1990. JOURNÉES RECH. PORCINE EN FRANCE, **22**, 307-316.

NIVEAUX DE POLLUTION EN AMMONIAC, GAZ CARBONIQUE ET BACTÉRIES DANS L'AIR DES LOCAUX DE MATERNITÉ ET DE POST-SEVRAGE

B.NICKS, P.DECHAMPS, B.CANART, S.BUZITU,A.DEWAELE.
Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège.
45, rue des Vétérinaires, 1070 BRUXELLES, BELGIQUE

Des relevés de la concentration en ammoniac (NH_3), gaz carbonique (CO_2) et bactéries ont été réalisés dans 33 locaux répartis dans 7 exploitations d'élevage. Les teneurs en gaz ont été mesurées soit ponctuellement à l'aide de tubes réactifs, soit sur base de tubes dosimétriques à diffusion donnant une valeur moyenne sur 8 heures. La concentration en bactéries a été déterminée à partir d'un Andersen Sampler.
Les concentrations moyennes en NH_3 et CO_2 ont été respectivement de 10 ppm (148 mesures) et 1283 ppm (143 mesures). Les moyennes d'exploitation les plus et les moins élevées ont été de 19 et 7 ppm pour l'NH_3 ainsi que 1975 et 510 ppm pour le CO_2. Le local le plus pollué a présenté une teneur moyenne (3 mesures) en NH_3 de 29 ppm et en CO_2 de 2400 ppm; les valeurs correspondantes pour le local le moins pollué ont été de 6 et 458 ppm. Les concentrations en NH_3 obtenues après un temps de réaction de 8 heures ont été en moyenne supérieures de 20% aux valeurs ponctuelles. Pour le CO_2, la différence a été de 7%. Au sein d'une même exploitation, des différences totalement inattendues ont parfois été relevées entre des locaux tout à fait semblables. L'analyse du circuit d'air a permis de les attribuer à un recyclage d'air vicié dans certains de ceux-ci.
La concentration moyenne en bactéries (105 mesures) a été de 130.680 bactéries/m³. Les moyennes d'exploitation les plus et les moins élevées ont été de 271.904 et 52.238 bactéries/m³. Les locaux les plus et les moins pollués contenaient respectivement 368.787 et 39.382 bactéries/m³. La proportion de germes associés à des particules de diamètre inférieur à 5 µm a été de 42%.
L'analyse de l'ensemble des résultats n'a pas permis de dégager de règles générales permettant d'expliquer les différences entre exploitations et entre locaux, trop de facteurs influençant les valeurs recueillies. Une analyse ponctuelle permet cependant de comprendre ce qui se passe au sein d'une exploitation particulière et d'en corriger l'environnement. De telles mesures présentent suffisamment de cohérence pour permettre d'apprécier le niveau de pollution de l'air dans les locaux et, en fonction des résultats, d'agir préventivement sur la qualité de l'air afin d'améliorer ou de mieux garantir l'état de santé, les performances ainsi que le niveau de bien-être des animaux.

Levels of contamination in ammonia, carbon dioxide and bacteria in farrowing and weaner houses.

Data on ammonia (NH_3), carbon dioxide (CO_2) and bacteria concentrations were recorded in 33 swine houses in 7 different farms. Gas concentrations were determined, using colorimetric tubes, either as a single measurement or as a mean over a 8-h period. Bacteria concentrations were measured with an Andersen Sampler.
The average levels of NH_3 and CO_2 were 10 ppm (148 measurements) and 1283 ppm (143 measurements) respectively. On the different farms the extreme averages were 19 and 7 ppm for NH_3 and 1975 and 510 ppm for CO_2.
The mean values were in the most polluted pig house 29 ppm for NH_3 and 2400 ppm for CO_2 while the corresponding figures in the less polluted room were 6 and 458 ppm respectively. The average concentrations of ammonia over a 8-h period were 20% higher than the pinpoint results; there was a 7% difference between the two technics of measurement for CO_2. There were also large and inexpected differences in gas concentrations between similar pig units located in the same building; the differences were associated with the recycling of exhausted air.
The mean bacteria concentration in the air for all pig houses was 130,680/m³ (105 measurements). The mean concentrations at farm level varied from 52,238/m³ to 271,904/m³ and, at pig house level, from 39,382 to 368,787/m³. Forty two percent of bacteria were associated with particles smaller than 5 µm.
It was not possible from these results to speculate in general mechanisms which elucidate the differences between farms or pig houses since the concentrations were influenced by many factors. Nevertheless, when the data were analysed at farm level, the differences between houses were explained and changes suggested to improve environmental conditions. Such measurements were therefore sufficientlyaccurate to estimate the level of pollution in the air and to propose improvements for health, animal performances and welfare.

INTRODUCTION.

De par la présence même des animaux et celle de leurs déjections, l'air des porcheries est continuellement contaminé par des gaz, des poussières et des microbes.
Parmi les dizaines de composés volatils identifiés dans l'air des porcheries, seuls l'ammoniac et le gaz carbonique retiennent généralement l'attention en tant qu'indicateurs du degré de pollution chimique. On ne peut cependant affirmer qu'il n'existe pas d'autres substances produites qui, à certaines concentrations, pourraient s'avérer nuisibles pour les animaux.

