



Qualité de l'air en bâtiment et stades physiologiques

Parmi les missions de recherche et de développement de l'Institut Technique du Porc, l'acquisition de connaissances sur la qualité de l'air en bâtiment d'élevage a fait l'objet d'un certain nombre d'études mises en place à la fois en conditions expérimentales dans le cadre des stations de l'institut mais aussi sur le terrain. Il est apparu intéressant de faire une synthèse de ses résultats pour tenter d'établir un profil de la qualité de l'air au sein de certains bâtiments et ceci en fonction du type d'animal présent, du poids des animaux ou de leur durée de présence ainsi que de la saison. Les données acquises lors d'études menées par l'ITP seront mises en parallèle avec celles déjà publiées par des équipes françaises et internationales.

Qualité de l'air ?

La qualité de l'air est devenue un sujet d'actualité, particulièrement dans les agglomérations en relation avec la mise en place des Plans Régionaux de la Qualité de l'Air (PRQA) directement issus de la loi sur l'Air (cf article Techni Porc vol 24 n°6-2001 – LAURE ou la loi sur l'Air). Dans les élevages de porcs, la qualité de l'ambiance est un paramètre essentiel à l'expression des performances zootechniques des animaux. La sensibilité du porc à la température et aux vitesses d'air oblige l'éleveur à une maîtrise parfaite de son ambiance au moins sur les paramètres physiques (température, hygrométrie et débit de ventilation). A ces paramètres physiques, l'approche de la qualité de l'air en bâtiment englobe la concentration en ammoniac dans l'ambiance et à l'émission, la concentration massique en poussières ainsi que la concentration et l'émission d'odeurs. Ainsi, de par la notion de qualité de l'air en bâtiment, l'étude des niveaux de concentrations et de leurs effets sur les porcs, le personnel et l'atmosphère peut être envisagée.

Des stades physiologiques

Dans cette étude, trois stades physiologiques ont été considérés : les truies en maternité, les porcelets en post-sevrage et les porcs charcutiers à l'engraissement. Les paragraphes suivants explicitent les conditions d'élevages des animaux pour chacun des stades et précisent le type de bâtiment. Les valeurs de qualité de l'air données dans les prochains paragraphes ne peuvent s'appliquer qu'à ces caractéristiques de conduite d'élevages et de bâtiment qui sont considérées comme étant les plus représentatives de la majorité des porcheries françaises.

Dans notre étude, les salles de **maternité** sont de type caillebotis intégral. Une portion de caillebotis fil métallique est placée à l'arrière de la truie pour le recueil des déjections alors que le restant de la surface est en caillebotis plastique pour le confort des porcelets. Selon les élevages intégrés dans cette étude, le nombre de truies par salle varie entre 10 et 12. Pour toutes les salles, l'entrée d'air se fait par plafond diffuseur et l'extraction est dite basse avec ou sans cheminée. Les truies rentrent en maternité

Résumé

L'objectif de cet article est de synthétiser les données obtenues depuis plusieurs années dans des bâtiments d'élevages de porcs abritant les trois stades physiologiques principaux à savoir : maternité, post-sevrage et engraissement. Sur chacune des salles étudiées, les paramètres physiques de l'ambiance (température et débit de ventilation) ont été relevés et les paramètres de qualité de l'air mesurés (concentration massique en poussières, concentration en ammoniac dans l'ambiance, émission d'ammoniac dans l'air extrait, émission d'odeurs). Les salles étudiées représentent les caractéristiques les plus représentatives des salles existantes en élevages de porcs en France. Ces données ont été acquises lors d'expérimentations sur des facteurs liés à la conduite d'élevage. Cependant, seules les données des salles dites témoins ont été incluses dans cette étude.

Nadine GUINGAND



une semaine avant la date prévue de mise-bas et y séjournent un total de 5 semaines. Les débits appliqués par truie en période froide sont de $110 \pm 21 \text{ m}^3$ par heure et de $263 \pm 43 \text{ m}^3$ par heure en période chaude soit une moyenne de 188 m^3 par heure et par truie. Les températures moyennes dans l'ambiance des salles de maternité impliquées dans cette étude sont de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ et $23 \pm 1,2^\circ\text{C}$ respectivement pour la période chaude et la période froide.

La phase de **post-sevrage** concerne les porcelets sevrés à un poids moyen de $8,7 \pm 1,0 \text{ kg}$ pour une durée moyenne de présence en post-sevrage variant entre cinq et sept semaines et un poids moyen de sortie de $25,3 \pm 1,9 \text{ kg}$. Le sol est de type caillebotis béton sur l'ensemble de la surface de la salle. L'entrée d'air se fait par le plafond ou par des volets latéraux selon les élevages. Dans tous les cas, l'extraction est dite basse avec ou sans cheminée. Dans la majorité des élevages, les préfosses sont vides à l'entrée des animaux et le stockage du lisier se fait sur l'intégralité de la durée de présence des porcelets dans des préfosses d'une profondeur d'environ 80 à 120 cm. La surface par porcelet est en moyenne de $0,35 \text{ m}^2$ par animal. Les débits appliqués par porcelet en période froide sont de $13,5 \pm 3,2 \text{ m}^3$ par heure et de $22,2 \pm 4,6 \text{ m}^3$ par heure en période chaude avec une moyenne de $18,3 \pm 6,0 \text{ m}^3$ par heure et par porcelet. Les températures moyennes des salles de post-sevrage étudiées sont de $26 \pm 1^\circ\text{C}$ pour la période froide et de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ pour la période chaude.

