

# QUANTIFICATION ET ETUDE DES PARAMETRES DE VARIATIONS DES EMISSIONS DE GAZ ET D'ODEURS EN ELEVAGE DE CANARDS DE BARBARIE DE TYPE « LOUISIANE »

Lubac Sophie<sup>1</sup>, Forichon Thomas<sup>1</sup>, Martin Peulet Gilles<sup>2</sup>, Aubert Claude<sup>3</sup>, Robin Paul<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ITAVI, 5 rue Hermann Frenkel, 69364 Lyon 07, <sup>2</sup>Eleveur, Domaine des Pierres, 01540 St Julien sur Veyle, <sup>3</sup>ITAVI, Zoopôle Beaucemaine, BP37, 22440 Ploufragan, <sup>4</sup>INRA USARQ Rennes – Unité Sol et Agronomie, 65 rue de St Briec, 35042 Rennes cedex

## Quantification et étude des paramètres de variations des émissions de gaz et d'odeurs en élevage de canards de Barbarie de type « Louisiane »

Cette étude avait pour objectif de quantifier et d'analyser les teneurs et émissions de gaz tels que l'ammoniac et l'hydrogène sulfuré et les émissions d'odeurs depuis les élevages de canards de Barbarie. Ces derniers sont en effet réputés comme les plus odorants de la filière volaille. Les mesures ont été réalisées sur deux bâtiments à ventilation statique de type Louisiane. Pour une teneur moyenne en NH<sub>3</sub> (sur 101 séries de mesures) de  $17,3 \pm 1,1$  mg/m<sup>3</sup> d'air relevée au centre du bâtiment, les débits d'ammoniac ont été de  $121.10^3 \pm 8.10^3$  mg de NH<sub>3</sub>/h, soit  $21,5 \pm 1,8$  mg de NH<sub>3</sub>/h.canard (l'équivalent de 37 g d'azote /canard). Le débit global de NH<sub>3</sub> sortant du bâtiment a été lié de façon très marquée au débit d'air, à l'âge et au poids total présent en élevage, au débit de H<sub>2</sub>S ainsi qu'aux paramètres d'ambiance intérieure et extérieure à l'élevage. Toutefois aucun effet saison n'a été mis en évidence. Le débit de H<sub>2</sub>S moyen s'élevait à 3 580 mg/h, soit 0,67 mg/h.canard, pour une teneur moyenne en H<sub>2</sub>S de  $516 \pm 638$  µg/m<sup>3</sup> d'air. Le niveau moyen d'odeurs relevé (sur 26 séries de mesures) était de 4 050 u.o., avec un débit d'odeur de  $59,3.10^6 \pm 15,3.10^6$  u.o./h (soit  $11\ 400 \pm 3750$  u.o./canard.h.). Ce dernier est lié de manière très significative au niveau d'odeurs ainsi qu'aux débits globaux d'air, de NH<sub>3</sub>, de H<sub>2</sub>S. Les émissions de gaz et d'odeurs les plus élevées ont été mesurées en période plutôt froide en fin de bande des canards. Par rapport au scénario correspondant aux émissions les plus faibles (jeune âge, températures extérieures froides), le débit de NH<sub>3</sub> par canard était multiplié par 5,3, le débit de H<sub>2</sub>S par canard par 5,6 et le débit d'odeurs par 38.

## Quantification and study of the parameters of variations of the emissions of gas and odours in muscovy duck breedings with static ventilation.

