

# Exposition des travailleurs aux gaz et particules durant les soins aux porcelets et leur sevrage

Solène LAGADEC (1), Nadine GUINGAND (2), Léa GABRYSIK (2), Laure GUINOT (1), Mélynda HASSOUNA (3)

(1) Chambre d'agriculture de Bretagne, Rond point Maurice Le Lannou, 35042 Rennes Cedex, France

(2) IFIP Institut du porc, Domaine de la Motte, BP 35104, 35651 Le Rheu Cedex, France

(3) INRA AgroCampus Ouest UMR SAS, 65 rue de St Brieuc, 35000 Rennes, France

*Solene.lagadec@bretagne.chambagri.fr*

*Avec la collaboration de Erwan Bleunven, Cyrielle Delage, Adrien Guiriaboye, Guillaume Goizin, Paul Landrain, Delphine Loiseau, Pascal Quenouault, Romain Richard et Arthur Vannier*

## Exposition des travailleurs aux gaz et particules durant les soins aux porcelets et leur sevrage

Les travailleurs en élevage porcin évoluent dans un air chargé en gaz et particules. Cette exposition constante peut avoir un impact sur leur santé. Afin de leur proposer des moyens de prévention et de protection adaptés et efficaces, il faut tout d'abord connaître les niveaux d'exposition et les facteurs ayant une influence sur les concentrations en gaz et particules. Dans cette étude, les activités liées aux soins et au sevrage des porcelets ont été considérées comme des tâches exposant plus particulièrement les travailleurs. Les mesures réalisées dans 54 salles de maternité de 19 élevages bretons montrent que les concentrations moyennes en particules inhalables, thoraciques et alvéolaires sont plus élevées au moment du sevrage des porcelets que lors de la réalisation des soins. Elles sont respectivement de  $3,64 \pm 3,03$ ,  $1,77 \pm 1,43$  et  $0,44 \pm 0,38$  mg/m<sup>3</sup> au sevrage contre  $1,99 \pm 2,20$ ,  $1,03 \pm 1,09$  et  $0,33 \pm 0,42$  mg/m<sup>3</sup> lors des soins aux porcelets. De même, la concentration moyenne en ammoniac est supérieure lors du sevrage ( $8,3 \pm 4,9$  ppm vs  $6,6 \pm 3,9$  ppm lors des soins). Toutefois, ces valeurs moyennes sont toutes inférieures aux valeurs limites d'exposition professionnelle. Pour réduire l'exposition des travailleurs aux gaz et particules, il faut maintenir un taux de renouvellement de l'air suffisant, même avec des températures extérieures basses, privilégier des entrées d'air de type fente ou plafond diffuseur à une entrée d'air sous couloir, et préférer une ventilation en surpression plutôt qu'en dépression. Enfin, l'analyse des pratiques montre que, moins les animaux sont manipulés, moins l'exposition sera importante. L'utilisation d'asséchant très pulvérulent est aussi à limiter, car elle induit une augmentation conséquente des particules dans l'ambiance des maternités.

## Workers' exposure to ammonia and particles during husbandry procedures and weaning of piglets

In modern swine production, workers are usually exposed for several hours every day to an indoor work environment with high concentrations of potentially harmful airborne agents like ammonia and particles. Knowledge on levels and determinants of exposure is required before any development of prevention and control strategies. In this study, the husbandry procedures (handling and nursing of just born piglets -task1) and the weaning of piglets (task 2) were identified as two risky tasks for workers. Nineteen farrow-to-finish farms, all located in Brittany, were involved in the study. Finally, exposure appeared more risky during the weaning period than during the handling and nursing of newborn piglets. In fact, concentrations of particles -respectively for inhalable, thoracic and alveolar fractions - were  $3.64 \pm 3.03$ ,  $1.77 \pm 1.43$  and  $0.44 \pm 0.38$  mg/m<sup>3</sup> at weaning and  $1.99 \pm 2.20$ ,  $1.03 \pm 1.09$  and  $0.33 \pm 0.42$  mg/m<sup>3</sup> during the handling and nursing of piglets. Ammonia concentration was also higher ( $8,3 \pm 4,9$  ppm vs  $6,6 \pm 3,9$  ppm during the nursing). However, these concentrations all stayed below the legal threshold of exposure. Several factors (ventilation and manure management, technical practices) were analyzed in order to assess their impacts on ammonia and particle concentrations. Ventilation management (type of ventilation, air inlets and ventilation rate) was identified as the predominant factor with a statistically significant impact ( $P < 0.05$ ). These results were used to write first recommendations for workers: sufficient ventilation rate must be reached even with low outdoor temperature, an over-pressure ventilation system should be preferred to a depression system and it would be recommended to limit the use of draining powder which hugely promotes suspended particles.