Dans notre étude, le stade **engraissement** est caractérisé par des animaux dont le poids moyen d'entrée est $27,5 \pm 1,4 \text{ kg}$ et le

poids de vente de $103,5 \pm 5,9 \text{ kg}$ pour une durée moyenne d'engraissement de 105 jours. Les salles sont de type caillebotis intégral béton avec stockage du lisier en préfosse d'une profondeur de 120 cm. L'entrée d'air est assurée par un plafond diffuseur alors que l'extraction est dite basse avec ou sans cheminée selon les élevages. Les animaux sont alimentés à volonté avec un aliment croissance-finition présenté sous forme de granulés ou de soupe. Les campagnes de mesures ont été étalées sur l'ensemble de la phase d'engraissement mais les données calculées correspondent à la 3^{ème}, 5^{ème}, 7^{ème}, 9^{ème} et 11^{ème} semaine de présence des porcs. La surface par animal est en moyenne de $0,70 \text{ m}^2$ par porc pour des salles abritant de 60 (stations expérimentales) à 120 porcs charcutiers (élevages). Les débits de ventilation appliqués par porc en période froide sont de $24 \pm 7 \text{ m}^3$ par heure et de $35 \pm 11 \text{ m}^3$ par heure en période chaude avec une moyenne à $31 \pm 11 \text{ m}^3$ par heure et par porc charcutier.

Les paramètres mesurés

Les températures extérieures ambiantes et des salles étudiées ainsi que les débits de ventilation sont enregistrés selon une fréquence variable en fonction du lieu de réalisation des études. En stations expérimentales, ces paramètres sont enregistrés sur toute la période de présence des animaux une fois toutes les 15 minutes. Pour les études réalisées en élevages, les mesures de températures et de débits ont été effectuées lors de chaque campagne de mesures soit entre trois et cinq fois par période de présence des animaux.

Pour l'ensemble des paramètres de qualité de l'air, les mesures ont

été réalisées sur la même période de la journée à savoir le matin. La période froide s'applique du mois d'octobre jusque mars avec une température extérieure journalière moyenne de $7^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ alors que la période chaude s'applique du mois de mai jusque septembre avec une température moyenne extérieure de $18^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$.

La concentration en poussières dans l'ambiance s'exprime en milligrammes par mètre cube d'air (mg/m^3), on parle alors de concentration massique. La mesure est réalisée par filtration à l'aide d'un filtre en microfibrilles de verre relié à un système d'aspiration à débit constant. La pesée du filtre avant et après le prélèvement permet d'établir une différence de poids qui ramenée au volume d'air prélevé permet d'établir une concentration en mg/m^3 . La norme française AFNOR NF X 43-261 définit la méthode de mesure de la concentration massique en poussières. Dans notre étude, le prélèvement a été réalisé au centre du ou des couloirs (selon la configuration des salles) à un mètre de hauteur sur une durée variant entre une et trois heures.



Filtre à poussières

La concentration en ammoniac dans l'ambiance est exprimée en parties par millions (ppm). Cette mesure est réalisée au centre du ou des couloirs (selon la configuration des salles) à environ un mètre de hauteur à l'aide de tubes diffuseurs. Ces tubes permettent



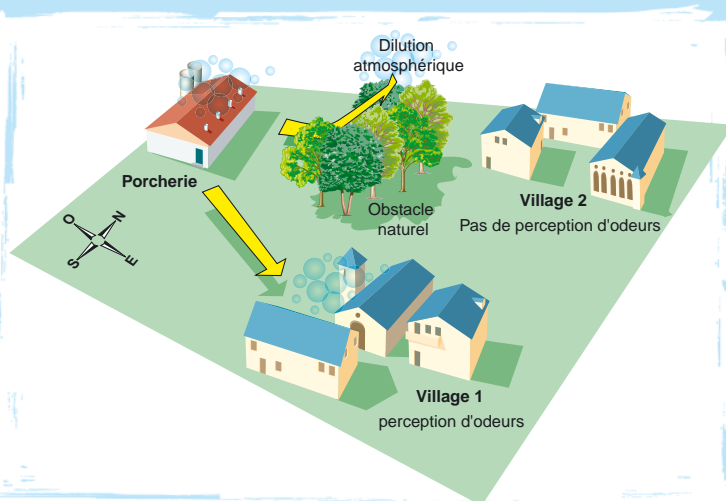
de faire une mesure ponctuelle de la concentration en gaz dans l'ambiance. Pour l'ammoniac, ils contiennent un indicateur de pH stabilisé en milieu acide qui réagit en présence de l'ammoniac qui est une base. La réaction est visualisée par l'intermédiaire d'un changement de coloration. La zone de coloration étant proportionnelle à la concentration, le résultat est obtenu par lecture directe sur le tube gradué.