This study aimed to quantify and analyse the concentrations and emissions of gas such as ammonia and hydrogen sulphide and the emissions of odours since poultry houses of muscovy ducks. Indeed they are the most odorous poultry houses. Measures were realised on two ducks buildings with static ventilation Louisiana type. The average NH<sub>3</sub> concentration (on 101 samplings) measured in the inner atmosphere of the building was  $17,3 \pm 1,1$  mg/m<sup>3</sup> of air, the emissions of NH<sub>3</sub> were about  $121.10^3 \pm 8.10^3$  mg NH<sub>3</sub>/h, or  $21,5 \pm 1,8$  mg of NH<sub>3</sub>/h.duck (equivalent of 37g of nitrogen /duck). The global emissions of NH<sub>3</sub> outgoing of the building was significantly related with the global air flow, with the age of ducks and the total weight of ducks presents, with the emissions of H<sub>2</sub>S and with the inner and outside temperatures and humidity of the building. However no season effect was highlighted. The flow of H<sub>2</sub>S rose with 3580 mg/h (either 0,67 mg/h.duck), for an average concentration of H<sub>2</sub>S of  $516 \pm 638$  µg/m<sup>3</sup>. The average odour concentration (on 26 series of measure) was 4 050 OU/m<sup>3</sup>, with a flow of odour of  $59,3.10^6 \pm 15,3.10^6$  OU/h (so  $11\ 400 \pm 3750$  OU/duck.h). This last is related in a very significant way to the level of odours and the global flows of air, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S. The highest emissions of gas and of odours were measured in rather cold period during the end of life of ducks. Compared to the scenario corresponding to the weakest emissions (youth ducks, cold outside temperatures), the NH<sub>3</sub> flow per duck was multiplied by 5,3, the flow of H<sub>2</sub>S per duck by 5,6 and the flow of odours by 38.

## INTRODUCTION

La problématique liée aux odeurs en élevages avicoles n'est pas récente. Cependant, depuis ces cinq dernières années, le nombre de conflits entre éleveurs et tiers augmente de manière considérable. Ce phénomène est en partie lié à la volonté croissante des populations non agricoles d'échapper aux grandes agglomérations pour venir s'installer dans des zones traditionnellement rurales avec pour activité principale, l'agriculture. L'utilisation des terres s'orientant de plus en plus vers la construction individuelle, la distance séparant les habitations des exploitations agricoles décroît très rapidement. Cette concurrence d'exploitation de la surface est la raison majeure de l'émergence des conflits tiers-éleveurs basée essentiellement sur la problématique odeurs. Si des solutions techniquement envisageables en production avicole peuvent être envisagées au niveau du stockage et de l'épandage des déjections, le problème des émissions d'odeurs lié aux bâtiments reste prédominant.

Avant d'établir toute stratégie, il était indispensable de connaître les émissions d'odeurs à la sortie des bâtiments, encore jamais étudiées.

Pour ce faire, dans un premier temps, l'établissement de modèles mathématiques nous a permis d'évaluer de façon robuste les débits d'air en élevages de canards (Robin et al., 2002). Puis, dans un deuxième temps, nous avons acquis des données quant aux concentrations de gaz et d'odeurs présentes dans l'enceinte du bâtiment (Lubac et al., 2001).

C'est à partir de ces deux études que les débits de gaz et d'odeurs ont pu être ensuite approchés. Dans le cadre de cet article nous nous intéresserons donc spécifiquement à la présentation des émissions d'odeurs et de gaz.

## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1 Dispositif et mesures

Cette étude a été réalisée sur l'élevage commercial de Gilles Martin-Peulet situé à Saint Julien sur Veyre (Ain) comprenant 2 bâtiments identiques de type « Louisiane » de 530 m<sup>2</sup>. Le sol d'élevage est un grillage avec récupération des fientes en préfosse de 30 cm de profondeur disposant de racleurs « va et vient ». Le matériel comprend 4 lignes d'abreuvement de pipettes sans récupérateur (1 ligne par couloir de raclage) et 2 lignes d'alimentation. Les mises en place des animaux sont simultanées et chaque sexe est alloté dans le sens de la longueur. Pour chaque bâtiment, 6 lots (soit un total de 12) ont été suivis de mars 2000 à décembre 2001, avec des mises en place de 6880 à 7690 canards soit une densité variant de 13,0 à 14,5 canards/m<sup>2</sup> et un pourcentage de mâles fluctuant entre 34 et 50 % sur des souches Grimaud R51 et R71.