## INTRODUCTION

Le travail en élevage et plus particulièrement en bâtiment expose potentiellement les éleveurs et les salariés à des niveaux importants de particules fines dont les sources sont variées : animaux (poils, squames), fragments d'aliments et d'excréments, minéraux, pollen, micro-organismes et fragments de bâtiment (Donham *et al.*, 1986). Les particules les plus fines pénètrent profondément dans les alvéoles pulmonaires (Von Essen et Romberger, 2003). Elles peuvent également servir de supports aux agents infectieux ou endotoxines dont les actions négatives sur la santé humaine et animale ont été démontrées (Fablet *et al.*, 2013). De plus, dans les bâtiments d'élevage, les déjections stockées émettent des gaz (ammoniac – NH<sub>3</sub>, hydrogène sulfuré – H<sub>2</sub>S) nocifs pour la santé humaine et animale (irritation des voies respiratoires, vertiges), qui ne sont que partiellement évacués par la ventilation. Ainsi, les travailleurs en élevage, notamment les éleveurs et leurs salariés, évoluent dans un air chargé en gaz et particules. Cette exposition constante peut avoir un impact sur leur santé. Avant de leur proposer des moyens de prévention et de protection adaptés et efficaces, il faut tout d'abord connaître les niveaux d'exposition et mettre en évidence les facteurs ayant une influence sur les concentrations en gaz et particules. Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet AIR Eleveur (CASDAR, 2015-2018). Elle consiste à (1) mesurer les concentrations en gaz et particules de l'air dans lequel évolue le travailleur, notamment lors de tâches « exposantes » dont la durée est importante, (2) identifier les facteurs qui expliquent les différences de concentrations en gaz et particules entre les salles d'élevage selon les pratiques et les paramètres structurels de l'élevage.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Choix des tâches considérées comme les plus « exposantes » vis-à-vis des gaz et particules

Les tâches « exposantes » ont été choisies en fonction des conditions qui entraînent un air chargé en gaz et particules (température élevée, activité des animaux importante et stockage des effluents en préfosse) et qui favorisent la mise en suspension de particules dans l'air (intervention sur les animaux, déplacement d'animaux) et en fonction de leur durée (Preller *et al.*, 1995, O'Shaughnessy *et al.*, 2010). La faisabilité technique des mesures, liée notamment au taux d'humidité dans les salles d'élevage est un critère qui a aussi été pris en compte lors de ce choix.

En maternité, les soins et le sevrage des porcelets sont des activités définies comme « exposantes » pour le travailleur puisque tous les critères favorisant l'exposition sont réunis. Les soins aux porcelets se déroulent dès la fin de la mise bas : le travailleur meule ou coupe les dents des porcelets, écourte leurs queues, réalise une injection de fer et dans certains cas, castré les mâles.

Le sevrage des porcelets a lieu généralement 21 ou 28 jours après la mise bas, selon la conduite de l'élevage. Il consiste à déplacer les porcelets de la salle de maternité où ils étaient élevés avec leurs mères vers les salles de post-sevrage.

La durée de ces deux tâches varie en fonction du nombre de porcelets et peut, selon la taille de l'élevage, atteindre une demi-journée.

### 1.2. Caractérisation de l'exposition des travailleurs aux gaz et particules durant les soins et le sevrage des porcelets

Pour caractériser l'exposition des travailleurs aux contaminants aériens, des mesures ont été réalisées dans 54 salles de maternité de 19 élevages de porcs situés en Bretagne.

#### 1.2.1. Caractérisation technique des salles

Un ensemble de descripteurs techniques est enregistré dans chacune des salles de maternité où les opérations de soins et de sevrage sont réalisées. Ces éléments pourront contribuer à expliquer les différences entre salles : âge du bâtiment, fabricant de la case de maternité, surface des cases, nombre de cases par salle, type de sol, système de gestion des effluents, système de ventilation (dépression, surpression), type d'entrée d'air (plafond perforé, plafond diffuseur, champignon,...), type d'extraction (haute, basse), type d'isolant (laine de verre, polystyrène,...).

#### 1.2.2. Mesures réalisées sur l'air ambiant

Les mesures sur l'air ambiant des salles de maternité concernent les gaz (NH<sub>3</sub> et H<sub>2</sub>S) et les particules. Les fractions granulométriques des particules retenues distinguent les particules inhalables (fraction massique des particules totales en suspension dans l'air inhalé par le nez et la bouche), thoraciques (fraction massique des particules inhalées pénétrant au-delà du larynx) et alvéolaires (fraction massique des particules inhalées qui pénètrent dans les voies aériennes non ciliées).

