

## 9.1 Procédure pour le calcul des émissions gazeuses utilisant des mesures continues et un modèle calé sur des mesures de concentrations intermittentes pour les bâtiments d'élevage et stockages d'effluents (*Guidelines to determine emissions from livestock buildings and manure stores using continuous recordings and a model calibrated with intermittent measurements of concentrations*)

### 9.1.1 Introduction (*Introduction*)

#### 9.1.1.1 Objectif (*Objective*)

La méthode « de mesures intermittentes » offre une alternative aux méthodes de mesure coûteuses en limitant le nombre de jours de mesure nécessaires, dans le cas des bâtiments d'élevage avec ventilation mécanique et enregistrement continu du débit de ventilation (Vranken et al., 2002, 2004).

La détermination traditionnelle des facteurs d'émission d'ammoniac (utilisée dans plusieurs pays), se fonde sur le fait que les concentrations en ammoniac et le débit de ventilation doivent être mesurés fréquemment (par exemple toutes les 15 minutes) pendant plusieurs saisons, par exemple plus de 200 jours pour des porcs à l'engrais (Van Ouwerkerk, 1993). Ces mesures sont coûteuses en raison de l'équipement spécialisé (par exemple moniteur photo-acoustique de gaz), du travail et de la durée des périodes de mesure. On estime en 2009 que les coûts liés à cette méthode de mesure traditionnelle pour déterminer l'émission annuelle d'ammoniac dépassent 50.000 euros pour chaque bâtiment d'élevage (Hendriks et al., 2001).

L'objectif principal de cette procédure est de décrire le développement d'un procédé pour une prévision fiable de l'émission annuelle d'ammoniac utilisant aussi peu de jours de mesure que possible. De plus, l'usage de critères de sélection des jours de mesure pour améliorer l'exactitude des émissions est analysé.

*The method of “intermittent measurements” tries to offer an alternative for expensive measuring approach by limiting the number of required measuring days in the case of animal houses with mechanical ventilation and continuous recording of ventilation rate (Vranken et al., 2002, 2004).*

*Traditional determination of ammonia emission factors (as used in several countries), relies on the fact that the ammonia concentrations and the ventilation rate must be measured high frequently (for example every 15 minutes) during several seasons, such as over 200 days for fattening pigs (Van Ouwerkerk, 1993). These measurements are very expensive due to the high specialized equipment (e.g. photo-acoustic gas monitor), the labor and the duration of the measuring periods. The costs associated with this traditional measuring method to determine the yearly ammonia emission are estimated in 2009 to be more than 50.000 Euro for each livestock building to be measured (Hendriks et al., 2001).*

*The main objective in this chapter is to describe the development of a procedure for a reliable prediction of yearly ammonia emission with as few measuring days as possible. It is further investigated whether the use of selection criteria for the measuring days results in an increased accuracy.*

#### 9.1.1.2 Domaine d'application (*Scope*)

Avec la méthode de « mesures intermittentes » la concentration en ammoniac dans un bâtiment

*With the method of “intermittent measurements” the ammonia concentration in a specific animal*

d'élevage spécifique est modélisée pour chaque instant avec un modèle empirique d'émission d'ammoniac adapté à un bâtiment d'élevage spécifique. Ce modèle d'émission ammoniacale peut être appliqué pour autant que quelques variables climatiques sont enregistrées en continu (température intérieure, température extérieure et débit de ventilation), et d'autres variables sont observées périodiquement comme la concentration en ammoniac ou certaines variables de gestion telles que le poids et le nombre des animaux.

Ce modèle ne dépend pas du mode de gestion des effluents, à condition que la cinétique des émissions d'ammoniac soit déterminée essentiellement par le métabolisme des animaux et par le climat. Par conséquent il devrait s'appliquer à tous les bâtiments d'élevage avec ventilation mécanique et lisier.

Le modèle n'exige aucun prélèvement d'effluent, ni connaissance sur l'alimentation ou sur le métabolisme animal. Cependant, si le bilan de matière n'est pas calculé, il n'y aura pas de contrôle de l'exactitude du résultat.