L'ammoniac (NH_3) est classé comme irritant. Détectable à des concentrations de 5-50 ppm (BRUCE, 1981), selon la sensibilité olfactive des individus, il peut provoquer de sévères irritations des yeux et des muqueuses à 100-150 ppm. Selon ANDERSON et al. (1987), la législation américaine fixe à 25 ppm la concentration moyenne qu'un travailleur peut tolérer 8 heures/jour, 5 jours par semaine, sans qu'il en résulte d'effets nocifs pour sa santé (Time Weighted Average: **TWA**) et à 35 ppm, celle à ne pas dépasser pour un temps de plus de 15 minutes (Short Term Exposure Limit: **STEL**). Il semble logique de fixer des normes plus sévères pour des animaux séjournant 24 h/24 h dans un milieu contaminé non seulement par de l'ammoniac mais aussi par d'autres polluants dont les effets nocifs pourraient être cumulatifs. Pour l'hygiéniste, moins l'air est pollué, meilleure est la situation tant pour la santé que pour les performances et le niveau de bien-être des animaux. Il faut cependant éviter de prendre des normes trop rigoureuses, inapplicables en pratique, que ce soit pour des raisons techniques ou économiques. Le choix d'une norme ne peut se faire actuellement sans une certaine part d'arbitraire. Un groupe de travail de la Commission Internationale du Génie Rural (C.I.G.R., 1984) a proposé le seuil de 20 ppm; CHOSSON et al. (1989) préconisent de ne pas dépasser 15 ppm, tandis que MADEC (1987) précise qu'une concentration de plus de 10 ppm, associée à plus de 1.500 ppm de CO_2, est un indicateur qui, combiné à d'autres, témoignerait d'une ventilation «à risques» pour l'état de santé des porcs à l'engrais.

Le gaz carbonique (CO_2) est normalement présent dans l'air extérieur à une concentration de 0,03%. Des maux de tête apparaissent chez l'homme à partir de 4%. Les valeurs **TWA** et **STEL** sont de 5.000 et 15.000 ppm respectivement. Le groupe de travail de la C.I.G.R. (C.I.G.R., 1984) considère que la concentration dans les étables devrait être la plus faible possible avec une valeur maximale de 3.000 ppm. Une teneur supérieure pourrait être le témoin d'une ventilation insuffisante des locaux.

L'hydrogène sulfuré (H_2S) est également recherché quelquefois dans l'air des bâtiments. L'écart entre les valeurs nocives (>50 ppm) et celles à partir desquelles son odeur particulièrement nauséabonde est détectable (0,01 à 0,7 ppm) semble néanmoins être une garantie suffisante de ne pas trouver des concentrations dangereuses, sauf dans certains cas particuliers tels que la vidange des fosses à lisier. Les valeurs **TWA** et **STEL** sont de 10 et 15 ppm.

La qualité biologique de l'air dépend du nombre et de la nature des microorganismes. La mesure la plus usuelle consiste à déterminer le nombre de bactéries par mètre cube d'air formant colonies sur milieu de culture (Bacterial Colony Forming Particles: **BCFP**). Dans l'air extérieur, la concentration en **BCFP** est au plus de quelques milliers par m³. En porcheries, elle fluctue entre quelques dizaines de milliers à plusieurs millions par m³ (WILSON, 1987). En fait, ces valeurs ne représentent qu'un faible pourcentage de la totalité des particules en suspension. D'après les mesures de DONHAM et al.(1988), seulement 10% des microbes présents dans l'air des porcheries sont vivants et, par conséquent, dénombrables par la technique de récolte sur milieu de culture. Selon HINZ et KRAUSE (1987), le rapport entre le nombre de germes et le nombre total de particules est de l'ordre de 1/47.

La population microbienne des porcheries est formée en majorité de bactéries **gram +.** DONHAM et al. (1988) ont relevé que 88% des colonies se développant sur milieu de culture correspondent à des bactéries, 4% à des moisissures et 5% à des microorganismes non identifiés. Parmi les bactéries, ces auteurs ont dénombré 86% de **gram +**, 7% d'entérocoques, 2% de **gram -** et 5% de non identifiés. WILSON (1987) rapporte également que les bactéries présentes en porcheries sont à nette prédominance **gram +**, les coliformes représentant moins de 1% du total. BROUWER (1987) a trouvé des valeurs nettement plus élevées de **gram-**: 18% de la population bactérienne dans 171 porcheries aux Pays-Bas.

Il existe peu d'informations concernant les conséquences à long terme d'une pollution microbiologique de l'air, élevée et permanente sur l'intégrité de l'appareil respiratoire des animaux. On peut cependant supposer qu'une surcharge des mécanismes d'épuration par des microbes saprophytes, représente un risque accru de voir des germes pathogènes s'implanter et se développer. Il n'existe pas comme pour les gaz (NH_3, CO_2) de normes bien établies. FISER (1978) a proposé comme seuil de qualité optimale, la concentration de 220.000 germes/m³ cultivant sur MPA (technique de récolte par sédimentation). PLYASHCHENKO (1988), un auteur russe, cite comme norme pour les locaux de post-sevrage, une concentration de 46.700 bactéries/m³ avec une fourchette comprise entre 28.600 et 59.300. L'auteur compare ces valeurs à celles obtenues dans un milieu contaminé (20% des animaux atteints de pathologie gastro-intestinale), soit 485.000 à 531.800 bactéries/m³ parmi lesquelles 8.300 - 12.600 appartenant au groupe des coliformes (bacillus coli communis group). DONHAM et al. (1988) ont pu associer une concentration microbienne supérieure à 430.000/m³ avec une plus grande fréquence de pathologies dans les locaux d'élevage-maternité. Des études réalisées sur la santé du personnel travaillant en porcheries tendent à établir un lien entre une concentration en bactéries supérieure à 4.10^6/m³ et une fréquence plus élevée de pathologies respiratoires. De même, une teneur de plus de 630.000 bactéries/m³ est associée à une modification des résultats des tests de fonction respiratoire (DONHAM et al.,1988). Comme pour les contaminants chimiques, le choix d'un seuil de pollution bactérienne de l'air ne pourra être que partiellement objectif, dépendant du niveau d'exigences de chacun.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODE.