L'émission d'ammoniac par porc est calculée en multipliant la concentration en ammoniac mesurée à l'extraction avec le débit de ventilation appliqué. La concentration en ammoniac dans l'air extrait est mesurée par barbotage en solution acide. Un volume d'air mesuré est pompé en continu dans la gaine d'extraction pendant 2 heures. L'air prélevé barbote dans une solution d'acide sulfurique 0,1 N permettant la solubilisation de l'ammoniac qui se transforme alors en ions ammonium. Le dosage des ions ammonium est ensuite réalisé en laboratoire. La concentration en ion ammonium permet de déterminer la concentration en ammoniac en fonction du volume d'air prélevé et ainsi d'exprimer une concentration en milligrammes par mètre cube d'air (mg/m^3).

La concentration en odeurs est obtenue par analyse olfactométrique. Cette technique permet de mesurer la concentration de l'odeur au seuil de perception. Un échantillon d'air est prélevé dans la ou les gaines d'extraction (selon la configuration) de chacune des salles étudiées. Le prélèvement se fait dans un caisson en dépression (encore appelé « caisson poumon ») en accord avec la norme française NF X 43-104. La détermination du facteur de dilution au seuil de perception est définie par

Emission ou perception ?

L'émission d'odeurs par animal telle qu'elle est présentée dans cet article correspond à une quantité d'odeurs par unité de temps émises à la sortie de la gaine d'extraction du bâtiment. La perception des odeurs peut être considérée comme un ressenti. Ainsi, selon la distance, la météorologie et la topographie du site d'implantation de l'élevage, les odeurs seront ou ne seront pas perçues par les tiers les plus proches de l'élevage.



la norme AFNOR NF X 43-101. Le seuil de perception d'une odeur correspond à une dilution de l'air odorant avec de l'air inodore perçue par 50 % des membres du jury. Ainsi, pour cette concentration, 50 % des réponses des individus composant un jury traduisent la perception de l'odeur et 50 % la non-perception. Par définition, la concentration du mélange odorant est alors égale au seuil. Le débit d'odeurs, exprimé en unités odeurs par heure résulte du produit de la concentration en odeurs, exprimée en unités odeurs par mètre cube d'air ($\text{u.o.}/\text{m}^3$) par le débit de ventilation exprimé en mètre cube d'air extrait par heure (m^3/h).

L'émission d'odeurs par animal est ensuite calculée en prenant en considération la durée de présence des animaux par stade. Il s'agit de l'émission d'odeurs produite par le bâtiment et en aucun cas de

sa perception. En effet, selon les conditions de diffusion liées à la météorologie ainsi qu'à la topographie du site, une émission d'odeurs donnée pour un bâtiment type peut conduire ou non à une perception d'odeurs à une distance donnée du site de production (cf encadré ci-dessus).



Poste de flairage

Plus de poussières en post-sevrage...

Les moyennes de concentrations massiques en poussières présentées ci-après (tableau 1) ont été calculées à partir de 34 valeurs obtenues à partir de 10 salles de maternités, de 52 valeurs résultant



de 11 salles de post-sevrage et de 98 valeurs résultant de 27 salles d'engraissement.

L'analyse des données déjà publiées dans la littérature française et internationale met en évidence la cohérence des résultats présentés dans le tableau 1. La moyenne mesurée en maternité (tableau 1) est en accord avec les travaux de MEYER et MANBECK (1986) qui mesurent dans des conditions similaires en maternité des concentrations variant de 0,44 à 2,99 mg/m³ en fonction de la saison. De même, ROBERTSON (1990) et STROBEL ET HEBER (1998) aboutissent à des concentrations massiques entre 0,5 et 1,9 mg/m³. Concernant le post-sevrage, MEYER et MANBECK (1986) ainsi que CHOSSON et al. (1989) et ROBERTSON (1990) ont observé des concentrations variant de 0,76 à 8,78 mg/m³ en fonction de la saison. Pour l'engraissement, les données publiées varient entre 0,89 et 6,30 mg/m³ (CHIBA et al., 1985 – DONHAM et al., 1986 – GUSTAFSSON, 1987 – WATHES,

1998). Ainsi, pour les trois stades étudiés dans cet article, les niveaux de concentrations mesurées sont en accord avec ceux déjà publiés dans la littérature française et internationale.

