

# Santé respiratoire et travail en milieu agricole

Caroline Duchaine,  
Professeure titulaire

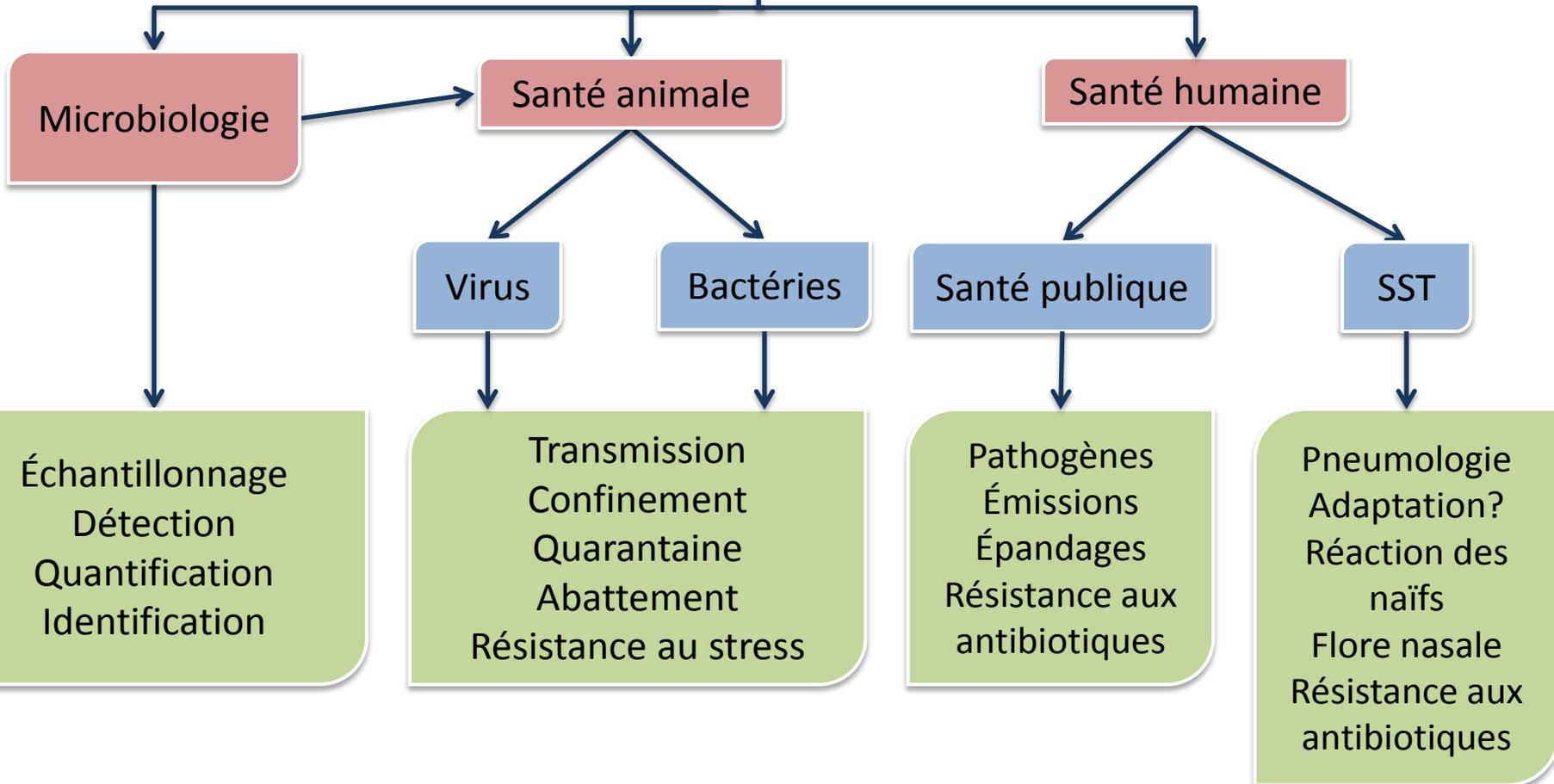
Département de biochimie, microbiologie  
et bio-informatique, Université Laval  
CRIUCPQ

14-15 février 2017

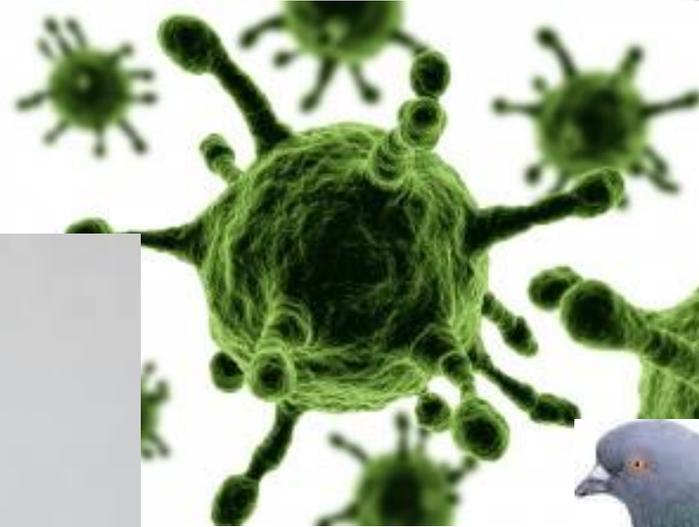
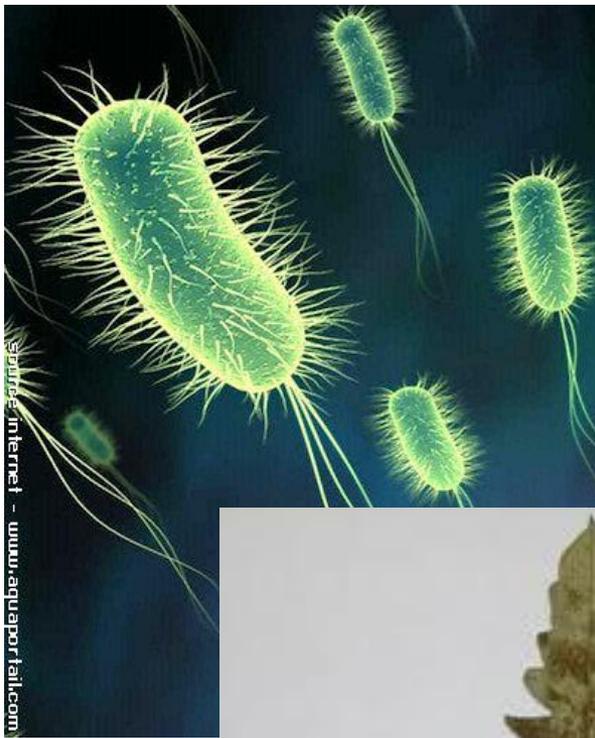


[www.bioaerosols.ulaval.ca](http://www.bioaerosols.ulaval.ca)





# Les bioaérosols



# Composition des bioaérosols

---

- Les bioaérosols peuvent comprendre:
  - Des microorganismes entiers
  - Des portions structurales de ces mêmes microorganismes
  - Des toxines produites par ces microorganismes
  - Des produits biologiques provenant de d'autres organismes vivants
- Les effets sur la santé consécutifs à un contact peuvent être de nature différente