Les mesures ont été effectuées dans 33 locaux (13 de maternité, 9 de post-sevrage et 11 de maternité/post-sevrage) répartis dans 7 exploitations. Les principales caractéristiques de ces locaux sont présentées au tableau 1.

Les concentrations en CO_2 et NH_3 ont été mesurées soit ponctuellement à l'aide de tubes réactifs (marque GASTEC,

NH_3: 1 ≈ 30 ppm, CO_2: 300 ≈ 5.000 ppm), soit sur base de tubes dosimétriques à diffusion donnant une valeur moyenne sur 8 heures (marque AUER). Toutes les déterminations ont été réalisées le jour (entre 9 et 18 heures), la plupart du temps au centre des locaux, à une hauteur de 1,2m.

La concentration en bactéries dans l'air a été établie à l'aide d'un Andersen-Sampler. Bien que de conception ancienne (1958), cet appareil reste utilisé par de nombreux laboratoires et est considéré comme un standard (WATHES, 1987; BOUTIN et al., 1988). Il se compose de 6 étages en aluminium à travers lesquels un échantillon d'air est aspiré au débit de 28,3 l/min. Sous chaque étage perforé de 400 trous, se trouve une boîte de Pétri en verre. Chacune d'elle contient 27 ml du milieu nutritif désiré. Le diamètre des trous est constant pour chaque étage mais diminue lorsque l'on passe aux étages inférieurs. En conséquence, la vitesse du flux d'air est uniforme à chaque étage, mais augmente de haut en bas. Seules les particules dotées d'une inertie d'impact suffisante se déposent sur une boîte de Pétri donnée. Les particules les plus grosses vont ainsi se déposer aux étages supérieurs et les plus petites aux étages inférieurs. La distribution de la taille des particules du premier au sizième étage est: > 8,2 µm, 5 à 10,4 µm, 3 à 6 µm, 2 à 3,5 µm, 1 à 2 µm et < 1 µm (BOUTIN et al., 1988). Il ne s'agit pas du diamètre «réel» des particules qui sont loin d'être toutes parfaitement sphériques mais du diamètre «aérodynamique équivalent» qui se définit comme le diamètre d'une sphère de densité unitaire présentant la même vitesse de sédimentation que la particule en question quelles que soient sa taille, sa forme et sa densité (SILVERMAN et al. 1971, cités par WELCH, 1987).

TABLEAU 1
CARACTÉRISTIQUES DES LOCAUX.

Exploitation	Compartiments			Ventilation	Sol	Volume (m^3) **
	Type	Nombre	Nombre de loges			
1	M/PS	3	8	artificielle	CT	25
2	M/PS	3	12 à 16	naturelle	P	21
3	M PS	4 2	4 à 8 12 & 14	artificielle artificielle	CP CT	17 à 13 1,6 & 2,4
4	M M PS PS	2 1 1 1	6 5 4 13	artificielle naturelle naturelle artificielle	CT P P CT	12 14 1,8 0,6
5	M PS	2 1	8 & 9 25	naturelle artificielle	P CT	14 & 13 0,9
6	M/PS	5	6	artificielle	CP	11
7	M PS	4 4	8 8	artificielle artificielle	CP CT	10 1 à 1,5

M : Maternité.
PS: Post-sevrage.
M/PS: Maternité/Post-sevrage.
CT: Caillebotis total.
CP: Caillebotis partiel.
P : Sol paillé.

**: par loge en maternité et maternité/post-sevrage; par porcelet présent en post-sevrage.

Les mesures ont été réalisées au milieu des locaux, à une hauteur d'environ 0,3 m, le temps d'échantillonnage étant de 30 secondes. Le dénombrement des colonies sur boîte de Pétri s'est effectué par comptage manuel après incubation pendant 24 h à 37°C sur un milieu de gélose nutritive composé comme suit: 1 litre d'eau distillée, 5g de lab-lemco (code L 29, firme OXOID), 10g de bacto-peptone (code L 37, firme OXOID), 5g de NaCl, le pH étant de 7,4 - 7,6; la gélification est assurée par l'adjonction de 1,3% de bacto-agar (code L 11, firme OXOID). Les résultats obtenus par cette technique supposent qu'une colonie correspond à une bactérie, ce qui n'est pas nécessairement vrai, une particule déposée pouvant porter plusieurs germes ne donnant naissance qu'à une seule colonie détectable.

Les mesures ont été faites dans des exploitations choisies pour être représentatives des conditions d'élevage en Wallonie. Ces exploitations ne connaissaient pas de problèmes sanitaires particuliers. Le but du travail était d'obtenir un ordre de grandeur des concentrations en NH_3, CO_2 et bactéries dans ces locaux et de déterminer sous quelles circonstances les informations recueillies pouvaient se révéler utiles dans l'ap-

préciation de la qualité de l'environnement des animaux.

2. RÉSULTATS

Le tableau 2 donne les concentrations en NH_3 et CO_2 observées dans les divers locaux. Les moyennes générales ont été respectivement de 10 ppm (148 mesures) et 1283 ppm (143 mesures). L'exploitation 6 a présenté les teneurs les moins élevées tant en NH_3 (7 ppm) qu'en CO_2 (510 ppm) et l'exploitation 3, les valeurs les plus élevées, soit respectivement 19 et 1975 ppm.