*house is modeled each moment based on an empirical ammonia emission model for a specific livestock building. This model of ammonia emission can be applied provided some climate variables are continuously recorded (indoor temperature, outdoor temperature and ventilation rate), and other variables are periodically observed like ammonia concentration or some management variables such as weight and number of the animals.*

*This model does not depend on the kind of manure management, provided the kinetics of ammonia emissions is mostly driven by the metabolism of the animals and the climate. Therefore it should especially well apply to all animal houses with mechanical ventilation and liquid manure management.*

*The model does not require any sampling of manure, nor knowledge on feed or on animal metabolism. However, if mass balance is not monitored, there will not be any control of the result accuracy.*

### 9.1.1.3 Principes (Principles)

L'émission d'ammoniac dépend de plusieurs variables liées au bâtiment parmi lesquelles les pratiques de l'éleveur sont de loin les plus importantes. En conséquence, les paramètres du modèle d'émission diffèrent pour chaque bâtiment. Dans des études précédentes (Vranken et al., 2002, 2004) les paramètres du modèle étaient fixes tout au long de l'année. L'analyse approfondie sur de nouveaux ensembles de données a prouvé que ceci peut conduire à des erreurs atteignant 25%. Par conséquent, l'adaptation des paramètres du modèle au cours du temps a été développée pour pouvoir traiter les cas où le déterminisme du dégagement d'ammoniac évolue dans le temps, comme la température de l'effluent, son pH, sa teneur en azote, etc.

Le schéma suivant montre une présentation schématique du procédé intermittent de mesures estimait l'émission annuelle d'ammoniac. Avec la méthode « de mesures intermittentes » la concentration en ammoniac dans un bâtiment d'élevage spécifique doit être modélisée chaque moment basé sur un modèle empirique d'émission

*The ammonia emission depends on several stable-related variables of which the farmer's management is far the most important. Consequently, the model parameters in the emission model differ for each building. In previous studies (Vranken et al., 2002, 2004) model parameters were fixed throughout the year. Further analysis on new datasets showed that this can results in errors up to 25%. Therefore, time variant estimation of model parameters was introduced to be able to deal with the changing driving forces in ammonia release, such as manure temperature, pH, nitrogen content, etc.*

*Next Figure shows a schematic presentation of the intermittent measurements procedure to estimate the yearly ammonia emission. With the method of "intermittent measurements" the ammonia concentration in a specific animal house is to be modelled each moment based on an empirical ammonia emission model for that specific livestock building.*

d'ammoniac pour ce bâtiment d'élevage spécifique.

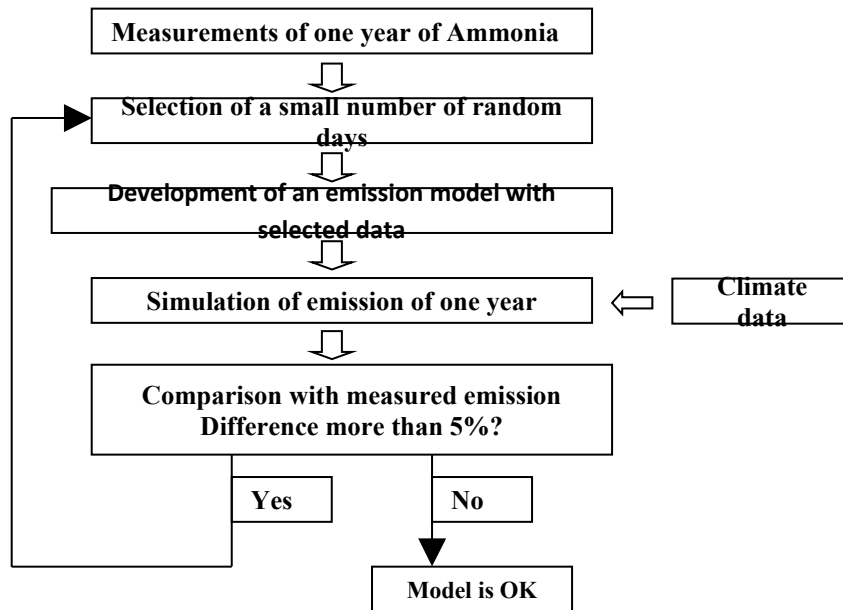
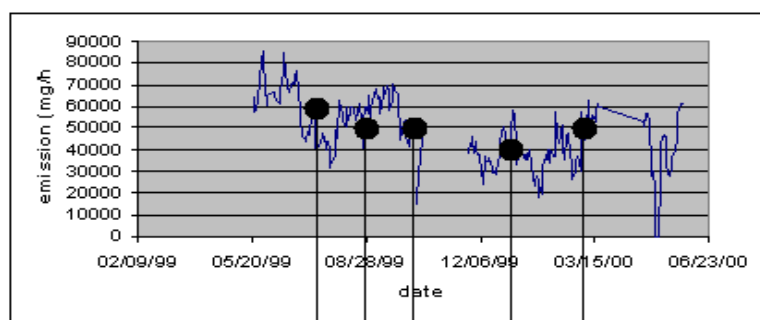