Au cours de ces lots, il a été relevé :

- les concentrations gazeuses de l'air ambiant en ammoniac (NH<sub>3</sub>) et en hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) de façon hebdomadaire à l'aide de tubes colorimétriques Gastec, en matinée en 1 ou 2 points du bâtiment sous le faîtage, au niveau des animaux (à 40 cm du sol)
- des analyses olfactométriques (niveau de K50) sur de l'air vicié prélevé au centre des 2 moitiés de chaque bâtiment à 3 âges différents (4, 8 et 12 semaines généralement) (Laboratoire Certech, Belgique).
- les données nécessaires à l'évaluation du débit d'air instantané à chaque point de mesure : nombre d'animaux vivants, âge, souche, températures intérieures et extérieures, hygrométries intérieures et extérieures.
- les données météorologiques (vitesse et direction du vent) de la station Météo France la plus proche.

Le dispositif a été suivi à chaque âge et pour chaque saison, sans intervention spécifique dans la gestion de l'élevage, avec répétition sur les 2 bâtiments.

### 1.2 Analyse des données

L'ensemble des données collectées a permis de constituer 2 bases d'informations :

- l'une de 101 moyennes journalières des mesures de NH<sub>3</sub> et H<sub>2</sub>S réalisées sur un même bâtiment
  - l'autre de 26 moyennes journalières des mesures de K50 avec les teneurs en NH<sub>3</sub> et H<sub>2</sub>S correspondantes
- Ces bases comprenaient également les variables explicatives :

- âge (en jours)
- poids vif total des canards présents (en kg)
- températures intérieure et extérieure (en °C)
- hygrométries intérieure et extérieure (en %)
- débit d'air sortant (en m<sup>3</sup>/h)
- vitesse (en m/s) et direction du vent (en degrés)

Elles nous ont permis de comprendre les variations des débits sortants de NH<sub>3</sub> (en mg/h), de H<sub>2</sub>S (en µg/h) et d'odeur (en u.o./h). Pour rappel ces débits sont issus d'un calcul entre teneurs relevées au centre du bâtiment (teneurs les plus élevées en ce point pour un bâtiment statique) et le débit d'air calculé. Ces débits estimés sont donc maximisés.

En vue de mettre en évidence l'impact des différents facteurs sur les émissions de gaz et d'odeurs, il a été tout d'abord réalisé une analyse simple par calcul des corrélations entre variables de chaque base d'informations selon le test non paramétrique rhô de Spearman. Les comparaisons de moyenne ont été effectuées selon le test de Mann Whitney sous le logiciel Statview 5. L'analyse précédente a ensuite été complétée par une approche factorielle (AFCM) et de classification (CAH) réalisées sous le logiciel Spad.

## 2. RESULTATS

L'analyse simple des conditions d'ambiance, des taux d' $\text{NH}_3$ , de  $\text{H}_2\text{S}$  et des niveaux d'odeurs présents en ambiance ont déjà été présentés dans l'article de

Lubac et al., 2001 et ne seront pas repris ici. Certains résultats ont d'ailleurs été complétés depuis par l'acquisition de nouvelles références prises en compte dans l'article présent.

**Tableau 1** - Rhô de Spearman entre les variables pour la base d'informations 1 (n = 101 données) et la base d'informations 2 (n = 26 données)

Base de données 1											
	$\text{NH}_3$ mg/m <sup>3</sup>	$\text{QNH}_3$ mg/h	$\text{H}_2\text{S}$ µg/m <sup>3</sup>	$\text{QH}_2\text{S}$ µg/h	$\text{Qair}$ m <sup>3</sup> /h	Jours	Tint °C	Hrint %	Text °C	Hrext %	Pdstot
$\text{QNH}_3$	-0.04										
$\text{H}_2\text{S}$	0.47***	-0.03									
$\text{QH}_2\text{S}$	0.03	0.42***	0.73***								
$\text{Qair}$	-0.72***	0.69***	-0.33***	0.26*							
Jours	0.03	0.43***	0.27**	0.34**	0.32**						
Tint	-0.05	-0.24*	-0.30**	-0.27**	-0.17	-0.79***					
Hrint	0.43***	-0.42***	0.16	-0.23*	-0.63***	-0.30**	0.17				
Text	-0.68***	0.28**	-0.47***	-0.01	0.66***	-0.10	0.32**	0.38***			
Hrext	0.20*	-0.22*	0.20*	-0.04	-0.29**	0.10	-0.18	0.58***	-0.38***		
Pds tot	-0.20*	0.60***	0.13	0.38***	0.59***	0.78***	-0.61***	-0.42***	-0.02	0.07	