Les concentrations mesurées ont été réparties par classes de 5 ppm pour l'NH_3 et de 500 ppm pour le CO_2; le nombre de données par classe a été exprimé en pourcentage du total (figure 1). Les valeurs extrêmes ont été de 2 et 48 ppm pour l'NH_3, de 300 et 5.000 ppm pour le CO_2.

TABLEAU 2
CONCENTRATIONS EN NH_3 ET EN CO_2 DANS L'AIR (ppm).

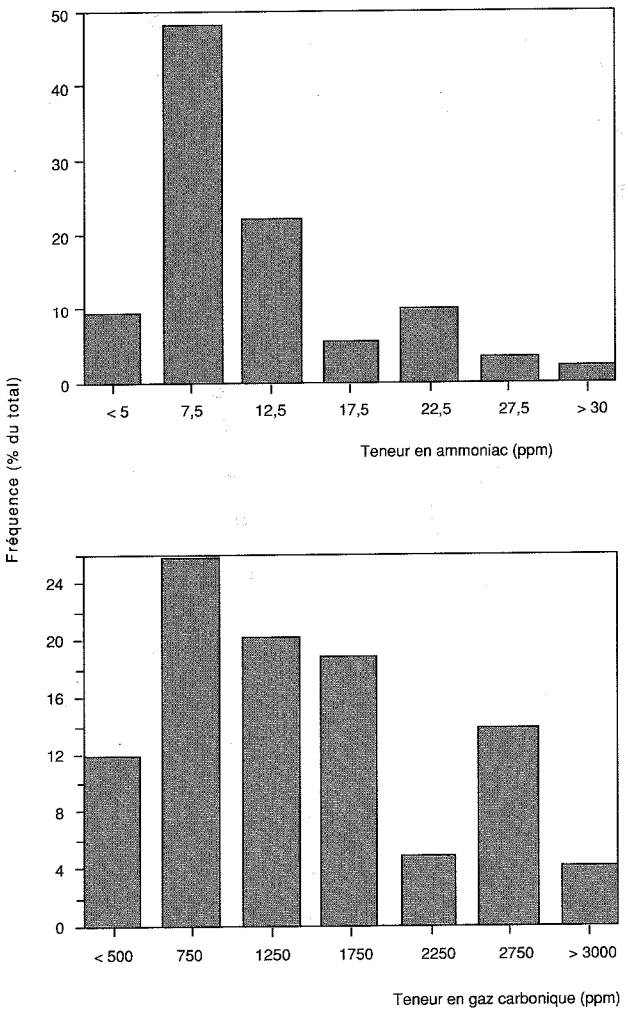
Exploitations **	Nombre de mesures par local	Locaux	Moyenne et écart-type					
			NH_3			CO_2		
2	2	M/PS 1	12	±	2	750	±	353
		M/PS 2	13	±	4	750	±	353
		M/PS 3	23	±	0	2000	±	707
			16	±	**5**	**1167**	±	**753**
3	3	M 1	18	±	8	1783	±	1241
		M 2	29	±	16	2400	±	1353
		M 3	22	±	3	1833	±	1155
		M 4	23	±	3	1833	±	1155
		PS 1	11	±	5	2000	±	866
		PS 2	9	±	4	2000	±	866
			19	±	**10**	**1975**	±	**912**
4	NH_3: 4 CO_2: 3	M 1	12	±	2	1333	±	577
		M 2	22	±	1	1750	±	353
		M	7	±	2	950	±	576
		PS 1	15	±	9	1250	±	353
		PS 2	9	±	4	2167	±	764
			13	±	**7**	**1490**	±	**666**
5	6	M 1	10	±	4	1208	±	332
		M 2	10	±	3	1042	±	510
		PS	8	±	3	1500	±	689
			9	±	**4**	**1250**	±	**536**
6	6	M/PS 1	7	±	3	575	±	254
		M/PS 2	9	±	4	533	±	181
		M/PS 3	7	±	3	525	±	192
		M/PS 4	6	±	3	458	±	166
		M/PS 5	7	±	4	458	±	166
			7	±	**4**	**510**	±	**187**
7	7	M 1	7	±	3	1343	±	769
		M 2	6	±	3	1435	±	722
		M 3	7	±	4	1286	±	742
		M 4	7	±	2	1364	±	680
		PS 1	8	±	3	1650	±	1036
		PS 2	5	±	3	1500	±	1049
		PS 3	12	±	7	2179	±	1505
		PS 4	10	±	3	1536	±	871
			8	±	**4**	**1537**	±	**926**

M : Maternité.
PS: Post-sevrage.
M/PS: Maternité/Post-sevrage.

**: aucune mesure n'a été réalisée dans l'exploitation 1.

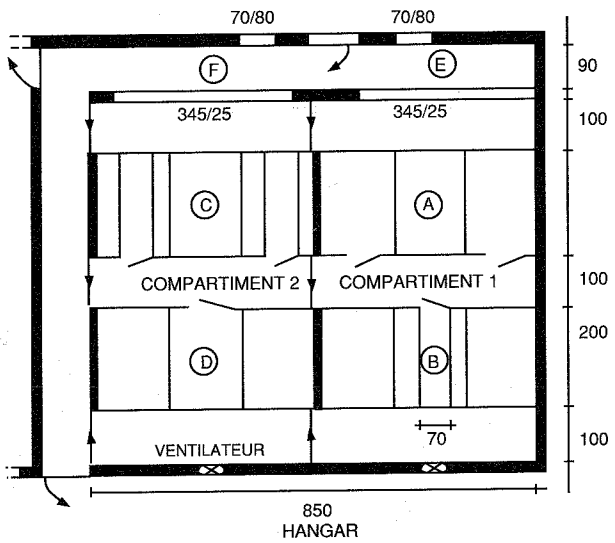
Il y a bien sûr des explications aux différences observées mais il n'a pas été possible d'en dégager des règles générales, les résultats ayant été obtenus dans des situations non expérimentales. L'analyse a dû se faire au cas par cas, en tenant compte des spécificités de chaque local et des conditions de mesure. Par exemple, au niveau des 2 exploitations citées ci-dessus, la différence paraît imputable à la fois au type de ventilation artificielle, par extraction basse en 6 et haute en 3, mais aussi aux valeurs de la température extérieure lors des mesures, 20°C en 6 (mois de juin) et 0°C en 3 (mois de mars). L'extraction basse laisse supposer un moindre dégagement de gaz dans l'air du local, tandis qu'une température extérieure de 20°C par rapport à 0°C, correspond inévitablement à un débit de ventilation plus élevé.

