

## 10.1 Procédure pour la mesure du débit d'air par anémomètre dans les bâtiments d'élevage à ventilation mécanique continue (*Guidelines for the measurement of air flow rate with anemometer in animal houses with continuous mechanical ventilation*)

### 10.1.1 Introduction (*Introduction*)

#### 10.1.1.1 Objectif (*Objective*)

La mesure du débit d'air peut être une bonne illustration de la qualité de l'air en relation avec les besoins physiologiques. À l'intérieur des bâtiments, le renouvellement d'air est une nécessité pour la régulation de la température et l'évacuation des gaz comme l'anhydride carbonique et l'ammoniaque. La mesure de la vitesse d'air ou directement du débit d'air permet de vérifier la bonne application des règles de ventilation depuis de nombreuses années.

Une autre exemple d'application est donné avec les facteurs d'émissions gazeuses où le débit de ventilation par animal est multiplié par le gradient de concentration du gaz étudié, entre l'entrée et la sortie d'air.

L'objectif de ces recommandations est de proposer une méthode pour mesurer le débit d'air dans les gaines utilisées pour l'aération continue des bâtiments d'élevage, tels que les logements de porc, quels que soient les stades physiologiques considérés.

*The measurement of air flow rate can be a good illustration of air quality in relation with physiological needs. Inside buildings, the renewal of air is a necessity for the temperature regulation and the evacuation of gases like carbon dioxide and ammonia. The measurement of air velocity or directly of air flow rate allows the control of a good application of ventilation rules since many years.*

*Another application is found with gaseous emissions factors where the ventilation rate per animal is applied to the gradient of concentration of the studied gas, between inlet and outlet air.*

*The objective of these guidelines is to propose a method to measure the air flow rate in continuously ventilated chimneys of animal houses, such as pig housings whatever the physiology stages considered.*

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

Aucune restriction d'application ne doit être considérée mise à part le libre accès aux gaines d'aération où les mesures doivent être réalisées.

Cependant, l'exactitude des mesures dépend fortement des conditions régnant pendant les observations. Les facteurs suivants affecteront l'incertitude de mesure :

- la mesure à l'aspiration du ventilateur est meilleure que celle au soufflage parce que les mouvements d'air sont généralement parallèles à la cheminée tandis qu'au soufflage les mouvements d'air sont plus turbulent, allant jusqu'à des mouvements d'air à contre-sens du flux d'air moyen, induisant des différences entre

*No restriction of application has to be considered otherwise the free access to the ventilation duct where measures have to be achieved.*

*However, the measurement accuracy highly depends on the conditions prevailing during the observations. Following factors will affect the measurement uncertainty:*

*- measurement upwind from the ventilator are better than downwind because the air moves parallel to the chimney while the movement can be more turbulent downwind, inducing differences between mean air velocity and punctual air velocity;*

<p>la vitesse d'air moyenne et la vitesse d'air ponctuelle ;</p> <p>- les mesures devraient être faites dans le premier tiers de la gaine d'extraction d'air, dans une section dont la longueur sans perturbations vaut environ 10 fois le diamètre ;</p> <p>- les mesures devraient être faites quand le vent extérieur est faible et régulier parce que les variations extérieures de vent peuvent induire des variations de la différence de pression statique aux extrémités de la gaine d'extraction qui induiront des variations de vitesse d'air moyenne au cours de la période de mesure.</p> <p>Quand la ventilation est discontinue (régulation de la ventilation par dosage séquentiel des ventilateurs), les périodes de mise en marche et d'arrêt du ventilateur devraient également être prises compte, comme la fraction de temps du fonctionnement. Dans ce cas, la mesure de vitesse d'air peut être faite à l'entrée d'air, où le débit d'air est continu, en raison de la régulation de la dépression dans le bâtiment, si la section de l'entrée d'air ne change pas pendant la mesure de vitesse d'air.</p>	<p><i>- measurements should be made in the first third of a chimney sections where the length without perturbations is around 10 times the diameter;</i></p> <p><i>- measurements should be made when outside wind is small and regular because outside wind variations can induce variations of static pressure differences across the ventilator that will induce variations of mean air velocity during the measurement period.</i></p> <p><i>When the ventilation is discontinuous (ventilation control by alternative running of the fans), the periods of starting and stopping the ventilator should also be taken into account, as well as the time fraction of functioning. Therefore, the air speed measurement can be done at the air inlet, where the air flow rate is continuous, because the depression inside the building is controlled, provided the area of the air inlet does not change during the air speed measurement.</i></p>
--	---