# Effets sur la santé des bioaérosols

---

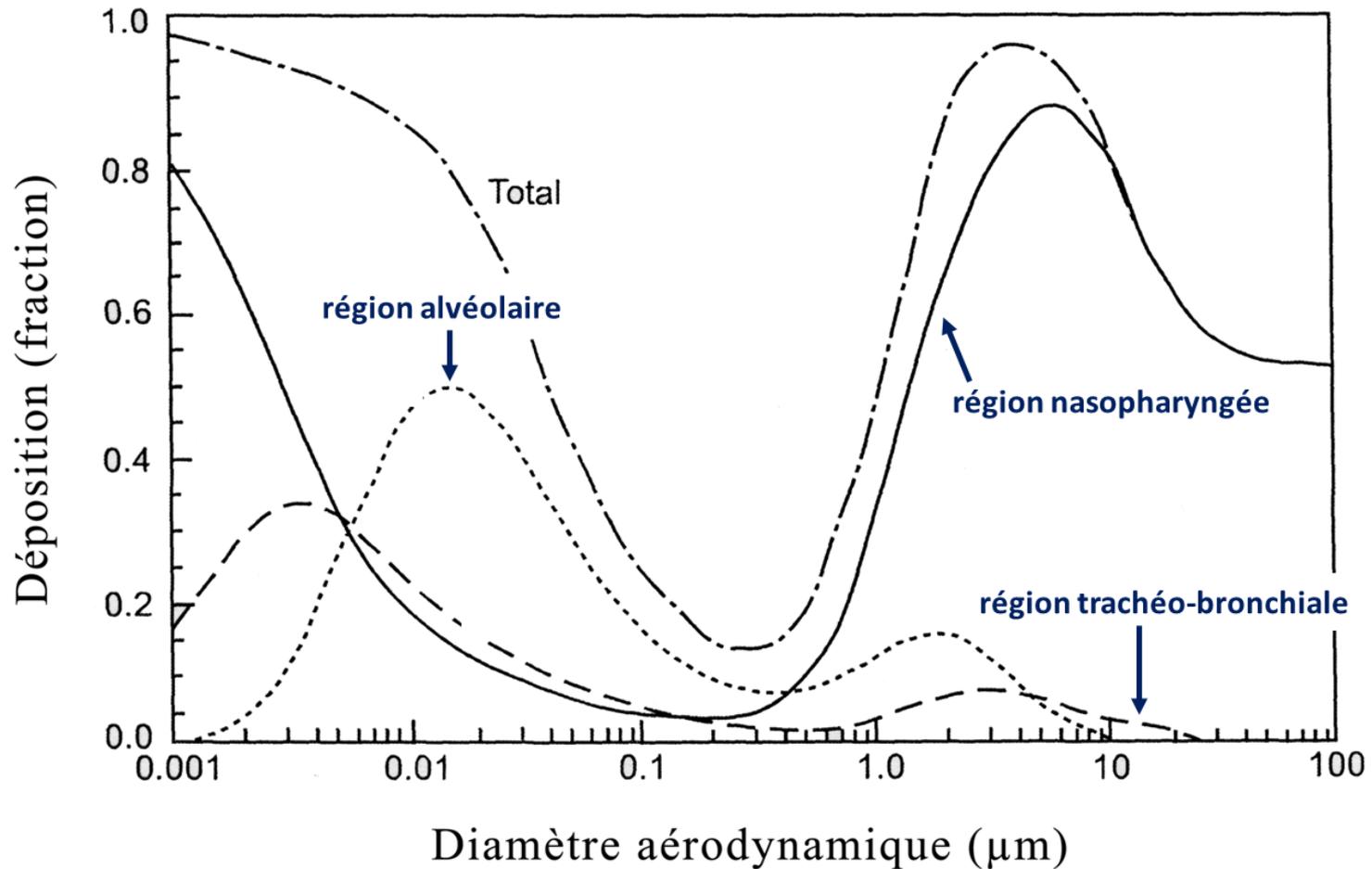
- Les effets sur la santé sont divisés en deux catégories :
  - Les maladies infectieuses
  - Les maladies non-infectieuses :
    - Les réponses allergiques
    - Les réponses toxiques et d'irritation

# Effets sur la santé des bioaérosols (2)

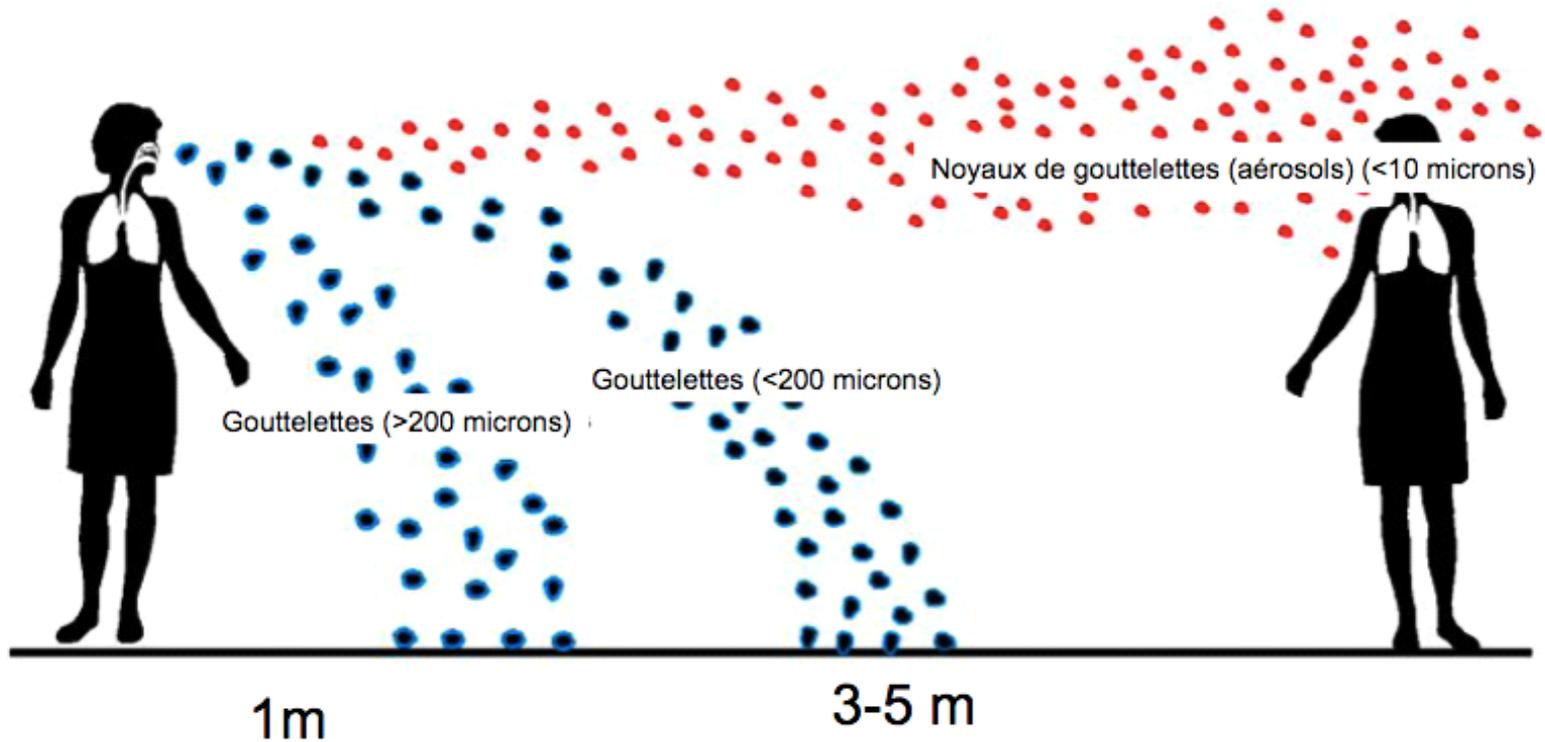
---

- Les effets sur la santé dépendront :
  - De la composition chimique du contenu des bioaérosols
  - De leur composition biologique
  - De la concentration des cellules ou des produits biologiques dans les bioaérosols
  - Du diamètre *aérodynamique* des particules sur lesquelles seront portés les cellules ou les produits biologiques

# Effets du diamètre aérodynamique des bioaérosols



# Émission de gouttelettes ou d'aérosols par une personne infectée par un virus



# Respiration

---

- Un travailleur respire 25 litres d'air par minute
  - $25 \times 60 \times 8 = 12,000$  litres
  - $1 \text{ m}^3 = 1000$  litres
  - $1,000,000$  cultivable bactéries  $\text{m}^3 \times 12 = 12,000,000$  bactéries/jour (1% du total)

# Bioaérosols et production porcine

---

- Particules provenant de
  - Nourriture
  - Litière
  - Squames d'animaux
  - Lisier
- Bactéries, moisissures, virus et toxines

# Problèmes respiratoires

---

- Production porcine: plus de problèmes que le poulet, le bovin ou le mouton (revue par Hedelin 2016)
- Études Danoises, Canadiennes, Américaines, Hollandaises et Suédoises: 50% des travailleurs du porc souffrent d'affections respiratoires
  - Bronchites
  - STEPO
  - Hyperréactivité bronchique
  - Symptômes irritatifs des muqueuses

# Problèmes (2)

---

- Santé respiratoire des producteurs:
  - Maladies infectieuses (Keessen et al. 2013, Poggenborg et al. 2008)
  - Autres problèmes:
    - Réduction des fonctions respiratoires, silements, bronchite chronique, asthme (Cormier et al. 1991, Donham et al. 1984, Iversen et al. 2000)
    - Liés au nombre d'heures travaillées (Radon et al. 2000)



