

Mise au point d'une méthode de mesure des particules adaptée aux élevages de porcs

Solène LAGADEC (1), Nadine GUINGAND (2), Aurélie JOUBERT (3), Laurence LE COQ (3), Mélynda HASSOUNA (4)

(1) Chambre d'Agriculture de Bretagne, rue Le Lannou, 35042 Rennes, France

(2) IFIP Institut du Porc, La Motte au Vicomte, 35651 Le Rheu, France

(3) IMT Atlantique – UMR CNRS 6144 GEPEA, 44307 Nantes, France

(4) INRAE UMR SAS, 65 rue de St Briec, 35000 Rennes, France

solene.lagadec@bretagne.chambaagri.fr

Avec la collaboration de Delphine Loiseau et Romain Richard (2), Pierre Le Devehat (1), Jérôme Chiffe (4)

Development of a field protocol for measuring particles suitable for piggeries

Livestock production emits particles into the atmosphere. The literature shows large differences among emission factors for a given pig category, probably related to measurement methods. The aim of this study was to develop a measurement protocol adapted to pig production in France. The study was composed of three steps: (i) analyzing metrology equipment adaptable to farm conditions, (ii) identifying specific conditions related to measurement of particles in pig housing and (iii) developing a practical protocol based on the information collected. The first two steps led to the choice of an optical measurement method because it can provide continuous measurements, as well as the number of particles and mass concentration. To validate the conversion between the number of particles and mass, a gravimetric method with a simple filter was also selected. After several tests on an experimental pig farm, the main points of the protocol were defined: 24 h of continuous sampling in the middle of the room/corridor to capture diurnal and nocturnal dynamics. To calculate the emission factor per fattening pig, three periods were considered (12-20, 43-52 and 76-84 days of fattening), with simultaneous measurement of CO₂ concentration to allow the ventilation rate to be calculated. This protocol is currently being applied on commercial pig farms in western France for the second phase of the project.

INTRODUCTION

L'élevage contribue à la production de particules dans l'atmosphère (3,6% des particules totales – CITEPA, 2019). Cependant, la littérature met en évidence des différences conséquentes dans les facteurs d'émission de particules mesurés par catégorie animale, dont une part est imputable à la diversité des méthodes de mesure mises en œuvre (EMEP, 2009 – Seedorf, 2004 – Costa et Guarino, 2009). Les objectifs de cette étude étaient (i) de dresser un état des lieux des protocoles utilisés dans la bibliographie et des équipements de mesures associés (ii) d'établir un cahier des charges des contraintes spécifiques à l'élevage de porc français et (iii) de mettre au point, à partir des étapes précédentes, complétées par des avis d'experts, et par des mesures en élevage, un protocole adapté.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Analyse de la bibliographie

Les publications retenues ne concernaient que des études réalisées en élevages. Elles ont été collectées dans les bases de

données des partenaires de l'étude et via des requêtes sur Web of Science.

En vue d'exploiter les références recueillies, une grille de lecture a été élaborée pour permettre la saisie des informations relatives à l'équipement de mesure utilisé (principe de la mesure, méthode de prélèvement de l'air, fréquence d'enregistrement des données, ...) et au protocole de mesure mis en œuvre (durée et périodes de mesure, positionnement de l'équipement de mesure, ...).

En parallèle de cette collecte de références, un cahier des charges a été élaboré, reposant sur les spécificités des conditions de mesure en élevage de porc (gamme de températures, hygrométrie, niveaux de concentration supposés, agencement des salles, ...) et prenant aussi en compte divers critères techniques établis par les partenaires du projet (poids de l'appareil, modalités de collecte des données, intervalles des mesures, ...).

La confrontation des résultats de la grille de lecture et des exigences du cahier des charges a permis d'identifier les équipements adéquats et les éléments à prendre en compte dans le protocole de mesure. Des mesures en élevage expérimental ont été effectuées afin de valider les choix réalisés et d'élaborer le protocole à mettre en œuvre.

1.2. Elaboration du protocole – mesures en élevage

Les mesures ont été réalisées dans la station expérimentale de l'Ifip dans une salle abritant des porcs charcutiers entre 25 et 118 kg, dont la configuration est représentative des conditions nationales de production (couloir latéral ; caillebotis intégral avec stockage des effluents en préfosse ; entrée d'air par plafond diffuseur et extraction basse ; alimentation sèche). A partir des résultats de l'analyse de la bibliographie sur le choix de l'équipement de mesure et du protocole à mettre en œuvre, des séries de mesures ont été réalisées pour fixer les modalités du protocole, principalement la méthode d'échantillonnage (type de sonde, nombre et répartition des sites de mesures, durée et fréquence, tableau 1).