10.1.1.3 Principes (Principles)

<p>Le débit d'air est calculé par l'expression suivante :</p>	<p><i>The flow rate is determined by the following relationship :</i></p>
---	---

$$Q = V \times A$$

<p>où :</p> <p>Q = débit d'air exprimé en mètres cubes d'air humide par heure (m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>)</p> <p>V = vitesse d'air moyenne de l'air exprimée en mètres par heure (m.h<sup>-1</sup>)</p> <p>A = section de la gaine de ventilation ou du conduit exprimée en mètres carrés (m<sup>2</sup>).</p> <p>Pour déterminer la vitesse moyenne, l'ouverture est divisée en un certain nombre de secteurs égaux. La vitesse est mesurée au centre de chaque secteur. Les données de tous les secteurs sont moyennées et donnent la vitesse moyenne utilisée dans l'équation ci-dessus.</p>	<p><i>Where:</i></p> <p><i>Q= flow rate expressed in cubic meter of moist air per hour (m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>)</i></p> <p><i>V= average air velocity expressed in meter per hour (m.h<sup>-1</sup>)</i></p> <p><i>A = cross-sectional area of chimney or duct expressed in square meter (m<sup>2</sup>).</i></p> <p><i>To determine the average velocity, the opening is divided into a number of equal areas. The velocity is measured at the center of each area. Data collected for all areas are averaged and give the average velocity used in above equation.</i></p>
--	--

10.1.2 Appareillage (equipment)

<p>- anémomètre fil chaud</p>	<p><i>- Hot-wire anemometer</i></p>
-------------------------------	-------------------------------------

- perceuse et mèche - marqueur - scotch - mètre	- Drill and bit - Marker - adhesive tape - Meter
--	---

### 10.1.3 Observations (*Observations*)

#### Mesures

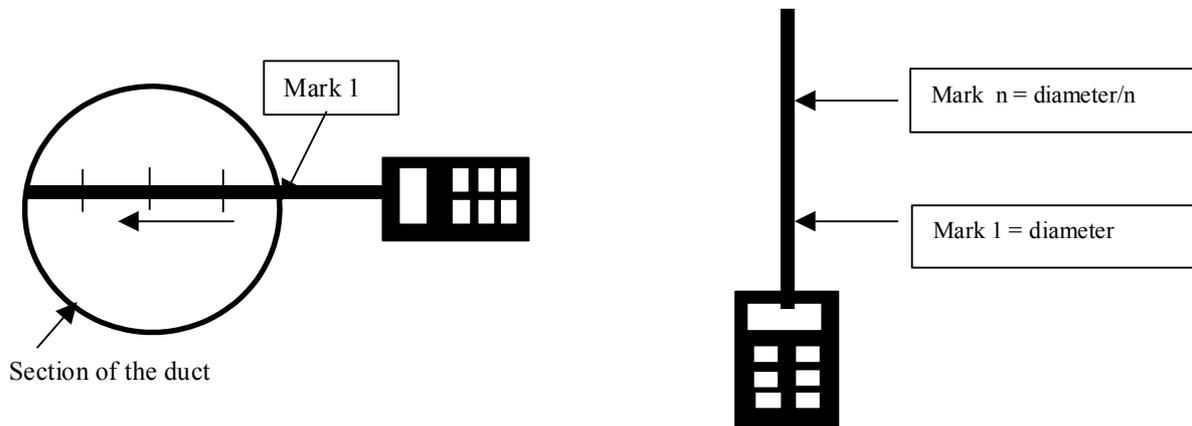
Sur le conduit - en PVC ou en bois - 50 cm avant le ventilateur, on perce un trou de diamètre 1cm afin d'insérer la tige de l'anémomètre.

La sonde est introduite aussi horizontalement que possible dans la section du conduit jusqu'à ce qu'elle touche le côté opposé du conduit. Le marqueur est utilisé pour repérer le diamètre sur la tige de l'anémomètre (figure ci-dessous). Cela permet de confirmer le diamètre du conduit. On divise la section du conduit en n sections égales avec des marques sur la tige de l'anémomètre. Ces marques aideront l'opérateur à déterminer le secteur où est le capteur. À chacune des n sections, des premières mesures moyennes seront obtenues. Certains anémomètres proposent une mesure moyenne, sur une certaine durée, à partir des données instantanées observées. Noter les valeurs observées et les heures d'observation.

#### Measurements

On the duct – in PVC or wood – 50 cm before the fan, a hole 1cm diameter will be realized in order to insert the stalk of anemometer.