# Naïfs vs travailleurs

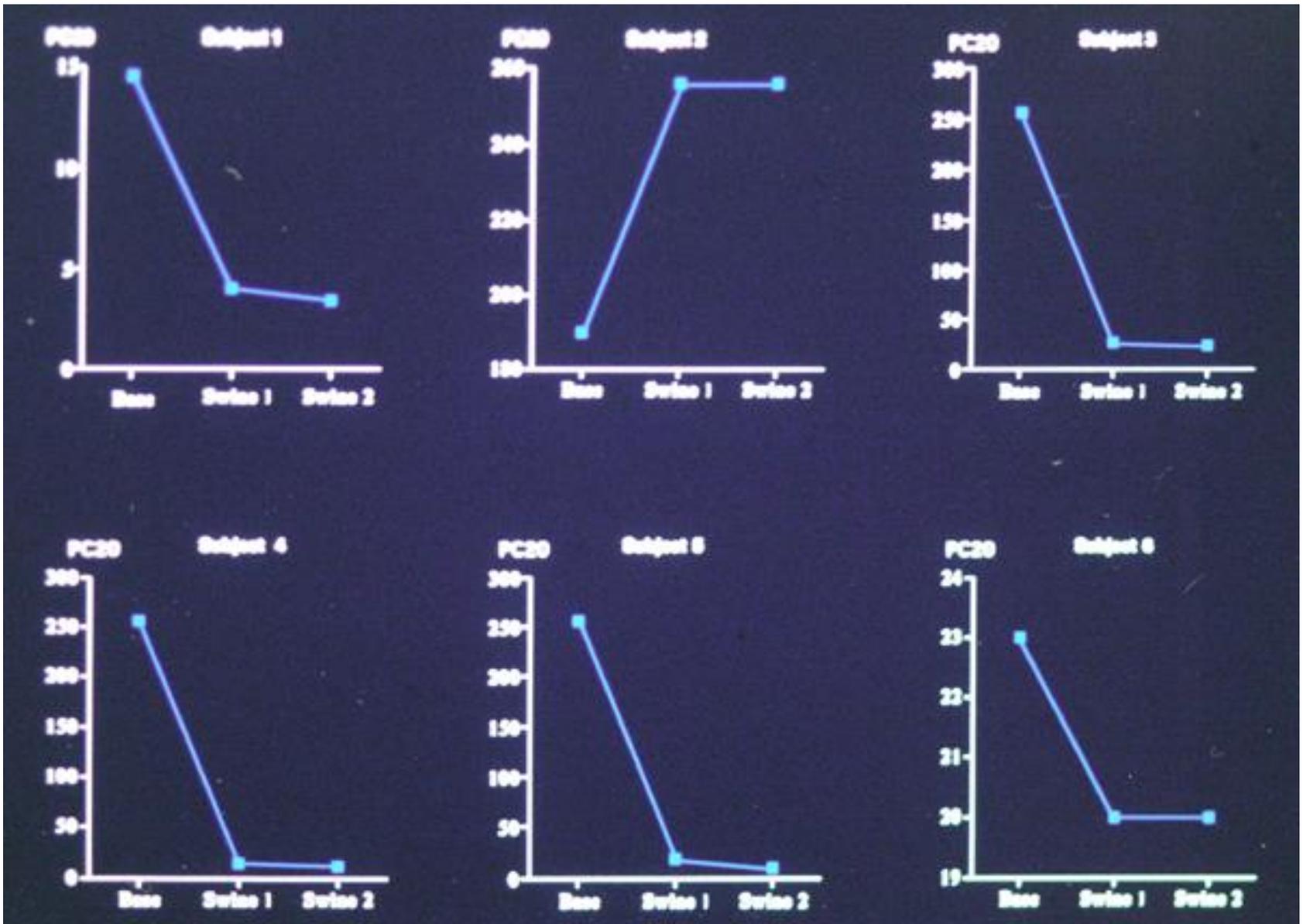
---

- Réponses aiguës retrouvées chez les naïfs
  - STEPO
- Réponses chroniques retrouvées chez producteurs ou vétérinaires
  - Obstruction des voies respiratoires, toux et silements
  - Bien qu'ils soient pour plusieurs non fumeurs, ils développent fréquemment des bronchites chroniques

# Effets sur la santé

---

- Quels sont les agents responsables?
- Mécanismes?
  - Protection
  - Inflammation
  - Tolérance
- Premières études : sujets naïfs
  - Exposition aiguë



# Exposition de sujets naïfs

Eur Respir J 1997; 10: 1516–1522  
DOI: 10.1183/09031936.97.10071516  
Printed in UK - all rights reserved

Copyright ©ERS Journals Ltd 1997  
European Respiratory Journal  
ISSN 0903 - 1936

## Effects of repeated swine building exposures on normal naive subjects

Y. Cormier\*, C. Duchaine\*, E. Israël-Assayag\*, G. Bédard\*,  
M. Laviolette\*, J. Dosman\*\*

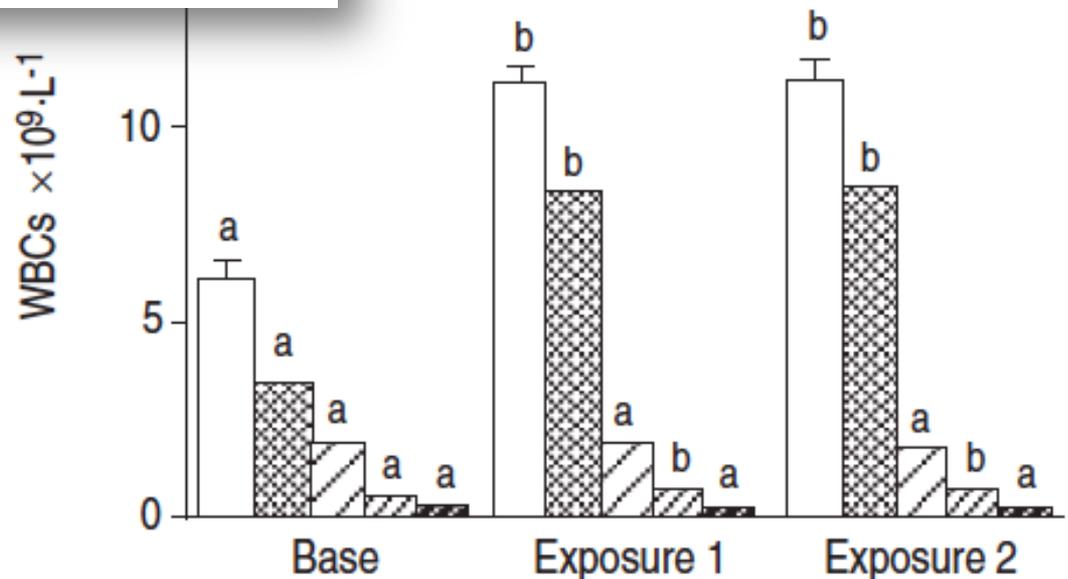


Fig. 4. – White blood cell (WBC) counts for each study day. Values are presented as mean  $\pm$  SEM. Some error bars are not visible. As for the nasal lavage, neutrophils accounted for the overall increase. Letters above each column have similar meanings as for figure 2; all p-values were  $<0.0274$ .  $\square$  : total cells;  $\square$  : monocytes;  $\square$  : lymphocytes;  $\square$  : neutrophils;  $\blacksquare$  : eosinophils.

# Cellules du lavage nasal : sujets naïfs

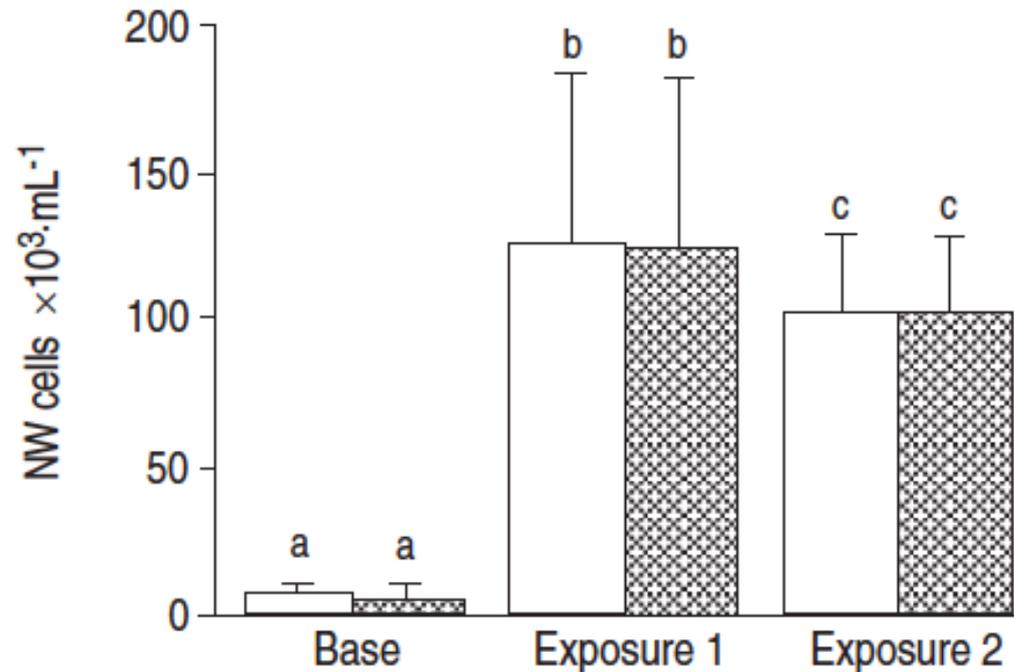


Fig. 3. – Nasal wash (NW) cellular returns and differentials (cells·mL<sup>-1</sup> of recovered fluid for the three study days). Values are presented as mean±SEM. The large increase in nasal lavage cells was due mainly to the recruitment of neutrophils. Letters above each column have similar meanings as for figure 2; all p-values were <0.013. □ : total cells; ▨ : neutrophils.

