accoupage.....	14
Figure 2 : Organisation des secteurs dans un couvoir.....	15
Figure 3 : Systèmes de ventilation dynamique, centrale et hotte d'aspiration, couloir à duvets	15
Figure 4 : Salle de stockage des œufs à couvrir, incubateurs, mirage.....	16
Figure 5 : Chariot d'éclosion, poussins éclos.....	17
Figure 6 : Tri des poussins, chargement en camion de livraison.....	17
Figure 7 : Etapes de fonctionnement d'un couvoir.....	18
Figure 8 : Les particules de poussières et l'appareil respiratoire.....	23
Figure 9 : Production de volaille des couvoirs enquêtés.....	27
Figure 10 : Capteur d'ambiance, capteur de poussières inhalables, de poussière alvéolaires....	28
Figure 11 : Capteurs portés par un salarié, cassette après prélèvement.....	28
Tableau 1 : Concentrations moyennes en poussières totales, inhalables et alvéolaires dans les zones d'éclosions et d'incubations.....	31
Figure 12 : Corrélation entre les poussières inhalables et alvéolaires.....	32
Figure 13 : Concentrations en bactéries.....	32
Figure 14 : Concentrations en champignons.....	32
Figure 15 : Corrélation entre la teneur FAMT et le taux de poussières totales.....	33
Figure 16 : Corrélation entre la teneur FAMT et le taux de poussières inhalables.....	33
Figure 17 : Corrélation entre la teneur en entérocoques et le taux de poussières totales.....	33
Figure 18 : Corrélation entre la teneur en Aspergillus Fumigatus et le taux de poussières totales.....	33
Figure 19 : Impact des filtres aux entrées d'air sur la quantité de poussières inhalables.....	34
Figure 20 : Impact des filtres aux entrées d'air sur la quantité de poussières alvéolaires.....	34
Tableau 2 : Caractéristiques générales des salariés.....	35
Tableau 3 : Ancienneté et nombre d'heures d'exposition des salariés en zone d'éclosion.....	35
Figure 21 : Protection des salariés.....	36
Tableau 4 : Données de santé des salariés.....	37
Figure 22 : AFCM des axes 1 et 2.....	39
Figure 23 : AFCM des axes 2 et 3.....	39
Tableau 5 : Description des indices EFR.....	40
Tableau 6 : Résultats des EFR	40

INTRODUCTION

Les maladies respiratoires sont reconnues comme la première cause de mortalité liée au travail (Lyngtveit et *al*, 1997)[1]. Plus particulièrement l'exposition aux poussières organiques est l'un des risques les plus importants dans les productions animales (Abadia et *al*, 2003)[2].

En effet certains composants de la poussière peuvent être biologiquement actifs et causer des réactions d'hypersensibilité ainsi que des maladies respiratoires telles que des rhinites, de l'asthme, des alvéolites extrinsèques.

Ces composants peuvent également induire un syndrome chronique des poussières organiques ainsi que des bronchites chroniques (Nimmermark et *al*, 2009)[3].

De nombreuses études épidémiologiques ont montré une prévalence accrue des symptômes respiratoires ainsi que des changements défavorables de la fonction pulmonaire chez les ouvriers avicoles (Nimmermark et *al*, 2009 ; Skorska et *al*, 2007 ; Banhazi et *al*, 2008 ; Rimal et *al*, 2010 ; Martin et Jäckel, 2011)[3,4,5,6,7]. Skorska et *al*, indiquaient que près de la moitié des employés de couvoirs travaillant en secteur éclosion avaient signalé des symptômes respiratoires, de la conjonctivite et des problèmes de peau associés aux travaux réalisés principalement lors de l'enlèvement des poussins. De même Martin et Jäckel (2011)[7] ont montré que l'inhalation d'air par les travailleurs en couvoir de palmipèdes au tri des canetons aboutissait à un déclin de leur fonction pulmonaire.

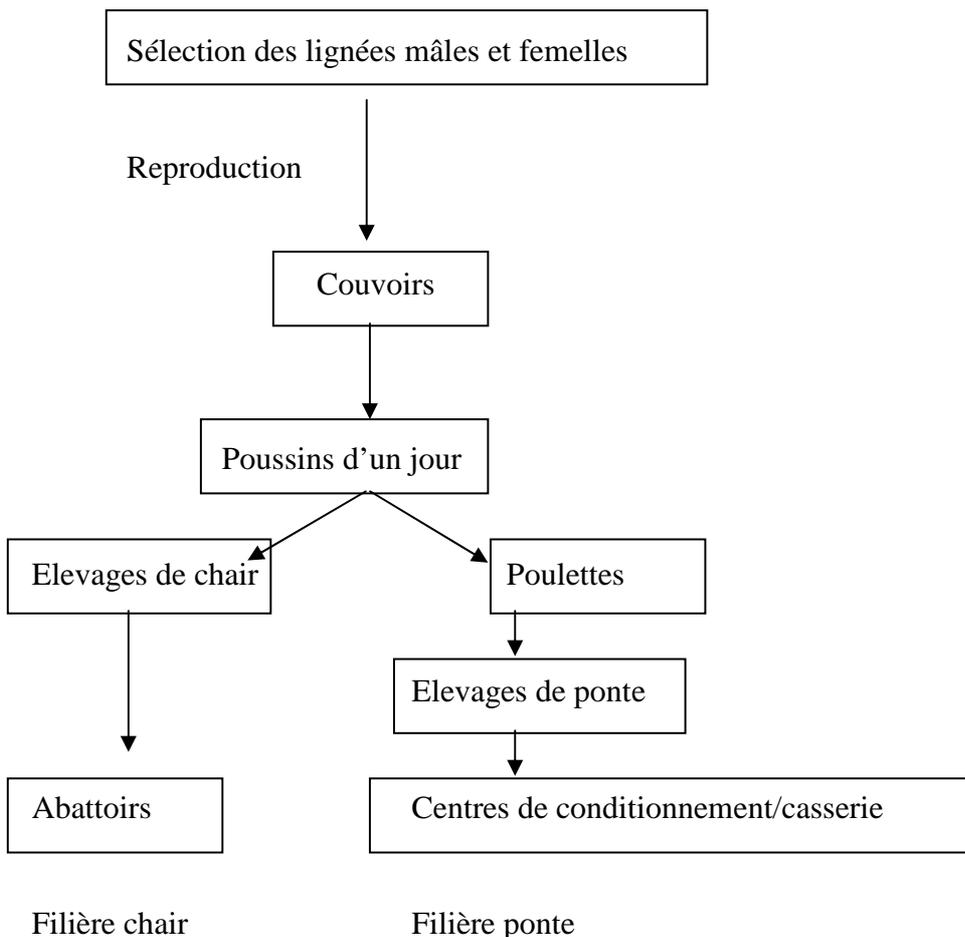
Dans ce contexte cette thèse a pour objectif de caractériser l'impact de l'exposition aux poussières des salariés de couvoir sur les symptômes respiratoires. Ce travail d'évaluation des risques, réalisé en collaboration avec les médecins de la Mutualité Sociale Agricole, devrait permettre d'accompagner les salariés dans une démarche de protection et de prévention collective et individuelle.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Le processus d'accoupage

1.1. Définition

L'accoupage consiste à incuber des œufs fécondés ou œufs à couver (OAC) dans un incubateur puis un éclosoir afin de produire des poussins d'un jour destinés à la production de poulet de chair ou de poules pondeuses en fonction de leur souche. Le couvoir est l'unité de production des poussins d'un jour et constitue un maillon fondamental dans la filière avicole, depuis la collecte des œufs à couver en exploitation d'animaux reproducteurs jusqu'à la vente des poussins éclos aux éleveurs de volailles [8]. Or, l'évolution rapide de la production et sa concentration ont eu pour conséquence d'augmenter de façon sensible les risques sanitaires et économiques notamment en productions avicoles, d'où l'importance d'une maîtrise sanitaire absolue en amont, c'est-à-dire au niveau du maillon accoupage, car elle va conditionner la qualité sanitaire de l'ensemble de la filière. L'hygiène au couvoir est conditionnée par trois impératifs : prévenir la pénétration des agents pathogènes dans le couvoir, éviter les risques de contamination croisée et inhiber la multiplication des agents pathogènes [9].



Filière chair

Filière ponte

Figure 1 : La filière accoupage

1.2. Agencement et organisation des secteurs fonctionnels

Structurellement, le couvoir est divisé en deux zones : une zone « propre » ou exempte de duvet, incluant les salles de réception, de tri et de stockage des œufs, le préchauffage et l'incubation ; et une zone dite « sale » ou zone duvet, incluant les salles des éclosiers, de tri, d'expédition et de désinfection du matériel. L'agencement du couvoir doit permettre une séparation étanche des deux zones ainsi qu'une circulation en sens unique de la zone propre vers la zone sale de tous les flux : matériel, personnel, air, eau, déchets, dans le but d'éviter tout entrecroisement entre des entités de statut sanitaire différent [9].

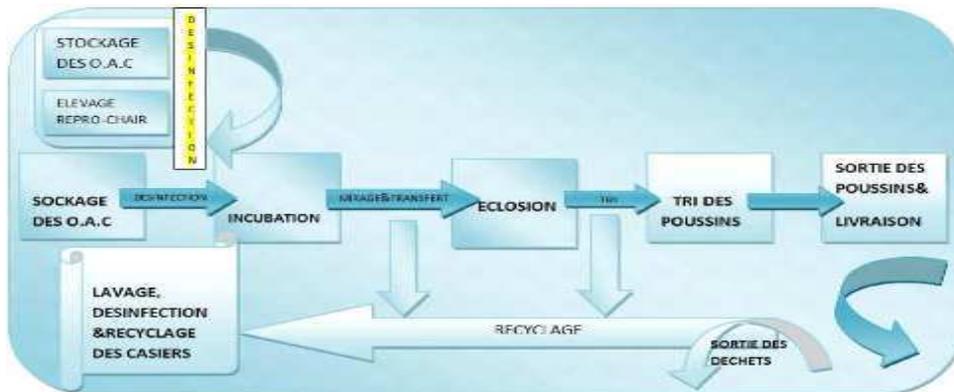


Figure 2: Organisation des secteurs dans un couvoir

La ventilation est un process fondamental dans la structure du couvoir, car elle doit être conçue pour permettre de limiter tout risque d'introduction de l'air extérieur contaminé et éviter la dissémination des agents pathogènes dans les différentes zones. Les pressions d'air entre les zones doivent assurer un différentiel de pression permettant un mouvement d'air des secteurs propres vers les secteurs sales. La plupart des couvoirs sont équipés d'un système de ventilation dynamique permettant d'assurer un renouvellement efficace de l'air dans les salles. La présence de systèmes de filtration aux entrées d'air permet d'éviter le recyclage d'air vicié.



Figure 3 : système de ventilation dynamique, centrale et hotte d'aspiration, couloir à duvet

Certains couvoirs sont équipés de systèmes de récupération du duvet dans le but de diminuer la charge ambiante en poussière : filtration par hotte d'aspiration, couloir à duvet, centrale d'aspiration.

1.3. Les étapes de fonctionnement dans un couvoir

1.3.1. Transport et réception des œufs à couver

Les œufs à couver sont acheminés de l'élevage au couvoir après la ponte. Leur intégrité physique doit être respectée de façon à éviter la formation de fissures qui fourniraient des points d'entrée pour les microorganismes [9]. A leur arrivée au couvoir les œufs subissent un tri (intégrité physique de la coquille, propreté) puis une désinfection, ayant pour but d'éviter une contamination par les germes pathogènes notamment *aspergillus* et *salmonelles*. Ils sont ensuite identifiés par numéro de troupeau et date de ponte afin de permettre une traçabilité optimale. Les œufs sont ensuite stockés dans des locaux appropriés avant la mise en incubation.

1.3.2. L'incubation

L'incubation correspond à la période de développement embryonnaire du poussin dans des incubateurs, machines reproduisant les conditions de développement fœtal et permettant la transformation des œufs à couver. La température et l'hygrométrie y sont étroitement contrôlées afin d'optimiser le potentiel génétique ainsi que le développement embryonnaire.

1.3.3. Le mirage

Au septième jour d'incubation, les œufs sont mirés de façon manuelle ou automatique à l'aide d'une source lumineuse, de façon à contrôler par transparence que l'embryon se développe normalement. Les œufs clairs, micro-fêlés et les embryons morts sont écartés car ils constituent une source de pollution bactériologique et donc de contamination potentielle.



Figure 4: salle de stockage des œufs à couver, incubateurs, mirage

1.3.4. Le transfert

Au 18^{ème} - 19^{ème} jour d'incubation, les œufs sont placés sur les casiers d'éclosion et transférés en éclosoirs.

1.3.5. L'éclosion

L'éclosion des poussins à partir des œufs à couver se fait en éclosoir ou compartiment étanche à température et hygrométrie contrôlées. L'objectif des couvoirs est d'optimiser le

pourcentage d'éclosion et de réduire au maximum la fenêtre d'éclosion qui conditionne l'uniformité des poussins et les performances des lots.



Figure 5 : chariot d'éclosion, poussins éclos

1.3.6. Tri et sortie des poussins

A la suite de l'éclosion, les poussins sont triés de façon à éliminer les poussins non viables ou non-conformes, et à homogénéiser les lots de poussins d'un jour. Ils sont comptés, identifiés, et subissent en fonction de la demande du client, un débecquage, une vaccination ou un sexage avant, d'être stockés et acheminés en élevage.