Base de données 2												
	$\text{NH}_3$ mg/m <sup>3</sup>	$\text{QNH}_3$ mg/h	$\text{H}_2\text{S}$ µg/m <sup>3</sup>	$\text{QH}_2\text{S}$ µg/h	$\text{Qair}$ m <sup>3</sup> /h	Jours	Tint °C	Hrint %	Text °C	Hrext %	Pdstot	K50
K50	0.02	0.41*	0.38	0.60**	0.25	0.51*	-0.18	-0.11	0.10	0.09	0.66***	
QK50	-0.33	0.67	0.05	0.67***	0.64**	0.37	0.08	-0.30	0.52**	-0.23	0.66***	0.84***

Chaque case grisée correspond à une corrélation significative. (\*) p<0.05, (\*\*) p< 0.01, (\*\*\*) p<0.001

### 2.1 Conditions générales d'ambiance

Le tableau 1 met en évidence les liens connus sur les conditions d'ambiance de l'élevage : la température intérieure est liée fortement à l'âge du canard, ainsi qu'au poids vif total présent dans l'élevage (valeur qui augmente jusqu'à 10-11 semaines puis chute de façon non régulière avec l'enlèvement des femelles puis des mâles pour l'abattoir). Un lien positif est aussi mis en évidence entre température intérieure et température extérieure après arrêt de la période de chauffage.

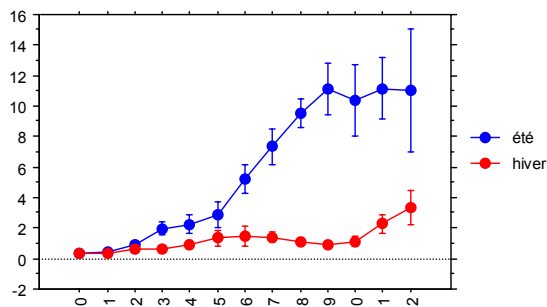
La régulation de la ventilation automatique s'effectuant essentiellement sur la température intérieure, l'hygrométrie relative intérieure devient liée aux conditions climatiques extérieures (température et hygrométrie), au poids vif total présent (et donc à la quantité d'eau émise par les animaux) et au débit d'air sortant (permettant d'évacuer l'humidité présente dans le bâtiment).

Enfin, le débit d'air sortant étant calculé à l'aide d'une formule mathématique (Robin et al, 2002), il dépend des variables qui interviennent, c'est à dire températures extérieure et intérieure, hygrométries extérieure et intérieure, âge des animaux, poids vif total.

Il a ainsi été relevé comme l'indique la figure 1 des débits d'air très variables dans l'élevage suivi avec un

effet saison très marqué : 6510 m<sup>3</sup>/h ± 660 en hiver vs 35100 m<sup>3</sup>/h ± 3040 en été, soit 1,22m<sup>3</sup>/h/canard ± 0,14 en hiver vs 6,39 m<sup>3</sup>/h/canard ± 0,60 en été ; soit 0,975 m<sup>3</sup>/h/kg PV ± 0,13 en hiver vs 2,77 m<sup>3</sup>/h/kg PV ± 0,60 en été

**Figure 1** - Débits d'air en m<sup>3</sup>/heure et par canard vivant sur la période 10 h – 14 h en fonction de l'âge et de la saison (base de 143 données - été : n= 8 lots, hiver : n= 5 lots) (± ES)