Figure 1. Schematic presentation showing the procedure of intermittent measurements to estimate yearly ammonia emission

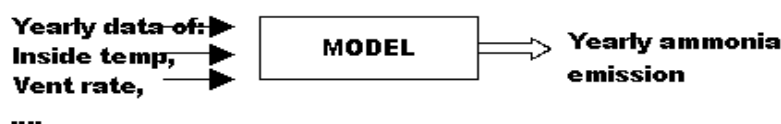
Ce modèle d'émission d'ammoniac calcule l'émission d'ammoniac en fonction de variables climatiques simples à mesurer (température intérieure, température extérieure, débit de ventilation) qui sont disponibles tout au long de l'année grâce au système de régulation du climat intérieur qui peut les enregistrer en continu, en association avec certaines variables de gestion telles que le poids et le nombre d'animaux (Figure ci-dessous).

This ammonia emission model calculates the ammonia emission as a function of simply measurable climate variables (indoor temperature, outdoor temperature and ventilation rate) that are continuously available throughout the year from the climate controller, in combination with some management variables such as weight and number of animals (Figure below).



•: Days with measurements of NH<sub>3</sub> emission

**Model:** NH<sub>3</sub>-emiss =  $f$ (Inside temperature, ventilation rate, number of animals ...)



**Figure 2.** Example for ammonia emission model of short measuring period. Ammonia emission as a function of number of easily measurable variables such as inside temperature, ventilation rate, number of animales ... etc.

### 9.1.2 Appareillage (equipment)

Les variables observées sont :

- température extérieure (°C),
- température de l'air intérieur (°C),
- nombre et poids des animaux (kilogramme),
- concentration en gaz (mg.m<sup>-3</sup>),
- débit de ventilation (m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>).

Les concentrations en ammoniac peuvent être observées par exemple à l'aide d'un moniteur photo-acoustique multi-gaz (INNOVA, Figure ci-dessous).

Observed variables are:

- Outside temperature (°C),
- Inside air temperature (°C),
- Number and weight of the animals (kg),
- gas concentration (mg.m<sup>-3</sup>),
- ventilation rate (m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>).

Measuring ammonia concentration using for example Photo-acoustic multi-gas monitor (INNOVA, Figure below).