Le stade post-sevrage apparaît comme celui présentant le plus fort niveau de concentration en poussières, deux fois supérieur à ceux mesurés en maternité et en engraissement et ceci quelle que soit la saison. Cette observation est en accord avec celles d'autres auteurs (MEYER et MANBECK, 1986 – CHOSSON et al., 1989 – GUINGAND, 1999). L'activité des animaux a des conséquences directes sur la mise en suspension des poussières produites par les animaux et par l'aliment (figure 1). En post-sevrage, le comportement des porcelets est considéré comme plus prospectif que celui des porcs charcutiers et ceci particulièrement par rapport à l'aliment.

Pour les trois stades étudiés, l'effet saison est notable. En effet, la concentration massique moyenne en poussières est toujours inférieure en période chaude par rapport à la période froide. Cette réduction de la concentration en poussières est directement liée à l'augmentation des débits de ventilation appliquée à tous les bâtiments sans différence de stade en période chaude ainsi qu'à une moindre activité des animaux. Ce phénomène a déjà été observé dans différentes publications (DUCHAINED et al., 2000 – MASABIE et al., 1991).

Dans les trois types de salles étudiés dans cet article, la concentration en poussières est toujours inférieure à la Valeur Limite d'Exposition de 10 mg/m³ recommandée par l'INRS (1986).

Une concentration en ammoniac dans l'ambiance inférieure à la VME

Les moyennes présentées ci-contre (tableau 2) ont été calculées à partir de 55 mesures obtenues dans 10 salles de maternité, 65 mesures obtenues dans 7 salles de post-sevrage et 98 mesures obtenues dans 16 salles d'engraissement.

Les valeurs moyennes présentées dans le tableau 2 sont en accord avec celles publiées dans la littérature française et internationale sur le sujet. Pour WATHES (1998) et GROOT KOERKAMP et al. (1998), la concentration en ammoniac en engraissement varie entre 12 et 18 ppm. Les concentrations mesurées par NICKS et al. (1989) en maternité sont supérieures à celles mesurées dans cette étude. En effet, pour NICKS et al. (1989), les concentrations en ammoniac variaient entre 10 et 22 ppm. Pour SEEDORF et HARTUNG (1999), la concentration en ammoniac dans les salles de post-sevrage est de 9,1 ppm.

Pour les trois stades étudiés, la concentration en ammoniac dans l'ambiance est toujours très largement inférieure à la Valeur Moyenne d'Exposition pour l'ammoniac recommandée par l'INRS (1986 – cf encadré) pour la protection du salarié.

Comme pour les poussières, la concentration en ammoniac mesurée en été est inférieure à celle mesurée en période froide. L'augmentation des débits de ven-

L'activité des animaux a des conséquences directes sur la mise en suspension des poussières.

La concentration en poussières est inférieure en période chaude par rapport à la période froide.

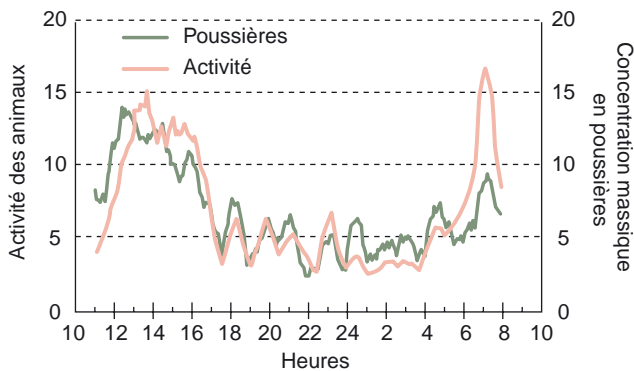


Figure 1 : Relation entre l'activité des animaux et la concentration en poussières (PEDERSEN, 1993)

Tableau 1 : Concentrations massiques moyennes en poussières (exprimées en mg/m³) en fonction du stade physiologique et de la saison

	Maternité	Post-sevrage	Engraissement
Eté	1,8 ± 1,1	4,1 ± 2,0	2,4 ± 1,3
Hiver	2,5 ± 1,2	6,3 ± 3,3	3,6 ± 1,8
Moyenne	2,0 ± 1,1	5,4 ± 3,0	2,9 ± 1,6



Tableau 2 : Concentrations moyennes en ammoniac (exprimée en ppm) dans l'ambiance en fonction du stade physiologique et de la saison

	Maternité	Post-sevrage	Engraissement
Été	5,4 ± 2,9	4,4 ± 2,7	8,3 ± 5,4
Hiver	11,5 ± 5,2	7,8 ± 2,9	12,7 ± 7,2
Moyenne	8,9 ± 5,3	6,3 ± 2,9	10,2 ± 6,6

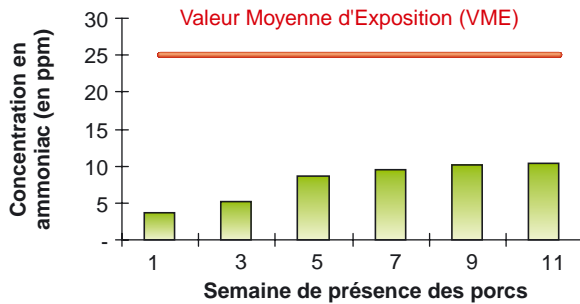


Figure 2 : Evolution de la concentration en ammoniac dans l'ambiance en salles d'engraisement en fonction de la durée de présences des porcs

tilation en période chaude permet une baisse de la concentration d'ammoniac dans l'ambiance par simple phénomène de dilution (GUSTAFSSON, 1987- HOFF et BUNDY, 1992 - COLE et al., 1996).