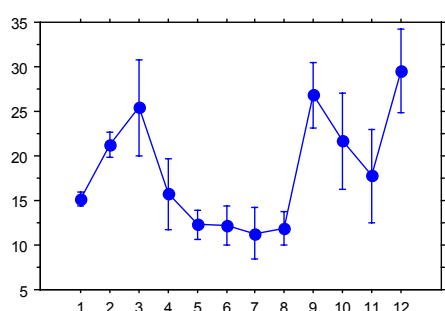


### 2.2 Concentrations et flux de $\text{NH}_3$

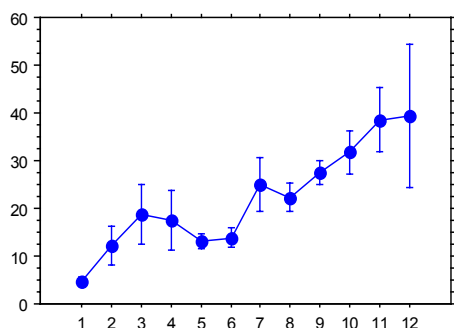
Pour une teneur moyenne en  $\text{NH}_3$  (sur 101 séries de mesures) de  $17,3 \pm 1,1$  mg/m<sup>3</sup> d'air ce qui équivaut à 24,4 ppm relevée au centre du bâtiment, les débits d'ammoniac relevés ont été de l'ordre de  $121,10^3 \pm 8,10^3$  mg de  $\text{NH}_3$ /h, soit  $21,5 \pm 1,8$  mg de  $\text{NH}_3$ /canard (l'équivalent de 37 g d'azote /canard). L'évolution des débits en fonction de l'âge des canards est présentée

sur la figure 3. Si le taux de  $\text{NH}_3$  n'est pas lié à l'âge des animaux, cette relation existe avec le débit de  $\text{NH}_3$  du fait des débits d'air croissants au cours de l'élevage. Comme l'indique le tableau 1, le débit global de  $\text{NH}_3$  sortant du bâtiment est lié de façon très marquée au débit d'air, à l'âge et au poids total présent en élevage, au débit de  $\text{H}_2\text{S}$  mais aussi aux paramètres d'ambiance intérieure et extérieure à l'élevage. Toutefois aucun effet saison n'a été mis en évidence : les débits de  $\text{NH}_3$  globaux sont proches que ce soit en été ou en hiver : en effet si les taux de  $\text{NH}_3$  sont faibles en été avec des débits d'air élevés, le phénomène inverse se produit en hiver avec peu de débit d'air mais très chargé en  $\text{NH}_3$ .

**Figure 2** - Concentration de  $\text{NH}_3$  en  $\text{mg}/\text{m}^3$  d'air en fonction des semaines ( $n=101 \pm \text{ES}$ )



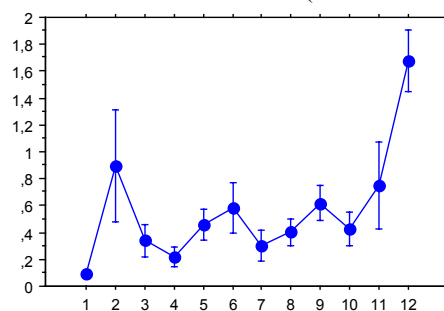
**Figure 3** - Débit de  $\text{NH}_3$  en  $\text{mg}/\text{canard.h}$ . en fonction des semaines ( $n=101 \pm \text{ES}$ )



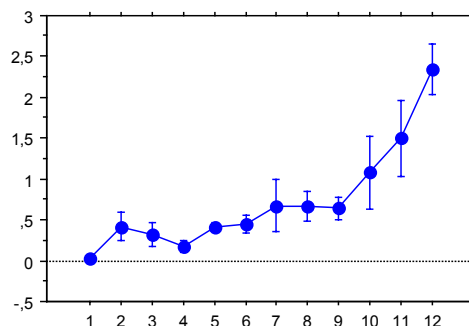
### 2.3 Concentrations et flux de $\text{H}_2\text{S}$

Tout facteur confondu, nous observons une teneur moyenne en  $\text{H}_2\text{S}$  (sur 101 séries de mesures) de  $516 \pm 638 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air soit 0,37 ppm, sachant que 50 % des teneurs sont comprises entre 101 et  $734 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En ce qui concerne le débit de  $\text{H}_2\text{S}$  moyen, il s'élève à 3 580  $\text{mg}/\text{h}$ , soit 0,67  $\text{mg}/\text{h.canard}$ . Les liens (tableau 1) soulignés par l'analyse simple des variables sont assez faibles avec toutefois un rôle de l'âge des animaux et du poids total des canards. Le débit de  $\text{H}_2\text{S}$  s'explique en effet davantage par le taux de  $\text{H}_2\text{S}$  que le débit d'air du bâtiment et les variables influençant le débit du bâtiment. Des écarts significatifs sont délicats à mettre en évidence étant donné les faibles variabilités des mesures réalisées (précision de la mesure). En terme de débit, comme pour celui de  $\text{NH}_3$ , nous n'observons pas d'effet saison.