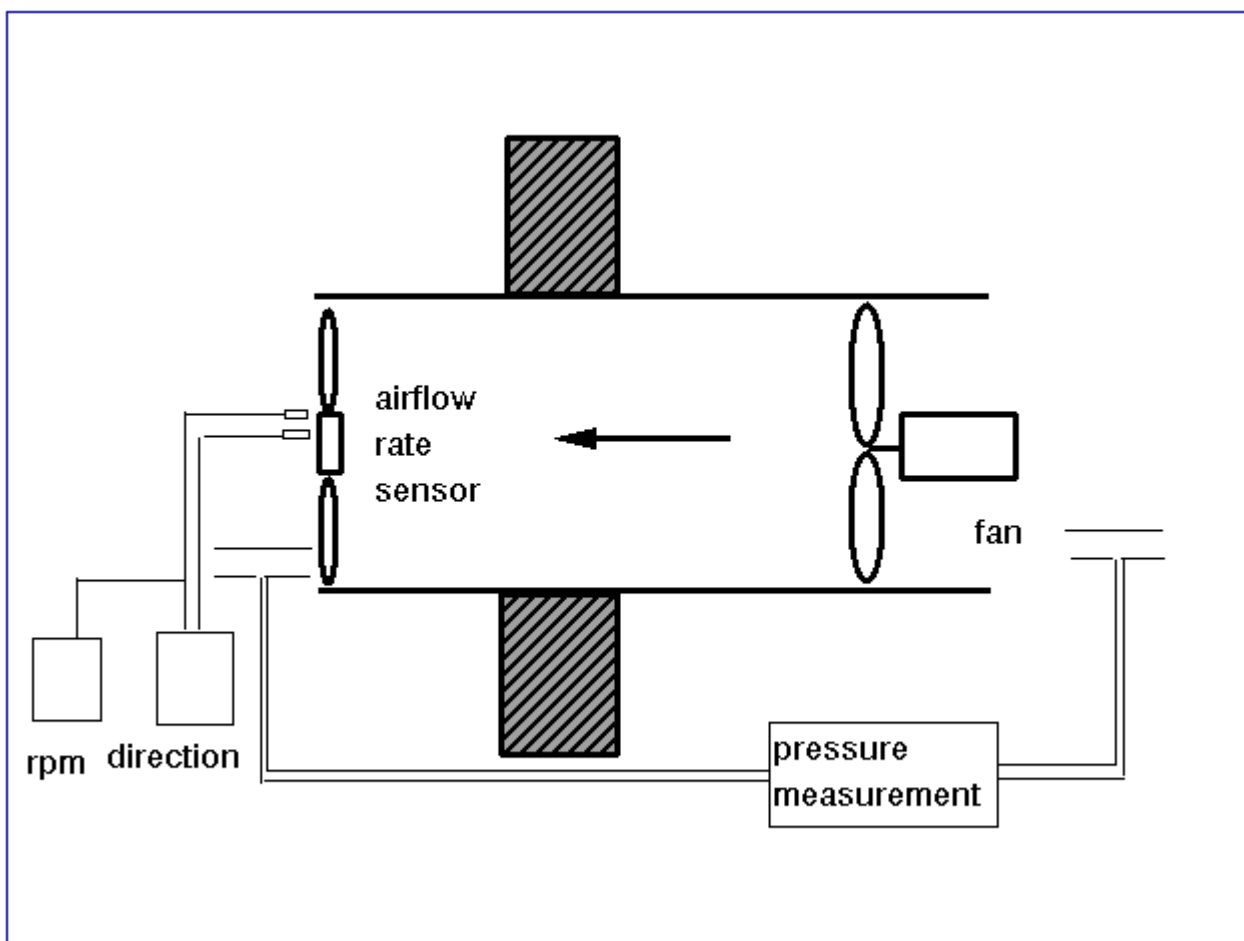
**Figure 3. Photo-acoustic multi-gas monitor with 6 channel multi-sampler**

Afin de calculer le taux d'émission d'ammoniac, le débit de ventilation à l'intérieur du bâtiment peut être mesuré en utilisant un capteur de débit de ventilation calibré tel que le 'Fancom Exavent ®' (c.-à-d. Free Running Impeller, Figure ci-dessous).

Les hélices folles (Free Running Impeller) couvrent la section entière de la gaine d'extraction et permettent de mesurer le débit volumétrique. Ces types de sondes peuvent également s'appeler « measuring fan », « free impelling turbine », or « turbine flow meter ». Le flux d'air exerce une force sur les pales de l'hélice, convertissant la vitesse linéaire du fluide en vitesse angulaire de l'hélice. La sonde est placée dans une section circulaire de la gaine de ventilation et convertit la vitesse de rotation en débit volumique moyen (Berckmans, 1986 ; Vranken, 1999 ; Berckmans et al., 1991, 2001). Elles constituent les moyens les plus courants pour une mesure précise du débit de ventilation dans les élevages avec ventilation mécanique. L'amplitude opérationnelle de ventilation de ces sondes est étendue, c.-à-d., de  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  à  $14.000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . L'incertitude des hélices dépend de leur conception et de leur taille. De nos jours, elles peuvent mesurer avec une incertitude aussi faible que 5% (Vranken et al., 2005) pour des bâtiments à ventilation mécanique. Ces hélices nécessitent des sections standard et circulaires pour les orifices d'entrée ou de sortie d'air. Pour réduire les fluctuations dues aux effets de densité, les gaines verticales (cheminées) sont privilégiées pour les mesures.