Les concentrations moyennes exprimées par stade physiologique et par saison présentent un écart-type assez important mais représentatif d'une variabilité de la concentration en ammoniac dans l'ambiance au cours du temps. La figure ci-dessus illustre l'augmentation de la concentration moyenne en ammoniac dans l'ambiance des salles d'engraisement en fonction de la durée de présence des animaux. Avec l'augmentation du poids des animaux, de la quantité de lisier stocké dans les préfosse et des déjections présentes sur le sol et malgré l'augmentation des débits de ventilation, la concentration en ammoniac est multipliée par un facteur 3 entre le début d'engraisement (4 ppm) et la fin d'engraisement (12 ppm) (figure 2).

Un peu moins d'un kg d'ammoniac émis par porc charcutier

Les moyennes présentées ci-dessous (tableau 3) ont été calculées à partir de 16 mesures obtenues dans 5 salles de maternité, 35 mesures obtenues dans 7 salles de post-sevrage et 68 mesures obtenues dans 13 salles d'engraisement.

L'émission d'ammoniac est le résultat du produit de la concentration en ammoniac dans l'air extrait (exprimée en milligrammes par mètre cube d'air) et du débit de ventilation (exprimé en mètre cube d'air par heure) appliqué aux salles étudiées et variant selon le stade physiologique, la saison et le

poids des animaux. La comparaison des données obtenues avec celles présentes dans la bibliographie nous conduit à exprimer l'émission d'ammoniac en grammes par jour et par animal.

Le calcul de l'émission moyenne par jour et par animal permet de déterminer un facteur d'émission d'ammoniac par type d'animal. Ainsi, pour une émission moyenne de 3,5 grammes par jour et par animal, l'émission liée au bâtiment pour un porcelet présent environ 56 jours en post-sevrage, est de l'ordre de 200 grammes d'ammoniac. De même, pour une émission moyenne de 9,5 grammes par jour et par animal, un porc charcutier présent 105 jours en

Tableau 3 : Emissions moyennes d'ammoniac (exprimées en grammes par jour et par animal) en fonction du stade physiologique et de la saison

	Maternité	Post-sevrage	Engraissement
Été	28,6 ± 10,6	3,8 ± 3,1	10,1 ± 4,4
Hiver	23,1 ± 7,3	3,1 ± 2,8	8,8 ± 4,2
Moyenne	25,6 ± 9,1	3,5 ± 2,9	9,5 ± 4,3

La VME et la VLE

La Circulaire du Ministère du Travail du 19 juillet 1982 définit des valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail. Deux valeurs sont définies par substance : la Valeur Moyenne d'Exposition (VME) et la Valeur Limite d'Exposition (VLE).

- **La VME** est la valeur admise pour la moyenne dans le temps des concentrations auxquelles un travailleur est effectivement exposé au cours d'un poste de 8 heures. Pour l'ammoniac, la VME est de 25 ppm et de 5 ppm pour l'hydrogène sulfuré et de 10 mg/m³ pour les poussières (INRS, 1986).
- **La VLE** n'est pas la concentration maximale instantanée mais la valeur limite de concentration qui ne doit pas être dépassée sur une durée de 15 minutes. Pour l'ammoniac, la VLE est de 50 ppm et de 10 ppm pour l'hydrogène sulfuré (INRS, 1986).

La concentration en ammoniac mesurée en période chaude est inférieure à celle mesurée en période froide.

La concentration en ammoniac est multipliée par un facteur 3 entre le début et la fin d'engraisement.



Le CORPEN

Le CORPEN (Comité d'Organisation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement) a été créé en 1984 sur décision des Ministres chargés de l'Environnement et de l'Agriculture. Son domaine d'action initial visait la pollution de l'eau par les nitrates et les phosphates provenant des activités agricoles. Ce domaine a été étendu en 1992 aux pollutions par les produits phytosanitaires et en 2001, à l'air. C'est un lieu de concertation entre tous les acteurs concernés par les relations entre agriculture et environnement. Il élabore des outils servant aux agriculteurs pour modifier leurs pratiques en vue d'une réduction de leur incidence environnementale, en tenant compte de leur impact sur l'économie de l'exploitation.