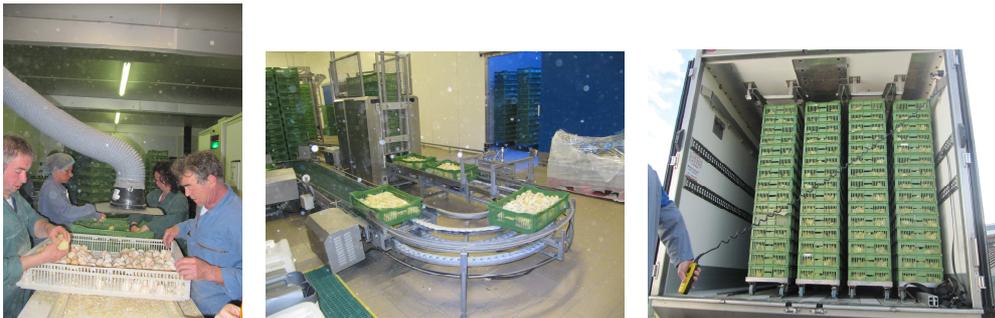


Figure 6: tri des poussins, chargement en camion de livraison

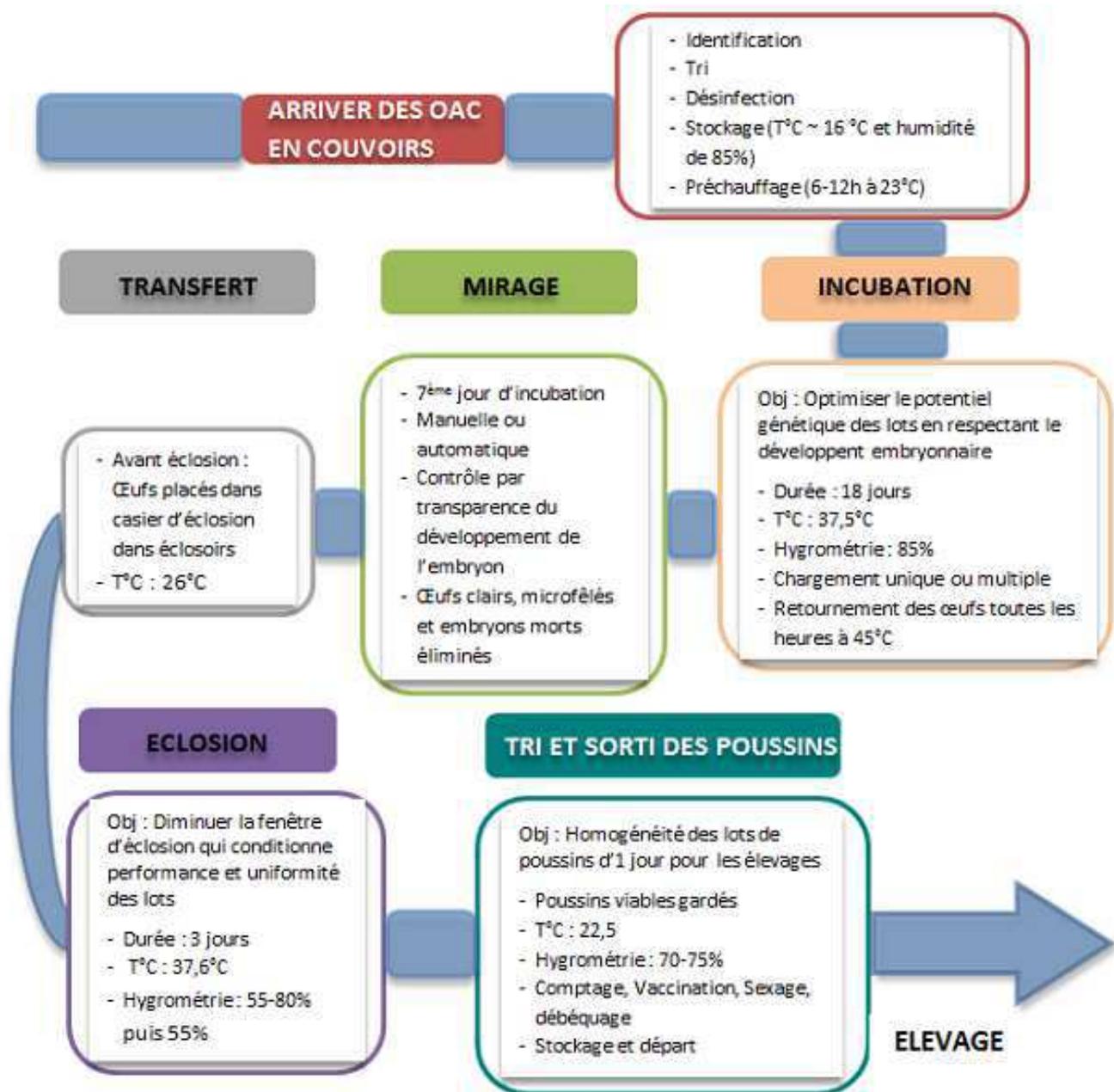


Figure 7: Étapes de fonctionnement d'un couvoir

2. Les poussières

2.1. Définition légale de la poussière

L'article R4222-3 du code du travail définit une poussière comme «une particule solide d'un diamètre aérodynamique au plus 100 micromètres dont la vitesse de chute dans les conditions normales de température, est au plus égale à 0,25 mètre par seconde». La poussière est caractérisée par 3 facteurs: le type de particule et leur source, le nombre ou la concentration des particules, la taille des particules [10].

On distingue différents types de poussières en fonction de leur taille : les poussières totales, d'un diamètre compris entre 10 et 100 µm, et qui sont retenues au niveau des fosses nasales,

les poussières inhalables, d'un diamètre compris entre 5 et 10 μm , qui pénètrent dans la trachée, les bronches et les bronchioles, et les poussières alvéolaires, d'un diamètre inférieur à 5 μm , qui se déposent au niveau des alvéoles pulmonaires.

2.2. Réglementation sur l'exposition aux poussières

La réglementation fixe des valeurs limites d'exposition au-delà desquelles le taux de poussières ambiant est susceptible d'affecter la santé du travailleur. Dans les locaux de pollution spécifique (où des substances dangereuses ou gênantes sont émises), les concentrations moyennes de poussières totales, inhalables et alvéolaires de l'atmosphère inhalées par une personne et évaluées sur une période de 8 heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10, 10 et 5 mg/m^3 d'air (Article R. 4222-10 du code du travail).

Il n'existe pas de réglementation spécifique au milieu avicole, toutefois certaines études en élevage avicole ont permis d'évaluer des concentrations seuils spécifiques à ces types de structures [11,3] et proposent respectivement des concentrations maximales acceptables de 6 mg/m^3 , 2,4 mg/m^3 , et 5 mg/m^3 en élevage de volaille.

2.3. Composition et concentration des poussières en aviculture

Dans les poulaillers, les principaux composants de la poussière sont les résidus alimentaires, les matières fécales, les plumes et les épidermes [3,5,12]. Dans les couvoirs, la poussière est constituée de fines particules aériennes que l'on retrouve en suspension dans l'air en salle d'éclosion ou en salle de tri lors des manipulations des animaux éclos, majoritairement composées de duvet.

En France, la production céréalière, l'élevage confiné de porcs ou de volailles, et la production laitière sont des situations d'exposition intense aux particules organiques [13]. Différents auteurs s'accordent à dire que les concentrations massiques de poussières enregistrées en aviculture sont comprises entre 0,35 et 28,5 mg/m^3 pour tous les types de productions confondus. Or, les concentrations élevées de particules en suspension dans les bâtiments de volailles sont susceptibles d'affecter la durabilité environnementale, l'efficacité de production, la santé et le bien-être des oiseaux [14].

Par ailleurs, en élevage, la concentration de poussières est plus élevée dans les bâtiments statiques que dynamiques [15]. Le taux d'humidité de la litière, l'hygrométrie, le taux de renouvellement d'air influenceraient également la concentration de poussières [15].

2.4. Les poussières en aviculture vectrices de microorganismes

La poussière en élevage et en couvoir contient notamment des virus, des bactéries, des toxines bactériennes, des champignons, des spores de champignons, des parasites et des allergènes protéiques [5]. Ces agents peuvent être disséminés dans les différentes zones de travail en aérosol ou sous forme particulaire, les micro-organismes aéroportés étant souvent attachés aux particules de poussières [3].

Bakutis et *al.*, (2004)[16] ont observé une contamination microbienne importante dans les élevages de volailles où le nombre moyen de microbes et de bactéries GRAM négatif seraient 1,3 à 2,5 fois plus élevés que dans les porcheries et 1,6 à 1,9 fois plus élevés que dans les élevages de bovins. Nimmermark et *al.*, (2009)[3] obtiennent également de fortes concentrations bactériennes avec des échantillons contenant 10^7 - 10^8 ufc/m³, et indiquent que les concentrations moyennes en flore totale aérobie dans les élevages suivent la même évolution que le niveau d'empoussièremment. Selon Rimac et *al.*, (2010)[6] les niveaux d'exposition aux champignons seraient de $4,9.10^3$ à $6,8.10^4$ ufc/m³. Les espèces dominantes (*Penicillium*, *Mucor* et *Aspergillus*) ont été considérées par d'autres auteurs comme les espèces de champignons les plus répandues dans ce milieu professionnel.

Jusqu'à présent très peu d'études ont été réalisées dans les couvoirs, on ne dispose donc que de peu de données sur les risques associés à l'exposition aux polluants atmosphériques nocifs dans ces structures [4]. Cependant, certains chercheurs ont mené des études sur la contamination des duvets par des microorganismes [8].

Nichols and Leaver (1967)[17] ont observé que le duvet prélevé au moment de l'éclosion était composé de 58% de bactéries totales, 9% de coliformes et 3% de champignons, avec des seuils de contamination de l'ordre de 10^6 ufc/g. Martin et Jäcken (2011)[7] vont dans ce sens en obtenant des concentrations de bactéries aéroportées allant de 6.10^1 à 7.10^7 ufc/m³ suivant les milieux de culture. De même, Magwood (1964)[18] a conclu que ces échantillons étaient fortement contaminés et que cette contamination pouvait être plus ou moins élevée en fonction du lieu où l'échantillon d'air était prélevé ainsi qu'en fonction du nettoyage et de la désinfection. Une série d'études réalisées sur 15 ans par un groupe de l'institut de l'Agriculture et de la Médecine à Lublin [19,20,21] montre également de fortes concentrations de poussières et de bactéries dans l'air des éclosiers de poussins et de canetons. De plus, selon Skorska (2007)[4], les micro-organismes de surface des œufs à couver peuvent être facilement disséminés dans l'éclosier par des mouvements d'air pendant l'éclosion, et engendrer une contamination horizontale des poussins. Par ailleurs, le duvet constitue la source principale de contamination bactérienne et permet d'évaluer l'état d'hygiène d'un couvoir [22,23].

2.5. Les techniques de maîtrise des concentrations de poussière

2.5.1. Taux de ventilation

Une augmentation du taux de ventilation permet une réduction de la concentration de poussières totales relativement limitée en raison de l'importance de la décantation de la poussière [24]. Une ventilation de purge (taux de ventilation très élevé sur une courte période de temps) peut être plus efficace en produisant une diminution temporaire de la concentration de particules [14,25]. En minutant cette purge, les travailleurs pourraient être exposés à des concentrations de poussières moins élevées durant certaines tâches [25].

2.5.2. Filtration et épuration de l'air

La biofiltration constitue une méthode biologique permettant la capture de particules en suspension pour limiter le rejet d'agents biologiques dans l'air. L'air sortant du biofiltre contiendrait moins d'aérosols et de particules que l'air d'entrée avec un rendement de dépoussiérage d'environ 85%. Toutes les études réalisées à ce jour ont montré que les performances du biofiltre dépendaient du choix du filtre quel que soit le contaminant qui doit être éliminé : selon Tymczynna et *al.*, (2007)[12], le milieu avec halloysite serait le plus efficace (81,6% d'efficacité pour la poussière et 99,6% pour les bactéries GRAM négatives). Carpenter et *al.*, (1986)[26] ont également montré une réduction du nombre de bactéries et des niveaux de poussières d'environ de moitié par rapport à une pièce non traitée. L'épurateur d'air utilisé dans une étude par Ellen et *al.*, (2010)[27] a donné une réduction moyenne de poussières fines de 62% ce qui est conforme à une étude théorique sur l'évaluation des effets de la vitesse de l'air, de la masse des particules et de leur temps de séjour dans l'épurateur.

2.5.3. Précipitation électrostatique et ionisation négative

La précipitation électrostatique nettoie l'air par transfert d'une forte charge électrostatique à la poussière et aux microorganismes sous forme d'aérosols, et collecte les particules chargées du sol ou des surfaces. Mitchell et Waltman (2003) [28] ont obtenu en couvoir des réductions de poussières aéroportées de 77 à 79%, d'entérobactéries de 93 à 96% et de Salmonelles de 33 à 83%. De même, en élevage de poules pondeuses en cages, Bailey et *al.*, (2000)[29] ont montré une réduction de la quantité de poussières produites dans une salle de poules pondeuses en cages d'environ 52%. Le système a également réduit le nombre de Salmonella *enteritidis* de 96,5%. Richardson et *al.*, (2003)[14] ont trouvé également des réductions du nombre de bactéries GRAM négatifs aéroportées par rapport à une pièce témoin.

Le système d'ionisation négative émet des ions négatifs à partir de brosses en fibres de carbone montées sur fil d'acier, permettant aux particules de poussières en suspension, en général de charges positives, d'acquérir une charge négative et d'être ainsi isolées de l'air par attraction électrostatique. L'effet de l'ionisation dans l'étude de Lyngtveit et Eduart (1977)[1] a permis une réduction de 13% de la poussière totale. Mitchell (1998)[30] a quant à lui indiqué des taux de réduction de poussières totales nettement supérieurs : de 80,1 à 92,9% pour les particules \leq à 10 μm et de 83,1 à 90,8% pour les particules \geq à 10 μm . D'après Mitchell (1998)[30], ce système a été utilisé pour des réductions de poussières en élevage jusqu'à 67%.

Le système d'ionisation négative pourrait donc être très efficace dans la réduction de transmission de maladies aéroportées dans les couvoirs de volailles ainsi que dans les secteurs adjacents aux couvoirs [30].

3. Exposition de l'homme aux poussières

3.1. Structure de l'appareil respiratoire

L'appareil respiratoire est constitué des voies aériennes supérieures : le nez, les voies nasales, la bouche et le pharynx jusqu'aux cordes vocales dans le larynx- et des voies aériennes inférieures : cordes vocales, trachée jusqu'aux alvéoles à l'extrémité de chacune des ramifications de l'arbre bronchique, comprenant notamment la trachée, les bronches et les bronchioles .

Les poumons sont entourés d'un certain nombre de filtres situés dans le nez et les voies respiratoires, servant à intercepter les particules de poussières avant qu'elles ne parviennent aux bronches et aux alvéoles pulmonaires.

3.2. Pénétration et dépôt des particules

La profondeur de pénétration des particules dans les voies aériennes de l'appareil respiratoires et leurs effets lorsqu'elles s'y sont déposées dépendent de leurs propriétés aérodynamiques : taille, forme et masse volumique. Par conséquent, les particules doivent être suffisamment petites et leurs concentrations suffisamment élevées pour parvenir à déjouer les défenses de l'appareil respiratoire [10].

Selon la taille des particules, elles seront inhalées et déposées à différents niveaux de l'appareil respiratoire : en général, les particules de grande taille entre 15 et 30 μm se déposent surtout par impaction dans la zone rhino-pharyngienne (voies aériennes supérieures-nez, cavité nasale et gorge) . Les petites particules d'un diamètre aérodynamique $< 15 \mu\text{m}$ peuvent pénétrer dans l'arbre trachéo-bronchique (trachée-artère et tubes bronchiques supérieures = parties supérieurs des poumons) [5].