Les concentrations en ammoniac (NH<sub>3</sub>) et en hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) dans l'ambiance des maternités sont mesurées au moyen de tubes diffuseurs colorimétriques (Dräger). Des tubes indicateurs spécifiques de chaque gaz sont insérés dans une pompe manuelle d'échantillonnage. La réaction chimique entre le gaz et le réactif présent dans le tube détermine un changement de couleur de longueur proportionnelle à la concentration mesurée, qui peut alors être directement lue sur le tube gradué. Les mesures de gaz sont réalisées de manière ponctuelle, au début et à la fin de chacune des activités, dans le périmètre du travailleur.

Dans cette étude, les particules sont mesurées en continu à l'aide d'un spectromètre optique (Grimm 1.109 - Intertek) permettant d'obtenir une concentration (exprimée en µg/m<sup>3</sup>) par fraction granulométrique. Une pompe à débit constant et ajusté (1,2 l.mn<sup>-1</sup>) permet d'aspirer l'air à échantillonner au travers d'une sonde iso-cinétique pour l'acheminer jusqu'à la cellule de mesure optique. Une diffraction d'un faisceau laser proportionnelle au diamètre des particules permet l'analyse de l'air aspiré : dénombrement et classement des particules en fractions granulométriques. L'appareil est positionné dans le périmètre du travailleur et les mesures sont réalisées pendant toute la durée de l'activité.

#### 1.2.3. Enregistrement des paramètres d'ambiance

La température et l'hygrométrie, dans les salles et à l'extérieur, sont mesurées au moyen de thermo-hygromètres (HOBO et KONRAD) à raison d'une mesure par minute sur toute la durée de l'activité. Le thermo-hygromètre est placé dans l'ambiance à hauteur de travailleur. Les paramètres d'ambiance des salles (température de consigne, pourcentage de ventilation, plage, mini/maxi) sont relevés au niveau des boîtiers de ventilation.

#### 1.2.4. Enregistrement de l'activité des travailleurs

L'activité du ou des travailleur(s) au moment des soins ou du sevrage des porcelets est enregistrée en continu pendant toute la durée de la tâche. Les pratiques de soins (meulage, époinçage

des dents, caudectomie, injection de fer, castration, injection d'antibiotique, gestion des adoptions, surveillance, fouille, gestion des écrasements..) et de sevrage (mode de déplacement des animaux, âge et nombre de porcelets) sont enregistrées ainsi que leurs durées respectives.

### 1.3. Analyse des données

Une base de données intégrant les caractéristiques des salles suivies, les mesures de gaz ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) et de particules (fractions inhalable, thoracique et particulaire), les paramètres d'ambiance, l'activité des travailleurs ainsi que la durée des tâches a été créée. Les données ont été traitées au moyen du logiciel R par analyse de la variance avec interaction afin de (1) caractériser les niveaux d'exposition (gaz et particules) et 2) identifier leurs principaux facteurs de variation.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Caractéristiques de l'échantillon

Les mesures ont été réalisées dans 19 élevages naisseurs-engraisseurs localisés dans la région Bretagne. La taille de ces élevages varie entre 130 et 950 truies, avec une valeur moyenne de  $353 \pm 207$  truies, soit une taille relativement élevée par rapport à la moyenne nationale de 190 truies (Ifip, 2016). Dans cette étude, le choix a été délibérément fait de sélectionner la moitié des élevages avec des effectifs supérieurs à 300 truies, dans l'objectif d'observer des salariés spécialisés dans les tâches liées aux maternités. Dans notre étude, les salles de maternité sont majoritairement sur caillebotis intégral (93% vs 7% sur caillebotis partiel), en dépression (91% vs 9% en surpression) avec extraction basse (70% vs 30% en extraction haute). Le parc de bâtiments étudié a un âge légèrement supérieur ( $25,8 \pm 10$  ans en moyenne) à l'âge moyen des bâtiments d'élevage de porcs en Bretagne, soit 22,1 ans (Bertin *et al.*, 2016) ; les salles de maternité les plus âgées atteignent toutefois 45 ans. Sur l'ensemble de ces caractéristiques, notre échantillon d'élevages est très proche du profil moyen des élevages naisseur-engraisseur français.

La tâche « soins aux porcelets » a été suivie dans 26 salles de maternité différentes et la tâche « sevrage » dans un total de 28 salles de maternité différentes, durant deux périodes (juin à septembre 2015 et janvier à juillet 2016).