*In order to calculate the ammonia emission rate, the ventilation rate inside the building can be measured using a calibrated 'Fancom Exavent ®' ventilation rate sensor (i.e. Free Running Impeller, Figure below).*

*Free running impellers are volumetric flow rate sensing meters covering the whole exhaust section. These types of sensors can also be called as measuring fan, free impelling turbine, or turbine flow meter. The fluid stream exerts a force on blades, setting it in motion and converting the fluid's linear velocity to an angular velocity of the impeller blade. The sensor is placed in a circular duct or ventilation opening and relates rotational speed to average volume rate of fluid flow (Berckmans, 1986; Vranken, 1999; Berckmans et al., 1991, 2001). They are the most common means of accurate measuring ventilation rate in mechanically ventilated stables. Operational ventilation range of these sensors is large, that is, from  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  to  $14,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . The inaccuracy of fans depends on design and size. Nowadays, they can measure down to 5% inaccuracy (Vranken et al., 2005) for mechanically ventilated buildings. These impellers need standard and circular inlet/outlet section for the measurement opening. To overcome the fluctuations due to thermal buoyancy, vertical chimneys are preferred for measurements.*



**Figure 4. Principle of ventilation rate measurement with a free running impeller and a pressure difference measurement (Adapted from Berckmans, 1986)**

### 9.1.3 Observations (*Observations*)

Des mesures fréquentes de toutes les variables doivent être acquises et enregistrées dans un ordinateur ou une acquisition de données.

*Frequent measurements of all variables have to be done and stored in a computer or datalogger.*

### 9.1.4 Calculs (*Calculations*)

L'émission ammoniacale peut être calculée en fonction des variables simples observées de la manière suivante :

*Ammonia emission can be calculated as function of number of easy measurable variables as follow:*

$$NH3_{emiss} = f(\text{Inside temperature, ventilation rate, number of animals ...})$$

Cela peut être formulé sous forme générale par :

*This can be put in the general form:*

$$[NH_3] = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m + e$$

ou d'une autre manière :

*or in another way:*

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}$$

Ce qui peut être écrit sous la forme :

*this can be written as:*

$$Y = A \cdot X + e$$

où  $[NH_3]$  est la concentration en ammoniac,  $a_1, a_2, \dots, a_m$  sont les  $m$  paramètres du modèle,  $x_1, x_2, \dots, x_m$  sont les  $m$  variables d'entrée,  $y_1, y_2, \dots, y_n$  sont les concentrations en ammoniac des  $n$  échantillons.  $Y$  est un vecteur des concentrations en ammoniac,  $A$  est un vecteur des paramètres du modèle,  $X$  est une matrice des variables d'entrée d'ordre  $n \times m$ , et  $e$  est un vecteur des erreurs du modèle.

Afin d'estimer les paramètres du modèle le problème suivant de minimisation doit être résolu :

where  $[NH_3]$  is the ammonia concentration,  $a_1, a_2, \dots, a_m$  are the  $m$  model parameters,  $x_1, x_2, \dots, x_m$  are the  $m$  input variables,  $y_1, y_2, \dots, y_n$  are the ammonia concentration of  $n$  samples.  $Y$  is a vector of ammonia concentrations,  $A$  is a vector of the model parameters,  $X$  is a matrix of the input variables with the order  $n \times m$ , and  $e$  is a vector of the model errors.

*In order to estimate the model parameters the following minimization problem is to be solved:*

$$\min e^T \cdot e$$

Dans la procédure d'optimisation, le vecteur de paramètres  $A$  peut être estimé en minimisant l'erreur  $e$  par la méthode des moindres carrés, selon :

*In the optimisation procedure, the parameter vector  $A$  can be estimated by the minimizing the error  $e$  by means of least square method as follows:*

$$A = (X^T X)^{-1} X^T \cdot Y$$

où l'exposant  $T$  indique la transposition.

*where the superscript  $T$  denotes transposition.*

### 9.1.5 Contrôles et vérifications (*Control and checkout*)

Une fois calculée, l'émission devrait être comparée aux valeurs de référence données pour une catégorie voisine du bâtiment d'élevage étudié.

*Once calculated the emission should be compared to reference values given for a similar category of animal house.*

Si l'émission est calculée pendant quelques semaines, alors elle devrait être comparée au déficit du bilan de masse. Pour cette raison il est recommandé de calculer non seulement les gaz polluants mais également CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O parce qu'il est plus facile de calculer le bilan de matière du carbone et de l'eau, et donc d'examiner la validité des calculs.