Lorsque l'air atteint la zone alvéolaire, sa vitesse est encore plus faible et reste stagnante. Habituellement, seules les matières particulaires de 1 μm ou moins peuvent atteindre cette zone terminale des poumons. Les particules très petites, une fois inhalées absorbent l'humidité et augmentent en taille, elles restent ainsi coincées dans le système respiratoire [5]. La taille des particules permet leur inhalation à 40% dans l'arbre respiratoire [13]. Environ 50 % des particules $< 4 \mu\text{m}$ de diamètre qui entrent dans le système respiratoire atteindront les alvéoles pulmonaires [5].

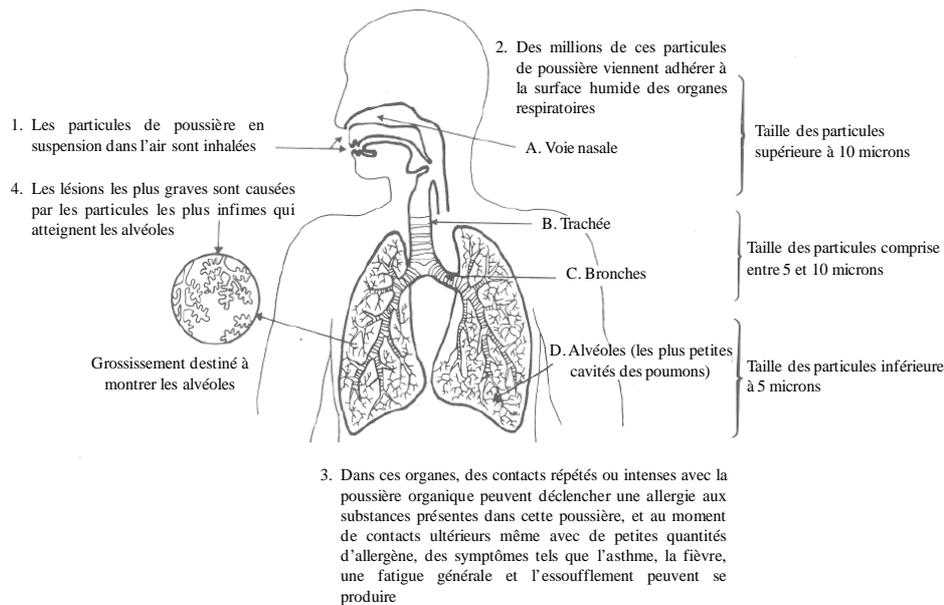


Figure 8: Les particules de poussière et l'appareil respiratoire humain [10]

3.3. Réactions de l'organisme à l'inhalation et symptômes

L'inhalation constitue la voie d'exposition la plus importante dans les lieux de travail. Les particules de poussière qui pénètrent dans l'appareil respiratoire agissent comme une substance toxique sur les cellules avec lesquelles elles sont en contact, et sont perçues par le corps humain comme étant des corps étrangers contre lesquels celui-ci doit se défendre. Il est cependant rare qu'elles puissent déclencher une modification de la réponse immunitaire [10]. Les principaux effets de la poussière sur la santé sont une réponse inflammatoire (irritation chronique) ou une réponse d'intoxication. On distingue deux types fondamentaux de réaction : les symptômes immédiats - irritation des yeux, congestion nasale, écoulement nasal ou irritation de la gorge- et les symptômes différés - maux de tête, étourdissements, nausées, essoufflement, fièvre, vomissements et toux. Les effets sur la santé vont se décliner en trois temps. En premier lieu, l'appareil respiratoire va subir des lésions temporaires qui vont disparaître au fil du temps lorsque la personne touchée cessera d'être en contact avec la poussière. Puis l'appareil respiratoire peut être atteint de lésions insidieuses telles que la bronchite ou l'asthme à la suite d'un contact prolongé avec la poussière. La réaction n'a pas le caractère d'une réaction allergique mais se traduit par divers symptômes dont la diminution de la capacité pulmonaire. Cependant chez les personnes en contact avec la poussière un temps donné et qui cessent d'être exposées, l'appareil respiratoire peut se rétablir complètement. Enfin, les travailleurs agricoles quotidiennement exposés pendant de longues périodes peuvent être atteints de lésions pulmonaires permanentes. Dans ce cas, certaines parties de leurs tissus pulmonaires sont endommagées entraînant une réduction de la capacité respiratoire de façon irréversible.

3.4. Les pathologies respiratoires liées aux poussières

Les maladies respiratoires sont reconnues comme la première cause de mortalité liée au travail [1].

La Bronchite est l'affection la plus commune pour les personnes travaillant dans les milieux agricoles où l'air est chargé de poussières. Elle peut être «aiguë» quand la réaction survient immédiatement ou peu de temps après l'inhalation de la poussière. Si les symptômes durent plus de 3 mois par an pendant 2 ans, on parle de «bronchite chronique». Elle se caractérise par l'accroissement de la toux, des mucosités et d'une expectoration. Les cellules qui tapissent les voies respiratoires sécrètent une quantité importante de mucosités destinées à intercepter et expulser les particules de poussière. L'obstruction des voies aériennes débutant souvent par une atteinte asymptomatique des petites bronches distales se diagnostique lors d'explorations fonctionnelles respiratoires. Elle peut évoluer vers une insuffisance respiratoire chronique avec emphysème.

L'asthme est dû à l'augmentation de la réactivité des voies respiratoires ou des conduits aériens. Ce sont les phénomènes inflammatoires plurifactoriels et non uniquement allergiques qui entraîneront l'asthme. Il se manifeste généralement chez des personnes souffrant déjà d'une forme d'asthme d'origine allergique. D'autres peuvent développer ces symptômes sans jamais avoir été atteints d'allergies auparavant. Dans ce cas, la crise d'asthme (respiration sifflante et contractions des petits conduits aériens) survient après une seule exposition à des particules pulvérulentes. Enfin, il peut se passer des mois et des années avant que les personnes ne commencent à réagir à l'allergène.

Le syndrome d'intoxication par la poussière organique ou ODTS (organic dust toxic syndrom) est un syndrome respiratoire aigu fébrile de mécanisme non allergique déclenché par une exposition massive de poussières organiques et d'endotoxines. Des prévalences très élevées, jusqu'à 30 %, ont été rapportées dans les élevages de volailles ou de porcs. Les symptômes regroupent la fièvre, des courbatures, une sensation d'oppression de la poitrine, des maux de tête, la toux, la dyspnée et la fatigue pouvant aller jusqu'au malaise. Ces symptômes surviennent 4 à 6 heures environ après l'inhalation de la poussière. Le rétablissement complet peut prendre 3 jours ou plus. Cette infection est relativement commune mais peut être confondue avec la grippe. Les chercheurs pensent qu'un contact prolongé ou répété avec des taux peu élevés de poussière entraînent un syndrome chronique d'intoxication ainsi qu'une baisse d'énergie générale.

Les alvéolites allergiques extrinsèques sont aussi appelées pneumopathies d'hypersensibilité et sont des pneumopathies aiguës ou subaiguës liées à l'inhalation chronique de particules organiques principalement qui entraînent des réactions allergiques complexes et une pathologie interstitielle pulmonaire. Elles sont fréquentes dans le secteur avicole. La forme clinique est un syndrome pseudo grippal associant toux, essoufflement, fièvre, myalgies, maux de tête.

La maladie du poumon de fermier, forme particulière d'alvéolite allergique, est causée par des particules de poussières nocives qui sont les spores d'actinomycètes. Elles sont très fines généralement en grande quantité et susceptibles de provoquer une forte réaction du système immunitaire chez l'homme. La plupart des minuscules particules peuvent aller se loger au fond des poumons. Les symptômes de la maladie du poumon de fermier ressemblent à ceux d'un rhume ou d'une grippe : essoufflement causé par la congestion des poumons, toux, parfois fièvre et diarrhée. Ces symptômes n'apparaissent pas immédiatement et mettent

environ 4 à 8h à surgir. Cette maladie présente un stade aigu et un stade chronique. Le stade aigu implique une manifestation unique des symptômes et des troubles respiratoires alors qu'une personne atteinte du stade chronique aura des lésions des poumons permanentes.

Le syndrome des petites voies aériennes (SPVA) est une authentique maladie déficitaire de la fonction ventilatoire, auparavant syndrome pré-obstructif car il précède l'installation d'un syndrome obstructif vrai. Le SPVA se définit par une atteinte des voies aériennes de petit calibre. C'est un syndrome fonctionnel infra clinique qui est réversible s'il est reconnu précocement, permettant ainsi au médecin du travail d'agir dans le cadre de la prévention.

3.5. La poussière génératrice de maladies professionnelles en aviculture

Pour déterminer le niveau d'exposition des salariés et éleveurs, ceux-ci sont soumis à un examen médical avec des explorations fonctionnelles respiratoires (EFR) qui mesurent des capacités respiratoires à l'aide un spiromètre [4,6].

Les professionnels de l'aviculture sont soumis à des risques de nature très divers notamment liés à des expositions à des agents infectieux, à des substances chimiques, à des gaz mais également à des poussières organiques [2] et les concentrations que l'on trouve dans les bâtiments sont préjudiciables à la santé des personnes [10]. La poussière, les bactéries, les moisissures, les endotoxines et l'ammoniac sont considérés comme des éléments centraux de l'exposition quotidienne des employés [6]. Certains composants de la poussière peuvent être biologiquement actifs et causer des réactions d'hypersensibilité ainsi que des maladies respiratoires telles que des rhinites allergiques et non allergiques, de l'asthme, des alvéolites extrinsèques, le syndrome chronique des poussières organiques et peuvent également induire une bronchite chronique [3]. En effet, les études épidémiologiques ont indiqué une prévalence accrue des symptômes respiratoires et des changements défavorables de la fonction pulmonaire chez les ouvriers avicoles [3,4,5,6,7,31]. En élevage, la forte exposition des employés aux poussières a lieu notamment lors de manipulation des animaux [32]. Rimac et *al.*, (2010)[6] ont étudié l'exposition des employés de deux élevages de volailles et ont montré que près de 40% des employés ont eu des symptômes asthmatiques avec des EFR perturbés par rapport aux témoins négatifs. De même, en élevage de poules pondeuses, sur un nombre d'éleveurs enquêtés, 15% se sont plaint de troubles de santé concernant les voies respiratoires (asthme, bronchite chronique, irritation des muqueuses et syndrome toxique des poussières organiques) [33].

En couvoir, Skorska et *al.*, (2007)[4] ont indiqué qu'un système de ventilation efficace permettait une réduction de l'exposition aux poussières, avec une réduction du signalement de symptômes respiratoires, de conjonctivite et de problèmes de peau associés aux travaux réalisés principalement lors de l'enlèvement des poussins des éclosiers. Toujours en couvoir, Martin et Jäckel (2011)[7] ont montré que l'inhalation d'air par les travailleurs aboutissait à un déclin de leur fonction pulmonaire pendant le tri des canetons. En effet, ils ont détecté dans l'air des bactéries et des microorganismes de risque 2 pouvant être un danger pour la santé humaine.

4. Rôle de la Mutualité Sociale Agricole dans la surveillance des salariés

Selon le code du travail, tout employeur de main d'œuvre a pour obligation d'évaluer les risques professionnels auxquels sont exposés ses salariés et d'appliquer les mesures de prévention adaptées afin d'assurer leur sécurité et de préserver leur santé (Code du travail L4121-2,décret 2001-1015 du 5 novembre 2001).

C'est dans ce cadre que la MSA a en charge la protection de la santé des salariés et exploitants agricoles mais également de participer aux actions de santé.

Ses principales missions sont :

- d'évaluer au mieux les risques en fonction des situations professionnelles et selon les variables liées au terrain afin de les éliminer ou d'élaborer des mesures de prévention appropriées pour chaque situation d'exposition professionnelle.
- de mettre en place les mesures de prévention primaires à la fois collective et individuelle et les mesures de prévention secondaires.

A titre d'exemple, en termes de prévention collective le rôle de la MSA est de limiter l'exposition lors de l'organisation du travail, de limiter les facteurs de dispersion et de contact dans la conception des locaux (aspiration, ventilation, confinement), d'appliquer les principes généraux d'hygiène collective (nettoyage et désinfection des locaux), de sensibiliser aux risques et à la prévention par le biais de formations. En terme de prévention individuelle la MSA met en place des actions visant au respect des mesures d'hygiène de base (lavage mains), port des équipements de protection (masques, lunettes, gants, combinaison).

Enfin, le partenariat mené par la MSA avec les instituts techniques tel que l'ITAVI et les filières professionnelles permettent de mieux connaître le terrain et contribuent à une surveillance renforcée en milieu agricole.

MATERIELS ET METHODES

1. Type d'étude

L'étude a été menée entre janvier 2011 et avril 2012 en couvoirs de production. Il s'agit d'une étude épidémiologique multifactorielle transversale mesurant simultanément l'exposition aux poussières et la prévalence des symptômes et pathologies respiratoires ainsi que la fonction pulmonaire.

2. Population d'étude

L'étude a été réalisée au sein des dix-huit couvoirs bretons (dont huit dans les Côtes d'Armor, quatre dans le Finistère, quatre dans le Morbihan, et deux en Ile et Vilaine) producteurs de volailles de chair. La population étudiée est constituée de 60 salariés travaillant en zone éclosion au poste de tri des poussins (salariés exposés), et de 29 salariés travaillant en zone incubation exclusivement (salariés témoins), recrutés pour n'avoir aucun contact avec la zone éclosion (pas d'exposition au duvet).

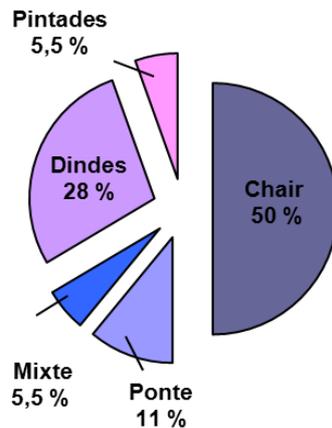


Figure 9: Production de volaille des couvoirs enquêtés

3. Recueil et analyse des données

3.1. Caractéristiques des couvoirs

Les caractéristiques des couvoirs ont été relevées à l'aide d'un questionnaire standardisé constitué de 13 questions renseignant les capacités, dimensions, systèmes de ventilation et de récupération du duvet (annexe 1). Le questionnaire est renseigné par le chef de couvoir lors de la visite technique.

La mise en relation des données du questionnaire avec l'empoussièrement dans le couvoir permettra d'évaluer l'impact des équipements sur la maîtrise de la concentration de poussière ambiante.

3.2. Caractérisation des poussières

3.2.1. Mesure du taux d'empoussièrement ambiant

Dans chaque couvoir, des mesures de la concentration en poussières totales ont été réalisées en salle éclosion au moment du tri des poussins et dans la salle des incubateurs pendant une durée de trois heures (durée moyenne du tri des poussins) à l'aide de capteurs d'ambiance

CAP10 (ARELCO) munis d'une cassette de prélèvement, placés au sol en position fixe et standardisés

3.2.2. Mesure du taux de poussières inhalées par les salariés

Des mesures d'exposition des salariés ont également été réalisées pendant trois heures en salle éclosion au moment du tri des poussins et dans la salle des incubateurs. Dans chaque salle, les salariés de l'enquête étaient équipés de deux capteurs individuels CIP10 (ARELCO), portés à hauteur des voies respiratoires munis de filtres permettant de sélectionner pour l'un les poussières alvéolaires (<5µm) et pour l'autre les poussières inhalables (5 à 10µm).