Certaines brochures du CORPEN concernent plus spécifiquement la production porcine. Ainsi, en janvier 1996, le CORPEN a publié une brochure intitulée « Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs – Impact des modifications de conduite alimentaire et des performances techniques ». Cette brochure est en cours de réactualisation avec une publication prévue en 2003. Publiée en juin 2001, une brochure dédiée à l'ammoniac intitulée « Les émissions d'ammoniac d'origine agricole dans l'atmosphère – Etat des connaissances et perspectives de réduction des émissions » regroupe l'ensemble des informations actuellement disponibles sur les émissions d'ammoniac.

L'émission d'ammoniac est supérieure de près de 20 % en été par rapport à l'hiver.

engraissement va émettre un peu moins d'un kilogramme d'ammoniac dans l'air. Ces émissions portent exclusivement sur les bâtiments et n'intègrent pas l'émission d'ammoniac liée au stockage en fosse extérieure et à l'épandage des déjections produites par les différents types d'animaux présents sur l'élevage.

Cette valeur légèrement inférieure à 1 kg d'ammoniac émis dans le

bâtiment par porc charcutier produit est très proche de celle obtenue à partir des références CORPEN (2001) (cf encadré ci-contre). En effet, le CORPEN considère que l'émission d'ammoniac dans le bâtiment représente 25 % de l'azote excrété par le porc. Ainsi, avec un indice moyen de consommation de 2,94 (données ITP – IC 25-105 kg pour les engraisseurs-2001), l'azote excrété par un porc charcutier est de 4,6 kg d'azote par porc ce qui correspond donc à une émission de 950 grammes d'ammoniac émis dans l'ambiance soit environ 9 grammes par jour et par porc. De même, avec un niveau moyen de 25,6 grammes par jour (tableau 3), le rejet par truie est alors de 9,3 kg par an, valeur très proche de 9 kg, citée par le CORPEN (2001).

Pour les trois stades physiologiques étudiés dans cet article, l'effet de la saison sur l'émission d'ammoniac par animal est assez net ; l'émission en période chaude étant supérieure à celle mesurée en période froide. En période chaude, pour maintenir une température la plus acceptable possible par les animaux, les débits de ventilation sont supérieurs à ceux appliqués en période froide. L'augmentation des débits de ventilation provoque une réduction de la concentration en ammoniac dans l'ambiance (comme illustrée par les résultats du tableau 2) par simple phénomène de dilution. On assiste de même à une réduction de la concentration en ammoniac mesurée dans l'air extrait (tableau 4).

Cette relation inverse entre la concentration en ammoniac dans l'ambiance et dans l'air extrait et le débit de ventilation a été observée par un certain nombre d'auteurs comme GRANIER et al. (1996) et NI et al. (2000). GRANIER et al. (1996) observaient qu'avec un débit de ventilation multiplié par 3, la concentration en ammoniac dans l'air extrait était divisée par 2,2 en engraissement sur des animaux entre 40 et 70 kg aboutissant à des émissions d'ammoniac par porc supérieures avec des débits élevés.

Dans notre étude, le débit de ventilation des salles d'engraissement en été est supérieur de 50 % celui appliqué en hiver. La concentration en ammoniac en été est inférieure de 30 % par rapport à celle mesurée en hiver. Ainsi, l'émission d'ammoniac, résultant du produit de la concentration et du débit de ventilation, est supérieure de près de 20 % en été par rapport à l'hiver.

50 % des odeurs émises viennent de l'engraissement

Les moyennes présentées ci-contre ont été calculées à partir de 14 mesures obtenues dans 4 salles de maternité, de 23 mesures obtenues dans 5 salles de post-sevrage et de 63 mesures obtenues dans 13 salles d'engraissement.

La comparaison des données présentées dans cet article avec celles de la bibliographie est parfois délicate du fait de la grande divergence entre les unités d'expression utilisées par les différentes équipes travaillant sur le sujet. Si tous les auteurs utilisent les mêmes méthodes de mesures des odeurs à savoir l'olfactométrie dynamique pour aboutir à une concentration en odeurs exprimée en unités odeurs par mètre cube d'air, l'ex-

Tableau 4 : Concentrations moyennes en ammoniac dans l'air extrait (exprimée en mg/m³) en fonction du stade physiologique et de la saison

	Maternité	Post-sevrage	Engraissement
Eté	4,7 ± 2,1	8,6 ± 5,4	11,7 ± 4,8
Hiver	8,9 ± 3,5	10,7 ± 8,4	17,1 ± 7,4
Moyenne	6,8 ± 3,6	9,5 ± 6,8	14,2 ± 6,6



pression de l'émission d'odeurs est très variable. Pour certains, l'émission d'odeurs est exprimée en unités odeurs par unité de temps (seconde ou heure ou bien encore jour) et par animal. Pour d'autres, la notion d'animal est remplacée par une notion de poids variant selon les pays entre 40 et 500 kg de poids vif intégrant ainsi différentes catégories d'animaux. Les résultats de notre étude montrent que l'émission d'odeurs varie de manière considérable selon le stade physiologique. C'est pourquoi il nous est apparu plus judicieux d'exprimer l'émission d'odeurs par type d'animal permettant ainsi d'intégrer d'une part la variabilité liée aux animaux (poids, volume et caractéristiques des déjections produites) et d'autre part, celle liée à la gestion de la ventilation (débits par animal et température).