# Inflammation pulmonaire chez les naïfs

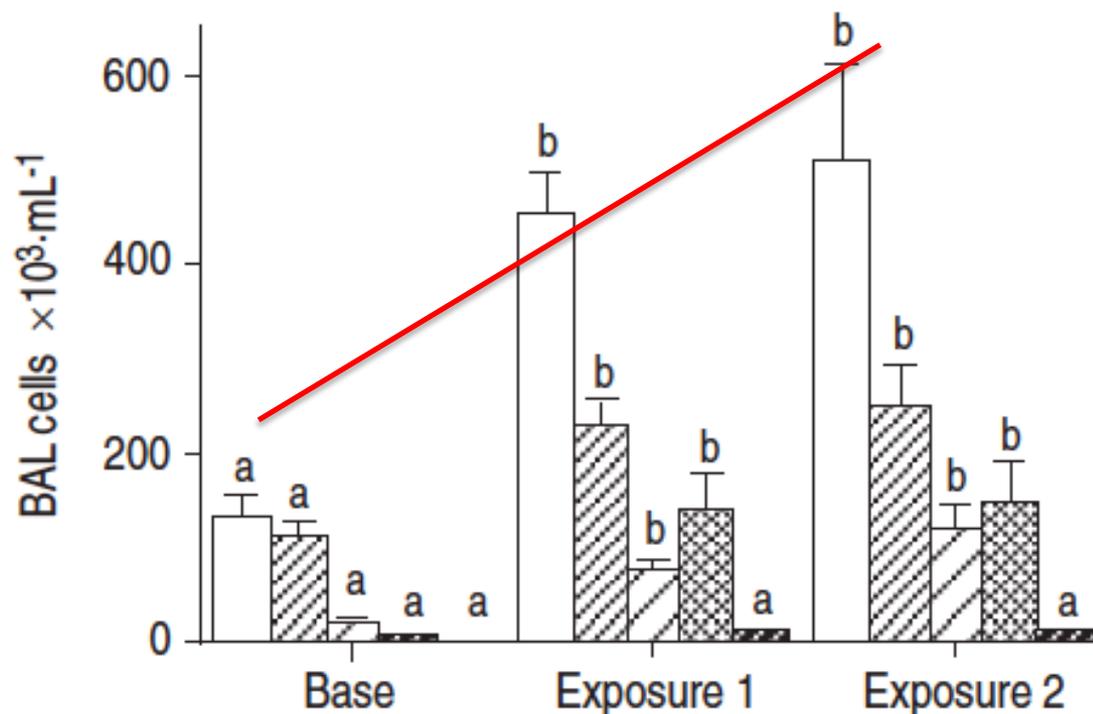
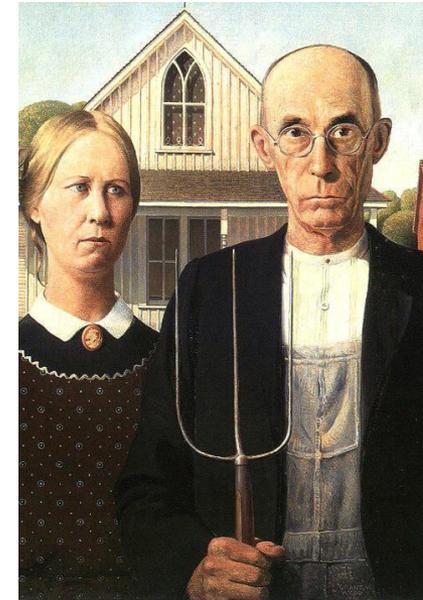


Fig. 2. – Total number and differential of bronchoalveolar lavage (BAL) cells (cells·mL<sup>-1</sup> of BAL return). Values are presented as mean±SEM. For each cell type, columns with different letters are statistically different; all p-values were <0.0276. □ : total cells; ▨ : macrophages; ▤ : lymphocytes; ▥ : neutrophils; ▩ : eosinophils.

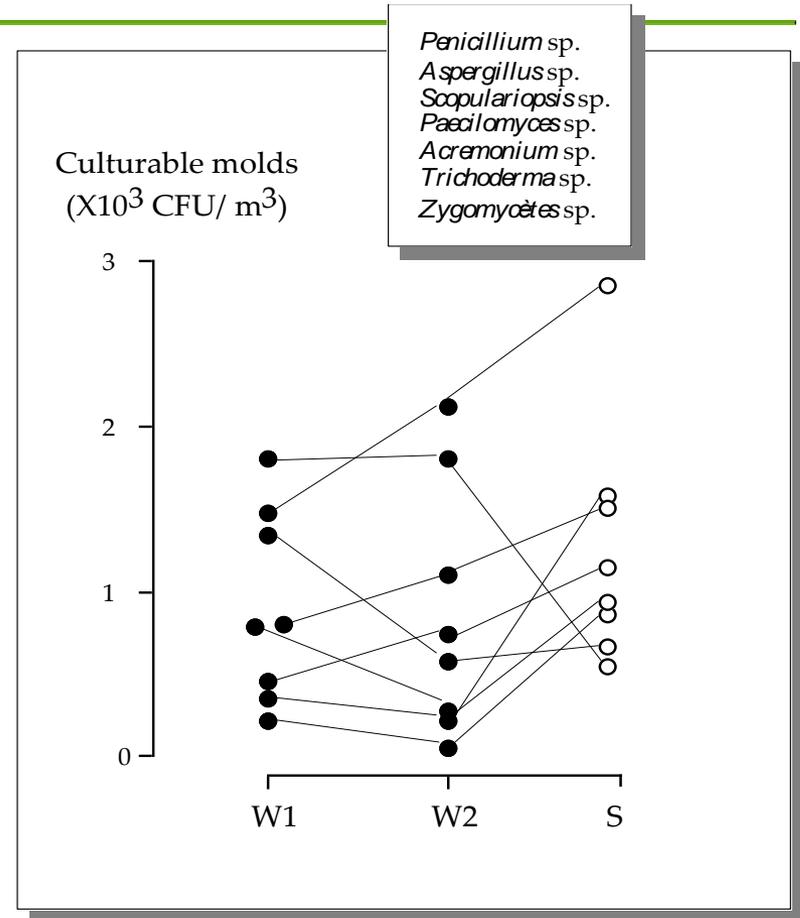
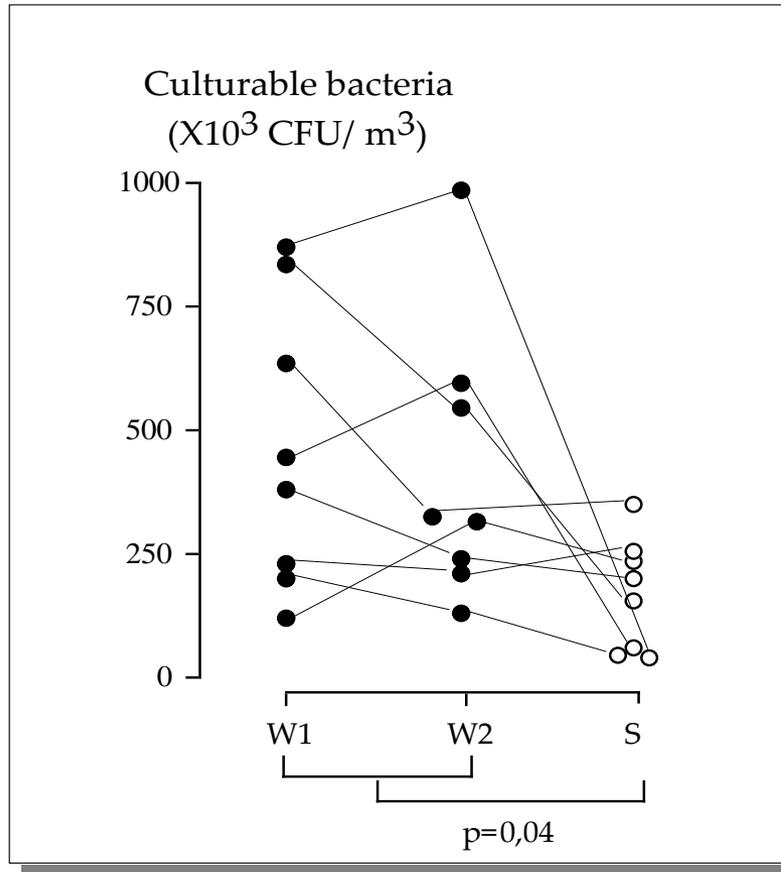
# Les travailleurs ?

---

- Réponse plus modérée
- Rapportent peu de problèmes respiratoires
- Adaptation?
- Effet saisonnier?
- Enfants élevés dans une porcherie (Ernst and Cormier 2000):
  - Moins d'asthme
  - Effet protecteur?