*If the emission is calculated over a period of some weeks, then it should be compared to the deficit of the mass balance. For this reason it is recommended to calculate not only the polluting gases but also CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O because it is easier to calculate the mass balance of carbon and water, and therefore to check the validity of the calculations.*

#### 9.1.6 Expression des résultats, calcul d'incertitude et interprétation (*Expression of results, uncertainty estimate, and interpretation*)

La méthode des mesures intermittentes pour estimer l'émission d'ammoniac issue des bâtiments d'élevage peut être employée avec succès de façon précise et peu coûteuse. L'erreur de prédiction peut être estimée en comparant la mesure d'émission calculée pour toutes les données de concentration à la prévision du modèle. Cette comparaison suppose que toutes les mesures de débit de ventilation demeurent aussi précises que lors du calibrage en laboratoire. La sensibilité de l'exactitude du modèle au nombre de jours de calibrage des paramètres d'émission ammoniacale peut également être estimée de cette façon.

Ce modèle a été mis au point pour des conditions où l'ammoniac est le principal gaz azoté émis. La comparaison au défaut de bilan d'azote permet de s'assurer que l'émission d'ammoniac constitue bien l'essentiel de la perte d'azote. Si ce n'est pas le cas, des mesures d'émission en continu sont nécessaires pour vérifier que le modèle est applicable.

*The method of intermittent measurements to estimate ammonia emission out of animal houses can be successfully applied in a cheap and accurate manner. The prediction error can be estimated by comparing the emission measurement from all concentration data to the model prediction. This comparison assumes that all ventilation rate measurements remain as accurate as indicated by the laboratory calibration. The sensitivity of model accuracy to the number of calibration days for parameter estimation of ammonia emission can also be estimated in this way.*

*This model has been developed for animal houses where ammonia is the main gaseous loss of nitrogen. Comparing the cumulated emission to the deficit of the nitrogen budget allows to check this assumption. If the nitrogen deficit is much higher than the ammonia emission, the model estimates should be compared to continuous measurements of ammonia emissions in order to check whether the model can be used.*

#### 9.1.7 Enregistrements et rapports d'essais (*Recordings and reports*)

Voici un exemple de rapport.

Des mesures d'émission d'ammoniac ont été effectuées dans un élevage de poulets de chair ventilé mécaniquement appartenant au Centre Provincial pour la Recherche Appliquée Avicole (Geel, Belgique). De juin 2001 à août 2001 des mesures ont été effectuées dans une partie du bâtiment ; d'octobre 2001 à juillet 2002, l'émission d'ammoniac a été mesurée simultanément dans deux compartiments identiques. Au total, les données de dix périodes d'élevage réparties sur un an ont été collectées.

Les dimensions des deux compartiments du

*This is an example of report.*

*Ammonia emission measurements were performed in a mechanically ventilated broiler house belonging to the Provincial Centre for Applied Poultry Research (Geel, Belgium). From June 2001 to August 2001 measurements were executed in one compartment of the broiler house; from October 2001 to July 2002, ammonia emission was measured simultaneously in two identical compartments. In total, data of ten growing periods spread over one year were collected.*

*The dimensions of both compartments of the*



poulailler étaient 18.75m x 16m et la densité était de 16 poulets.m<sup>2</sup> et 20 poulets.m<sup>2</sup> respectivement. Le sol en béton a été couvert de 5 cm de copeaux en bois. L'alimentation et l'eau ont été fournies à volonté. Chaque compartiment a eu six ventilateurs, montés dans des cheminées en toiture. Trois des six cheminées ont été équipées d'une hélice folle calibrée pour mesurer les débits de ventilation (Berckmans et al., 1991). Les entrées d'air ont été installées sur les deux murs latéraux du bâtiment à une hauteur de 1,5m au-dessus du sol.

La concentration en ammoniac a été mesurée avec un moniteur photo-acoustique multi-gaz (Innova 1312) avec un multiplexeur 6 voies. Les échantillons d'air à l'intérieur des bâtiments ont été prélevés sur la cheminée d'extraction et transportés par des tubes FEP jusqu'à l'analyseur. La concentration en ammoniac a été mesurée toutes les 16 minutes par point de prélèvement (1.5 minutes de rinçage et 0.5 minute de mesure). L'hélice folle calibrée 'Fancom Exavent®' a mesuré les débits de ventilation avec une précision de 45m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Toutes les variables (débit de ventilation, température intérieure et extérieure et humidité) ont été enregistrées toutes les 30 minutes.