Comme pour les autres paramètres, on observe un effet de la saison sur l'émission d'odeurs par type d'animal. L'écart entre la période chaude et la période froide est moins conséquent pour les truies alors que l'émission d'odeurs pour les porcelets en post-sevrage et les porcs à l'engraissement est multipliée par un facteur proche de deux entre les saisons. Indépendamment de l'effet du débit de ventilation déjà explicité pour les autres paramètres, il apparaît fort probable que l'augmentation des températures ambiantes et extérieures favorise la volatilisation des com-

Tableau 5 : Emissions moyennes d'odeurs (exprimées en unités odeurs par jour et par animal) en fonction du stade physiologique et de la saison

	Maternité	Post-sevrage	Engraissement
Eté	$1,6 \cdot 10^7 \pm 4,8 \cdot 10^6$	$3,0 \cdot 10^6 \pm 2,4 \cdot 10^6$	$4,1 \cdot 10^6 \pm 1,8 \cdot 10^6$
Hiver	$1,3 \cdot 10^7 \pm 5,6 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^6 \pm 1,1 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^6 \pm 1,9 \cdot 10^6$
Moyenne	$1,5 \cdot 10^7 \pm 4,8 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^6 \pm 2,0 \cdot 10^6$	$3,3 \cdot 10^6 \pm 2,0 \cdot 10^6$

posés odorants présents dans les déjections.

Ainsi, si on considère qu'une truie présente produit 21,2 porcelets sevrés et 19,5 porcs charcutiers par an (ITP, 2001), 50 % des émissions d'odeurs sont liées aux porcs charcutiers, 20 % aux porcelets en post-sevrage et 30 % par les truies. Dans notre étude, l'émission liée aux truies semble être légèrement surestimée du fait des différences de conditions d'ambiance (particulièrement de température et de débit) entre les gestantes et les maternités.

En conclusions

Certains points clés peuvent être extrait de l'analyse des données de qualité de l'air regroupées dans cet article :

- **L'effet de la saison** sur l'ensemble des paramètres de qualité de l'air étudié dans cet article est net et ceci pour les trois stades physiologiques.
- **L'augmentation du poids des animaux** dans les salles de post-sevrage et d'engraissement est un facteur de variation important des

concentrations en poussières, en ammoniac et en odeurs et par voie de conséquence de l'émission d'ammoniac et d'odeurs dans l'atmosphère autour des bâtiments d'élevage. Le stockage des déjections dans les préfossees et l'augmentation du lisier en relation avec **la durée de présence des animaux** se conjugue à la prise de poids pour augmenter l'émission d'odeurs et d'ammoniac par ce type de salle.

- Tous stades confondus, les concentrations en ammoniac et en poussières dans l'ambiance des porcheries sont toujours inférieures aux préconisations de l'INRS quant à la protection du travailleur.

- Sur près de l'ensemble des paramètres de qualité de l'air, les salles d'engraissement apparaissent comme celles ayant la moins bonne qualité de l'air par rapport aux salles de maternité et de post-sevrage. Il apparaît donc souhaitable, dans le cadre de mise en place de techniques de réduction des émissions d'ammoniac et d'odeurs, de focaliser les efforts sur ce stade physiologique. ■

Les concentrations en ammoniac et en poussières dans l'ambiance des porcheries sont toujours inférieures aux préconisations quant à la protection du travailleur.

Les salles d'engraissement apparaissent comme celles ayant la moins bonne qualité de l'air.

Contact :

nadine.guingand@itp.asso.fr

Références bibliographiques

- AFNOR (1986) - NF X 43-101 : Qualité de l'air : Méthode de mesurage de l'odeur d'un effluent gazeux - Détermination du facteur de dilution au seuil de perception - Recueil de Normes Françaises - Qualité de l'air, Tome 2 : Environnement : 253-271
- AFNOR (1988) - NF X 43 -261 : Prélèvements à poste fixe et mesurage de la pollution particulaire totale - Recueil de Normes Françaises - Qualité de l'air, Tome 3 : Air des lieux de travail : 161-181