Le calcul du taux de poussière a été réalisé à partir du volume d'air prélevé et du poids de poussières récupérées : les cassettes introduites dans les capteurs étaient pesées avant et après prélèvement, le différentiel de poids entre la cassette vide et la cassette contenant de la poussière permettant de mesurer la quantité de poussière prélevée pendant les 3h de test en termes de concentration en mg/m³ d'air.



Figure 10 : Capteur d'ambiance, capteur de poussière inhalable, de poussière alvéolaire

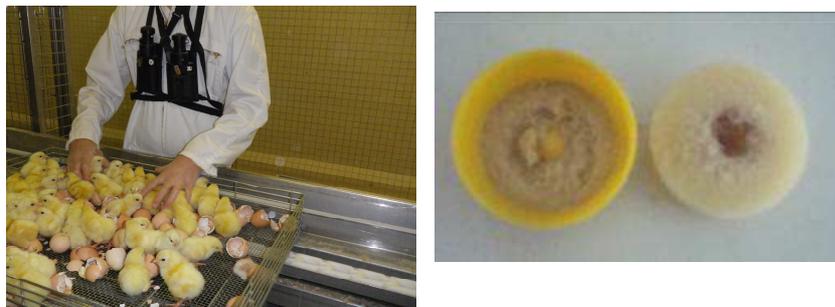


Figure 11: capteurs portés par un salarié, cassette après prélèvement

3.2.3. Composition en microorganismes

Des analyses bactériologiques et mycologiques ont été réalisées respectivement par le Laboratoire Départemental des Côtes d'Armor et par le Laboratoire ISAE de Rennes, à partir des prélèvements de poussière totale réalisés en position fixe en zone éclosion des couvoirs. L'étude s'est focalisée sur des indicateurs d'hygiène fréquemment cités par la littérature pour leur présence dans les couvoirs : dénombrement de la flore aérobie mésophile (NF V 08-100), dénombrement d'Escherichia coli β-Glucuronidase (NF ISO 6649-2), dénombrement des entérocoques (méthode interne), dénombrement et identification des spores ou éléments

mycéliens revivifiants (méthode interne). Les résultats sont présentés en unité formant colonie (ufc) /m³ de poussière, permettant de dénombrer des microorganismes vivants

4. Données de santé

Les données de santé relatives aux salariés enquêtés ont été recueillies par le médecin de la MSA partenaire de l'étude, lors d'une consultation réalisée au couvoir à l'issue des prélèvements de poussière.

Les salariés volontaires ont été sensibilisés à l'étude par le chef de couvoir lors d'une réunion d'information, au cours de laquelle il leur a présenté les modalités de mise en place, et fait signer le document d'information et de consentement, document préalable indispensable à toute étude bio médicale (annexe 2).

4.1. Symptômes et maladies respiratoires

Les données de santé ont été relevées par le biais d'un questionnaire médical standardisé (annexe 3), portant sur les caractéristiques personnelles, le tabagisme, ainsi que l'état de santé des salariés enquêtés (symptômes et maladies respiratoires) Ce questionnaire a été constitué à partir de questionnaires standardisés existants comme celui de l'étude « European Community Health Respiratory Survey » (ECHRS), et validé par le comité de pilotage de l'étude.

4.2. Fonction respiratoire

Des épreuves fonctionnelles respiratoires ont été réalisées pour chacun des sujets enquêtés de façon standardisée à l'aide d'un spiromètre calibré. Ces mesures permettront la mesure d'indices fonctionnels notamment la capacité vitale forcée (CVF), le volume respiratoire forcé en 1 seconde (VEMS), le débit expiratoire maximal médian (DEMM) et le débit expiratoire de pointe (DEP).

4.3. Protection des salariés

Un questionnaire sur la protection des salariés a été rempli lors de la visite technique (annexe 4). Il est constitué d'une partie générale sur le salarié (sexe, âge, durée de travail au couvoir), d'une partie concernant le degré d'exposition (durée d'exposition au duvet) et d'une partie relative à la protection utilisée par les salariés et le suivi de formation sur la sécurité au travail.

5. Traitement des données

5.1. Saisie des données

L'ensemble des données issues des questionnaires et des mesures réalisées ont été saisies dans une base de données Microsoft Excel 2003.

5.2. Description des données

Données issues des questionnaires

Un tri des données a été effectué afin d'éliminer les variables issues des questionnaires ne présentant pas de variabilité dans les réponses ou ayant plus de 10% de données manquantes. La description univariée des données a été réalisée au moyen des procédures FREQ et MEANS du logiciel SAS version 9.1.

Typologie des symptômes respiratoires

Afin de mieux caractériser les symptômes respiratoires étudiés, une description multidimensionnelle a été réalisée sur les données qualitatives au moyen d'une Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM).

5.3. Analyses statistiques des données d'exposition individuelle et des données de santé

En ce qui concerne l'analyse des données de santé, la description des variables qualitatives est faite à l'aide de tableaux renseignant les effectifs et les pourcentages. Pour comparer des pourcentages, des tests du Chi-2 sont réalisés, si les conditions d'application du test du Chi-2 ne sont pas vérifiées, un test exact de Fisher est réalisé. La description des variables quantitatives est faite en calculant les statistiques suivantes : moyenne, écart-type, médiane, quartiles, minimum, maximum. Lorsque les conditions de normalité sont vérifiées, les distributions entre deux populations sont comparées à l'aide de tests de Student. Si ces conditions ne sont pas vérifiées, des tests exacts de Wilcoxon sont effectués.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Caractéristiques des couvoirs enquêtés

La capacité de production des couvoirs ayant fait l'objet de l'enquête variait de 78 650 à 1 500 000 poussins par semaine, avec une moyenne de 568 885 poussins produits. Les dimensions de la salle de tri étaient très hétérogènes : 78 à 1108 m² avec une moyenne de 430 m². Au moment de l'éclosion en salle de tri, la densité de poussins au mètre carré variait de 32 à 1025 poussins (moyenne de 270 poussins). En ce qui concerne les flux d'air, la totalité des couvoirs de l'enquête était dotée de systèmes de ventilation dynamique, permettant un renouvellement d'air ainsi qu'une évacuation des poussières aéroportées [34] et donc présentant un niveau d'exposition plus faible aux poussières [4]. Dans 83% des couvoirs il existe une surpression en zone d'incubation, et dans 89% des cas l'air était filtré. La moitié des couvoirs comportait des systèmes de récupération de duvet : extraction par la toiture, centrale d'aspiration, cyclone ou couloir à duvet.

Les couvoirs sont tous équipés de système de ventilation dynamique, critère protecteur selon Renault et Aubert (1997)[15] qui retrouvent des concentrations plus élevées avec une ventilation statique qu'avec une ventilation dynamique. De plus, selon Huonnic et *al.*, (2009)[35], un renouvellement de l'air assuré par un système de ventilation dynamique permettrait une évacuation des poussières aéroportées. Par ailleurs, la marche en avant par un système de surpression et de dépression des salles est utilisée dans 83% des couvoirs.

La moitié des couvoirs visités sont équipés d'un système de récupération du duvet : extraction par la toiture, centrale d'aspiration, cyclone ou couloir à duvet, le plus fréquent étant un extracteur en toiture.

2. Caractérisation de la poussière

2.1. Description des concentrations de poussière ambiante

% de poussière	Seuil réglementaire : Article R. 4222-10 du code du travail *	Exposés	Témoins	p
Totale	0.1	0,46 (0,39)	0,05 (0,04)	<0,0001
Inhalable	0.1	0,25 (0,32)	0,03 (0,02)	<0,0001
Alvéolaire	0.05	0,1 (0,08)	0,02 (0,02)	<0,0001

**Exposition de 8 heures dans locaux de pollution spécifique*

Tableau 1: concentrations moyennes en poussières totales, inhalables et alvéolaires dans les zones éclosion et incubation en mg/m³.

Les taux moyens de poussières totales, inhalables et alvéolaires ambiantes, relevés à l'aide des capteurs portés par les salariés au moment du tri, étaient significativement plus élevés en zone éclosion qu'en zone incubation ($p < 0,0001$) avec des niveaux respectifs de poussières totales, inhalables et alvéolaires de $45,7 \pm 39,3$; $25,3 \pm 17,8$ et $1,1 \pm 0,8$ mg/m³ d'air dans la zone éclosion au moment du tri ; et de $0,5 \pm 0,4$; $0,3 \pm 0,2$ et $0,2 \pm 0,2$ mg/m³ dans la zone incubation (tableau 1).

On observe ainsi près de 228 fois plus de poussières totales en zone éclosion, 50 fois plus de poussières inhalables, et enfin 5,5 fois plus de poussières alvéolaires. On remarque également

que les niveaux de poussière totale et inhalable dépassent largement les seuils réglementaires fixés par l'article R,4222-10 du code du travail .

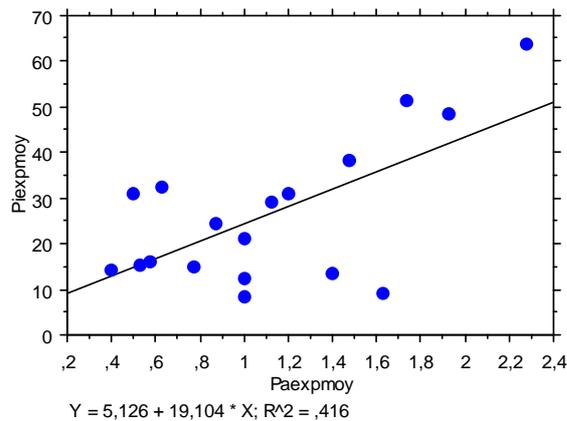


Figure 12: corrélation entre concentrations de poussières inhalables et alvéolaires

Les résultats indiquent par ailleurs une corrélation positive significative (R spearman = 0,75, p=0,0003). entre le taux de poussières inhalables et le taux de poussières alvéolaires (figure 12)

2.2. Description de la concentration ambiante en microorganismes

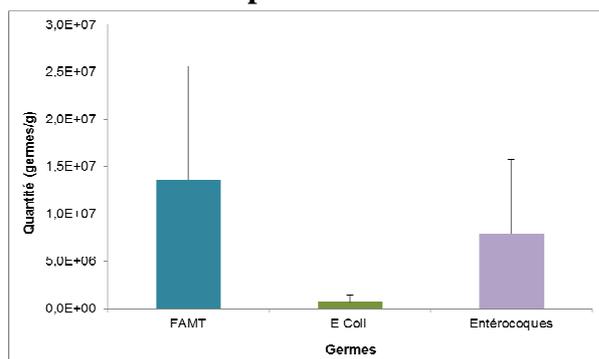


Figure 13: Concentrations en bactérie

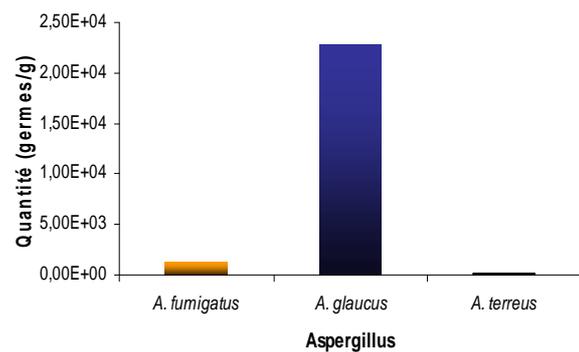


Figure 14: Concentrations en champignons

Le taux moyen ambiant de flore aérobie mésophile totale en zone éclosion s'élevait à $1,7 \cdot 10^7 \pm 4,4 \cdot 10^5$ ufc/m³; celui d'*Escherichia coli* β-Glucuronidase à $5,9 \cdot 10^6 \pm 1,4 \cdot 10^4$ ufc/m³, et enfin celui des entérocoques à $1,4 \cdot 10^6 \pm 7,5 \cdot 10^2$ ufc/m³ (Figure 13). Le taux moyen ambiant d'*Aspergillus fumigatus* s'élevait à $1,2 \cdot 10^3 \pm 1,3 \cdot 10^4$ ufc/m³, et celui d'*Aspergillus glaucus* à $2,3 \cdot 10^4 \pm 4 \cdot 10^5$ ufc/m³ (Figure 14) Ces résultats vont dans le sens de l'étude de Landman et al (2010)[36], qui citent des concentrations de l'ordre de 10⁶ ufc/m³ d'enterococcus faecalis aéroportées dans l'air des couvoirs. Martin et Jäcken (2011)[7] ont également signalé des concentrations de bactéries aéroportées variant de 6 à $7 \cdot 10^7$ ufc/m³. Rappelons que l'on retrouve des spores d'*Aspergillus* dans le duvet de poussin [37]

2.3. Relation entre les concentrations de poussières ambiantes et de microorganismes

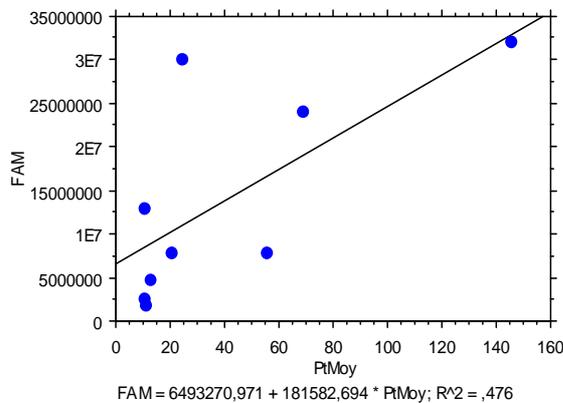


Figure 15 : Corrélation entre la teneur en FAMT et le taux de poussière totale

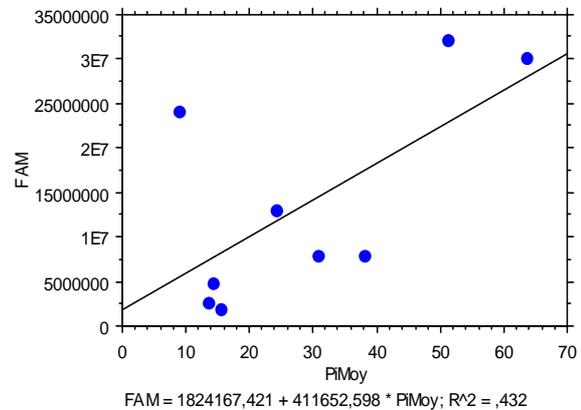


Figure 16 : Corrélation entre la teneur en FAMT et le taux de poussière inhalable