FIGURE 1
TENEURS EN AMMONIAC ET EN GAZ CARBONIQUE DANS L'AIR DES PORCHERIES : RÉPARTITION DES VALEURS OBSERVÉES (NH_3: 148 mesures, CO_2: 143 mesures) EN CLASSES DE 5 ET 500 ppm RESPECTIVEMENT.



Au sein d'une même exploitation, des différences totalement inattendues ont parfois été relevées entre locaux. Par exemple, dans l'exploitation 4, des mesures ont été effectuées dans 2 compartiments de maternité, aménagés à la suite l'un de l'autre et communiquant largement entre eux par l'intermédiaire de 3 portes ouvertes, situées au niveau des couloirs (figure 2). Les deux unités étant de même volume (72 m^3), équipées du même système de ventilation (artificielle par extraction latérale) et occupées par le même nombre d'animaux, tout laissait supposer que les conditions d'ambiance étaient identiques. Les concentrations moyennes (4 répétitions) en NH_3 ont cependant été de 12 et 21 ppm dans les compartiments 1 et 2 (voir figure 2). L'analyse du circuit d'air a permis d'attribuer cette différence à la disposition des lieux qui favorise le recyclage de l'air vicié extrait des locaux, dans un compartiment (n°2) plutôt que dans l'autre (n°1). Ce recyclage s'opère par la porte de communication entre le couloir d'accès aux locaux de maternité et le hangar dans lequel l'air pollué est rejeté par les ventilateurs.

FIGURE 2
PLAN DES 2 COMPARTIMENTS DE MATERNITÉ.



D'une manière générale, la concordance des valeurs obtenues dans un même local au cours du temps (prélèvements espacés d'environ 7 jours) a été bonne. Par exemple, dans les 4 locaux de maternité de l'exploitation 3, une mesure seulement sur 12 a donné un résultat inférieur à 20 ppm d'NH_3 et, dans l'exploitation 6, le seuil de 10 ppm n'a été dépassé que 3 fois sur 30.

Des mesures ponctuelles et d'autres effectuées à l'aide des tubes à diffusion ont été réalisées au cours de la même période dans les exploitations 4 à 7. Les concentrations en NH_3 obtenues après un temps de réaction de 8 heures ont été en moyenne supérieures de 20% aux valeurs ponctuelles. Cette différence est du même ordre de grandeur que le degré de précision offert par ces tubes réactifs. En ce qui concerne les teneurs en CO_2, la différence a été de 7%.