La durée moyenne de la tâche « soins aux porcelets » est de  $1\text{h}24\text{mn} \pm 49\text{mn}$  avec une large gamme de variation, entre 14 minutes et 4 heures. Pour la tâche « sevrage », la durée varie entre 15 minutes et  $3\text{h}42\text{mn}$  avec une moyenne de  $1\text{h}45 \pm 50$  minutes. Cette forte variabilité s'explique par le nombre de porcelets à soigner ou à sevrer qui diffèrent en fonction de la taille des bandes de truies et des contraintes expérimentales : pour les soins, il arrivait que les mises bas ne soient pas toutes terminées au moment de la mesure, pour le sevrage, il arrivait que travailleurs le fasse en deux temps, certaines salles étaient donc déjà vides au démarrage de la mesure.

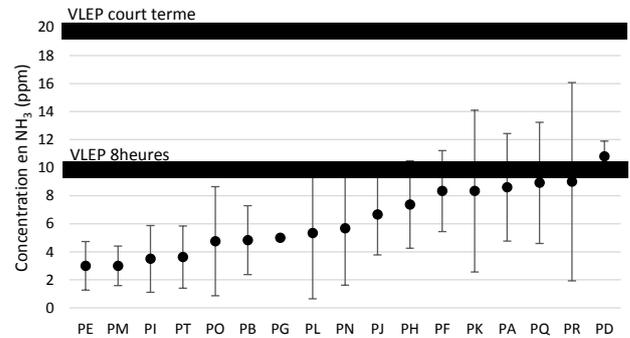
### 2.2. Exposition des travailleurs durant les tâches « soins aux porcelets » et « sevrage » en maternité

#### 2.2.1. Concentrations en gaz

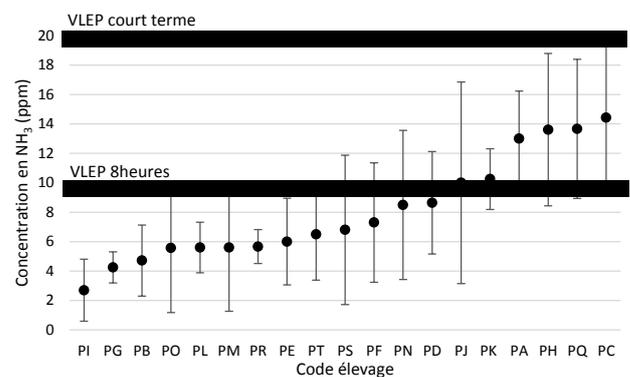
Durant la tâche « soins aux porcelets », la concentration moyenne en ammoniac est de  $6,6 \pm 3,9$  ppm avec des valeurs variant entre 1 et 15 ppm (Figure 1a). Durant la tâche « sevrage », la concentration moyenne en ammoniac dans les

salles est de  $8,3 \pm 4,9$  ppm avec des variations entre 1 et 21 ppm (Figure 1b). Ces valeurs sont en accord avec celles de la littérature (Guinand, 2003). Les concentrations en  $\text{H}_2\text{S}$  mesurées sont nulles, ou du moins inférieures au seuil de détection des tubes colorimétriques utilisés ici.

Si les concentrations en ammoniac moyennes mesurées peuvent être supérieures à 10 ppm qui correspond à la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle sur 8 heures (VLEP 8heures), elles n'atteignent jamais la VLEP court terme (exposition sur une durée maximale de 15 minutes) fixée à 20 ppm (INRS, 2012).



1a : soins aux porcelets



1b : sevrage des porcelets

**Figure 1** – Concentrations moyennes en ammoniac (en ppm) dans l'ambiance des maternités (a – soins b – sevrage) dans les élevages suivis. VLEP : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle pour une durée de 8 heures (VLEP 8 heures) ou 15 minutes (VLEP court terme)

Lors du sevrage, les niveaux des concentrations en ammoniac sont supérieurs à ceux mesurés lors des soins, résultant essentiellement des quantités plus importantes d'effluents stockés dans les préfosse des maternités.

#### 2.2.2. Concentrations en particules

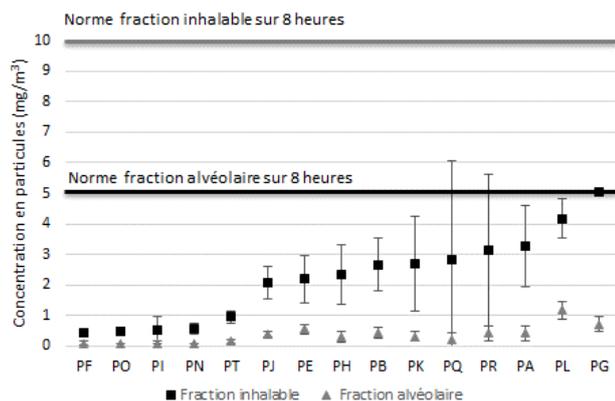
L'analyse des concentrations en particules ne concerne que 16 élevages pour la tâche « sevrage » et 15 pour la tâche « soins aux porcelets » en raison d'un dysfonctionnement de l'appareil de mesures (sonde isocinétique bouchée, saturation de la chambre de mesure).