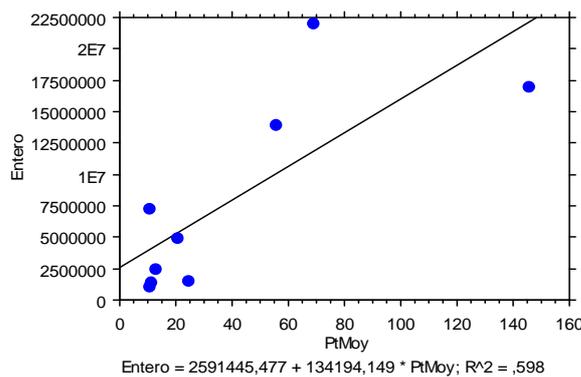


Figure 17: Corrélation entre la teneur en entérocoques et le taux de poussières totales

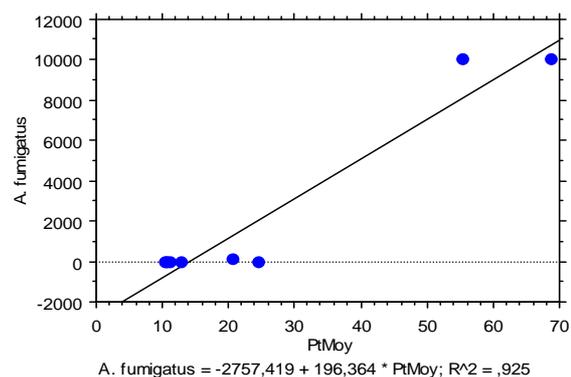


Figure 18 : Corrélation entre la teneur en A.Fumigatus et le taux de poussières totales

La concentration en FAMT mesurée est significativement liée à la concentration en poussières totales ($p = 0,05$) et inhalables ($p = 0,05$) dans l'ambiance (figure 15-16). De même, la concentration en Entérocoques est significativement lié aux concentrations de poussières totales ($p = 0,01$) (figure 17). Globalement, la concentration en microorganismes retrouvés dans l'ambiance va suivre la même évolution que les concentrations de poussières prélevées dans l'ambiance (Figure 14, 15, 16) indiquant une forte charge bactérienne aéroportée, véhiculée par le duvet. Il existe par ailleurs un lien significatif ($p = 0,0001$) entre la concentration en Aspergillus Fumigatus et la concentration ambiante en poussières totales (Figure 18).

Ces résultats sont en accord avec différentes études indiquant que les microorganismes sont souvent attachés aux particules de poussière [3]. Nichols et Leaver[17] indiquent de fortes

charges en bactéries (58%). De même, Magwood (1964)[18] et Dutkiewicz et *al.*, (1974, 1978 et 1980)[19,20,21] ont conclu, à partir de leurs études, à de fortes concentrations de poussières et de bactéries aéroportées dans l'air des éclosiers. Notons que Magwood (1964)[18] indique des contaminations plus ou moins élevées en fonction du lieu de prélèvement de l'échantillon. En outre, MacGaw et *al.*, (1975)[22] ainsi que Chen et *al.*, (2002)[23] identifient ces concentrations de duvet comme la source principale de contamination bactérienne qui permettra d'évaluer l'état d'hygiène des couvoirs. Par ailleurs l'hypothèse d'évolution concomitante entre la concentration bactérienne et le niveau d'empoussièrément avait déjà été évaluée en élevage par Nimmermark et *al.*, (2009)[3] ainsi que par Renault et Aubert (1997)[15] qui ont démontré que la détermination quantitative de la pollution bactérienne globale est un indice d'empoussièrément.

2.4. Les facteurs de couvoir influençant le taux de poussières ambiantes

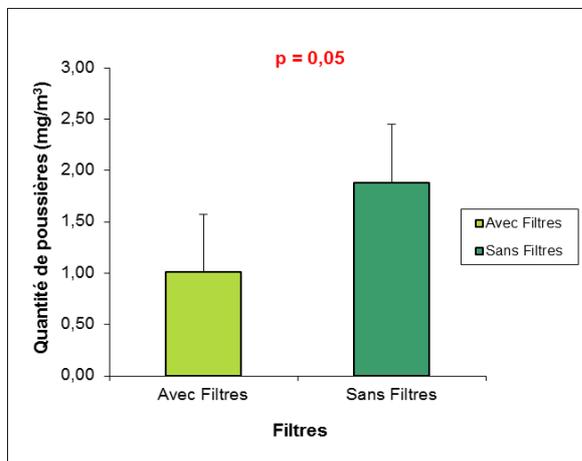


Figure 19: impact des filtres aux entrées d'air sur la quantité de poussière inhalable

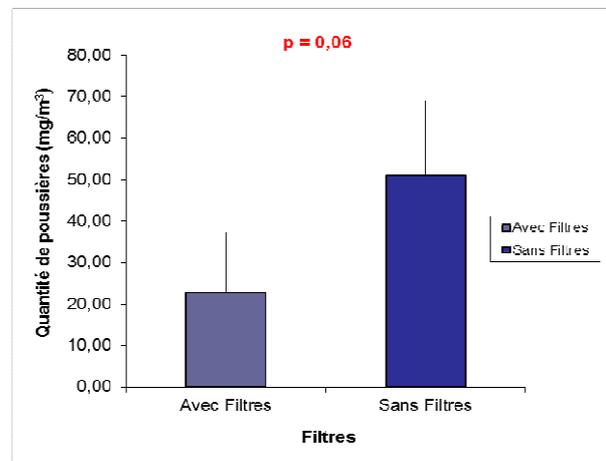


Figure 20: impact des filtres aux entrées d'air sur la quantité de poussière alvéolaire

L'analyse des facteurs influençant la concentration en poussières ambiantes a permis de mettre en évidence une corrélation positive significative (R Spearman=0,63, $p=0,05$) entre la densité de poussins au moment du tri et la concentration en poussière alvéolaire: selon International Hatchery Practice (2009)[38], la production de duvet ambiante serait d'environ 7,7g pour 1000 poussins éclos, engendrant une augmentation logique d'empoussièrément avec le nombre de poussins produits. On observe par ailleurs des corrélations positives significatives (R Spearman=0,5 ; $p=0,05$) entre la présence de filtres aux entrées d'air dans la zone éclosion et les taux de poussière inhalable (figure 19) et alvéolaire (R Spearman=0,5 ; $p=0,06$)(figure 20). En effet, l'air ambiant est fréquemment recyclé, ce qui concentre dans le couvoir des particules aéroportées. L'utilisation de systèmes de filtration d'air aux entrées permet d'éviter le recyclage de l'air vicié et donc de réduire de moitié l'empoussièrément. Ces résultats sont confirmés par Tymczyna et *al.*, (2007)[12], qui indiquent l'efficacité de filtres en couvoir avec un dépoussièrage de 85% environ. De plus, une étude [27] sur l'utilisation d'épurateur d'air a également montré une réduction moyenne de poussières de 62%.

3. Résultats des données d'exposition individuelle et des données de santé

3.1. Caractéristiques générales de la population d'étude

Caractéristiques	Total	Exposés	Témoins
Population globale (n(%))	89 (100)	60 (67,4)	29 (32,6)
<u>Sexe</u>			
Hommes	39 (43,8)	25 (41,7)	14 (48,3)
Femmes	50 (56,2)	35 (58,3)	15 (51,7)
<u>Âge moyen</u>			
Global	43,2 (89)	47,2 (60)	41,8 (29)
Homme	39,6 (40)	39,2 (25)	40,5(15)
Femme	46,2 (49)	47,3 (35)	43,4 (14)
<u>Statut tabagique</u>			
Non fumeur	58 (65,2)	36 (60)	22 (75,9)
Fumeur	31(34,8)	24 (40)	7 (24,1)

Tableau 2 : Caractéristiques générales des salariés

La population étudiée est composée de 89 salariés dont 60 salariés exposés et 29 salariés témoins non exposés soit respectivement 67,4% et 32,6% de la population étudiée.

L'échantillon est constitué majoritairement de femmes (56,2%), et la répartition des sexes au poste est relativement homogène : 41,7% d'hommes et 58,3% de femmes aux postes exposants, et 48,3 % d'hommes pour 51,7% de femmes en zone d'incubation.

L'âge des salariés varie de 21 ans à 60 ans, avec une moyenne de 43,2 ans (47,2 ans chez les exposés et 41,8 ans chez les témoins). Il est plus élevé chez les salariés exposés (47,2 ans versus 41,8% chez les témoins) et chez les femmes (46,2 ans versus 39,6 ans chez les hommes).

34,8 % des salariés sont fumeurs, ce pourcentage étant supérieur à celui exprimé par le Baromètre de santé 2010 de l'INPES[39] qui indiquait un pourcentage de 29,1% de fumeurs dans la population générale des 15-75 ans. On observe une prévalence de salariés fumeurs plus élevée chez les sujets exposés (40 %) que chez les témoins (24,1%). Ces prévalences sont également plus élevés que celle retrouvées dans l'étude INVS portant sur la population agricole[40] et qui estimait la prévalence à 19% de fumeurs chez les hommes et 2% chez les femmes.

	Moyenne	Minimum	Maximum
Ancienneté au poste (années)	13,4	0,7	40
Nombre d'heures d'exposition (heures)	5,7	2	10

Tableau 3: Ancienneté et le nombre d'heures d'exposition des salariés en zone éclosion

L'ancienneté au poste de tri varie de 0,7 à 40 ans avec une moyenne de 13,4 ans. Le nombre d'heures d'exposition quotidien varie de 2 à 10 heures avec une moyenne de 5,7 heures par jour.

3.2. Protection de la population d'étude

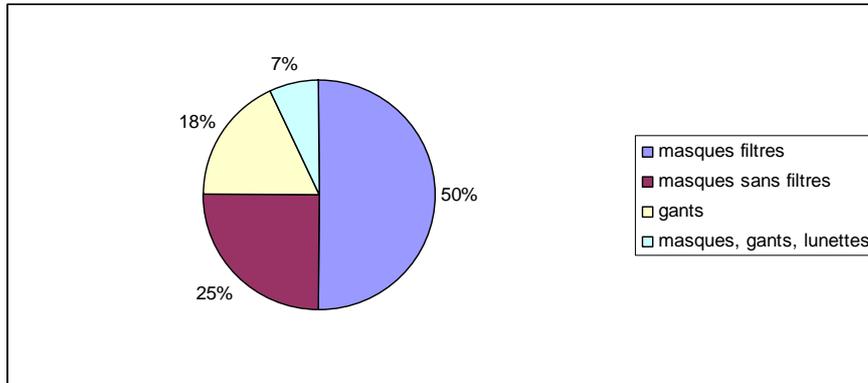


Figure 21 : Protection des salariés

Les salariés au tri des poussins sont exposés au duvet pendant 5,7 heures par jour en moyenne. Par ailleurs, les opérateurs disposent de moyens de protection mis à leur disposition dans le couvoir. La moitié des salariés utilisent des masques anti poussière munis de valves type FFP2 dont 30% avec des gants : 25% utilisent des masques sans filtres (donc peu efficaces car laissant pénétrer les poussières), dont 17% avec des gants : 18% utilisent uniquement des gants, et enfin 7% utilisent des masques, des gants, ainsi que des casques ou des lunettes.

La totalité des couvoirs enquêtés proposent des formations sur la sécurité au travail indiquant les mesures de protection contre les problèmes respiratoires, que 41% des salariés disent avoir suivi.

Il est intéressant de noter que le niveau de protection des salariés est plus élevé que celui indiqué par l'étude Airpoul [34] : 5% des éleveurs portent un masque et 22% n'en portent jamais, ainsi que dans une étude réalisée en Bretagne [41] qui avait montré que 46 % des aviculteurs ne portent jamais de masques.

3.3. Description de l'état de santé des salariés

3.3.1. Symptômes et maladies respiratoires

3.3.1.1. Prévalences

Donnée de santé	Total n (%)	Exposés n (%)	Témoins n (%)	P
<u>Symptômes respiratoires</u>				
Sifflements	11 (12,4)	8 (13,3)	3 (10,3)	0,7
Dyspnée repos	5 (5,6)	5 (8,3)	0 (0,0)	0,1
Dyspnée effort	12 (13,5)	8 (13,3)	4 (13,8)	0,9
Dyspnée réveil	4 (4,5)	4 (6,7)	0 (0,0)	0,2
Toux levé	10 (11,2)	6 (10)	4 (13,8)	0,6
Toux jour/nuit	16 (18,0)	11 (18,3)	5 (17,2)	0,9
Toux chronique (>3mois)	8 (9,0)	5 (8,3)	3 (10,3)	0,9
Expectorations lever hiver	7 (7,9)	4 (6,8)	3 (10,3)	0,6
Expectorations jour/nuit hiver	7 (7,9)	5 (8,5)	2 (6,9)	0,8
Expectorations chroniques hiver	4 (4,5)	2 (3,3)	2 (6,9)	0,15
Symptômes bronchite chronique	3 (3,4)	2(3,3)	1 (3,4)	0,2
Gêne respiratoire réveil	12 (13,5)	9 (15)	3 (10,3)	0,5
Quinte toux réveil	24 (26,9)	18 (30)	6 (20,7)	0,3
<u>Asthme</u>	16 (18)	11 (18,3)	5 (17,2)	0,9
Asthme confirmé par un médecin	14 (15,7)	10 (16,7)	4 (13,8)	0,8
Asthme traité	5 (5,6)	5 (8,5)	4 (13,8)	0,5
<u>Allergies</u>				
Nasales	12 (13,5)	10 (16,7)	2 (6,9)	0,2
Cutanés	28 (31,5)	16 (26,7)	12 (41,4)	0,17

Tableau 4 – Données de santé des salariés

Symptômes respiratoires

Selon le tableau 4, un certain nombre de symptômes présente une prévalence plus importante chez la population exposée que chez la population témoin sans toutefois de différence significative. Il s'agit des sifflements (13,3 vs 10,3%), des dyspnées au repos (8,3 vs 0%), des dyspnées au réveil (6,7 vs 0%), des toux (18,3 vs 17,2%), des expectorations en hiver (8,5 vs 6,9%), des gênes respiratoires au réveil (15 vs 10,3%), et des quintes de toux au réveil (30 vs 20,7%).

Les prévalences de dyspnée à l'effort et de symptômes de bronchite chronique sont équivalentes chez les salariés exposés et non exposés (13,3 vs 13,8% et 3,3 vs 3,4%).

Les prévalences de toux au lever, de toux chronique, d'expectorations au lever en hiver et d'expectorations chroniques en hiver sont un peu supérieures chez la population témoin (respectivement 10 vs 13,8%, 8,3 vs 10,3%, 6,8 vs 10,3%, et 3,3 vs 6,9%).