The sensor will be introduced as horizontal as possible through the duct section until it touch the opposite side of the duct. With the marker, the diameter is marked on the stalk of the anemometer (Figure below). It permits to confirm the diameter of the duct. Divide the whole section in n equal sections with marks on the stalk of anemometer. Theses marks will help the operator to determine the area where is the captor. At each n area, a first average data will be obtained. Actually, a duration of measure is proposed by the anemometer which average instantaneous data obtained. Report the observed values and the time they were observed.



**Figure 1. Mesure de vitesse d'air dans une cheminée d'extraction en utilisant un anémomètre à fil chaud (Air speed measurements in a chimney using a hot-wire anemometer)**

#### Fréquence et périodes de surveillance

Une durée de 20 à 40 secondes semble être suffisante pour avoir des données représentatives de la vitesse d'air. Des mesures sur chacun des n secteurs devraient être réalisées en sorte d'obtenir

#### Frequency and times of monitoring

Duration of 20 to 40 seconds appears to be enough to have a representative data of the air velocity. Measurements at each n area will be achieved in order to obtain a minimum of five

<p>au minimum cinq données homogènes.</p> <p>Par exemple, pour un conduit de 45 cm de diamètre, cinq ou six secteurs avec cinq données homogènes par secteur peuvent donner un débit moyen représentatif.</p>	<p><i>homogeneous data.</i></p> <p><i>For example, for a duct of 45 cm diameter, five or six areas with five homogeneous data per area can give a representative average flow rate.</i></p>
---	---

#### 10.1.4 Calculs (Calculations)

<p>Le débit moyen est calculé à l'aide de l'équation suivante.</p> <p>L'anémomètre indique les vitesses en mètres par seconde et elles doivent être converties en mètres par heure pour cette équation.</p>	<p><i>The average flow rate is calculated with following equation.</i></p> <p><i>With anemometer, velocity is given in meter per second and needs to be converted in meter per hour for this equation.</i></p>
---	--

$$Q = V \times A$$

<p>où :</p> <p>Q = débit d'air exprimé en mètres cubes par heure (m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>)</p> <p>V = vitesse d'air moyenne exprimée en mètres par heure (m.h<sup>-1</sup>)</p> <p>A = section de la gaine ou du conduit exprimée en mètres carrés (m<sup>2</sup>).</p>	<p><i>Where:</i></p> <p><i>Q= flow rate expressed in cubic meter per hour (m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>)</i></p> <p><i>V= average air velocity expressed in meter per hour (m.h<sup>-1</sup>)</i></p> <p><i>A = cross-sectional area of chimney or duct expressed in square meter (m<sup>2</sup>).</i></p>
--	--

#### 10.1.5 Contrôles et vérifications (Control and checkout)

<p>Pour contrôler l'estimation du débit d'air, on effectue en plus des mesures de vitesse d'air des mesures de température et d'humidité de l'air. Puis les mesures de débit d'air sont utilisées pour calculer des émissions de vapeur d'eau et de chaleur sensible de l'élevage.</p> <p>Ces valeurs devraient être comparées à des estimations des pertes de vapeur d'eau dues à la respiration des animaux, et à des estimations des productions de chaleur sensible dans le bâtiment.</p> <p>Lorsque les animaux sont élevés sur litière et que celle-ci est âgée (plus de trois semaines), il est nécessaire d'ajouter les productions de chaleur sensible et de vapeur d'eau de la litière.</p>	<p><i>To control the estimates of ventilation, measurements of air temperature and humidity are achieved. Then, the ventilation rate is used to estimate the losses of water vapor and sensible heat from the animal house.</i></p> <p><i>These values should be compared to estimates of the respiration losses of the animals and to estimates of sensible heat produced inside the building.</i></p> <p><i>When the animals are reared on litter and when it is old (over three weeks), the sensible heat production of the litter and its production of water vapor should be added.</i></p>
---	--

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

<p><b>Exemple</b></p> <p>Pour un conduit de diamètre 45 cm,</p>	<p><b>Example</b></p> <p>For a duct of 45 cm diameter,</p>
---	--

$$A = \pi * (0.45)^2 = 0.636 \text{ m}^2$$

La vitesse moyenne mesurée sur six secteurs avec cinq données homogènes est

$$V = 1.2 \text{ m.s}^{-1} = 4320 \text{ m.h}^{-1}$$

$$Q = V \times A = 0.636 \times 4320 = 2\,747.5 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$$

$$A = \pi * (0.45)^2 = 0.636 \text{ m}^2$$

*The average velocity measured on six areas with five homogeneous data is*

$$V = 1.2 \text{ m.s}^{-1} = 4320 \text{ m.h}^{-1}$$

$$Q = V \times A = 0.636 \times 4320 = 2\,747.5 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$$