Pour les deux tâches, la fraction thoracique représente environ la moitié de la fraction inhalable (tableau 1). La fraction alvéolaire, quant à elle, représente pour les tâches « soins » et « sevrage » respectivement 16% et 12% de la fraction inhalable. La proportion de particules très fines (inférieures à  $4\ \mu\text{m}$ ) est donc légèrement plus importante lors des soins aux porcelets. Par ailleurs, les travailleurs semblent être plus exposés aux particules lors de la tâche « sevrage » que lors de la tâche « soins » puisque les concentrations en particules inhalables, thoraciques et alvéolaires sont plus élevées.

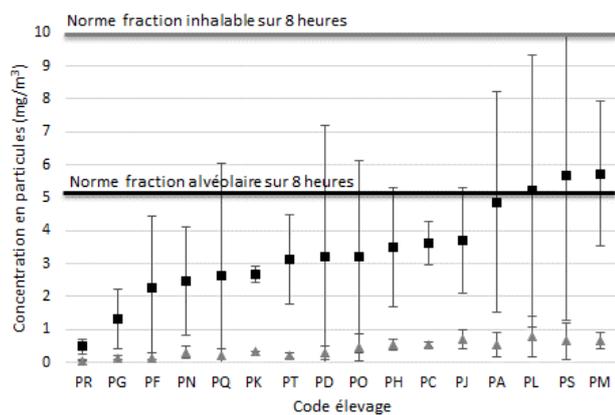
**Tableau 1** – Concentrations particulières des différentes fractions selon la tâche (exprimées en mg/m<sup>3</sup>)

Concentration en particules (mg/m <sup>3</sup> )	Tâche « soins aux porcelets »	Tâche « sevrage »
Fraction inhalable	1,99±2,20	3,64±3,03
Fraction thoracique	1,03±1,09	1,77±1,43
Fraction alvéolaire	0,33±0,42	0,44±0,38

Les valeurs mesurées sont bien inférieures aux plafonds imposés par la réglementation qui sont de 10 mg/m<sup>3</sup> pour la fraction inhalable et de 5 mg/m<sup>3</sup> pour la fraction alvéolaire, pour un poste de 8 heures (figure 2) (Inrs, 2012).



2a : soins des porcelets



2b : sevrage des porcelets

**Figure 2** – Concentrations moyennes en particules inhalables et alvéolaires (en mg/m<sup>3</sup>) dans l'ambiance des maternités (a – soins b – sevrage) dans les élevages suivis

La gamme de concentrations mesurées est conforme aux valeurs obtenues dans des études précédentes (Guinand, 2003) et comparable aux valeurs de la littérature. Selon McDonnell *et al.* (2008), les concentrations en particules inhalables mesurées dans les salles de maternité varient entre 0,3 à 4,4 mg/m<sup>3</sup> avec une moyenne de 1,5 mg/m<sup>3</sup>; de même, O'Shaughnessy *et al.* (2010) montrent que les concentrations de particules inhalables varient entre 0,8 à 3,8 mg/m<sup>3</sup> en maternité. Les résultats obtenus ici se situent dans la fourchette haute des concentrations mesurées en maternité dans la bibliographie, puisque les mesures ont lieu durant des activités

qui entraînent la mise en suspension des particules dans l'air lié aux interventions sur les animaux. La fraction alvéolaire varie ici entre 0,3 à 0,4 mg/m<sup>3</sup>. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus de McDonnell *et al.* (2008) qui font état de concentrations en particules respirables variant de 0,01 à 3,4 mg/m<sup>3</sup>.

### 2.2.3. Principaux facteurs de variabilité

Les niveaux d'exposition des travailleurs aux gaz et particules sont très variables d'un élevage à l'autre, mais également d'une salle à l'autre au sein d'un même élevage. L'intégration des pratiques des travailleurs, ainsi que la configuration technique des salles suivies, permet d'identifier les principaux facteurs impliqués. Pour les deux tâches, il existe un effet élevage statistiquement significatif ( $P < 0,05$ ). L'analyse des différents paramètres de conduite de la ventilation, de gestion des effluents et de pratiques des éleveurs conduit à identifier certains paramètres impactant les concentrations en particules et en ammoniac.