On remarque que la prévalence d'expectorations chroniques est supérieure dans la population enquêtée tous postes confondus à celle de la population générale décrite par Huchon et

al(2002)[42] : respectivement 4,5% dans la population totale,3,3% chez les exposés et 6,9% chez les témoins pour 2.8% dans l'étude. Par ailleurs, la prévalence de toux chronique en couvoir tous postes confondus est supérieure à la celle observée dans la population française générale par les données INVS (enquête INSEE 2002-2003)[43] et par l'étude de Huchon et al(2002)[42] : respectivement 7,8 et 4.8%.

La prévalence de bronchite chronique tous postes confondus est par ailleurs relativement similaire à celle indiquée par l'INVS pour la population agricole (enquête INSEE 2002-2003)[43] (respectivement 3,4 et 3,7%), et inférieure à celle trouvée par Dalphin (1998)[13] de 10% chez les actifs travaillant en milieu agricole.

Asthme

La population de salariés exposés présente une prévalence d'asthme supérieure de façon globale (18,3 vs 17,2%), et notamment d'asthme confirmé par un médecin (16,7 vs 13,8%). Ce n'est pas le cas de la prévalence d'asthme traité, qui est supérieure chez la population témoin (13.8 vs 8.5%).

La prévalence de l'asthme chez les salariés tous postes confondus (respectivement 18% dans la population totale,18,3% chez les exposés et 17,2% chez les témoins) est supérieure à celle observée dans la population générale estimée à 6,7% par l'enquête 2006 de l'IRDES [44] mais également supérieure à celle observée dans la population agricole estimée à 7,2% selon les données de l'INVS [45](Asthme prévalence et impact sur la vie quotidienne INSEE 2003).

Allergies :

La prévalence d'allergies nasales est supérieure dans la population exposée (16.7 vs 6,9%) contrairement à la prévalence d'allergies cutanées qui est supérieure dans la population témoin (41,4 vs 26,7%). On constate que ces résultats s'inscrivent dans la fourchette décrite dans la population européenne [46] qui varie de 20 à 40%.

3.3.1.2. Typologie des symptômes

Les figures 22 et 23 présentent les résultats d'une analyse factorielle des correspondances multiples réalisée à partir des symptômes des salariés.

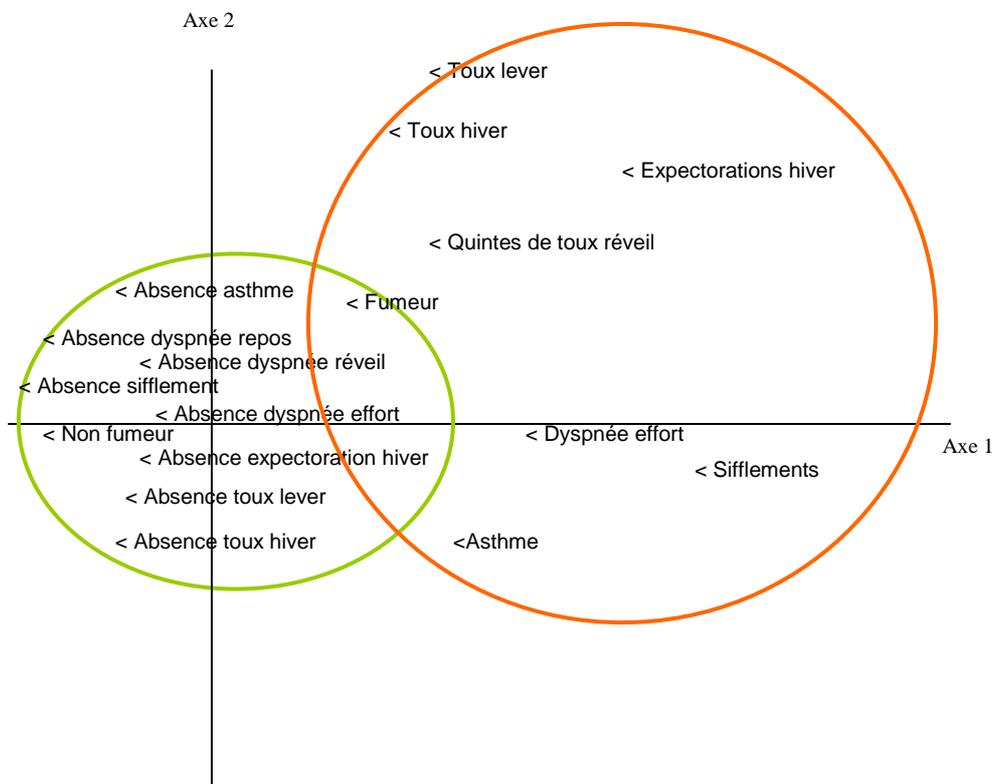


Figure 22 – Analyse factorielle des correspondances multiples des axes 1 et 2

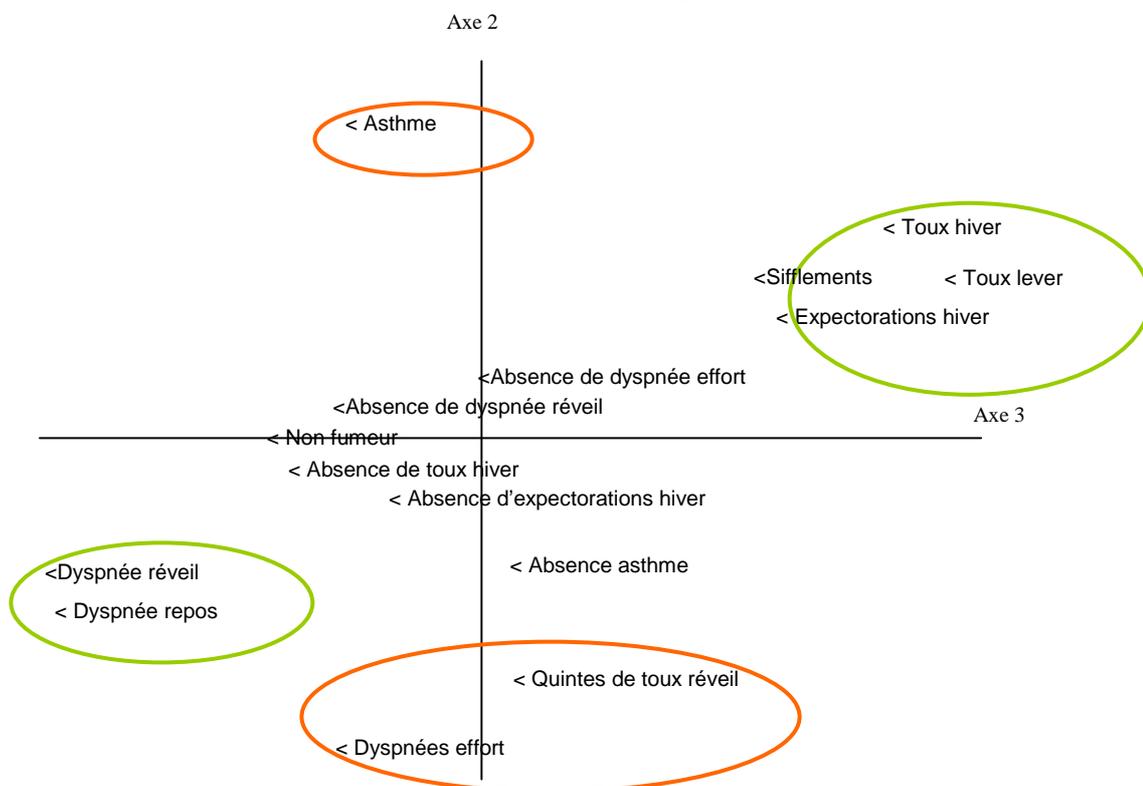


Figure 23 - Analyse factorielle des correspondances multiples des axes 2 et 3

Le premier axe (42% de l'inertie) oppose clairement les sujets atteints de l'une des pathologies étudiées et les sujets fumeurs, à ceux, plus nombreux, qui sont exempts de pathologie (figure 22).

Le plan factoriel formé par le croisement des axes 2 et 3 (figure 23) met en évidence des groupements de symptômes en fonction de leur coprésence, ou non, chez les mêmes sujets. En haut de l'axe 2 (20% de l'inertie) l'asthme est une pathologie qui ne semble pas s'associer à d'autres symptômes. L'axe 3 quant à lui (9% de l'inertie) oppose les dyspnées « réveil » et « repos » aux toux, expectorations et sifflements.

3.3.2. Fonction pulmonaire

Le tableau 5 présente les valeurs relevées lors des épreuves fonctionnelles respiratoires.

Indice	Exposés (min-moy-max)	Témoins (min-moy-max)	p
%CVF	60,3 – 101,7 – 137	84,1 – 111,26 – 143,4	0,008
%VEMS	55,6 – 101,5 – 131	82,8 – 110,2 – 152,4	0,01
%DEMM	40,9 – 93,3 – 204,6	47,7 – 96,6 – 168,8	0,6
%DEP	48,6 – 96,6 – 140,7	52,3 – 101,3 – 158,7	0,4
%D75	47,6 – 101,8 – 154,2	43,6 – 100,6 – 166,4	0,8
%D50	42,9 – 90,1 – 200,6	42,8 – 97,3 – 176,4	0,7
%D25	29,4 – 93,7 – 285,2	51,3 – 96 – 153,4	0,8

Tableau 5 – Description des indices pulmonaires

Sept variables ont été étudiées : Capacité Vitale Forcée (CVF), Volume Expiratoire Maximum Seconde (VEMS), Débit expiratoire de pointe (DEP), Débit Expiratoire Maximal Médian (DEMM), Débit Expiratoire Maximum (DEM75,DEM50,DEM25 selon qu'il reste 75%, 50% ou 25% de la CVF à expirer).

Les valeurs de CVF et VEMS sont, de manière statistiquement significative, plus faibles chez les salariés exposés, avec respectivement P=0,008 et p=0,01.

On note également une baisse du DEP,DEMM,DEM50 et DEM25 chez les sujets exposés sans toutefois être statistiquement significative.

EFR	Total n (%)	Exposés n (%)	Témoins n(%)
-Troube ventilatoire obstructif	2 (2,25%)	2 (3,3%)	0
-Syndrome des petites VA	9 (10,1%)	7 (11,7%)	2 (6,9%)

Tableau 6 - Résultats des EFR

Le trouble ventilatoire obstructif (TVO) se traduit par une baisse du rapport VEMS/CVF inférieur à 70 % de la valeur de référence. Il traduit une obstruction des voies aériennes.

Le syndrome des petites voies aériennes (SPVA) est défini par une VEMS et un CVF normal avec des valeurs de DEMM, DEM 50 et DEM 25 inférieures à 75 % des valeurs de référence. Il traduit une obstruction des voies aériennes périphériques de petit calibre.

Les résultats indiquent des altérations de la fonction respiratoire plus importantes chez les sujets exposés que chez les sujets témoins (tableau 6), ces différences n'étant toutefois pas statistiquement significatives. Chez 3,3% des salariés exposés, l'altération de la fonction respiratoire se manifeste par des troubles ventilatoires obstructifs. Aucun des salariés témoins non exposés ne présentent ce type de trouble. Chez 11,7% des salariés exposés, le trouble de la fonction respiratoire se manifeste par une obstruction des petites voies aériennes contre 6,9% chez les témoins.

Le taux de trouble ventilatoire obstructif est plus faible que celui retrouvé dans l'étude Airpoul [34] avec 10% de TVO. Par contre, l'atteinte des voies aériennes périphériques est plus élevée dans cette étude, ce taux n'étant que de 8%.

3.3.3. Relation entre santé respiratoire et exposition aux poussières

Des analyses uni variées ont été réalisées dans l'objectif de tester les associations entre les symptômes et maladies respiratoires déclarées lors de la visite médicale d'une part et les indices fonctionnels respiratoires d'autre part, avec les facteurs de risque : âge, sexe, tabac, exposition aux poussières, taux ambiant de poussières.

Les résultats n'indiquent aucun lien significatif entre le poste de travail des salariés ni l'ancienneté à ce poste, et la prévalence des symptômes étudiés.

Toutefois si l'on considère exclusivement la population exposée, on constate que l'augmentation des niveaux de poussière inhalable est significativement liée à des augmentations de risques de dyspnée au repos ($p=0,03$) et au réveil ($p=0,06$). Chez cette même population, le nombre d'heures d'exposition quotidien n'a pas d'impact sur la prévalence des symptômes.

Il n'a par ailleurs pas été observé de relation significative entre le niveau d'exposition individuelle aux poussières et les indices fonctionnels respiratoires mesurés.

Les autres facteurs de risque qui semblent avoir un impact sur la prévalence des symptômes sont le sexe : les sifflements, l'asthme, et les quintes de toux au réveil semblent significativement plus fréquents chez les hommes (respectivement $p=0,05$; $p=0,03$; $p=0,02$) ; et l'âge : les symptômes de toux au lever en hiver, d'expectorations matinales et d'expectorations en hiver semblent diminuer significativement avec l'âge (respectivement $p=0,04$; $p=0,002$; $p=0,04$).

Toutefois, ces deux facteurs sont eux-mêmes significativement liés au fait de fumer, la prévalence de fumeurs étant plus importante chez les hommes ($p=0,07$) et chez les sujets jeunes ($p<0,001$). Ainsi le principal facteur de risque de l'apparition des symptômes serait le fait de fumer, qui augmenterait significativement l'apparition d'un certain nombre de

pathologies (expectorations ($p=0,04$), de toux au lever en hiver ($p=0,05$), de sifflements ($p=0,05$) et de dyspnée à l'effort ($p=0,07$)).

CONCLUSION

Les résultats de ce travail indiquent différents groupes de symptômes : l'asthme, les dyspnées, et les expectorations et toux, impactés par différents facteurs de risque : seules les dyspnées au repos et au réveil seraient favorisées par l'exposition chronique aux poussières inhalables, les expectorations, sifflements et toux étant favorisés par le fait de fumer, et l'asthme étant manifestement indépendant de ces facteurs de risque.

Il serait intéressant de pousser la réflexion pour évaluer l'effet exact de ces facteurs, afin de déterminer s'ils sont indépendants ou se renforcent, par la réalisation de modèles de régression logistiques sur des effectifs plus importants.

Par ailleurs cette thèse met en évidence l'absence de relation significative entre l'exposition aux poussières et les symptômes respiratoires chroniques -en particulier ceux évocateurs de bronchite chronique- contrairement à la plupart des études épidémiologiques sur la santé des professionnels liés aux expositions dans les élevages avicoles menées au niveau international. De plus, si certains symptômes respiratoires sont plus présents chez les sujets exposés ainsi qu'une altération des EFR, ces différences ne sont toutefois pas significatives.