# Saisons



# Travailleurs

---

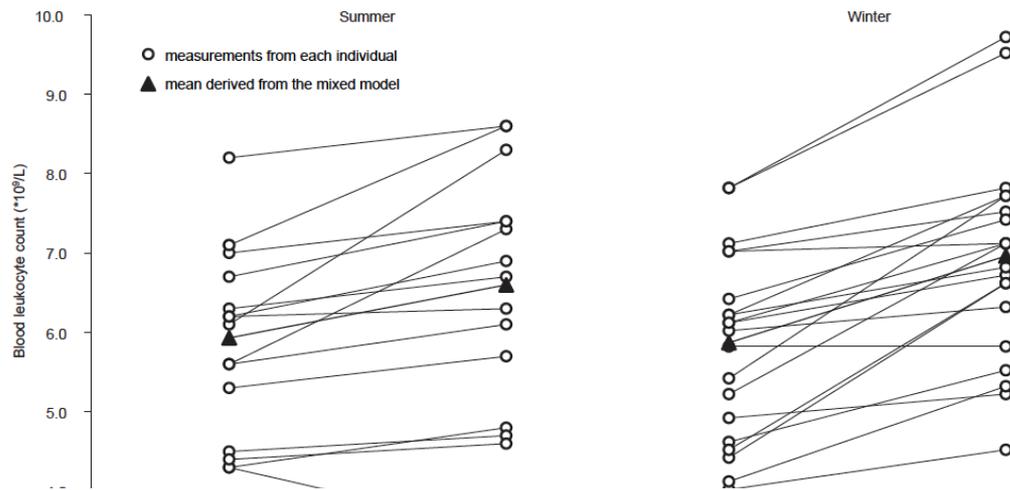
- Inflammation modérée
  - Petite augmentation de l'hyperactivité bronchique
  - Bronchite chronique
  - Fonctions respiratoires diminuées

# Nouveaux travailleurs

---

- Nouvelle réalité
- Quelques cas de maladies suite au début du travail (Dosman 2004-asthme)
- Sélection génétique (?) ne s'applique pas

- 
- Exposition à la poussière: prédicteur du développement de baisse des fonctions respiratoires (Reynolds 1996) chez 207 producteurs
    - Ont conclu que les doses de poussières de 2,5 mg/m<sup>3</sup> et de 7,5 ppm ammoniac sont des limites valables d'exposition



### SEASONAL VARIATIONS IN WORK-RELATED HEALTH EFFECTS IN SWINE FARM WORKERS

Jakob Hjort Bønløkke<sup>1</sup>, Anne Mériaux<sup>1</sup>, Caroline Duchaine<sup>1,2</sup>, Stéphane Godbout<sup>3</sup>, Yvon Cormier<sup>4</sup>

**Table 2.** Work conditions during the two study visits.

|  | Summer visit       | Winter visit        | P-value |
|--|--------------------|---------------------|---------|
| Duration from workstart to 2 <sup>nd</sup> clinical evaluation (min) | 373 (249; 482)     | 371 (269; 553)      | 0.55    |
| Length of workday (min)  | 238 (41; 389)      | 235 (60; 436)       | 0.55    |
| Personal dust exposure (mg/m <sup>3</sup> )                          | 2.39 (0.61; 10.24) | 3.80 (1.3; 7.8)     | 0.39    |
| Personal endotoxin exposure (EU/m <sup>3</sup> )                     | 6553 (2218; 25861) | 25690 (1800; 69096) | 0.004   |
| Area per animal (m <sup>2</sup> /swine)                              | 0.91               | 1.08                | 0.59    |
| Indoor temperature (°C)  | 25.0 (19.3; 29.3)  | 20.3 (15.2; 20.7)   | 0.012   |
| Relative humidity (%)  | 73.3 (58.9; 88.6)  | 61.5 (51.7; 92.1)   | 0.16    |
| CO <sub>2</sub> (ppm)  | 787 (478; 1348)    | 2276 (1528; 4158)   | 0.012   |
| NH <sub>3</sub> (ppm)  | 9.7 (5.3; 41.2)    | 12.0 (3.3; 45.2)    | 0.37    |

Durations are means; exposures and animal densities are medians. Ranges are given in parentheses.

# Interventions

---

- Mesures testées pour améliorer la qualité de l'air en milieu de travail
  - Réducteurs de poussière
    - Séparateurs cycloniques dans une porcherie de 550m<sup>2</sup> (Hedelin 2016)
      - Réduit maux de tête, fièvre et molécules inflammatoires du nez (naïfs)
    - Huile de canola
    - Ionisation

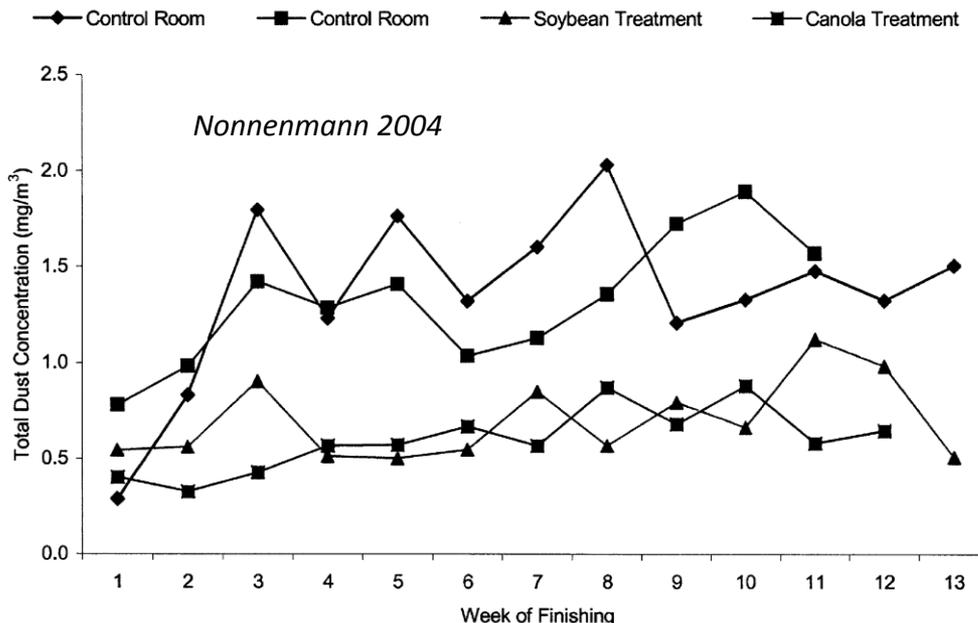
# Huile de canola

TABLE 1. Enteric Bacteria Density (CFU/m<sup>3</sup>)  
Between Oil Sprinkling and Control Rooms

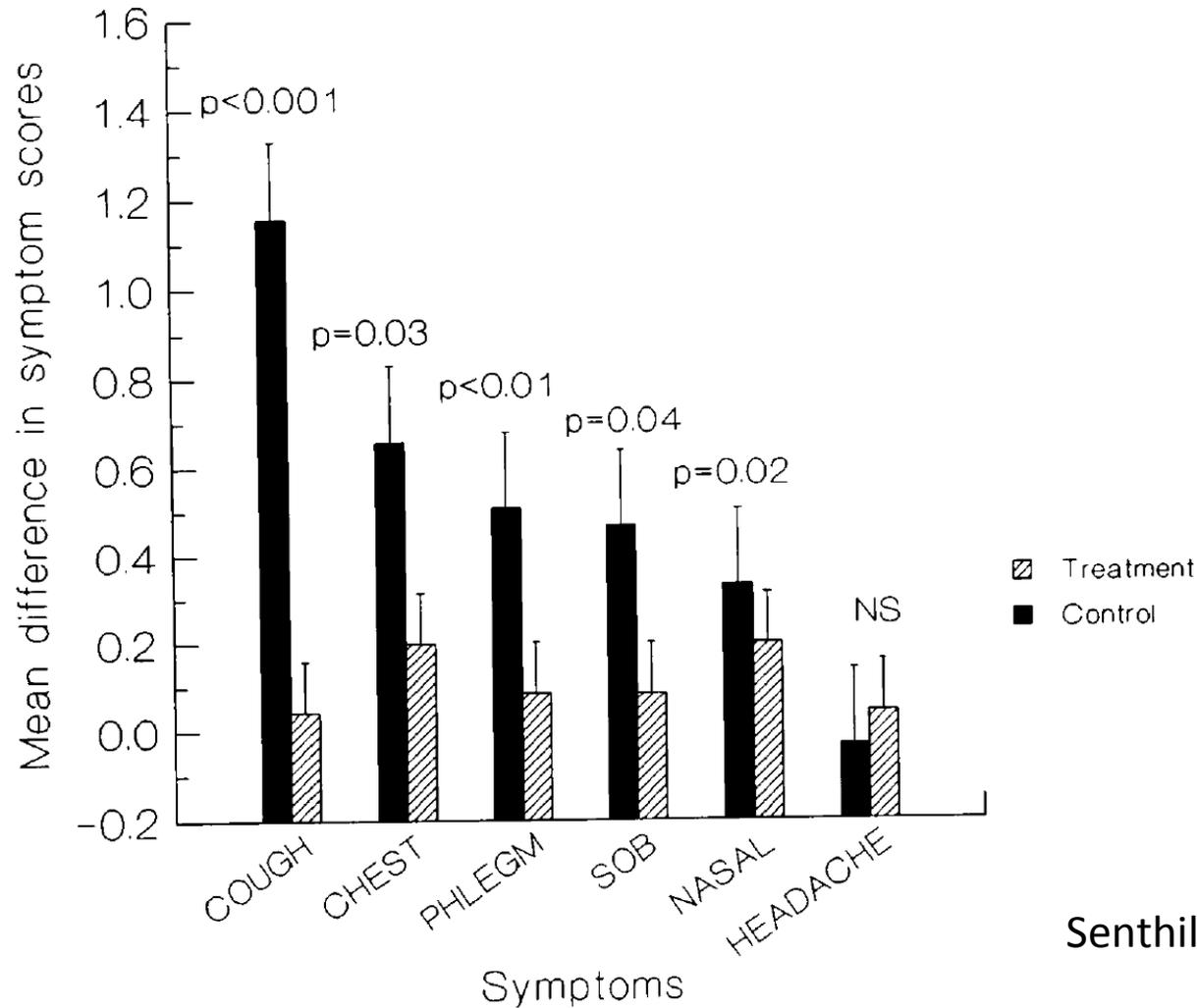
| Size fraction (μm) | Control room | Oil sprinkling room |
|--------------------|--------------|---------------------|
| ≥7                 | 269          | 81                  |
| 4.7–7.0            | 71           | 51                  |
| 3.3–4.7            | 64           | 66                  |
| 2.1–3.3            | 50           | 51                  |
| 1.1–2.1            | 35           | 59                  |
| 0.65–1.1           | 55           | 61                  |