Tableau 1 – Eléments du protocole testés

Éléments du protocole	Modalités testées	Modalité retenue
Sonde de prélèvement	Isocinétique/radiale	Radiale
Site - air entrant	Combles/Extérieur	Extérieur
Site - air extrait	Gaine d'extraction/ Ambiance	Ambiance
Localisation dans la salle	Avant/centre/fond	Centre
Hauteur du site de prélèvement	0,4 m/1 m	1 m
Durée de prélèvement ¹	24 h	
Débit d'air	Hélice folle/ Anémomètre/Bilan CO ₂	Bilan CO ₂

¹ résultat de l'analyse bibliographique – n'a pas été testé

2. RESULTATS

2.1. Identification des équipements de mesures – résultats de l'analyse bibliographique

Plus d'une centaine de références bibliographiques traitant de la concentration en particules en élevage ont été identifiées, à partir desquelles 68 publications ont été considérées comme proposant une méthodologie de mesure permettant d'obtenir les informations adéquates. Plus de la moitié de ces publications portait sur l'élevage de porcs. Deux principes de mesure prévalent : la collecte sur filtre (37 % des publications) et la méthode optique (44 % des publications). Seize équipements ont été considérés comme aptes à la mesure des particules en situation d'élevage, dont 4 prédominaient (fréquence supérieure à 7) : méthode optique (Dustrack et Grimm), collecte sur filtre (Teom et filtre/ pesée).

La confrontation avec le cahier des charges établi par les partenaires du projet a conduit à retenir deux principes de mesure pour l'élaboration du protocole en sélectionnant deux appareils : le Grimm pour la méthode optique et la mesure massique sur filtre pour la collecte sur filtre.

Les équipements basés sur la méthode optique sont mobiles. Ils permettent la mesure en continu des TSP, PM10 et PM2,5 et aussi, pour certains, la conversion, par unité de volume, du nombre de particules en masse de particules. Pour valider cette conversion, la mesure optique a été couplée avec une mesure massique.

2.2. Elaboration du protocole de mesures - Résultats des mesures en élevage

Les résultats des tests sont présentés au tableau 1. S'agissant de la sonde de prélèvement, la sonde radiale apparaît la mieux adaptée aux prélèvements de particules dans des ambiances dont la vitesse d'air est inférieure à 2 m.s⁻¹. L'accès aux combles étant souvent très délicat en élevage, le choix d'un site de prélèvement à l'extérieur du bâtiment a été retenu pour mesurer l'air entrant. Pour l'air sortant, les mesures réalisées dans la gaine d'extraction étant dépendantes de la vitesse d'air déterminant la sonde à utiliser, le choix a été fait de réaliser la mesure dans l'ambiance. Cela permet de n'utiliser qu'un seul type de sonde et ne nécessite pas la mesure simultanée de la vitesse d'air. Pour la localisation dans la salle, aucune différence n'a été observée entre les trois localisations testées : le choix du centre du couloir a donc été privilégié, facilitant aussi l'installation du matériel. Pour le débit d'air, l'accès au ventilateur étant souvent contraint en conditions de terrain, le choix de la mesure de la concentration en CO₂ et la détermination du débit par bilan CO₂ (Hassouna et Eglin, 2015) ont été privilégiés.

Les mesures sont répétées en trois campagnes réparties au cours de la période d'engraissement des porcs (12-20 j, 43-52 j et 76-84 j) et sur des périodes climatiques contrastées. Pour chaque campagne, les mesures sont réalisées en continu sur une période de 24 heures intégrant les variations jour/nuit (débits de renouvellement d'air et niveaux d'activité des animaux contrastés).

CONCLUSION

Dans la première partie de l'étude, l'analyse de la littérature disponible indique que la méthode optique et la collecte sur filtre sont les deux procédés mis en œuvre pour la mesure des émissions de particules en élevage de porcs.

La deuxième partie de l'étude a permis d'établir un protocole applicable en conditions d'élevage. Ce protocole est maintenant en application dans près d'une trentaine d'élevages afin d'acquérir des connaissances sur les facteurs d'émission de particules par les élevages français selon leurs pratiques de conduite : mode de présentation de l'aliment, gestion des effluents.

Cette étude fait partie du projet PAPOVIT qui a reçu le soutien financier du CASDAR (5619).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CITEPA, 2019. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France. Format Secten.
- Costa A., Guarino M., 2009. Definition of yearly emission factor of dust and greenhouse gases through continuous measurements in swine husbandry. Atmos. Env., 43, 1548-1556.
- EMEP/EEA, 2016. 3.B. Manure management. 62 p
- Hassouna M., Eglin T. (Ed), 2015. Mesurer les émissions gazeuses en élevage : gaz à effet de serre, ammoniac et oxydes d'azote. 316 pages, INRA-ADEME. <https://www.ademe.fr/mesurer-emissions-gazeuses-elevage>.
- Seedorf J., 2004. An emission inventory of livestock-related bioaerosols for Lower Saxony, Germany. Atmos. Env., 38,6565-6581.