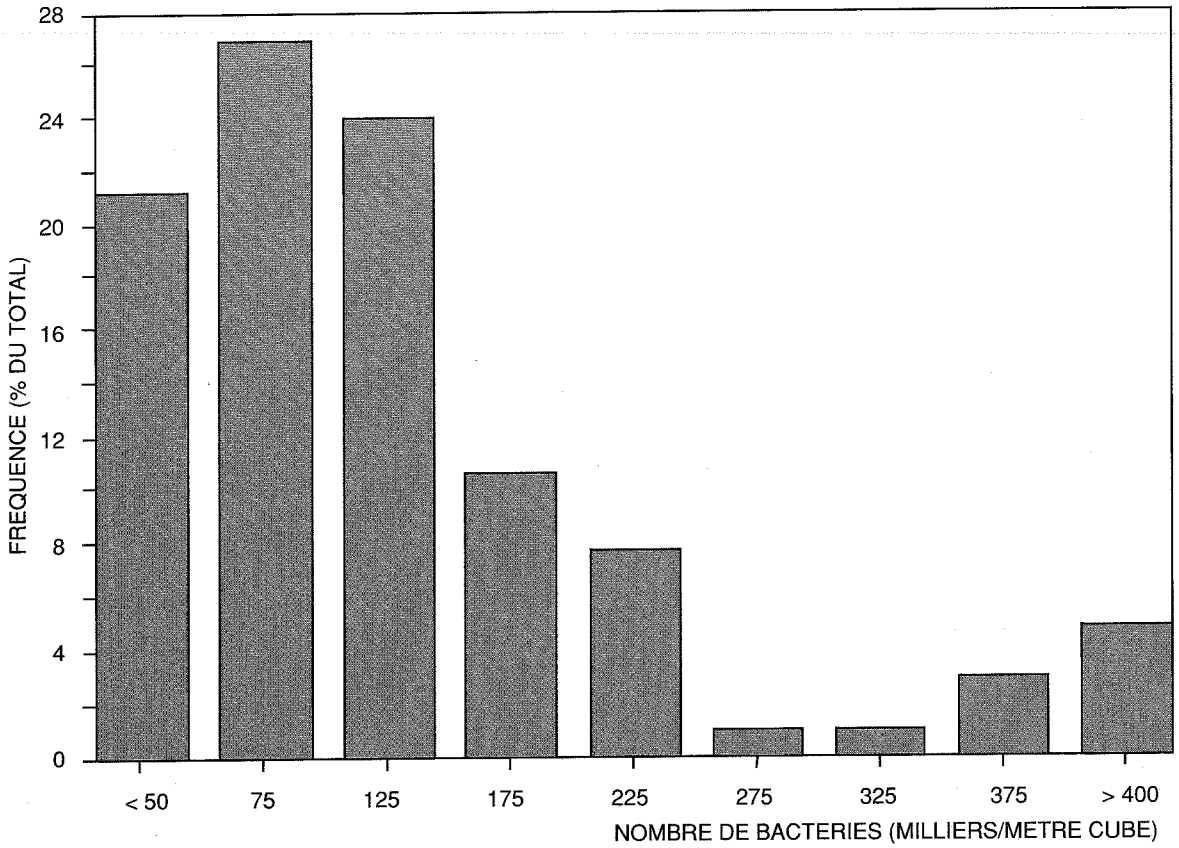
Le tableau 3 donne les concentrations en bactéries dans l'air et le pourcentage de bactéries associées à des particules d'un diamètre inférieur à 5 µm. Quatre échantillonnages ont été réalisés dans les locaux des 2 premières exploitations et trois dans les autres. La moyenne des 105 mesures a été de 130.680 bactéries/m³; 19 mesures ont aussi été effectuées à l'extérieur, au voisinage immédiat des porcheries et la moyenne obtenue a été de 4.108 ± 3211. La figure 3 donne la répartition des valeurs par classe de 50.000 bactéries, en pourcentage du total. L'écart entre les moyennes d'exploitation les plus et les moins élevées, respectivement 271.904 et 52.238 bactéries/m³ a été de l'ordre de 1 à 5. Des quatre locaux qui ont présenté une concentration en bactéries supérieure à 300.000/m³, 3 sont à ventilation naturelle (3 sur 7) et 1 seul (sur 26) à ventilation artificielle. Ce dernier local, de post-sevrage, était caractérisé par une densité d'occupation particulièrement élevée (2 porcelets/m³). Parmi les 6 exploitations qui ont fait l'objet à la fois de mesures de la concentration en gaz et en bactéries, celle qui présentait les plus faibles teneurs en gaz était également la moins polluée par les bactéries, l'inverse n'étant cependant pas vrai. Les concentrations en bactéries supérieures à 300.000/m³ ont été associées à des teneurs en NH_3 de 9 à 15 ppm et en CO_2 de 1042 à 2167 ppm.

TABLEAU 3
RÉSULTATS DES MESURES DE LA CONCENTRATION EN BACTÉRIES DANS L'AIR

Exploitations	Locaux	Moyenne et écart-type	
		Concentration (/m³)	% de particules de diamètre < 5 µm
1	M/PS 1	70.142 ± 32.295	42 ± 10
	M/PS 2	47.191 ± 29.580	28 ± 5
	M/PS 3	39.382 ± 16.257	45 ± 22
		52.238 ± 27.948	**38 ± 16**
2	M/PS 1	67.750 ± 20.553	40 ± 6
	M/PS 2	107.721 ± 17.474	40 ± 2
	M/PS 3	234.735 ± 84.846	36 ± 18
		136.735 ± 87.697	**39 ± 12**
3	M 1	123.891 ± 74.446	36 ± 8
	M 2	123.247 ± 36.127	37 ± 2
	M 3	95.146 ± 19.246	42 ± 5
	M 4	117.001 ± 82.117	50 ± 11
	PS 1	126.220 ± 23.365	38 ± 8
	PS 2	201.418 ± 29.247	41 ± 8
		131.154 ± 54.473	**41 ± 8**
4	M 1	129.470 ± 21.866	42 ± 9
	M 2	161.802 ± 76.407	47 ± 0
	M 3	232.558 ± 92.458	42 ± 7
	PS 1	306.620 ± 188.715	43 ± 5
	PS 2	368.787 ± 113.988	43 ± 6
		239.847 ± 133.823	**43 ± 6**
5	M 1	326.573 ± 177.641	53 ± 11
	M 2	349.894 ± 123.715	45 ± 2
	PS	139.246 ± 14.895	53 ± 10
		271.904 ± 147.553	**50 ± 9**
6	M/PS 1	61.931 ± 13.322	51 ± 14
	M/PS 2	47.138 ± 14.298	53 ± 10
	M/PS 3	67.986 ± 46.089	48 ± 14
	M/PS 4	76.372 ± 68.053	53 ± 10
	M/PS 5	77.708 ± 11.485	34 ± 14
		66.227 ± 34.236	**48 ± 13**
7	M 1	155.901 ± 51.195	41 ± 4
	M 2	78.422 ± 88.255	46 ± 8
	M 3	94.228 ± 34.008	34 ± 5
	M 4	99.387 ± 16.965	37 ± 7
	PS 1	64.947 ± 59.641	42 ± 21
	PS 2	75.053 ± 70.461	42 ± 10
	PS 3	57.079 ± 29.034	36 ± 8
	PS 4	59.882 ± 13.170	48 ± 12
		85.542 ± 52.996	**41 ± 10**

M : Maternité.
PS: Post-sevrage.
M/PS: Maternité/Post-sevrage.

FIGURE 3
CONCENTRATION BACTÉRIENNE DANS L'AIR DES PORCHERIES: RÉPARTITION DES VALEURS OBTENUES (105 mesures) EN CLASSES DE 50.000 BACTÉRIES/m³.



Le coefficient moyen de variation des concentrations bactériennes obtenues au cours du temps dans un même local a été de 43%.

Au cours d'un même prélèvement, les bactéries se sont réparties au niveau des 6 étages de l'Andersen-Sampler selon les pourcentages suivants: 34, 24, 21, 11, 6 et 4%. Il y a donc en moyenne 42% des bactéries qui étaient associées à des particules de diamètre inférieur à 5 µm, taille en dessous de laquelle elles sont susceptibles de pouvoir pénétrer dans l'arbre respiratoire jusqu'au niveau des alvéoles.

3. DISCUSSION.

La teneur moyenne en NH_3 que nous avons obtenue: 10 ppm, est comparable aux valeurs relevées dans la littérature. DONHAM (1988) rapporte une concentration moyenne de 9,4 ppm en locaux d'engraissement et 8,3 ppm en locaux d'élevage. L'auteur précise cependant que les concentrations au niveau du sol étaient supérieures de 60% à celles susmentionnées, prises à une hauteur de 1,2 m. CHOSSON et al. (1989) ont relevé une concentration de 4 ppm dans un local d'engraissement et un de post-sevrage (40 et 28 prélèvements ponctuels respectivement). Les auteurs signalent une grande différence quant aux teneurs renseignées, dans un même bâtiment, par des tubes réactifs à mesure ponctuelle ou à diffusion, les moyennes étant de 4,8 et 12,9 ppm; cet écart est nettement plus important que celui que nous avons observé. DORN et al. (1988) ont enregistré dans un même local, au cours de 5 périodes successives, des concentrations variant entre 13 et 29 ppm; une différence systématique entre deux zones a été mise en évidence. Aux Pays-Bas, BROUWER (1987) a obtenu une moyenne géométrique de 7,5 ppm dans 70 porcheries d'engraissement et 5,3 ppm dans 101 porcheries d'élevage. La moyenne géométrique de nos valeurs est de 8,4 ppm.

La concentration de 1283 ppm en CO_2 que nous avons mesurée peut également être comparée aux valeurs citées par ces différents auteurs: 1850 ppm (DONHAM, 1988), 2000 ppm (CHOSSON et al., 1989) et 1800 ppm en moyenne géométrique (BROUWER, 1987). DONHAM (1988) précise que les teneurs en porcheries d'engraissement étaient de 40% supérieures à celles des locaux d'élevage. CHOSSON et al. (1989) signalent une différence d'environ 20% entre les résultats des mesures ponctuelles (1900 ppm) et ceux des tubes réactifs à diffusion (1600 ppm). Nous avons aussi observé un écart mais de 7% seulement, les tubes réactifs à diffusion donnant les valeurs les plus élevées.

La concentration moyenne de 130.680 bactéries/m³ représente un niveau de pollution peu élevé par rapport à l'échelle de variation de 10^4 à 10^6 **BCFP**/m³ citée par WILSON (1987).

Des teneurs de 300.000/m³ seraient typiques en porcheries (CURTIS, 1983 cité par WATHES, 1987). BROUWER (1987) rapporte cependant des valeurs comparables aux nôtres, soit une moyenne géométrique de 97.000 bactéries/m³ dans 101 porcheries d'élevage et 103.000/m³ dans 70 locaux d'engraissement. La moyenne géométrique de nos valeurs est de 97.499/m³.

Des variations importantes de la concentration en bactéries peuvent être observées dans un même bâtiment, tant à court qu'à long terme. Le niveau d'activité des animaux, la distribution des aliments, la manipulation de la litière ainsi que les fluctuations du débit de ventilation peuvent entraîner des écarts élevés au cours d'une même journée. La répartition des bactéries dans l'air d'un local peut également être assez hétérogène. CHOSSON et al. (1989) rapportent un coefficient de variation de 22% pour 15 prélèvements effectués en moins de 3 minutes dans un même local (moyenne de 40 séries de mesures). Il faut cependant signaler que les auteurs n'échantillonnent que 0,1 litre d'air par prélèvement. A titre de comparaison, nos valeurs sont acquises à partir de 14,15 litres d'air. Malgré ces variations dans le temps, que nous avons aussi constatées, et dans l'espace, les résultats des mesures présentent suffisamment de convergence pour faire apparaître de nettes différences quant aux niveaux de pollution des diverses exploitations et même entre locaux d'une même entité.

Les particules présentes dans l'air vont se déposer, selon leur taille, aux différents étages de l'appareil respiratoire. Chez l'homme, les particules d'un diamètre < 5 µm se déposent au niveau des poumons, celles d'une taille comprise entre 5 et 10 µm, dans la trachée et les bronches, enfin les plus grosses: > 15 µm, dans les cavités nasales. Pour les animaux, le diamètre de 5 µm représente aussi le seuil de référence sous lequel les particules se déposent au niveau des alvéoles (CARPENTER, 1986; WATHES, 1987). Cependant, des poussières d'un diamètre de 30 à 40 µm ont été retrouvées dans des poumons, cette possibilité pouvant s'envisager pour des particules de forme allongée (ROBERTSON, 1987). CURTIS et al. (1975) ont relevé en porcheries des proportions de 28 à 31% de **BCFP** ≤ 5 µm. La moyenne que nous avons obtenue est de 42%. D'après WEBSTER (1984), l'humidité relative de l'air influence la part de **BCFP** associées à des particules d'un diamètre < 5 µm. L'auteur rapporte qu'à l'extérieur et dans des étables pour veaux, 10% des **BCFP** sont portées par des particules < 5 µm si l'humidité relative est < 70%, cette proportion pouvant atteindre 50% si l'humidité est > 80%.