Le poids des poulets a été modélisé en fonction du temps sur la base de pesées automatiques quotidiennes des animaux. Le polynôme ajusté sur le poids des poulets en fonction de leur âge a été :

$$\text{Weight} = -0.0085 \text{ day}^3 + 1.5409 \text{ day}^2 - 1.2587 \text{ day} + 52.526 \quad R^2 = 0.99$$

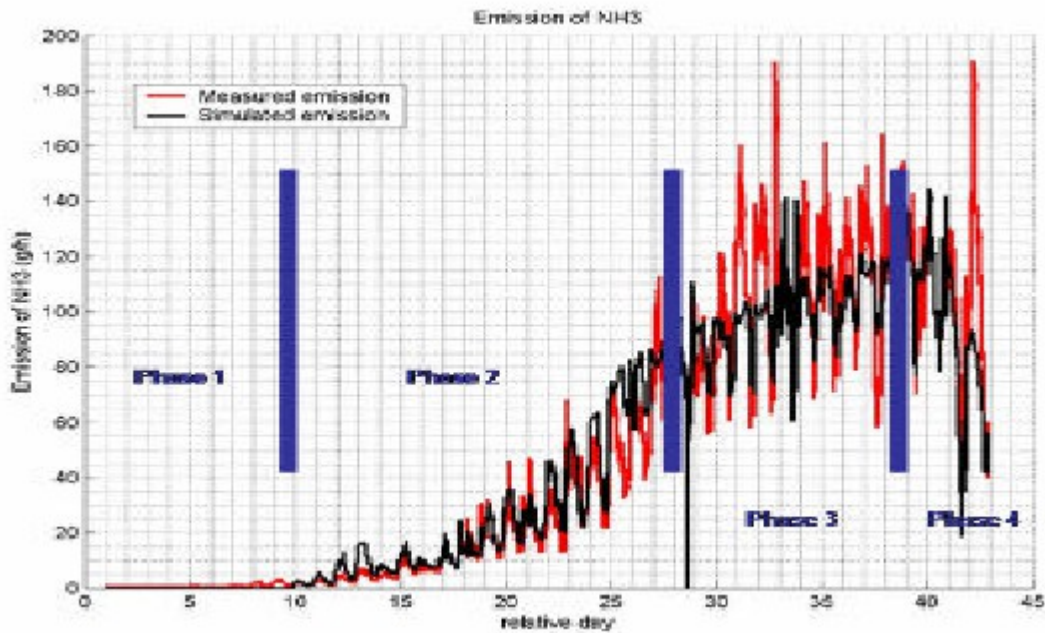
L'émission d'ammoniac résulte d'une interaction complexe de plusieurs processus au cours de la période d'élevage. La modélisation sur toute la période d'élevage a donc été fractionnée. Comme indiqué sur la figure suivante, la phase initiale de la période d'élevage (jusqu'au jour 10) représente une petite fraction de l'émission qui peut être estimée à 0.25% de toute l'émission. La deuxième phase de l'émission peut être liée au poids des poulets (jour 10 à jour 28). Dans la phase suivante l'émission reste relativement stable, elle dure du jour 28 jusqu'au jour 38. Dans la dernière phase une petite diminution d'émission d'ammoniac a été notée.

*broiler house are 16m × 18.75m and the stocking density was 16 broilers/m<sup>2</sup> and 20 broilers/m<sup>2</sup> respectively. The concrete floor was covered with a 5 cm layer of wood shavings. Feed and water were provided ad lib. Each compartment had six fans, mounted in roof chimneys. Three of the six chimneys were equipped with a calibrated ventilation rate sensor (Berckmans et al., 1991). The air inlets were installed in both side walls of the building at a height of 1,5m above the floor.*

*The ammonia concentration was measured with a photo-acoustic multi-gas monitor (Innova 1312) with a 6 channel multi-sampler. Indoor air samples were taken in the exhaust chimney and transported through FEP-tubes to the measuring device. Ammonia concentration was measured every 16 minutes per sampling point (1.5 minutes flushing and 0.5 minute measuring). A calibrated 'Fancom Exavent®' ventilation rate sensor measured ventilation rates with an accuracy of 45m<sup>3</sup>/h. All variables (Ventilation rate, indoor and outdoor temperature and humidity) were recorded every 30 minutes.*

*The weight of the chickens were modelled as a function of time based on the daily automatic weightings of the animals. The polynomial fit of the weight as a function of the age of the chickens was:*