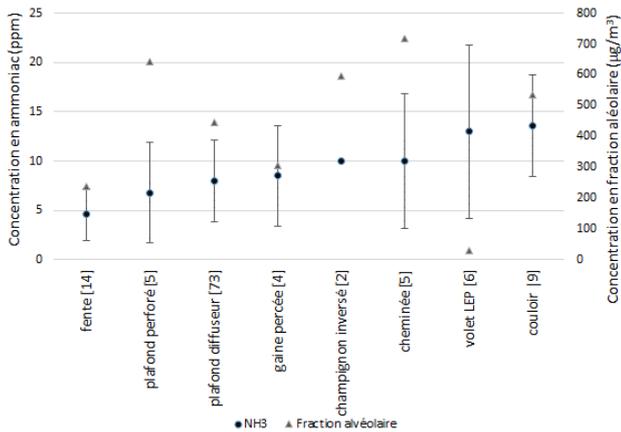
Concernant les particules, les concentrations en particules inhalables, thoraciques et alvéolaires sont fortement corrélées ( $r > 0,92$ ). On ciblera donc ici l'analyse des principaux facteurs de variabilité de la concentration en particules sur celle de la fraction inhalable.

#### 2.2.3.1. Le taux de ventilation

Lors de la tâche « sevrage » le taux de ventilation observé au moment de la réalisation de la tâche a un effet significatif sur la concentration en ammoniac et sur la concentration de la fraction inhalable ( $P < 0,05$ ), alors qu'on n'observe qu'un léger effet, non significatif, durant la tâche « soins ». Plus le niveau de ventilation est élevé, plus la charge en gaz et particules est faible. La ventilation de chaque salle est régulée en fonction de la température de la salle relevée par une sonde et de la température de consigne. Si la température de la salle est supérieure à la température de consigne alors le taux de ventilation augmente. Ceci explique que la concentration en NH<sub>3</sub> soit en moyenne plus élevée en hiver (10 ppm) qu'en été (6,5 ppm). Preller *et al.* (1995), O'Shaughnessy *et al.* (2010), Basinas *et al.* (2012) ont également mis en évidence une augmentation de l'exposition des travailleurs aux gaz et particules en période froide en relation avec la réduction du taux de ventilation.

#### 2.2.3.2. Le type d'entrée d'air

L'effet du type d'entrée d'air est significatif ( $P < 0,05$ ) sur la concentration en ammoniac lors de la tâche « sevrage » alors qu'on note simplement une tendance non significative lors de la tâche « soins ». Le « type d'entrée d'air » recouvre ici 7 modalités observées : plafond diffuseur, fentes, gaines perforées, champignons inversés, cheminées, volets LEP, entrée d'air sous le couloir. Bien que certaines modalités soient moins représentées, il semblerait que les fentes permettent de diminuer la teneur en ammoniac mesurée (Figure 3). Cela peut être lié à la position du travailleur qui se trouve sous les fentes et donc sous l'arrivée d'air neuf. A l'inverse, les entrées d'air sous le couloir sont liées à des niveaux plus élevés en NH<sub>3</sub>. Enfin, pour les particules, les salles équipées d'une entrée d'air par volets LEP ont en moyenne des teneurs plus faibles que les autres (figure 3).



**Figure 3** – Concentrations moyennes en ammoniac (en ppm) et en fraction alvéolaire (en µg/m<sup>3</sup>) dans l'ambiance des maternités en fonction du type d'entrée d'air [(nombre de salles concernées)]

#### 2.2.3.3. Le type de ventilation (dépression, surpression)

Selon une étude de Kim *et al.* (2008), l'exposition des travailleurs aux particules totales est plus élevée avec une ventilation dynamique qu'en aération naturelle (dans le cas présent, toutes les salles sont en ventilation dynamique). Le type de ventilation a aussi un effet significatif sur les concentrations en ammoniac et en particules ( $P < 0,05$ ). Ainsi, la concentration en ammoniac est en moyenne plus élevée dans les maternités ventilées par dépression (8,5 ppm) que dans les salles ventilées par surpression (6,1 ppm).

#### 2.2.3.4. Les pratiques de l'éleveur

Les pratiques de l'éleveur ont aussi un effet important sur la qualité de l'air des maternités, principalement sur la concentration en particules.

Pour préserver les mamelles de la truie, les dents des porcelets sont meulées ou époutées et cette opération fait partie de la tâche « soins aux porcelets ». Ici, le meulage des dents des porcelets est réalisé dans 58% des cas. La façon dont cette pratique est réalisée n'a pas d'effet significatif sur la concentration en ammoniac. A l'inverse, la concentration en particules inhalables est supérieure lorsque les dents sont meulées que lorsqu'elles sont époutées ( $2,97 \pm 4,26 \text{ mg/m}^3$  vs  $2,01 \pm 1,91 \text{ mg/m}^3$ ).

Dans notre échantillon, seulement 3 élevages n'utilisent pas d'asséchant en maternité. En moyenne, la concentration en particules est de  $1,36 \pm 1,59 \text{ mg/m}^3$  dans les salles sans asséchant au moment des soins, alors qu'elle est de  $3,00 \pm 3,5 \text{ mg/m}^3$  dans les salles avec asséchant. L'effet « asséchant » ne ressort pas comme statistiquement significatif du fait de la grande variabilité entre les produits utilisés : huit types d'asséchants sont utilisés dans les maternités suivies dans notre étude, mais le kaolin est majoritairement utilisé (38% des salles). Dans les salles avec kaolin, la concentration en particules inhalables est de  $4,09 \pm 4,99 \text{ mg/m}^3$  contre  $2,35 \pm 2,04 \text{ mg/m}^3$  dans les salles utilisant un autre asséchant. La pulvéulence du kaolin est très importante et provoque donc une augmentation considérable de la concentration en particules dans l'ambiance des maternités, de manière beaucoup plus marquée que les autres produits.

La concentration en particules dans les salles où les travailleurs pratiquent la caudectomie (79% des mesures) est multipliée par deux par rapport aux autres salles ( $P < 0,05$ ).

Cette différence s'explique principalement par la manipulation supplémentaire des animaux ainsi occasionnée, qui génère des particules et favorise la mise en suspension des particules déjà sédimentées. A l'inverse, la castration des porcelets, réalisée dans seulement 17% des mesures de notre étude, ne provoque pas d'augmentation significative de la concentration en particules inhalables.

### 3. PREMIERES PRECONISATIONS POUR LIMITER L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS

Outre la réduction de la durée de présence des travailleurs dans les salles d'élevage ou la mise en place d'un moyen de protection, d'autres préconisations permettent de réduire l'exposition des travailleurs aux gaz et particules. Elles sont liées aux paramètres structurels de l'élevage ainsi qu'aux pratiques individuelles.

Cette étude a permis de mettre en évidence les principaux facteurs expliquant les différences de concentrations en gaz et particules dans les salles de maternité : le taux de ventilation, le type d'entrée d'air, le type de ventilation et certaines pratiques comme le meulage des dents ou l'utilisation d'asséchant. A partir de ce constat, différentes préconisations peuvent être formulées pour réduire l'exposition des travailleurs aux gaz et particules.

Les systèmes de ventilation en surpression permettent de réduire la concentration en particules et en ammoniac. Ainsi, lors de la construction d'un bâtiment d'élevage, il est préférable de privilégier ce type de système par rapport à une gestion en dépression. On optera aussi pour des entrées d'air avec fentes ou plafond diffuseur plutôt que des volets LEP. Ces choix sont à raisonner au moment de la construction du bâtiment existants est très difficile et surtout très coûteuse. Concernant le taux de ventilation, il est conseillé aux travailleurs en élevage porcin de maintenir un renouvellement d'air suffisant même lorsque les températures sont basses. Une légère modification des températures de consigne pourrait également être envisagée pour améliorer le renouvellement de l'air dans la salle au moment de la tâche. Cela permettra l'élimination des particules et contribuera ainsi à réduire l'exposition des travailleurs.

Concernant les pratiques sur les animaux, le meulage des dents conduit à une augmentation du nombre de particules dans l'ambiance de travail par rapport à l'époutage. La réglementation européenne pour le bien-être des porcs (Union Européenne 2008 - Directive 2008/120/CE) stipule que la réduction des coins des porcelets doit laisser une surface lisse et intacte. Cet objectif est plus facile à obtenir par le meulage. Si cette technique est en effet plus favorable au bien-être des porcelets, l'époutage apparaît ici plus favorable en terme d'exposition du travailleur.

En maternité, l'utilisation d'asséchant est une pratique assez courante. L'utilisation de kaolin a conduit à une augmentation considérable de l'exposition des travailleurs aux particules par rapport aux autres asséchants. Il est donc conseillé aux travailleurs de se protéger lors de son épandage sur les sols des cases maternités.

Enfin il apparaît que, plus l'animal est manipulé, plus la mise en suspension des particules est favorisée ; il importe donc de trouver une organisation simple permettant de limiter autant que possible toute manipulation des animaux.

## CONCLUSION

Cette étude a permis de caractériser les niveaux d'exposition des travailleurs lors des soins et du sevrage des porcelets en maternité et de mettre en évidence les facteurs ayant une influence prépondérante sur les concentrations en ammoniac et particules.

Les niveaux de concentrations en hydrogène sulfuré et en particules inhalables, thoraciques et alvéolaires restent largement inférieurs aux Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle sur 8 heures (VLEP<sub>8heures</sub>). Concernant l'ammoniac, seules quelques valeurs dépassent les seuils mais dans la majorité des cas, elles sont inférieures à la VLEP<sub>8heures</sub>. La durée des tâches quant à elle est faible avec en moyenne 1h45 et 1h24 respectivement pour le sevrage et les soins aux porcelets.

La ventilation et le type d'entrée d'air ainsi que les pratiques sur les animaux apparaissent comme des facteurs importants de variabilité des concentrations en gaz et particules et peuvent aboutir à des recommandations à mettre en œuvre dans les élevages.

Le projet se poursuit avec l'analyse de deux autres tâches « exposantes » que sont l'alimentation manuelle des porcelets en premier âge et le tri des porcs charcutiers.

En parallèle des données sur les teneurs en gaz et particules de l'air dans lequel évoluent les travailleurs au cours des différentes tâches dite « exposantes », des informations sur la santé des travailleurs enquêtés ont été enregistrées. Ainsi, une analyse du lien entre l'exposition et la santé des travailleurs complétera les résultats de cette étude. Cela permettra de mieux appréhender l'impact de l'exposition aux gaz et particules sur la fonction respiratoire et la santé des travailleurs et d'expliquer les éventuels écarts entre individus.

Enfin, tous les résultats de ce projet permettront de proposer des moyens de prévention et de protection sur l'ensemble des activités d'un élevage naisseur-engraisseur, en prenant en compte la perception qu'ont les travailleurs des risques liés à leur métier (Depoucent *et al.*, 2016). Les moyens de prévention et de protection devront être adaptés aux conditions et contraintes auxquelles sont soumis les travailleurs en élevage porcin, afin d'être applicables et efficaces.

Une brochure, à destination des éleveurs et de leurs salariés mais aussi des conseillers, sera élaborée en fin de projet à partir de l'ensemble des résultats acquis et servira de support à des actions de communication, de sensibilisation et de formation.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier du CASDAR (5414). Les auteurs tiennent à remercier les éleveurs et les salariés d'élevage qui ont participé à ce projet.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Basinas I., Schlunssen V., Takai H., Heederik D., Omland O., Wouters I.M., Sigsgaard T., Kromhout H., 2013. Exposure to inhalable dust and endotoxin among Danish pig farmers affected by work tasks and stable characteristics. *Ann. Occup. Hyg.* 57 (8), 1005-1019.
- Bertin C., Ramonet Y., 2016. Etat des lieux des bâtiments d'élevage de porcs en Bretagne chez les naisseurs-engraisseurs en 2015. *Journées Rech. Porcine*, 48, 1-7.
- Depoucent C., Veyre J., Ruch M., Kling-Eveillard F., Philibert A., Guillam M.T., 2016. Perception et acceptation des risques professionnels par les éleveurs de porcs et leurs salariés : l'exemple des risques respiratoires. *Journées Rech. Porcine*, 48, 43-44
- Union européenne (2008). Directive 2008/120/CE établissant les normes minimales relatives à la protection des porcs. J.O.U.E. du 15/02/09
- Donham K.J., 1986. Studies on environmental exposures, swine health and engineering design in swine confinement buildings in southern Sweden. *Am. J. Ind. Med.*, 10, 205-220.
- Fablet C., Dorenlor V., Eono F., Eveno E., Jolly J.P., Portier F., Bidan F., Madec F., Rose N., 2013. Facteurs non infectieux associés à la pneumonie et à la pleurésie dans 143 élevages naisseurs-engraisseurs du Grand Ouest de la France. *Journées Rech. Porcine*, 45, 249-254.
- Guingand N., 2003. Qualité de l'air en bâtiment et stades physiologiques. *TechniPorc*, 26 (3), 17-24.
- IFIP, 2016. Porc par les chiffres. Edition 2015-2016.
- INRS, 2012. Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. ED 984.30 pp.
- McDonnell P.E., Coggins M.A., Hogan V. J., Fleming G.T., 2008. Exposure assessment of airborne contaminants in the indoor environment of Irish swine farms. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 15(2), 323-326.
- O'Shaughnessy P.T., Donham K.J., Peters T.M., 2010. A task-specific assessment of swine worker exposure to airborne dust. *J. Occup. Environ. Hyg.*, 7, 7-13.
- Preller L., Heederik D., Kromhout H., 1995. Determinants of dust and endotoxin exposure of pig farmers: development of a control strategy using empirical modelling. *Ann Occup Hyg*, 39, 545-557.
- Von Essen S., Romberger D., 2003. The respiratory inflammatory response to the swine confinement building environment: the adaptation to respiratory exposures in the chronically exposed worker. *J. Agric. Saf. Health*, 9, 185-196.