



**EHESP**



---

**Ingénieur du Génie Sanitaire**

Promotion : **2010 - 2011**

Date du Jury : **Octobre 2011**

---

## **Note de synthèse**

# **Evaluation de l'impact des bioaérosols émis par le compostage de cadavres de porcs sur la santé de l'Homme et des animaux**

---

**Elsa SOUBIRAN**

**Lieu du stage :** IFIP –  
Institut du Porc, Le Rheu (35)

**Référent professionnel :**  
Anne HEMONIC

**Référent pédagogique :**  
Pierre LE CANN

---

# Sommaire

---

CONTEXTE ET OBJECTIFS .....	- 1 -
METHODOLOGIE DE L'EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE.....	- 2 -
RESULTATS ET DISCUSSION.....	- 4 -
CONCLUSION .....	- 5 -

## CONTEXTE ET OBJECTIFS

En Europe, la seule méthode actuellement autorisée pour la destruction des animaux trouvés morts en exploitations agricoles est la collecte et l'incinération des cadavres par le service de l'équarrissage. La filière porcine française souhaite développer une méthode alternative, pour des raisons économiques, sanitaires et environnementales. Dans ce contexte, l'Interprofession Nationale Porcine (INAPORC) a missionné l'IFIP – Institut du Porc pour travailler sur la mise en place du procédé de compostage. Le compostage de cadavres de porcs est une méthode qui a déjà été autorisée dans plusieurs états américains et provinces canadiennes. Il s'agit en effet d'un procédé biologique naturel de décomposition de la matière organique, au cours duquel les importantes montées de température pendant plusieurs jours sont déterminantes pour la destruction de la plupart des agents pathogènes potentiellement présents dans le compost.

Pour des questions de faisabilité de démonstration de la qualité sanitaire du produit final obtenu, l'INAPORC a envisagé l'incinération du compost plutôt que son épandage. En effet, l'incinération du compost final est une méthode qui répond aux exigences sanitaires puisqu'elle garantit a priori une hygiénisation et l'innocuité du produit final (cendres et mâchefers). Le produit final serait toujours valorisable car le compost obtenu présente un fort pouvoir calorifique. Il pourrait donc être utilisé sur l'exploitation comme biocombustible dans une chaudière à biomasse et répondre à la forte demande énergétique d'un élevage de porc pour chauffer les bâtiments. Dans ce contexte, INAPORC a effectué une demande d'évaluation à l'EFSA (Autorité Européenne de Sécurité des Aliments) du procédé de compostage de cadavres, avec incinération finale, en tant que méthode alternative à l'équarrissage. Ce dossier est actuellement en cours d'évaluation.

En complément, INAPORC a également décidé d'évaluer les risques sanitaires liés aux aérosols. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des agents biologiques liés aux aérosols émis par le compostage de cadavres de porcs sur la santé de l'Homme (riverains et travailleurs) et des animaux.

Les aérosols biologiques ou bioaérosols sont définis comme des particules d'origine microbienne, animale ou végétale, en suspension dans l'air. Leur diamètre est compris entre 0,017 et 100 µm. La voie de contamination prépondérante est l'inhalation. Les risques liés aux émissions chimiques et physiques provenant du compost ne seront pas couverts par cette étude.

## METHODOLOGIE DE L'EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE

Une identification des dangers potentiellement présents dans le compost a préalablement été nécessaire. Ces dangers ont été regroupés en trois catégories :

- Les dangers présents dans les produits de départ : dans l'étude, les intrants correspondent aux cadavres de porcs, à la sciure et aux rongeurs. Les organismes pathogènes présents dans le produit de départ sont alors des bactéries, des virus, des parasites et des champignons.
- Les dangers liés au procédé : ce sont les micro-organismes qui sont liés au procédé même du compostage et assurent la dégradation de la matière organique : champignons mésophiles et thermophiles, bactéries mésophiles et thermophiles dont les actinomycètes.
- Les toxines et autres composés produits par les bactéries et les champignons (endotoxines, mycotoxines, glucanes).

La liste des catégories de micro-organismes à suivre dans les aérosols émis par le procédé de compostage est plus courte. En effet, la probabilité de diffusion des parasites dans l'air est très faible compte tenu de la taille et du poids importants de ces œufs. Les mycotoxines et les glucanes ne seront également pas retenus car très peu de données existent sur ces composés. Les familles de micro-organismes à suivre sont alors les suivantes : bactéries, champignons, endotoxines, virus.

Une identification des traceurs microbiologiques à suivre lors des analyses d'aérosols a ensuite été indispensable. Il a tout d'abord fallu définir les caractéristiques d'un traceur recherché pour l'étude :

- ✓ Etre toujours présents (et en plus grand nombre) lorsque les agents pathogènes qu'ils représentent sont présents ;
- ✓ Ne pas être moins résistants aux aspects létaux du procédé de traitement, sans toutefois être beaucoup plus résistants, que les agents pathogènes qu'ils servent à contrôler ;
- ✓ Etre relativement faciles à quantifier, à identifier et à confirmer, à faible coût.