- AFNOR (1990) - NF X 43-104 : Atmosphères odorantes : Méthodes de prélèvements - Recueil de Normes Françaises - Qualité de l'air, Tome 2 : Environnement : 272-282
- CAUCHEPIN J.L. (1983) - Le Recknagel, Manuel pratique du génie climatique -
- CHIBA L.I., PEO E.R., LEWIS A.J., BRUMM M.C., FRITSCHEN R.D. et CRENSHAW J.D. (1985) - Effects of dietary fat on pig performance and dust levels in modified-open-front and environmentally regulated confinement buildings - *Journal of Animal Science* 61 (4) : 763-781
- CHOSSON C., LAPORTE E. et GRANIER R. (1989) - Estimation journalière de l'hygrométrie et des concentrations en gaz, poussières et bactéries dans l'air des porcheries - Journée de la Recherche Porcine en France, Paris (France) 2-4 février : 261-268
- COLE D.J.A, SCHUERINK G. et DE KONING W.J. (1996) - Ammonia in pig buildings in the Netherlands - *Pig News and Informations* 17 (2) : 53-56
- CORPEN (2001) - Les émissions d'ammoniac d'origine agricole dans l'atmosphère - Etat des connaissances et perspectives de réduction des émissions – 110p
- DONHAM K.J., POPENDORF W., PALMGREN U. et LARSSON L. (1986) - Characterization of dusts collected from swine confinement buildings - *American journal of industrial medicine* 10 : 294-297
- DUCHAINE C., GRIMARD Y., and CORMIER Y. (2000) - Influence of building maintenance, environmental factors and seasons on airborne contaminants of swine confinement buildings - *AIHAJ* 61 : 56-63
- GRANIER R., GUINGAND N. et MASSABIE P. (1996) - Influence du niveau d'hygrométrie, de la température et du taux de renouvellement de l'air sur l'évolution des teneurs en ammoniac - 28ème Journées de la Recherche Porcine en France, Paris (France) : 209-216
- GROOT KOERKAMP P.W.G., METZ J.H.M., UENK G.H., PHILLIPS V.R., HOLDEN M.R., SNEATH R.W., SHORT J.L., WHITE R.P., HARTUNG J., SEEDORF J., SCHRODER M., LINKERT K.H., PEDERSEN S., TAKAI H., JOHNSEN J.O. et WATHES C.M. (1998) - Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe - *Journal of Agricultural Engineering Research* 70 : 79-95
- GUINGAND N. (1999) - Dust concentrations in piggeries : influence of season, age of pigs, type of floor and feed presentation in farrowing, post-weaning and finishing rooms - «Dust Control in Animal Production Facilities», Aarhus (Danemark), 30 May-2 June - EURAGENG : 69-75
- GUSTAFSSON G. (1987) - Reduction of ammonia in swine houses - Latest Developments in Livestock Housing, 22 september, St Joseph, Michigan (USA)
- HOFF S.J. et BUNDY D.S. (1992) - Numerical modelling of ammonia distributions in swine facilities - *AgEng*, Uppsala (Sweden), 1-4 June
- HONEY L.F. et MCQUITTY J.B. (1979) - Some physical factors affecting dust concentrations in a pig facility - *Canadian Agricultural Engineering* 21 (1) : 9-14
- INRS (1986) - Valeurs limites pour les concentrations des substances dangereuses dans l'air des lieux de travail - Cahiers de notes documentaires INRS 125 : 549-585
- ITP (2001) - Porc Performances - 1-56
- MASSABIE P., GRANIER R. et ROUSSEAU P. (1991) - Incidence du débit minimum de ventilation et de la qualité de l'air sur l'état de santé et les performances zootechniques du porcelet sevré et du porc à l'engrais - Journées de la Recherche Porcine en France : 11-20
- MEYER J.P. et MANBECK H.B. (1986) - Dust levels in mechanically ventilated swine barns - 1986 Summer Meeting ASAE, California Polytechnic Institute, San Luis Obispo, CA - June 29 - July 2, 1986 - ASAE : 1-14
- NI J., HEBER A.J., LIM T.T., DIEHL C.A., DUGGIRALA R.K., HAYMORE B.L. and SUTTON A.L. (2000) - Ammonia emission from a large mechanically-ventilated swine building during warm weather - *Journal of Environmental Quality* 29 : 751-758
- NICKS B., DECHAMPS P., CANART B., BUZITU S. et DEWAELE A. (1989) - Appréciation de la qualité de l'air dans les locaux de maternité d'une porcherie – *Annales de Médecine Vétérinaire* 133 : 691-701
- PEDERSEN S. (1993) - Time based variation in airborne dust in respect to animal activity - International Livestock Environment Symposium IV, Coventry (England), 6-9 July : 718-725
- ROBERTSON J.F., WILSON D. and SMITH W.J. (1990) - Atrophic rhinitis: the influence of the aerial environment - *Animal Production* 50 : 173-182
- SEEDORF J. et HARTUNG J. (1999) - Survey of ammonia concentrations in livestock buildings - *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 133 : 433-437
- STROBEL B.R. et HEBER A.J. (1998) - Improving air quality in swine farrowing rooms - 1998 ASAE International Meeting, Lake Buena Vista (USA) - ASAE : 1-28
- WATHES C.M. (1998) - Environmental control in pig housing - 15th IPVS Congress, July 5-9, Birmingham, England - IPVS : 259-265