**Figure 4** - Concentration de  $\text{H}_2\text{S}$  en  $\text{mg}/\text{m}^3$  d'air en fonction des semaines ( $n=101 \pm \text{ES}$ )



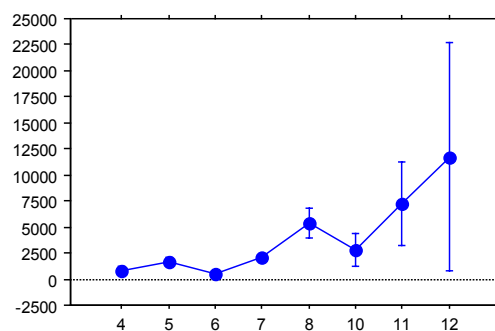
**Figure 5** - Débit de  $\text{H}_2\text{S}$  en  $\text{mg}/\text{canard.h}$  en fonction des semaines ( $n=101 \pm \text{ES}$ )



### 2.4 Flux d'odeurs

Le niveau moyen d'odeurs relevé dans les bâtiments (tous âges confondus) est de 4 050 u.o.. Ces mesures de K50 sont liées de façon significative au poids total de canards présents, et ainsi à l'âge des animaux (tableau 1 - figure 6). Par contre, le débit d'air sortant du bâtiment n'a pas d'impact direct sur le niveau d'odeur de l'air vicié dans le cadre de nos mesures. Nous n'observons également aucun effet saison sur le niveau d'odeurs (Mann Whitney,  $p=0,74$ ).

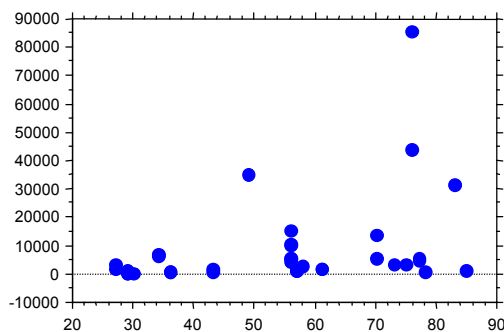
**Figure 6** - Concentrations d'odeurs de l'air vicié (en u.o.) en fonction des semaines ( $n=26 \pm \text{ES}$ )



Le débit d'odeur qui en découle est de  $59,3 \cdot 10^6 \pm 15,3 \cdot 10^6$  u.o./h., variant de  $1 \cdot 10^6$  à  $267 \cdot 10^6$  u.o./h. (soit  $11400 \pm 3750$  u.o./canard.h, ou  $3640 \pm 960$  u.o./kg PV.h). Il est, pour sa part, lié de manière très significative au niveau d'odeurs et est également un assez bon reflet du débit d'air. Par ailleurs, il est lié de

façon significative au débit de NH<sub>3</sub> ainsi qu'au débit de H<sub>2</sub>S.

**Figure 7** - Débit d'odeurs en u.o./canard.h en fonction de l'âge en jours (n=26)



## 2.5 Synthèse des résultats

Afin de synthétiser l'information, il a été réalisé une analyse factorielle à partir de la base des 101 données et des 10 variables explicatives. Les variables taux et débits de NH<sub>3</sub>, de H<sub>2</sub>S et niveaux et débits d'odeurs que nous cherchons à expliquer ont été utilisées comme variables illustratives.