*The emission of ammonia is a complex interaction of several processes during the growing period, and therefore the modelling over a whole growing period was split up. As seen in next Figure, the initial phase of the growing period (until day 10) represents a little fraction of the emission and could be estimated to 0.25% of the total emission. The second fraction of the emission could be linked to the weight-curve of the chickens (day 10 to day 28). The next stadium wherein the emission stays relatively stable starts at day 28 and lasts until day 38. In the last phase a small decrease in ammonia emission was noted.*



La deuxième phase de la période d'élevage correspond à une structure simple de modèle linéaire comprenant les variables : poids des animaux ( $W$ ), production de chaleur des animaux ( $H$ ) et débit de ventilation ( $V$ ). Pour la troisième phase de la période d'élevage, la température extérieure a dû être incorporée comme variable. Le meilleur modèle dans la dernière phase a eu une structure comparable.

Brièvement :

Phase 1 :  $NH_3^e = 0.25\%$  de l'émission totale

Phase 2 :  $NH_3^e = a_2W + b_2H + c_2V$

Phase 3 :  $NH_3^e = a_3W + b_3H + c_3V + (d_3 T_{out})$

Phase 4 :  $NH_3^e = a_4W + b_4H + c_4V + (d_4 T_{out})$

Avec :

$NH_3^e$  : émission d'ammoniac ( $mg \cdot h^{-1}$ )

$V$  : débit de ventilation ( $m^3 \cdot h^{-1}$ )

$W$  : poids des animaux (kilogramme)

$H$  : facteur de production de chaleur ( $kg^{3/2}$ )

$T_{out}$  : température extérieure ( $^{\circ}C$ )

$a_2, a_3, a_4, b_2, b_3, b_4, c_2, c_3, c_4, d_3, d_4$  : coefficients de calage

Le modèle pour les 8 périodes d'élevage a eu un  $R^2$  supérieur à 0.95. L'analyse de régression a indiqué une légère diminution d'exactitude quand la température extérieure était incluse au lieu de la température intérieure.

*The second phase of the growing period in a simple linear model structure including the variables: weight of the animals ( $W$ ), heat production factor of the animals ( $H$ ) and the ventilation rate ( $V$ ). For the third phase of the growing period, outside temperature had to be incorporated as a variable. The best model in the last phase had a comparable structure.*

*Briefly:*

*Phase 1:  $NH_3^e = 0.25\%$  of total emission*

*Phase 2:  $NH_3^e = a_2W + b_2H + c_2V$*

*Phase 3:  $NH_3^e = a_3W + b_3H + c_3V + (d_3 T_{out})$*

*Phase 4:  $NH_3^e = a_4W + b_4H + c_4V + (d_4 T_{out})$*

*With:*

*$NH_3^e$ : Ammonia emission ( $mg \cdot h^{-1}$ )*

*$V$ : Ventilation rate ( $m^3 \cdot h^{-1}$ )*

*$W$ : Weight of the animals (kg)*

*$H$ : Heat production factor ( $kg^{3/2}$ )*

*$T_{out}$ : Outside Temperature ( $^{\circ}C$ )*

*$a_2, a_3, a_4, b_2, b_3, b_4, c_2, c_3, c_4, d_3, d_4$ : Estimated coefficients*

*All model for the 8 growing periods had a  $R^2$  of at least 0.95. The regression analysis revealed a slight decrease in accuracy when outside temperature was included instead of inside temperature.*

La méthode des mesures intermittentes pour estimer l'émission d'ammoniac issue d'un poulailler a été appliquée avec succès précise et d'une façon bon marché. Une erreur de prévision de 10% a été réalisée sur 24 jours de mesure avec une fréquence d'échantillonnage de 16 minutes, tout au long de l'année.

Une réduction du nombre de jours de mesure en réutilisant les paramètres du modèle pour les jours avec des conditions atmosphériques extérieures comparables a eu comme conséquence une erreur de prévision accrue. Une erreur de prévision de 23% a été réalisée avec 12 jours de mesure.

*The method of intermittent measurements to estimate ammonia emission out of a broiler house was successfully applied in a cheap and accurate manner. A prediction error of 10% was achieved with 24 measuring days with a sample frequency of 16 minutes, throughout the year.*

*A further reduction of measuring days by reuse of coefficients for models with a comparable outside weather condition resulted in less accurate prediction error. A prediction error of 23% was achieved with 12 measuring days.*