Ainsi cette étude, comme celle de Skorska [4] également réalisée en couvoir, indique un effet relativement faible de l'exposition des salariés aux poussières organiques dans les couvoirs sur les symptômes respiratoires. Skorska explique cette observation notamment par la faible durée de travail de la plupart des salariés aux postes exposants et par la performance des systèmes de ventilation dans les couvoirs modernes qui permettraient un renouvellement efficace de l'air. On peut également faire le lien avec les systèmes de prévention spécifiques mis en place dans les couvoirs tel que le port de masque à poussière de type 2 qui assurerait un niveau de protection suffisant (Delemotte, 2004)[47].

Par ailleurs la principale limite de cette étude est le faible nombre de salariés enquêtés : 89 salariés au total répartis en 60 salariés exposés et 29 salariés témoins. Notons néanmoins que la totalité des couvoirs bretons producteurs de volaille de chair et adhérents au Syndicat National des Accouveurs ont été visités (18 couvoirs), donc que la population de salariés volontaires enquêtés est représentative de la population globale. De plus ce travail est un des seuls qui ait été réalisé au niveau international sur la santé respiratoire des salariés de couvoirs, bien que les analyses de la qualité de l'air dans les bâtiments démontrent clairement des niveaux élevés de poussières organiques vectrices de micro-organismes dont la pathogénicité est reconnue par voies autres que l'inhalation.

Les observations décrites soulèvent enfin l'intérêt de poursuivre ce travail avec un réexamen régulier des salariés dans le temps afin d'avoir un aperçu de l'évolution d'une part de leur exposition, d'autre part des symptômes respiratoires associés. Ce travail permettrait une analyse prospective des relations entre exposition aux poussières et nouveaux événements de santé d'une part, et éventuelle altération de la fonction pulmonaire d'autre part.

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE RELATIF AUX CARACTERISTIQUES DU COUVOIR

SNA



A remplir par le chef de couvoir

Généralités sur le couvoir

Capacité hebdomadaire du couvoir ?

Souche(s) de poussins présent(ent) dans le couvoir ?

Nombre de poussins manipulé pendant les 3h de prélèvement ?.....

Dimensions des salles ?

Salles d'éclosions :

Salles de tri :

La ventilation

a) Quel type de ventilation possède le couvoir et dans quelle salle y en a-t-il?

Zone propre

Zone sale

Salle des éclosiers

Salle de tri

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| • Ventilation statique | • Ventilation statique | • Ventilation statique |
| • Ventilation dynamique | • Ventilation dynamique | • Ventilation dynamique |
| • Ventilation mixte | • Ventilation mixte | • Ventilation mixte |

b) Aux entrées d'air, y a-t-il présence de filtres ?

- Oui
- Non

c) Le couvoir est-il en surpression ?

- Oui
- Non

Système de récupération du duvet

α) Le couvoir possède-t-il un (des) système(s) de récupération du duvet au sein du couvoir ?

- Oui

- **Non**

Si oui, quel(s) type(s) ?

- **Couloir d'extraction d'air**
- **Centrale d'aspiration**
- **Cyclone**
- **Autres :**

d) Dans quelle(s) salle(s) se situe(ent) ces installations ?

- **Salles d'éclosion**
- **Salles de tri**
- **Autres :**

e) Depuis quand est-il (sont-ils) installé(s)

?.....

f) Avez-vous remarqué des améliorations suite à cette installation ?

- **Oui**
- **Non**

Si oui, lesquels ?.....

ANNEXE 2 : DOCUMENT D'INFORMATION

Madame, Monsieur,

Vos entreprises vous ont proposé de participer à une étude épidémiologique portant sur les effets des expositions aux poussières. Votre participation est basée sur le volontariat et peut à tout moment être interrompue à votre demande. Nous vous proposons de lire attentivement ce document d'explication avant de décider ou non d'y participer.

L'étude AIRCOUV est réalisée conjointement par l'ITAVI, l'ANSES, la Mutualité sociale agricole, le Pr. Dewitte du service de pathologies professionnelles du CHU de Brest, et le Syndicat national des Accoueurs. Le financement de la première année de l'étude est assuré par France Agrimer et le SNA.

Pourquoi cette étude ?

Cette étude vise à quantifier et décrire la composition des poussières dans les couvoirs, et à mesurer des données médicales sur les salariés qui y sont exposés. A ce jour, aucune référence médicale n'est disponible sur ce sujet. Différents types de facteurs influencent le niveau d'empoussièrément : par exemple, la ventilation et les systèmes de récupération des duvets.

Comment va se dérouler l'étude ?

L'étude concerne dans un premier temps (année 2011), une quinzaine de couvoirs, et sera poursuivie dans les années à venir à un niveau national. Les participants sont des salariés de couvoir.

Les données recueillies auprès des salariés volontaires seront :

- 1) Des données d'exposition aux poussières au moment de l'éclosion, par le port d'un capteur individuel installé par le personnel ITAVI,
- 2) Des données médicales constatées par le médecin du travail de la MS lors d'une visite médicale :
 - Un questionnaire médical concernant vos antécédents, votre santé ainsi que votre activité sera rempli avec le médecin responsable,
 - Une mesure de votre fonction respiratoire sera également réalisée lors de la visite par une spirométrie, c'est-à-dire que nous vous proposerons de souffler dans un appareil qui nous permettra d'analyser les gaz contenus dans l'air que vous expirez.

Quels sont vos droits et comment refuser ou interrompre votre participation ?

L'équipe de cette étude doit vous fournir toutes les explications nécessaires. Votre adhésion est libre et volontaire, si vous décidez de refuser ou d'interrompre votre participation, cela prendra un effet immédiat et n'affectera en rien vos relations ni avec vos organisations professionnelles, ni avec la MSA. Pour cela il vous suffira d'en faire part au chef de couvoir ou de nous contacter directement Julie Puterflam (0296760005 ou puterflam@itavi.asso.fr).

Traitement et accès à l'information

Toutes les informations vous concernant resteront confidentielles et anonymes, un numéro d'ordre vous étant attribué en début d'enquête en accord avec le Comité Consultatif pour le Traitement de l'Information en matière de Recherche dans le Domaine de la Santé (CCTIRS)

auquel l'étude a été déclarée. Vous pourrez par ailleurs à tout moment avoir accès aux informations vous concernant et demander à ce qu'elles soient corrigées ou même effacées (loi n° 78-17, chapitre V- exercice du droit d'accès) . Pour cela, il vous suffira d'en faire la demande directement à Julie Puterflam (0688397946 ou puterflam@itavi.asso.fr) afin de répondre à votre demande. Nous nous engageons enfin à vous tenir informé des résultats de cette enquête

En vous remerciant très vivement de votre collaboration à cette étude, je vous prie de croire, Madame, Monsieur, à mes meilleurs sentiments.

Julie Puterflam, ITAVI
41 rue Beaucemaine
22 440 Ploufragan
(02.96.76.00.05)
puterflam@itavi.asso.fr

Dr Sophie Le Bouquin-Leneveu, ANSES
BP53
22 440 Ploufragan
(02.96.01.62.20)
sophie.lebouquin-leneveu@anses.fr

Nom du préventeur MSA ayant remis la note d'information :

Date :

Nom et coordonnées du médecin à contacter :

Formulaire de consentement du salarié

Je soussigné..... (nom, prénom), certifie avoir lu et parfaitement compris le document d'informations qui m'a été remis et avoir eu la possibilité de poser toutes les questions que je souhaitais.

Je comprends les contraintes et les intérêts potentiels liés à ma participation.

Je connais la possibilité qui m'est réservée de refuser de participer à cette étude ou de retirer mon consentement à tout moment et sans avoir à justifier ma décision. Cela ne mettra pas en cause les relations ni avec la Mutualité Sociale Agricole, ni avec les organisations professionnelles.

J'accepte que les données enregistrées à l'occasion de cette étude puissent faire l'objet d'un traitement informatisé anonyme par le promoteur ou pour son compte. J'ai bien noté que le droit d'accès prévu par la loi « informatique et Libertés » (Loi n° 78-17 du 6 janvier 1978, Chapitre V – Exercice du droit d'accès) s'exerce à tout moment et que je pourrai exercer mon droit de rectification et d'opposition.

J'accepte que seuls les médecins et les scientifiques impliqués dans cette étude aient accès à l'information me concernant dans le respect le plus strict de la confidentialité.

Mon consentement ne décharge en rien les organisateurs de l'étude de leur responsabilité. Je conserve tous les droits garantis par la loi.

Si je le souhaite, les résultats me concernant et ceux de l'étude me seront communiqués par l'intermédiaire de mon médecin du travail.

J'accepte librement de participer à cette recherche dans les conditions précisées dans le document d'information.

Fait à.....le.....

Nom du salariéSignature du salarié.....

Je soussigné....., certifie avoir communiqué toute information utile concernant les objectifs et les modalités de l'étude. Nous nous engageons à faire respecter les termes de cette note de consentement, conciliant le respect des droits et des libertés individuelles et les exigences d'un travail scientifiques.

Nom.....

Adresse.....

N° de téléphone.....

Nom et coordonnées du médecin :

Fait à.....le.....Signature.....

<p>Un exemplaire est à remettre au salarié, un autre à l'ANSES sous enveloppe scellée. Ce formulaire a été établi conformément à la loi 88-1138 du 20 décembre 1988 et ses décrets d'applications.</p>
--

ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE MEDICAL

ETUDE EMPOUSSIERAGE DANS LES COUVOIRS

AUTO-QUESTIONNAIRE

Numéro :

Date de naissance :
Mois Année

Sexe : M F

Santé

1. Avez-vous eu des sifflements dans la poitrine, à un moment quelconque, dans les 12 derniers mois ? NON OUI
SI NON, passez à la question 2. SI OUI :
- 1.1. Avez-vous été essoufflé(e), même légèrement, quand vous aviez ces sifflements ? NON OUI
- 1.2. Avez-vous eu ces sifflements quand vous n'étiez pas enrhumé(e) ? NON OUI
2. Vous êtes vous réveillé(e) avec une sensation de gêne respiratoire, à un moment quelconque, dans les 12 derniers mois ? NON OUI
3. Avez-vous eu une crise d'essoufflement, au repos, pendant la journée, à un moment quelconque, dans les 12 derniers mois ? NON OUI
4. Avez-vous eu une crise d'essoufflement APRES un effort intense, à un moment quelconque, dans les 12 derniers mois ? NON OUI
5. Avez-vous été réveillé(e) par une crise d'essoufflement, à un moment quelconque, dans les 12 derniers mois ? NON OUI
6. Avez-vous été réveillé(e) par une quinte de toux, à un moment quelconque, dans les 12 derniers mois ? NON OUI
7. Toussez-vous habituellement en vous levant, en hiver ? NON OUI
8. Toussez-vous habituellement pendant la journée ou la nuit, en hiver ? NON OUI
SI NON, passez à la question 9. SI OUI :
- 8.1 Toussez-vous comme cela presque tous les jours pendant 3 mois de suite chaque année ? NON OUI
9. Avez-vous habituellement des crachats provenant de la poitrine en vous levant, en hiver ? NON OUI

10. Avez-vous habituellement des crachats provenant de la poitrine pendant la journée ou la nuit, en hiver ? NON OUI
SI NON, passez à la question 11. SI OUI :
- 10.1 Crachez-vous comme cela presque tous les jours pendant 3 mois de suite chaque année ? NON OUI
11. Avez-vous déjà eu de l'asthme ? NON OUI
SI NON, passez à la question 12. SI OUI :
- 11.1 Cela a-t'il été confirmé par un médecin ? NON OUI
- 11.2 A quel âge avez-vous eu votre première crise d'asthme ? années
- 11.3 A quel âge avez-vous eu votre dernière crise d'asthme ? années
- 11.4 Avez-vous eu une crise d'asthme dans les 12 derniers mois ? NON OUI
SI NON, passez à la question 11.5. SI OUI :
- 11.4.1 Combien de crises avez-vous eues dans les 12 derniers mois ? nombre
- 11.5 Prenez-vous actuellement des médicaments pour l'asthme ? NON OUI
12. Avez-vous des allergies nasales, y compris le « rhume des foins » ? NON OUI
13. Avez-vous déjà eu de l'eczéma ou d'autres allergies de la peau ? NON OUI
14. Etes-vous allergique aux piqûres d'insectes ? NON OUI
SI NON, passez à la question 15. SI OUI :
- 14.1 Quel(s) insecte(s) ?.....
- 14.2 Quelles genre de réactions avez-vous ?
- 14.2.1 des difficultés pour respirer, une sensation d'évanouissement, des nausées ou de la fièvre NON OUI
- 14.2.2 une rougeur, démangeaison ou enflure à l'endroit de la piqûre NON OUI
- 14.2.3 autres (précisez :) NON OUI
15. Avez-vous déjà eu des difficultés pour respirer après avoir pris des médicaments ? NON OUI
SI NON, passez à la question 16. SI OUI :
- 15.1 Quel(s) médicament(s) ?.....
16. Avez-vous présenté dans l'année écoulée a au moins 2 reprises, les symptômes suivants :
- 16.1 Fièvre NON OUI
- 16.2 Toux NON OUI
- 16.3 Difficulté respiratoire NON OUI
- SI OUI, ces manifestations ont-elles entraîné une fatigue prolongée ? NON OUI

- C. Electrique 3
- D. Mixte (gaz-électrique) 4
- E. Autres (précisez :.....) 5

26. Avez-vous une hotte aspirante au-dessus de la cuisinière ? NON OUI

SI OUI :

26.1 Quand vous cuisinez, utilisez-vous la hotte ? Cochez 1 seule case

A. Tout le temps 1

B. Parfois 2

C. Jamais 3

26.2 Cette hotte envoie-t-elle les fumées **en dehors** de la maison ? NON OUI Ne sait pas

27. Y-a-t-il eu dans les 12 derniers mois, des moisissures sur une surface quelconque de la maison ? NON OUI Ne sait pas

SI NON, passez à la question 29. SI OUI :

28.1 Dans quelle(s) pièce(s)

28. Fumez-vous actuellement ? NON OUI

(au moins 1 cigarette par jour ou 1 cigare par semaine, depuis 1 mois)

SI NON, passez à la question 30. SI OUI :

28.1 A quel âge avez-vous commencé à fumer ? années

28.2 Combien fumez-vous actuellement, en moyenne ?

- Nombre de cigarettes par jour.....

- Nombre de cigarillos par jour.....

- Nombre de cigares par semaine.....

- Tabac à pipe, en grammes par semaine.....

29. Avez-vous déjà fumé pendant au moins 1 an ? NON OUI

(au moins 1 cigarette par jour ou 1 cigare par semaine, en moyenne)

SI NON, passez à la question 31. SI OUI :

29.1 A quel âge avez-vous commencé à fumer ? années

29.2 A quel âge avez-vous arrêté ? années

29.3 En moyenne, pendant toute la période où vous avez fumé, combien avez-vous fumé ?

- Nombre de cigarettes par jour.....

- Nombre de cigarillos par jour.....

- Nombre de cigares par semaine.....

- Tabac à pipe, en grammes par semaine.....

30. Avez-vous été exposé(e) régulièrement à la fumée de tabac NON OUI

pendant les 12 derniers mois ? (« régulièrement » veut dire presque tous les jours ou toutes les nuits)

SI OUI :

30.1 Combien de personnes, chez vous, fument régulièrement ? nombre

30.2 Y a-t-il quelqu'un qui fume régulièrement dans la pièce où vous travaillez ? NON OUI

30.3 Combien d'heures par jour êtes-vous exposé(e) nombre à la fumée de tabac des autres

ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE RELATIF AUX MESURES DE PROTECTION DES SALARIES



A faire remplir par un salarié dont les critères d'inclusions sont :

- *Avoir le plus d'ancienneté possible au poste de travail*
- *Passer le plus de temps possible au poste de travail*



Protection des salariés enquêtés

a) Vous êtes :

- Homme
- Femme

b) Quel âge avez-vous ?

.....

c) Depuis combien de temps travaillez-vous au couvoir ?

.....

d) Combien d'heures par jour êtes-vous exposés au duvet ?

.....

e) Etes-vous exposés à des produits de désinfection ?

- Oui
- Non

Si oui, lesquels ? les halogènes les ammoniums quaternaires les aldéhydes
 les phénols les peroxydes

f) Quels types de protection utilisez-vous dans le couvoir ?

- Gants
- Masque Avec filtre (FFP1) Sans filtre
- Autres

g) Avez-vous suivi une formation sur la sécurité au travail : mesures de défense adoptées contre les problèmes respiratoires ?

- Oui
- Non

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Lyngtveit T. and Eduard W. (1997). Reduction of exposure by negative air ionization. *Ann. Agric Environ Med.* Vol 4, p. 229-232.
- [2] Abadia G. et Mirabito L. (2003). Influence des modifications des systèmes d'élevage sur la santé des éleveurs. *Cinquième journée de la recherche avicole Tours*, 41-48.
- [3] Nimmermark S., Lund V., Gustafsson G., Eduard W. (2009). Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens. *Ann Agric Environ Med.* Vol 16, p. 103-113.
- [4] Skorska C., Mackiewicz B., Golec M., Cholewa G., Chmielowiec-Korzeniowska A., Dutkiewicz J. (2007). Health of exposure to organic dust in workers of a modern hatchery. *Ann Agric Environ Med.* Vol 14, p. 341-345.
- [5] Banhazi T.M., Seedorf J., Laffrique M., Rutley D.L. (2008). Identification of the risk factors for high airborne particule concentrations in broiler buildings using statistical modeling. *Biosystems engineering.* Vol 101, p. 100-110.
- [6] Rimac I.D., Macan J., Varnai V. M., Vucemilo M., Matkovic K., Prester L., Orcic T., Trosic I., Pavicic I. (2010). Exposure to poultry dust and health effects in poultry workers : impact of mould and mite allergens. *Int Arch Occup Environ Health.* Vol 83, p. 9-19.
- [7] Martin E. and Jäckel U. (2011). Characterization of bacterial contaminants in the air of a duck hatchery by cultivation based and molecular methods. *Journal of Environmental Monitoring.* 13, 464-470.
- [8] Kim J.H. and Kim K.S (2010). Hatchery hygiene evaluation by microbiological examination of hatchery samples. *Poultry Science.* Vol 89, p. 1389-1398.
- [9] De Lang G. (2011). Good hygiene a must for the modern hatchery. *World Poultry.* Vol 26 n°10, p18-20.
- [10] Choinière Y., Munroe J.A. (1993). Conséquence de la qualité de l'air sur la santé des personnes qui travaillent dans les bâtiments d'élevage. *Canada Service de Plans.*
- [11] Donham K. and Cumro D. (1999). Setting maximum dust exposure levels for people and animals in livestock facilities. *Livestock Environment IV. American Society of Agricultural Engineers.* P. 93-110.
- [12] Tymczyna L., Chmielowiec-Korzeniowska A., and Drabik A. (2007). The Effectiveness of Various Biofiltration Substrates in Removing Bacteria, Endotoxins, and Dust from Ventilation System Exhaust from a Chicken Hatchery. *Poultry Science.* Vol 86, p 2095-2100.
- [13] Dalphin J.C. (1998). Pathologie respiratoire en milieu agricole. *La Revue du Praticien.* Vol 48, p 1313-8.
- [14] Richardson LJ., Mitchell BW., Hofacre CL., Wilson JL. (2003). Effect of an electrostatic space charge system on airborne dust and subsequent potential.

- [15] Renault P., Aubert C. (1997). Etude de la qualité de l'air en élevages avicoles par l'analyse de trois paramètres (poussière, flore totale aérobie, ammoniac). *Sciences et Techniques Avicole*. n°18, p.4-8.
- [16] Bakutis B., Monstvilienė E., Januskeviciene G. (2004). Analyses of Airborne Contamination with Bacteria, Endotoxins and Dust in Livestock Barns and Poultry Houses. *Acta Vet. Brno*. Vol 73, p. 283-289.
- [17] Nichols AA., Leaver CW. (1967). Hatchery hygiene evaluations as measured by microbiological examination of samples of fluff. *British Poultry Sci*. Vol 8, n°4, p. 297-310.
- [18] Magwood S.E. (1964). Studies in hatchery sanitation. Fluctuation in microbial counts of air in poultry hatcheries. *Poultry Science*. Vol 43, p. 441-449.
- [19] Dutkiewicz J., Uminski J., Molocznik A. (1974). Assessment of working conditions and health state of workers in poultry farms. Part III. Hatcheries and broiler farms (Polish). *Med Wiejsk*. Vol 9, Issue 2, pages 85-99.
- [20] Dutkiewicz J. (1978). Exposure to dust-borne bacteria in agriculture. Environmental studies. *Arch Environ Health*. Vol 33, p. 250-259.
- [21] Dutkiewicz J. (1980). Airborne germ flora in various poultry farms and poultry processing plants. *Z Ges Hyg*. Vol 22, p.45-53.
- [22] McGaw JE., Byrnes RV., Simmons GC. (1975). The use of fluff in a study hygiene in Queensland hatcheries. *Aust Vet J*. 51(8) : 389-91.
- [23] Chen SJ., Lee TE., Wang EM., Cho TJ., Wang CH. (2002). Monitoring the hygiene of chicken hatcheries in Taiwan during 1999-2001. *J Microbiol Immunol Infect*. 35(4) : 236-42.
- [24] Gustafsson G. and Von Wachenfelt E. (2006). Airborne Dust Control Measures for Floor Housing System for Laying Hens. *Agricultural Engineering International*. Vol 8.
- [25] Maghirang, R.G., Riskowski G.L., Christianson L.L. et Manbeck H.B. (1995). Dust control strategies for livestock buildings- a review. *Ashra Transactions*. SD-95-15-1, p. 1161-1168.
- [26] Carpenter G.A., Smith W.K., McLaren A.P.C, and Spackman D. (1986). Effect of internal air filtration on the performance of broilers and the aerial concentrations of dust and bacteria. *British Poultry Sci*. Vol 27, p. 471-480.
- [27] Ellen H., Aarnink A., Winkel A., Cambra-Lopez M., Van Harn J., Ogink N. (2010). Dust Reduction Options for Poultry Houses. *Poultry Welfare*. S26.
- [28] Mitchell B.W. and Waltman W.D. (2003). Reducing Airborne Pathogens and Dust in Commercial Hatching Cabinets with an Electrostatic Space Charge System. *Avian Diseases*. Vol 47, p. 247-253.
- [29] Bailey W. Mitchell, Peter S. Holt and Kun-Ho Seo. (2000). Reducing dust in a caged layer room: an electrostatic space charge system. *J. Appl. Poultry Res*. Vol 9, p. 292-296.

- [30] Mitchell B.W. (1998). Effect of negative air ionization on ambient particulates in a hatching cabinet. *Applied Engineering in Agriculture*. Volume 14, Issue 5, pages 551-555.
- [31] Thelin A., Tegler O., Rylander R. (1984). Lung reactions during poultry handling related to dust and bacterial endotoxin levels. *Eur J Respir Dis*. 65(4) : 266-71.
- [32] Scott T.A and Swetnam C. (1993). Screening sanitizing agents and methods of application for hatching eggs: II. Effectiveness against microorganisms on the egg shell. *J. Appl Poult Res*. Vol 2, p. 7-11.
- [33] Saleh M., Seedorf J. et al. (2004). Inhalable and respirable dust in work place atmospheres of laying hens houses. *Animal productions in Europe : the way forward in a changing world*. F.madec. St Malo, France ISAH. Vol 1, p. 211-212
- [34] Le Bouquin S., Guillaum MT., Huneau-Salaün A., Pédrone G., Huonnic D., Balaine L., Michel V., Dewitte JD., Gaudon J., Le Borgne R., Ségala C., 2009. Qualité de l'air en élevage et santé respiratoires des éleveurs de poules pondeuses. Huitièmes Journées de la recherche Avicole.
- [35] Huonnic D., Huneau-Salaün A., Balaine L., Le Bouquin S. (2009). La qualité de l'air ambient. *TeMA* n°11.
- [36] Landman W.J.M., Veldman K.T., Mevius D.J., Doornenbal P. (2010). Contamination of Marek's disease vaccine suspensions with *Enterococcus faecalis* and its possible role in amyloid arthropaty. *Avian Pathology*. Vol 29, n°1, p. 21-25.
- [37] Le Gros F.X., Le Menec M., Mollard M., Portejoie G., Salingardes F., Bennejean G. (1985). Comparaison de trois techniques de numération des spores d'*Aspergillus fumigatus* en éclosoir, dans le cadre de la surveillance épidémiologique au couvoir des risques d'aspergillose. *Avian Pathology*. Vol 14, n°3, p. 329-340.
- [38] Meijerhof R., Hatchery technic incubation technology. (2009). *Int hatchery practice*, Vol 23, n°5, p23-25.
- [39] Beck F., Guignard R., Richard J.-B., Wilquin J.-L., Peretti-Watel P. (2011). Une augmentation du tabagisme confirmée en France. *La Santé de l'homme*, INPES, n°411, janvier-février 2011, p. 9-10.
- [40] Lauzeille Delphine, Marchand Jean-Luc, Ferrand Marion (2010) . Consommation de tabac par catégorie socioprofessionnelle et secteur d'activité. *INVS santé au travail*, p.14
- [41] Gerault P., Pr Dewitte J.D., Dr Jourden L., 2003. Les affections respiratoires des aviculteurs et porchers en élevage intensif.
- [42] Huchon G., Vergnenègre A., Neukirch F., Bami G., Roche N., Preux PM. (2002). Chronic bronchitis among french adults : prevalence and underdiagnosis. *Eur Respir J*. 20: 806-812.

[43] Fuhrman C.,Roche N.,Vergnenegre A. ,Chouaid C.,Zureik M.,Delmas M.C.(2008) .
Bronchite chronique : prévalence et impact sur la vie quotidienne. Analyse des données de
l'enquête de santé Insee 2002-2003.

[44] Afrite Anissa,Allonier Caroline,Com-Ruelle Laure,Le Guen Nelly (2011). L'asthme en
France en 2006 : prévalence,contrôle et déterminants.Rapport Irdes N°549,janvier 2011,p.19-
20

[45] Delmas M.C.,Leynaert B.,Com Ruelle L.,Annesi Maesano I.,Herbert J.B.,FuhrmanC.
2008). Asthme: prévalence et impact sur la vie quotidienne. Analyse des données de l'enquête
décennale santé 2003 de l'Insee.Saint-Maurice:Institut de veille sanitaire;2008,89p.

[46] Bauchau V. et Durham S.R. Prevalence and rate of diagnosis of allergic rhinitis in
Europe. *Eur Respir J.* 2004 Nov;24(5):758-64.)

[47] Delemotte B. (2004). Santé au travail en milieu agricole. Paris, 201 p.

UNIVERSITE DE BREST - BRETAGNE OCCIDENTALE

Faculté de Médecine

AUTORISATION D'IMPRIMER

Présentée par Monsieur le Professeur Dewitte Jean Dominique

Titre de la thèse Qualité de l'air dans les couloirs :
quel impact sur la santé des salariés

ACCORD DU PRESIDENT DU JURY DE THESE SUR L'IMPRESSION DE LA THESE :

OUI...

NON...

En foi de quoi la présente autorisation d'imprimer sa thèse est délivrée à

M. YARSCHEW - RAGUENES Stephan

Fait à BREST, le 28/08/2013

VISA du Doyen de la faculté
A BREST, le 25/09/2013

Le Doyen,



Le Président du Jury de Thèse,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Dewitte', written over a horizontal line.

YAUSCHEW-RAGUENES (Stephan) – Qualité de l'air dans les couvoirs : quel impact sur la santé des salariés. 58 f. ,23 ill.,6 tabl.,4 annexes.Th. : Méd. : Brest 2013.

RESUME :

Introduction

La qualité de l'air dans les structures d'accoupage se caractérise par des concentrations de poussières importantes, majoritairement constituées de duvet pouvant engendrer chez les salariés des prévalences élevées de symptômes respiratoires. Cette thèse, réalisée sous forme d'étude multifactorielle transversale au sein de l'ensemble des couvoirs bretons, a pour objectif d'étudier les relations entre la santé respiratoire des salariés et les concentrations en poussières inhalées.

Matériel

Un examen clinique et des mesures de la fonction respiratoire des salariés enquêtés étaient réalisés par un médecin du travail. Un questionnaire médical était également rempli. Les concentrations de poussières (totale, inhalable et alvéolaire) étaient mesurées dans l'ambiance de travail ainsi qu'à hauteur des voies respiratoires des salariés.

Résultats

Les concentrations de poussières, tous types confondus, sont significativement plus élevées en zone d'éclosion qu'en zone d'incubation (zone témoin). Les concentrations en micro-organismes indiquent une forte charge bactérienne dans l'ambiance des couvoirs. Les résultats indiquent un impact de la concentration en poussières inhalables sur la présence de dyspnées, mais il n'a pas été retrouvé de relation significative entre l'exposition et les symptômes respiratoires chroniques, contrairement à la plupart des études épidémiologiques avicoles menées sur cette thématique au niveau international. En outre le principal facteur de risque d'apparition de troubles respiratoires est le fait de fumer.

Conclusion

Ces observations soulèvent l'intérêt de poursuivre ce travail avec un réexamen régulier des salariés dans le temps afin d'avoir un aperçu de l'évolution d'une part de leur exposition, d'autre part des symptômes respiratoires associés

MOTS CLES :

-couvoirs
-salariés
-poussières
-symptômes respiratoires

JURY :

Président : M. Dewitte Jean-Dominique

Membres : M. Couturaud
M. Leroyer
M. Wavelet Eric

DATE DE SOUTENANCE :

15 Octobre 2013

ADRESSE DE L'AUTEUR :

6 boulevard des Ursulines – 22400 Lamballe