Ainsi, l'information initiale peut être condensée sous la forme de 2 plans factoriels, de 2 axes chacun. L'inertie des axes est faible mais significative. L'analyse nous confirme les relations entre les variables mises en évidence précédemment. Le positionnement des variables taux de NH<sub>3</sub> et taux de H<sub>2</sub>S en ambiance d'après cette approche indiquent :

- des taux de NH<sub>3</sub> faibles en températures extérieures élevées au-delà de 35 jours d'âge des canards,
- des taux de NH<sub>3</sub> et taux de H<sub>2</sub>S élevés en températures extérieures froides,
- des taux de H<sub>2</sub>S élevés en températures extérieures faibles et au delà de 35 jours d'âge des canards.

Cinq classes distinctes différenciant les situations d'élevage ont été ensuite mises en évidence sur le plan statistique. L'observation empirique nous permis de clarifier cette information sans modifier l'ordonnancement des données initiales selon deux paramètres : l'âge des animaux (de 7 à 34 jours, de 35 à 56 jours, au-delà de 56 jours) et la température extérieure (inférieure ou égale à 15°C, supérieure à 15°C).

- La classe 1 caractérise un début de bande (jeunes animaux de moins de 34 jours, poids total faible, températures intérieures élevées) en conditions climatiques chaudes (températures élevées et hygrométries relatives basses).

## BIBLIOGRAPHIE

- Lubac S., 2001. Sci. et Tech. Avi., 37 : 5-9.  
 Robin P., Amand G., Perrin P., Aubert C., Franck Y., Lubac S., Ferren J.C., 2002. Sci. et Tech. Avi., 38 : 19-29  
*En remerciant l'ACTA et la région Rhône Alpes*

- La classe 2 caractérise aussi un début de bande en conditions climatiques plutôt froides (températures inférieures à 15°C) avec débits d'air très faibles. Par ailleurs, cette classe est caractérisée par de fortes teneurs en NH<sub>3</sub> dans le bâtiment.

- La classe 3 caractérise une situation extrêmement ventilée en conditions climatiques chaudes avec un chargement animal élevé et des canards de plus de 34 jours. Cette classe est de plus caractérisée par des taux en NH<sub>3</sub> faibles.

- La classe 4 caractérise les séries de mesures réalisées en fin de bande au-delà de 8 semaines d'âge en période froide (températures inférieures à 12°C). De plus, des teneurs élevées en NH<sub>3</sub> sont caractéristiques de la classe.

- La classe 5 caractérise les séries de mesures réalisées sur des animaux d'âge moyen (entre 35 et 56 jours) en conditions climatiques plutôt froides.

Les débits de gaz et d'odeurs moyens calculés pour chaque classe sont présentés dans le tableau 2 suivant.

**Tableau 2** - Caractérisation des scénarios par la moyenne des débits de NH<sub>3</sub> (en mg/canard.heure), des débits de H<sub>2</sub>S (en mg/canard.heure) (n=101) et des débits d'odeurs (en u.o./canard.heure - n= 26)

	Débit NH <sub>3</sub> /canard	Débit H <sub>2</sub> S/canard	Débit odeurs/canard
Classe 1	20,0 ± 5,0	0,25 ± 0,08	7070 ± 350
Classe 2	7,7 ± 0,8	0,25 ± 0,09	550 ± 240
Classe 3	29,2 ± 3,3	0,98 ± 0,26	21400 ± 8540
Classe 4	41,0 ± 7,4	1,41 ± 0,36	8020 ± 3560
Classe 5	15,7 ± 1,4	0,52 ± 0,05	1010 ± 0

Il en ressort que le scénario correspondant aux émissions les plus faibles est celui de la classe 2 (température faible et jeune âge). Par ailleurs, en comparaison avec le scénario correspondant aux émissions les plus élevées (classe 4), il en ressort que le débit de NH<sub>3</sub> par canard est multiplié par 5,3, le débit de H<sub>2</sub>S par canard par 5,6 et le débit d'odeurs par 38.

## CONCLUSION

Cette étude nous a permis d'apporter les premières quantifications d'émissions de NH<sub>3</sub>, de H<sub>2</sub>S et d'odeurs et s'insère dans la réflexion actuelle de la déclaration des émissions polluantes des installations classées.