Un traceur a été retenu pour chaque catégorie de micro-organismes à suivre. Le choix du traceur pour les virus a été plus délicat étant donné que peu d'études se sont consacrées à la mesure des virus dans les bioaérosols. Suite à des recherches bibliographiques et à des analyses dans les matières premières, deux virus ont semblé intéressants comme indicateurs d'une contamination virale.

A ce jour, il n'existe pas de standardisation internationale des méthodes d'échantillonnage et de dénombrement des bioaérosols. Une recherche bibliographique a donc été nécessaire avant de déterminer le biocollecteur à utiliser. La principale difficulté a résidé dans le fait que l'échantillonneur choisi devait pouvoir collecter toutes les particules, y compris les virus dont le diamètre est inférieur à 0,5 µm.

Une fois le biocollecteur sélectionné, un plan d'échantillonnage et d'analyses a été mis en place. Au total, cinq campagnes de prélèvements ont été effectuées autour de la phase de retournement du compost, étape la plus émettrice d'aérosols. Afin d'évaluer l'impact sur la santé du travailleur, les concentrations en micro-organismes traceurs présents dans l'air de la cellule de compostage ont été comparées à celles des salles d'élevage. Afin de connaître l'impact sur les populations riveraines, la qualité de l'air prélevé en aval des vents par rapport à l'unité de compostage a été comparée avec celle de l'air prélevé en amont des vents. En parallèle, les conditions environnementales intérieures et extérieures ont été relevées.

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### **Résultats et discussion sur le choix du traceur viral**

Les analyses par PCR sur les bioaérosols ont permis de sélectionner le meilleur traceur viral, offrant ainsi une piste très innovante et prometteuse pour de futures recherches sur le suivi de virus dans les aérosols. Si ces résultats se confirment sur d'autres cycles de compostage, une étape de mise en culture sera nécessaire afin de déterminer la proportion de virus infectieux parmi ceux détectés. Cela permettra d'évaluer l'impact des virus aérosolisés émis par l'activité de compostage.

### **Résultats et discussion issus des 5 campagnes de prélèvements**

Au vu des résultats, aucune corrélation évidente avec les conditions environnementales n'a été observée.

L'analyse des résultats s'est effectuée par un test statistique de comparaison de moyennes. A l'issue de ce test, seules deux comparaisons étaient significativement différentes indiquant que les salles d'élevage sont plus contaminées en bactéries que la cellule de compostage, avant et au lendemain du retournement. Dans la cellule de compostage, plusieurs autres différences tendent à montrer que la salle d'élevage est plus chargée en bioaérosols que la cellule de compostage, mais ces différences ne sont pas significatives. Seules les concentrations en champignons pendant le retournement ont tendance à être plus élevées que dans la salle d'élevage, mais cette différence n'est pas non plus significative. Les bioaérosols émis par le compostage de cadavres de porcs ne semblent donc pas présenter un impact supplémentaire sur la santé de l'Homme et des animaux, par rapport aux émissions initiales dues à l'élevage, que ce soit au niveau du site même de compostage ou des riverains.

Les résultats des prélèvements effectués lors de cette étude sont concordants au vu des données de la littérature puisque les gammes de concentrations mesurées à l'intérieur de l'élevage sont dans les gammes de concentrations retrouvées dans la littérature. Concernant les valeurs dans la cellule de compostage pendant le retournement (concentrations les plus élevées), elles sont très inférieures aux concentrations retrouvées pour les autres sites de compostage « traditionnels ». Ceci peut s'expliquer par la composition des composts très différente. Les valeurs au niveau des riverains sont difficilement comparables car peu d'études ont mesuré la concentration en bioaérosols aux alentours d'élevages ou de stations de compostage. Toutes ces données sont cependant à interpréter et à comparer avec précaution puisque celles-ci diffèrent suivant la méthode de prélèvement, d'analyse et les stratégies d'échantillonnage.

## CONCLUSION

A l'issue de cette étude, il apparaît que les bioaérosols émis par le compostage de cadavres de porcs ne présentent pas d'impact majoré sur la santé de l'Homme et des animaux, en comparaison aux niveaux mesurés « témoins » ou aux niveaux relevés dans la littérature scientifique concernant le travailleur en élevage. Les données de cette étude offrent donc déjà des arguments forts en faveur d'une mise en place des sites de compostage sans mesure de gestion particulière.

Pour confirmer ces résultats, le suivi des traceurs définis pour les bactéries et les champignons pourrait être complété par une répétition du protocole sur un troisième cycle de compostage, de préférence automnal ou hivernal, de façon à inclure toutes les variations météorologiques saisonnières et à augmenter la puissance statistique.

De même, le choix déterminé pour le traceur viral offre une piste très innovante et prometteuse, mais reste à confirmer sur d'autres cycles de compostage.

Enfin, pour évaluer l'impact sanitaire global des aérosols générés par le site de compostage sur l'Homme et l'animal, cette étude sur les dangers biologiques est à compléter par des données sur les dangers chimiques et physiques (poussières).

---

# Signatures

---

**Référent professionnel**

Anne Hémonic

**Elève**

Elsa Soubiran