*Siggers 2011*

- 40ml/m<sup>2</sup>/jour max
- Effet sur les grosses particules
- Petites particules restantes plus chargées en bactéries et endotoxines
- Effets bénéfiques sur les volontaires naïfs



# Naïfs et huile de canola



Senthilselvan 1997

# Ionisation

|                        | Réduction au bâtiment |         |
|------------------------|-----------------------|---------|
| Saison                 | Été                   | Automne |
| Poussières « totales » | 45 %                  | 73 %    |
| Bactéries « totales »  | 36 %                  | 91 %    |

- Réduction d'au moins 45 % de la poussière donc de près de la moitié la fréquence des entretiens des filtres (bâtiments filtrés)

# Changement dans les pratiques

---

- Islande: changements depuis une vaste étude en 1988 montrant la prévalence des problèmes respiratoires chez les fermiers
- 2008: aucun problème de plus prévalent que la population en général suite à des changements dans la gestion du foin sec
- Changements possibles dans l'industrie du porc?
  - Différence entre la moulée cubée et non cubée?
  - Lattes?

# Protection respiratoire

---

- Une des hypothèses émises est que les travailleurs s'adaptent à leur environnement de travail
- Étude visant à étudier l'**adaptation** en milieu de travail des producteurs de porc
- Protection respiratoire portée pendant 5 jours (N-95)

# Protection respiratoire : perte de l'adaptation

Article: JOM201544 Date: May 2, 2012 Time: 13:29

## ORIGINAL ARTICLE

### Work-Related Health Effects in Swine Building Workers After Respiratory Protection Use

Jakob Hjort Bønløkke, MD, Marc Veillette, Anne Mériaux, Caroline Duchaine, PhD, and Yvon Cormier, MD

Table 3. Blood and plasma markers of inflammation before and after the workshift during the two visits.

|   | After ≥4 days of mask usage |                        |        | After ≥4 days of ordinary work |                        |        | P<br>(interaction) <sup>a</sup> |
|---|-----------------------------|------------------------|--------|--------------------------------|------------------------|--------|---------------------------------|
|   | Morning<br>mean (SE)        | Afternoon<br>mean (SE) | P      | Morning<br>mean (SE)           | Afternoon<br>mean (SE) | P      |                                 |
| Blood leucocytes, n (*10 <sup>9</sup> /l) | 5.56 (1.56)                 | 7.13 (1.56)            | 0.0001 | 5.80 (1.04)                    | 6.88 (1.04)            | 0.0001 | 0.0101                          |
| TNF, pg/ml                                | 1.18 (1.08)                 | 1.13 (1.08)            | 0.15   | 1.32 (1.08)                    | 1.23 (1.08)            | 0.07   | 0.7495                          |
| TNF-RII, pg/ml                            | 1659 (1.05)                 | 1479 (1.05)            | 0.0001 | 1618 (1.05)                    | 1469 (1.05)            | 0.0007 | 0.5552                          |
| IL-6, pg/ml                               | 1.05 (1.13)                 | 1.78 (1.13)            | 0.0001 | 1.00 (1.10)                    | 1.35 (1.10)            | 0.0021 | 0.0599                          |
| CD62L, ng/ml                              | 803 (23)                    | 785 (23)               | 0.17   | 768 (28)                       | 779 (28)               | 0.81   | 0.0267                          |
| CD14, ng/ml                               | 1.46 (0.03)                 | 1.50 (0.03)            | 0.11   | 1.57 (0.04)                    | 1.55 (0.04)            | 0.67   | 0.0883                          |
| CRP, µg/ml                                | 1.00 (0.18)                 | 0.99 (0.18)            | 0.91   | 1.04 (0.15)                    | 1.00 (0.15)            | 0.0509 | 0.1246                          |
| BPI, ng/ml                                | 47.8 (1.30)                 | 17.7 (1.29)            | 0.0072 | 25.6 (1.30)                    | 21.5 (1.29)            | 0.61   | 0.0151                          |
| LBP, ng/ml                                | 111.7 (1.05)                | 107.3 (1.05)           | 0.25   | 116.1 (1.07)                   | 120.0 (1.07)           | 0.49   | 0.1137                          |

# Mieux comprendre les effets et la prévention

---

- Projets en cours

# Réduire l'exposition aux gaz, odeurs, poussières et pathogènes dans les porcheries

Valérie Létourneau, Jonathan Pilote, Matthieu Girard,  
Stephan Godbout, Caroline Duchaine, et Stéphane P. Lemay



[www.bioaerosols.ulaval.ca](http://www.bioaerosols.ulaval.ca)



# Objectifs généraux (Agrivita Canada Inc.)

Sélection de la meilleure combinaison de technologie de réduction des contaminants de l'air et quantifier leur synergie

Optimisation des technologies, mise à l'échelle et développement d'une stratégie technique à proposer aux éleveurs

Évaluer la présence d'agents pathogènes et de gènes de résistance aux antibiotiques

Test des technologies dans un élevage commercial

Agrivita  
Canada  
Inc.

# État des connaissances

---

- Technologies de réduction des gaz, odeurs et poussières:
  - Lattes de formes innovantes
  - Séparation à la source
  - Brumisation d'huile et d'agents antimicrobiens
- Impacts de ces technologies sur les bioaérosols: peu connus
- Synergie entre les technologies?



# Objectif 1

---

1. Évaluer la présence de pathogènes humains et de gènes de résistance aux métaux et aux antibiotiques :
  - Dans l'air de porcheries (n = 15)
  - Dans la flore nasale d'éleveurs (n = 30) de porcs



# Objectif 2

2. En laboratoire, déterminer la meilleure combinaison de technologies pour la réduction des gaz, des poussières et des bioaérosols :



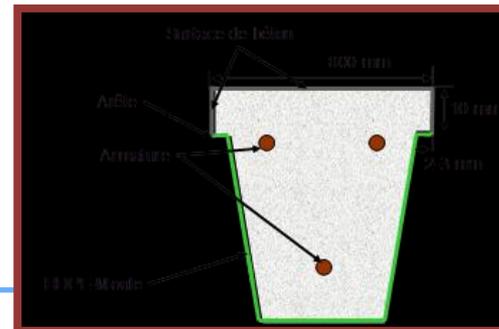
8 chambres à environnement contrôlé, 4-5 animaux, expériences de 7 semaines en



CENTRE DE RECHERCHE  
INSTITUT UNIVERSITAIRE  
DE CARDIOLOGIE  
ET DE PNEUMOLOGIE  
DE QUÉBEC



**Huile**



**Séparation**



# Laboratoire BABE

- 8 salles identiques
  - 4ft x 8ft x 8 ft
  - 100% latté
  - Environnement contrôlé
    - Température
    - Nourriture
- 4 – 5 porcs
  - 30 – 80 kg
  - 7 semaines d'essais