L'appréciation du niveau de pollution de l'air peut également faire appel à la détermination de la concentration en poussières. Certaines études ont en effet établi un lien entre celle-ci et la fréquence des pathologies respiratoires. DONHAM (1988) a observé que des teneurs supérieures à 5,2 mg/m³ en porcheries d'élevage et à 3,7 mg/m³ en porcheries d'engraissement étaient associées à une augmentation de la pathologie; les valeurs correspondantes pour les particules respirables sont de 0,23 et 0,8 mg/m³. La mesure du nombre de particules peut être mise en relation avec celle de la masse. HINZ et KRAUSE (1987) citent comme ordre de grandeur en porcheries, 190 millions de particules/m³. Ces paramètres présentent néanmoins des variations dans l'espace et le temps identiques à celles des concentrations en gaz ou en bactéries. On se heurte par conséquent aux mêmes problèmes d'interprétation des valeurs obtenues. WELCH (1987) signale aussi que les appareils de mesure peuvent être de types très différents, ne donnant pas nécessairement les mêmes résultats quantitatifs.

CONCLUSIONS

Apprécier le degré de pollution de l'air des bâtiments, tout utile que cela puisse être, reste une opération difficile dans les conditions de la pratique. Les contaminants sont classiquement subdivisés en trois catégories: chimique (gaz), biologique (microbes) et physique (poussières). Cette différentiation est cependant loin d'être absolue, les microbes étant généralement associés à des particules inertes, ces dernières pouvant également adsorber certains gaz.
On ne dispose pas actuellement de connaissances suffisantes pour pouvoir fixer, sans une certaine part d'arbitraire, les seuils limites des divers polluants. Une des difficultés provient du fait que l'on ne puisse exclure qu'ils agissent en synergie. On peut partir du principe que, pour le bien-être de l'animal et à titre de prévention sanitaire, il convient de lui procurer un air qui soit le moins pollué possible. Nos mesures de concentration en ammoniac, gaz carbonique et bactéries au sein de 33 locaux répartis dans 7 exploitations ont fait apparaître de nettes différences entre celles-ci et, dans certains cas, entre locaux d'une même unité de production. Les exploitants se sont toujours montrés soucieux d'améliorer la situation lorsque celle-ci se situait hors normes, même si à leurs yeux, l'état sanitaire de leur cheptel était satisfaisant. L'interprétation des résultats ne peut se baser sur des règles générales bien établies, l'analyse des données devant se faire au cas par cas, en tenant compte de toutes les spécificités des locaux envisagés.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un Centre d'Ecopathologie en élevage porcin, subsidié par le Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et de l'Energie de la Région Wallonne.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON G.A., SMITH R.J., BUNDY D.S., HAMMOND E.G., 1987, J.agric.Engng Res., 37, 235.
- BOUTIN P., TORRE M., SERCEAU R., RIDEAU P.-J.,1988. J.agric.Engng Res., 39, 149.
- BROUWER R., 1987. In: Environmental aspects of respiratory disease in intensive pig and poultry houses, including the implications for human health. Report published by the Commission of the European Communities, 133.
- BRUCE J.M., 1981. In: Environmental aspects of housing for animal production. Ed.J.A.Clark, Butterworths, 197.
- CARPENTER G.A., 1986. J.agric.Eng. Res.,33, 227.
- CHOSSON C., LAPORTE E., GRANIER R., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 261.
- CURTIS S.E., DRUMMOND J.G., GRUNLOH D.J., LYNCH P.B., JENSEN A.H., 1975. J.Anim.Sci., 41, 1512.
- C.I.G.R. Report of working group on climatization of animal houses.

Commission Internationale du Génie Rural, S.F.B.I.V., Aberdeen, 1984.
- DONHAM K.J., 1988. In: Environment and animal health. Proceedings of the 6th International Congress on Animal Hygiene, 1, 443.
- DONHAM K.J., PETERSON Y., RYLANDER R., 1988. In: Environment and animal health. Proceedings of the 6th International Congress on Animal Hygiene, 1, 450.
- DORN W., MEHLHORN G., WILLIG R., HOY St., 1988. In: Environment and animal health. Proceedings of the 6th International Congress on Animal Hygiene, 1, 347.
- FISER A., 1978. Acta Vet.Brno, 47, 163.
- HINZ T., KRAUSE K.H., 1987. In: Environmental aspects of respiratory disease in intensive pig and poultry houses, including the implications for human health. Report published by the Commission of the European Communities, 81.
- MADEC F. , 1987. In: Environmental aspects of respiratory disease in intensive pig and poultry houses, including the implications for human health. Report published by the Commission of the European Communities, 111.
- PLYASHCHENKO S.I. , 1988. In: Environment and animal health. Proceedings of the 6th International Congress on Animal Hygiene, 1, 345.
- ROBERTSON J.F., 1987. In: Environmental aspects of respiratory disease in intensive pig and poultry houses, including the implications for human health. Report published by the Commission of the European Communities, 145.
- WATHES C.M., 1987. In: Environmental aspects of respiratory disease in intensive pig and poultry houses, including the implications for human health. Report published by the Commission of the European Communities, 57.
- WEBSTER J., 1984. Calf husbandry, health and welfare. Granada Publishing, 202 p.
- WELCH A.R., 1987. In: Environmental aspects of respiratory disease in intensive pig and poultry houses, including the implications for human health. Report published by the Commission of the European Communities, 45.
- WILSON D., 1987. In: Environmental aspects of respiratory disease in intensive pig and poultry houses, including the implications for human health. Report published by the Commission of the European Communities, 73.