# Technologies

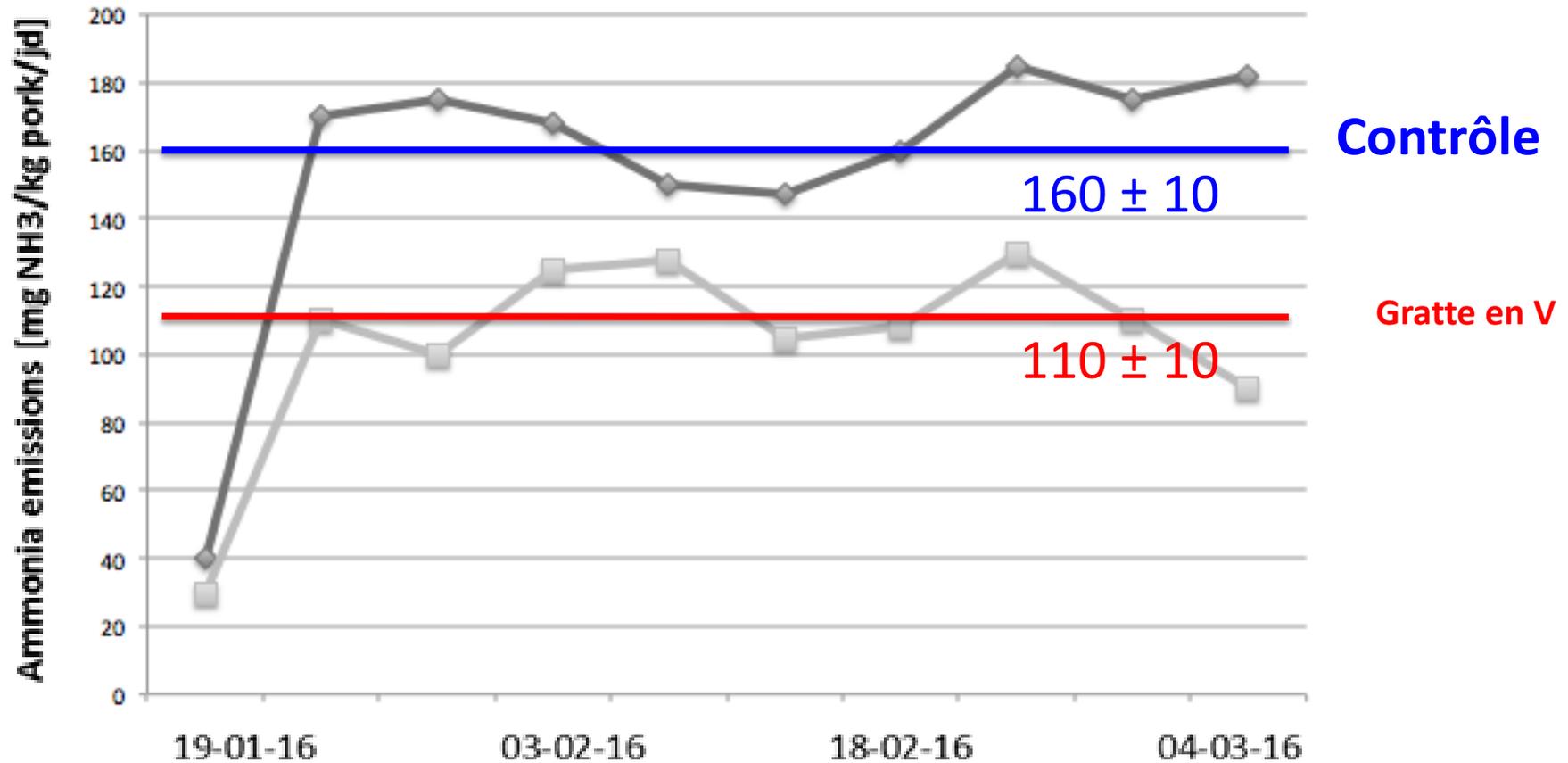


Ammoniac et odeurs  
Gratte en V

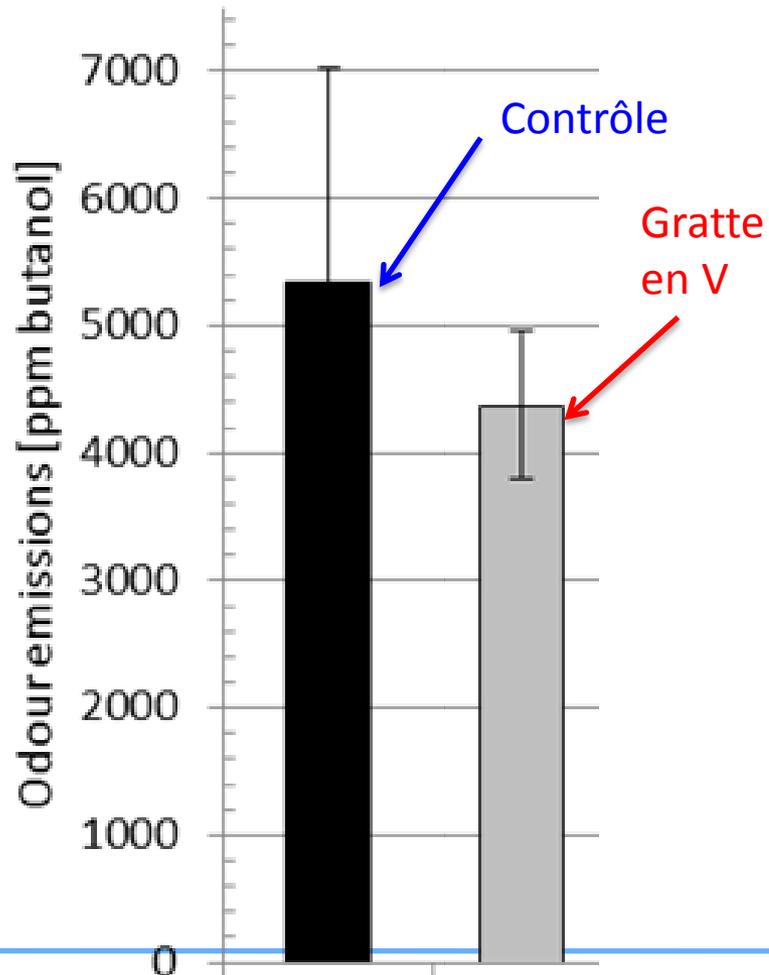


Bactéries et poussières  
Huile de canola

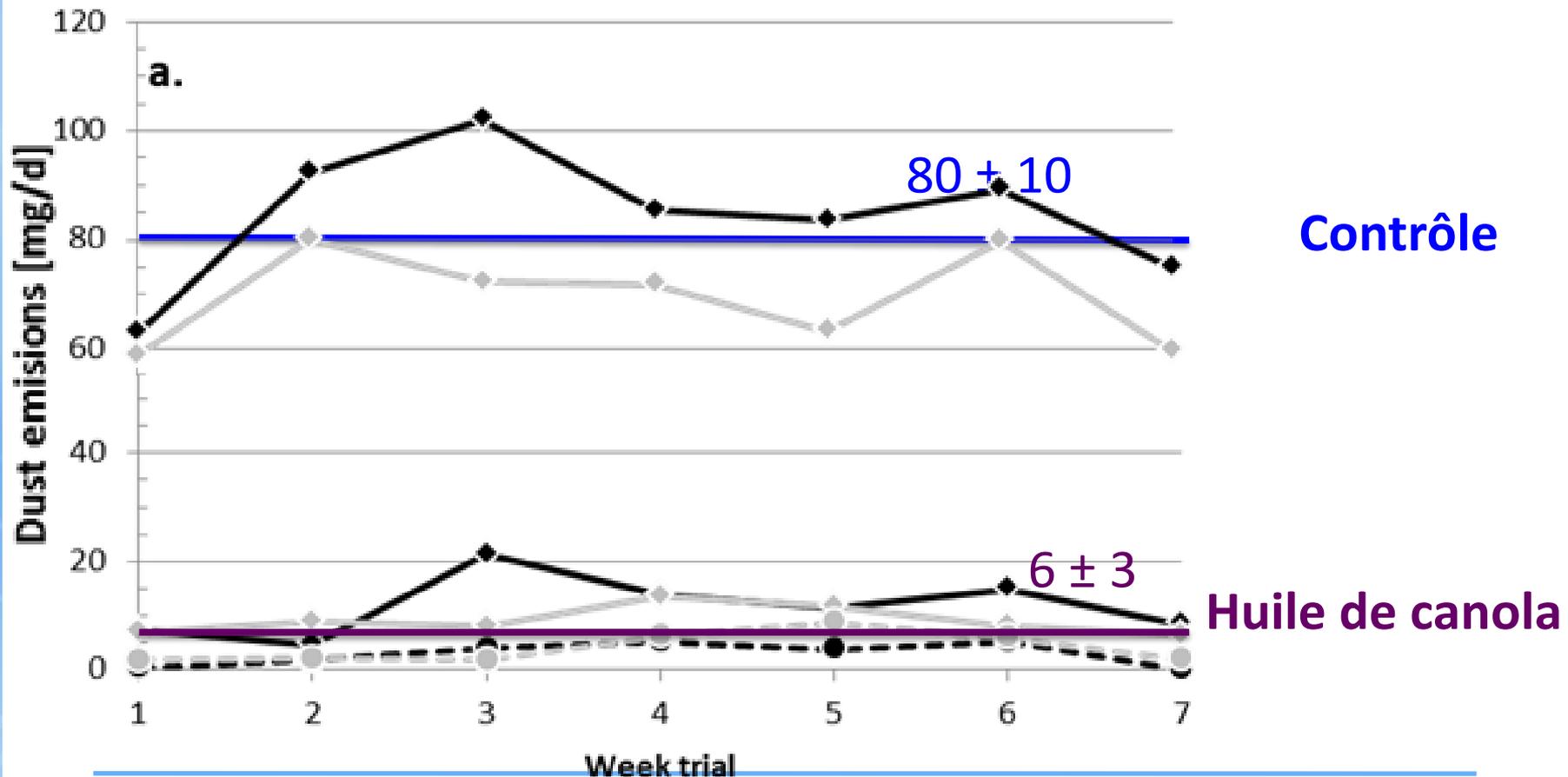
# Gratte en V et ammoniac



# Odeurs



# Huile de canola



# En résumé

---

- L'huile réduit bactéries et poussières
- Gratte en V réduit l'ammoniac

# Des gènes de résistance aux antibiotiques... dans l'air



Contents lists available at ScienceDirect

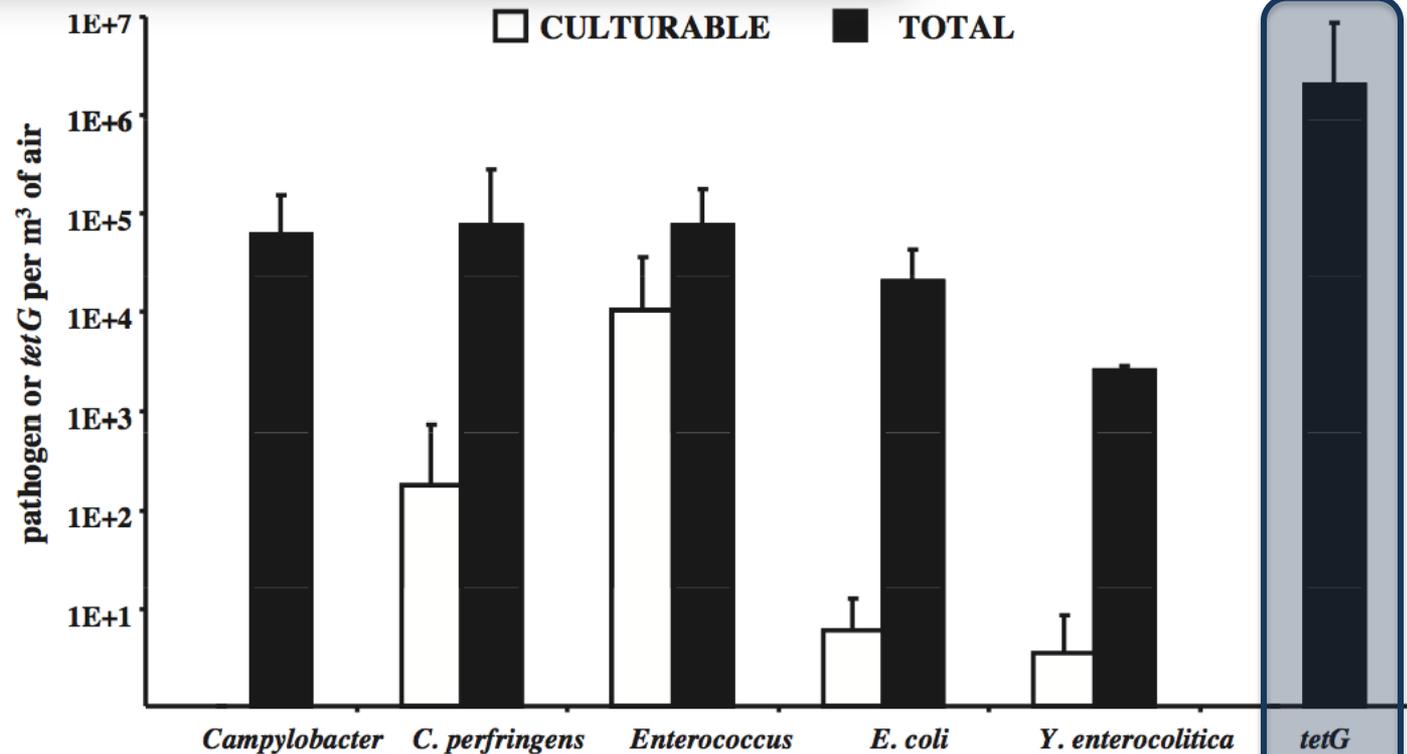
International Journal of Hygiene and  
Environmental Health

journal homepage: [www.elsevier.de/ijheh](http://www.elsevier.de/ijheh)



Human pathogens and tetracycline-resistant bacteria in bioaerosols of swine confinement buildings and in nasal flora of hog producers

Valérie Létourneau<sup>a</sup>, Benjamin Nehmé<sup>a</sup>, Anne Mériaux<sup>a</sup>, Daniel Massé<sup>b</sup>,  
Yvon Cormier<sup>a,c</sup>, Caroline Duchaine<sup>a,d,\*</sup>



# Des gènes de résistance aux antibiotiques... dans la flore nasale



Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Hygiene and  
Environmental Health

journal homepage: [www.elsevier.de/ijheh](http://www.elsevier.de/ijheh)



Human pathogens and tetracycline-resistant bacteria in bioaerosols of swine confinement buildings and in nasal flora of hog producers

Valérie Létourneau<sup>a</sup>, Benjamin Nehmé<sup>a</sup>, Anne Mériaux<sup>a</sup>, Daniel Massé<sup>b</sup>,  
Yvon Cormier<sup>a,c</sup>, Caroline Duchaine<sup>a,d,\*</sup>

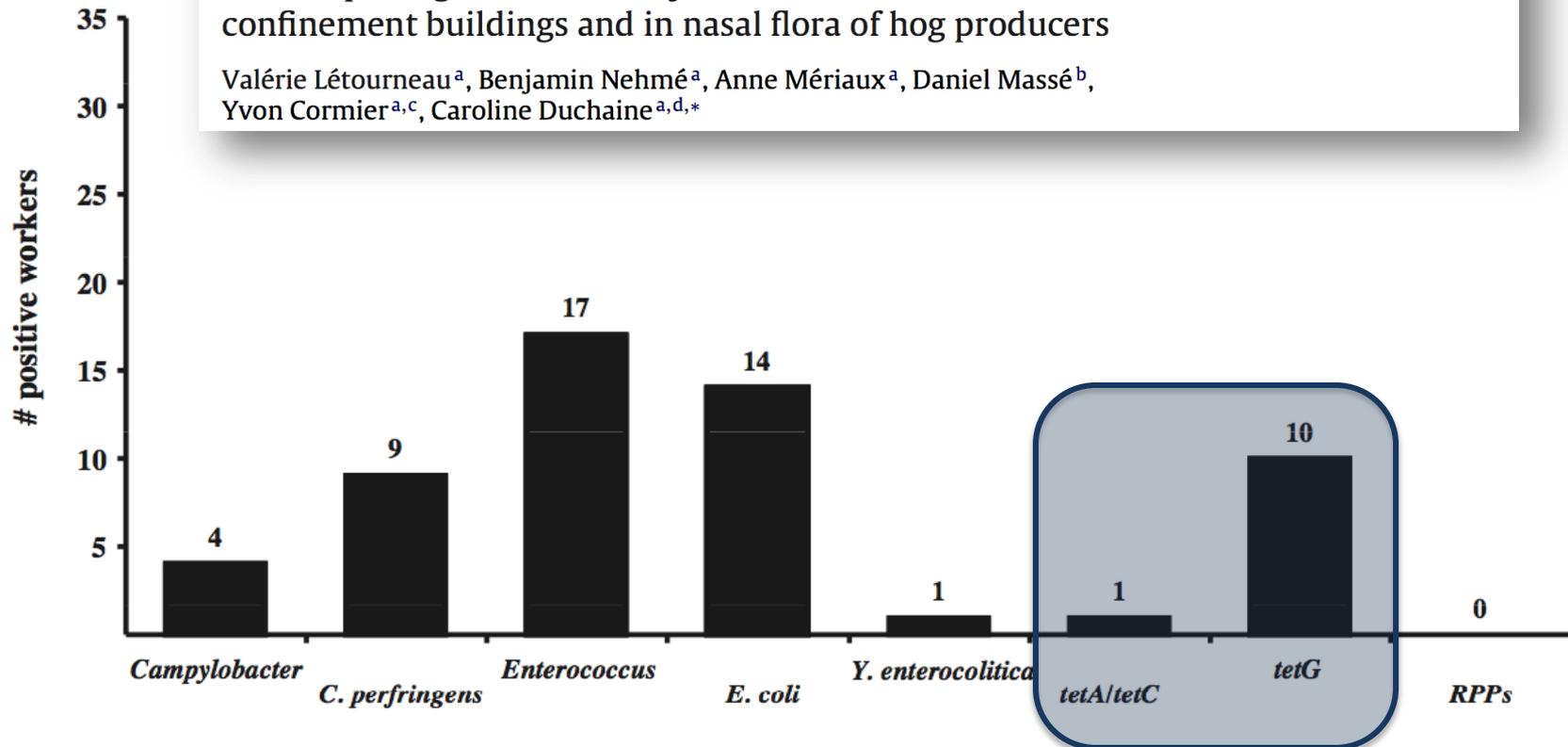


Fig. 2. Human pathogens and tetracycline resistance genes in the nasal flora of 35 hog producers.

# Questions

---

- Est-ce que l'évolution de l'industrie en ce qui concerne le type de travail a un impact sur la santé respiratoire?
- Est-ce que les travailleurs contractuels perdent leur adaptation après des jours de congé?
- Est-ce que le nombre d'heures passées à l'intérieur influencent la santé respiratoire?
- Les travailleurs sont-ils plus à risque de maladies cardiovasculaires?
- Les travailleurs obèses sont-ils plus à risque?

# Portez attention

---

- Développement de symptômes respiratoires
  - Certaines maladies évoluent à bas bruit
- Inconfort au travail
- Possibilité d'améliorer la qualité de l'air?
  - Interventions simples pour réduire la poussière?
- Suivi médical serait souhaitable

Centre de Recherche en  
Infectiologie Porcine et Avicole



Swine and Poultry Infectious  
Diseases research Center

Le moteur de votre recherche  
DEPUIS 25 ANS



Institut de recherche Robert-Sauvé  
en santé et en sécurité du travail



Fonds de la recherche  
en santé



CRSNG  
NSERC



Canadian Institutes  
of Health Research

Instituts de recherche  
en santé du Canada



CCHSA CCSSMA  
Canadian Centre for Health  
and Safety in Agriculture Centre canadien de santé et  
sécurité en milieu agricole

DEFENCE



DÉFENSE

Institut national  
de santé publique



Montréal



Fonds de recherche  
sur la nature  
et les technologies



Fondation canadienne pour l'innovation  
Canada Foundation for Innovation

Hôpital Laval



Institut universitaire  
de cardiologie  
et de pneumologie



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada