



Biosécurité et les ennemis de la production

Étienne Normandin, Louise Hénault-Éthier, Alexis Fortin, Grant W. Vandenberg

Définition biosécurité



Types de biosécurité



Rejets atmosphériques

- En campagne (en fonction du type d'élevage)
 - Odeurs (vide règlementaire pour les insectes)
 - Distance séparatrice en zone agricole pour MRF ou déjections animales
 - Particules fines (vide règlementaire pour les insectes)
- En ville (dépendant de la municipalité)
 - Demande de permis d'émission municipal (pour l'industriel)
 - Odeurs – Boucherville, jusqu'à 5 unités d'odeurs
 - Odeurs – Montréal, règlement 90
 - Particules fines – Montréal, règlement 90



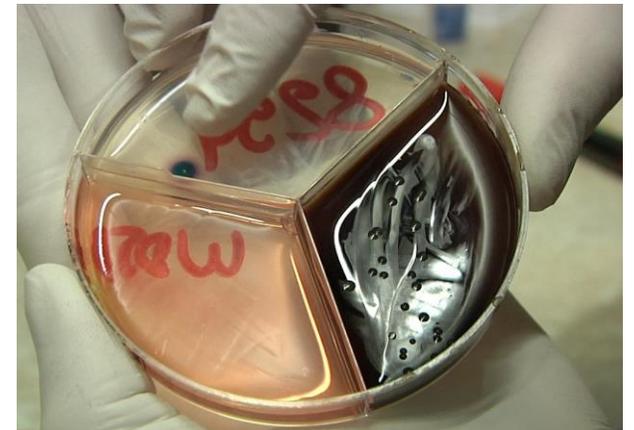
Odeurs

- Les odeurs sont dégagées:
 - Lors de la réception des intrants organiques
 - Lors du procédé de bioconversion par les insectes
 - Lors de la gestion des extrants
 - Gestion du frass: Stabilisation par compostage ou déshydratation
 - Épandage au sol (réhumidification)
 - Gestion des matières organiques résiduelles (cadavres, intrants rejetés, etc.)



Épandage du frass

- Stabilité vs Maturité
 - Phytotoxicité
 - Lessivage des nutriments (eutrophisation des cours d'eau)
 - Dégagement d'ammoniac (perte d'azote, irritant)
- Dispersion de pathogènes
 - Coliformes fécaux, *E. coli* (O157:H7 enterotoxiques), *Salmonella*, *Klebsiella* (pneumonie)
 - Analyses bactériologiques du frass
 - Compostage des extrants (>55°C) pour 3 jours
- Rejet d'insectes
 - Tamiser finement le frass... peut-être insuffisant (œufs)
 - Congeler ou injections N₂ dans les pots



Les évasions

- «The great escape»
 - Possible voisin malveillant
- Exemple de mauvaise gestion du voisinage



Évasions - invasions

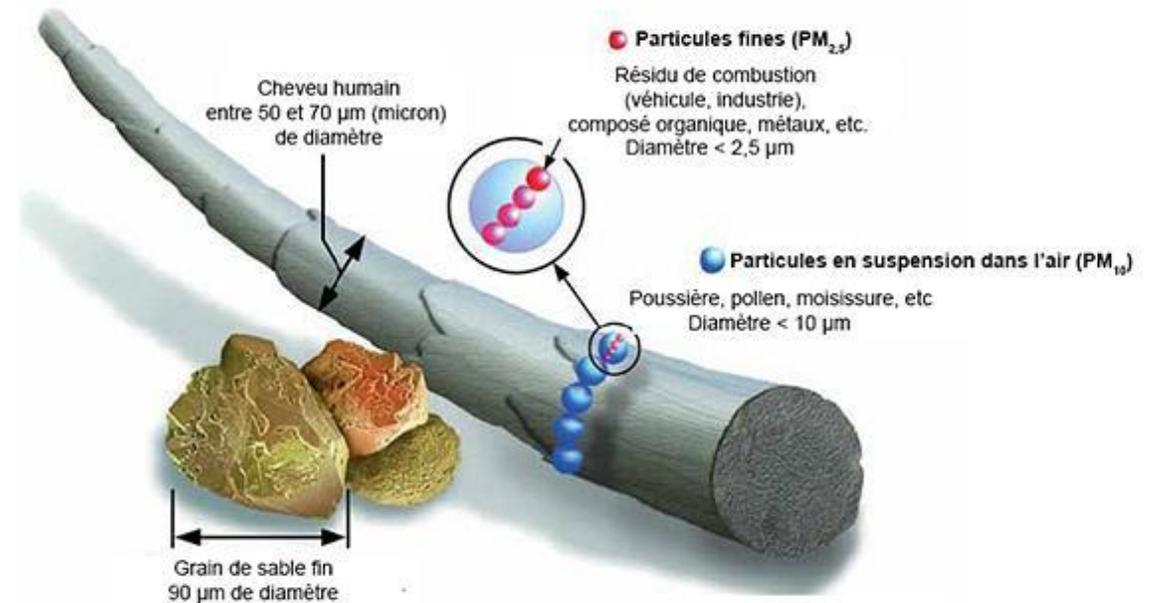
- Dommages aux cultures
 - Coquerelles, criquets migrateur
 - ou aux grains entreposés (ténébrions)
- Infiltrations dans les bâtiments connexes
- Population réservoir pour des parasites/parasitoïdes/pathogènes
 - Augmente les contacts avec les parasitoïdes
 - Contact avec pathogènes d'élevage



Qualité de l'air dans les élevages

- Particules fines
 - Risque élevé lors de la récolte des insectes
 - $10\mu\text{m}$ à $0,1\mu\text{m}$
- Bio-aérosol
 - organismes vivants (ou non) présents dans l'air
 - Bactérie, virus, spores, allergènes
 - *Aspergillus* (BSF)

Quelle est la taille des particules en suspension dans l'air et des particules fines ?



Source : Agence américaine de protection de l'environnement et Agence européenne pour l'environnement

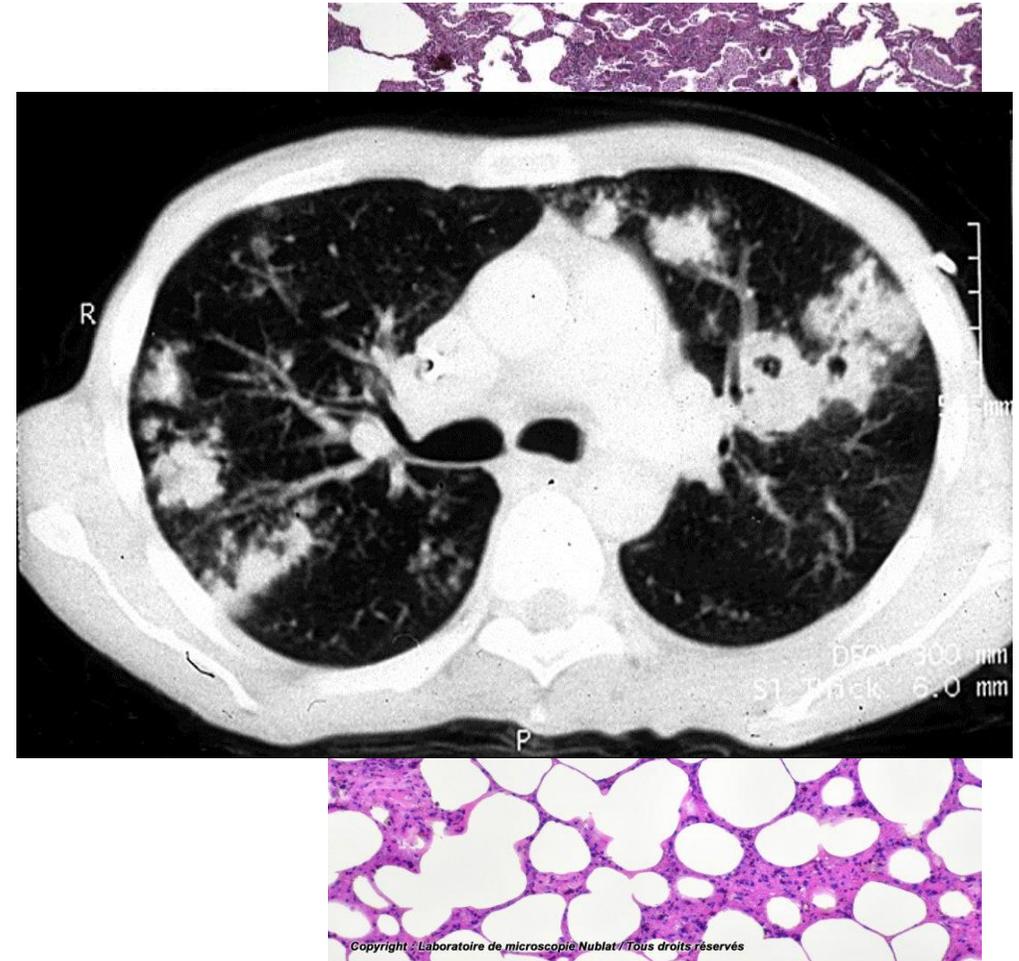
Protections des éleveurs

- Masque à poussières insuffisant
- Recommandation minimale:
 - Filtre N95 pour particules fines
- Recommandation pour personnes asmathiques ou allergiques:
 - Filtre P100
- Lunette de protection
- Gants



Les symptômes

- Rhinite
- Conjonctivites
- Difficultés pulmonaires - asthme
- Urticaire
- Pneumopathie d'hypersensibilité (maladie occupationnelle)
- Pneumopathie invasive
 - Aspergilose
- Myases



les études

- Les criquets migrateurs

Pener, M. P. 2014

- Insectes bénéfiques

Lugo, G., Cipolla et al. 1994

- Ténébrions

Broekman et al., 2017; Nebbia et al, 2019

- Grillons

Harris-Robert et al, 2011; Mairesse et al 2014; Park, 2014 & Pener, 2016

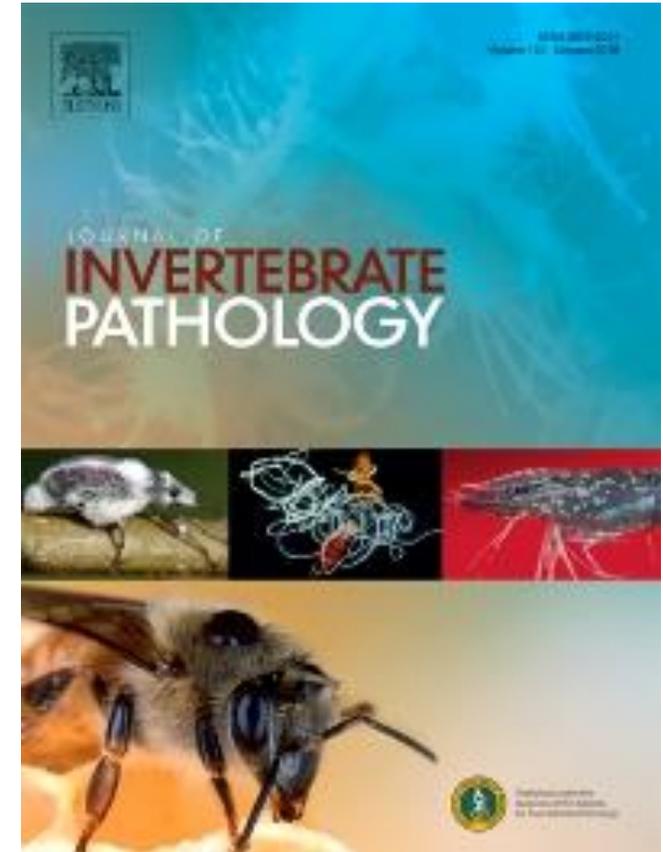
- La mouche soldat noire (myase)

Lee H. L. et al, 1995; Adler, A. I., & Brancato, F. P. 1995



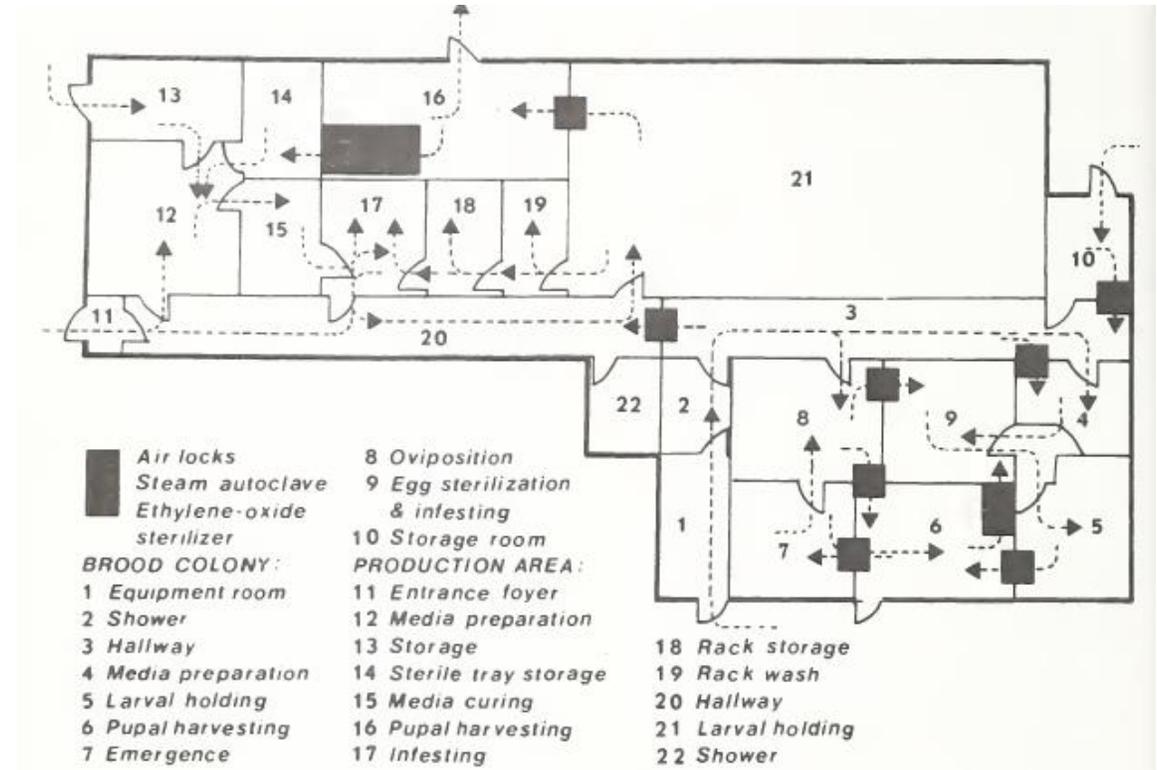
Perspectives

- Immense population localisée
 - Élevage industriel de masse
 - Population artificiellement localisée
 - Plus la densité est élevée, plus les risques aug.
- Élevage séculaires
 - Vers à soie (*Bombyx mori*)
 - Abeille domestique (*Apis mellifera*)



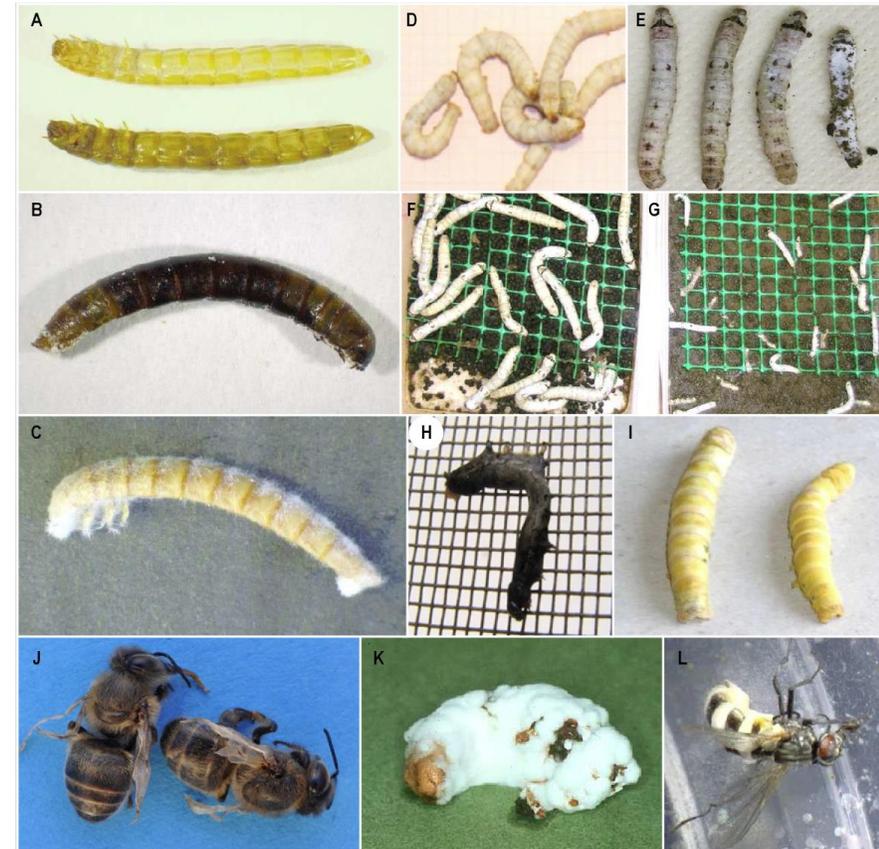
Biosécurité d'élevage

- Choix de l'emplacement
 - Proximité de sources de pathogènes
 - Étanchéité des bâtiments
- Design des installations
 - La marche avant
 - Vestiaires
 - Salles des intrants
 - Salles d'élevage (croissance, reproduction, maturation des oeufs)
 - Salles des extrants (tamisage, transport)
 - Zone de bioconfinement
 - Salle de lavage



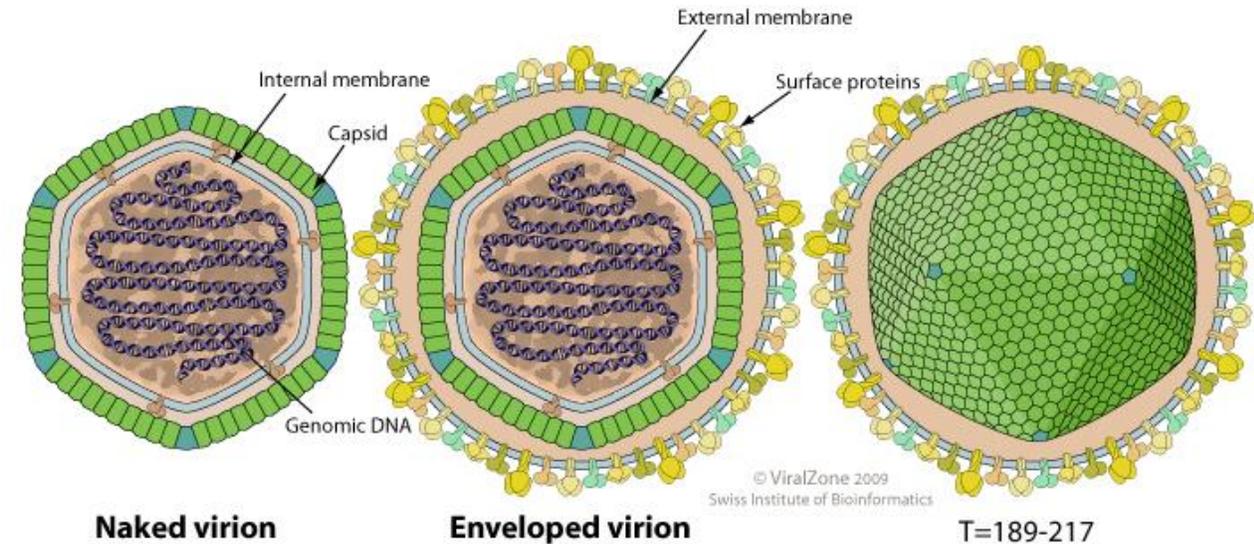
Biosécurité d'élevage – connaître ses ennemis

- Ennemis
 - Virus
 - Bactéries
 - Champignons
 - Protozoaires et nématodes
 - Insectes et acariens
 - Rongeurs
 - Érosion génétique et effet fondateur
 - Nous même!



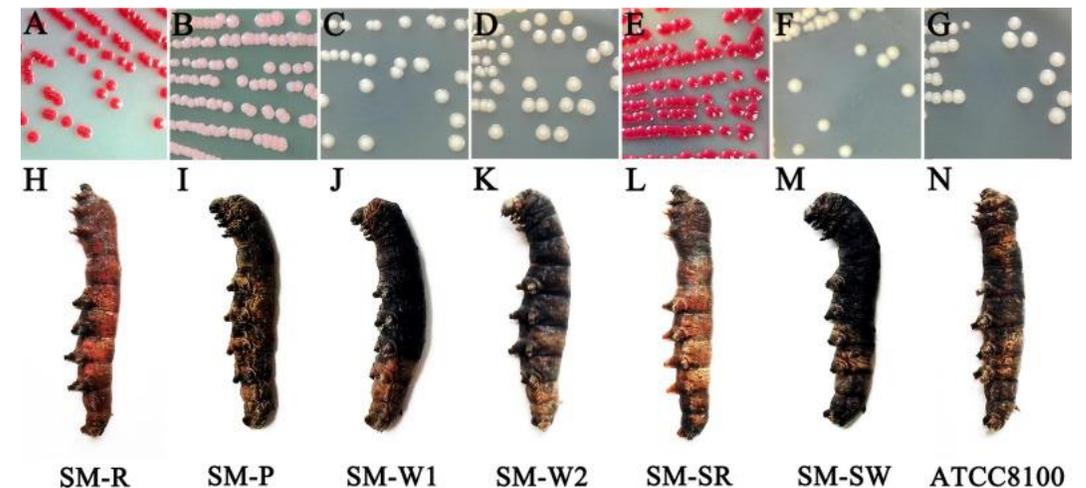
Biosécurité d'élevage – virus

- Transmission orale principalement
- Dépôt de surface par bioaérosol
- **Densovirus (20-257nm)**
 - Arrêt de l'ingestion de nourriture, Incapacité à muer et métamorphoser, Individus flacides
 - AdDV du grillon domestique
 - BmDV du *Bombyx mori*
- **Virus iridescent des invertébrés (IIV)**
 - Hypertrophie, iridescence
 - IIV-29 du Ténébrion meunier



Biosécurité d'élevage – bactéries

- Transmission orale principalement
- Dépôt de surface par bioaérosol
- *Pseudomonas*, *Serratia*, *Bacillus thurginiensis*, *Proteus*,
 - Attention à la littérature
 - Largement répandues



Biosécurité d'élevage – champignons

- Hypocreales, Entomophthoromycota et Ascosphaera
- Pénètrent par la cuticule de l'insecte sauf *Ascosphaera* sp.
- *Beauveria* et *Metarhizium* (Lépidoptères et Coleoptères)
- Changement de comportement
- *Entomophthora* sp. (Diptères)
- Dépôt de surface par spores ou contact direct



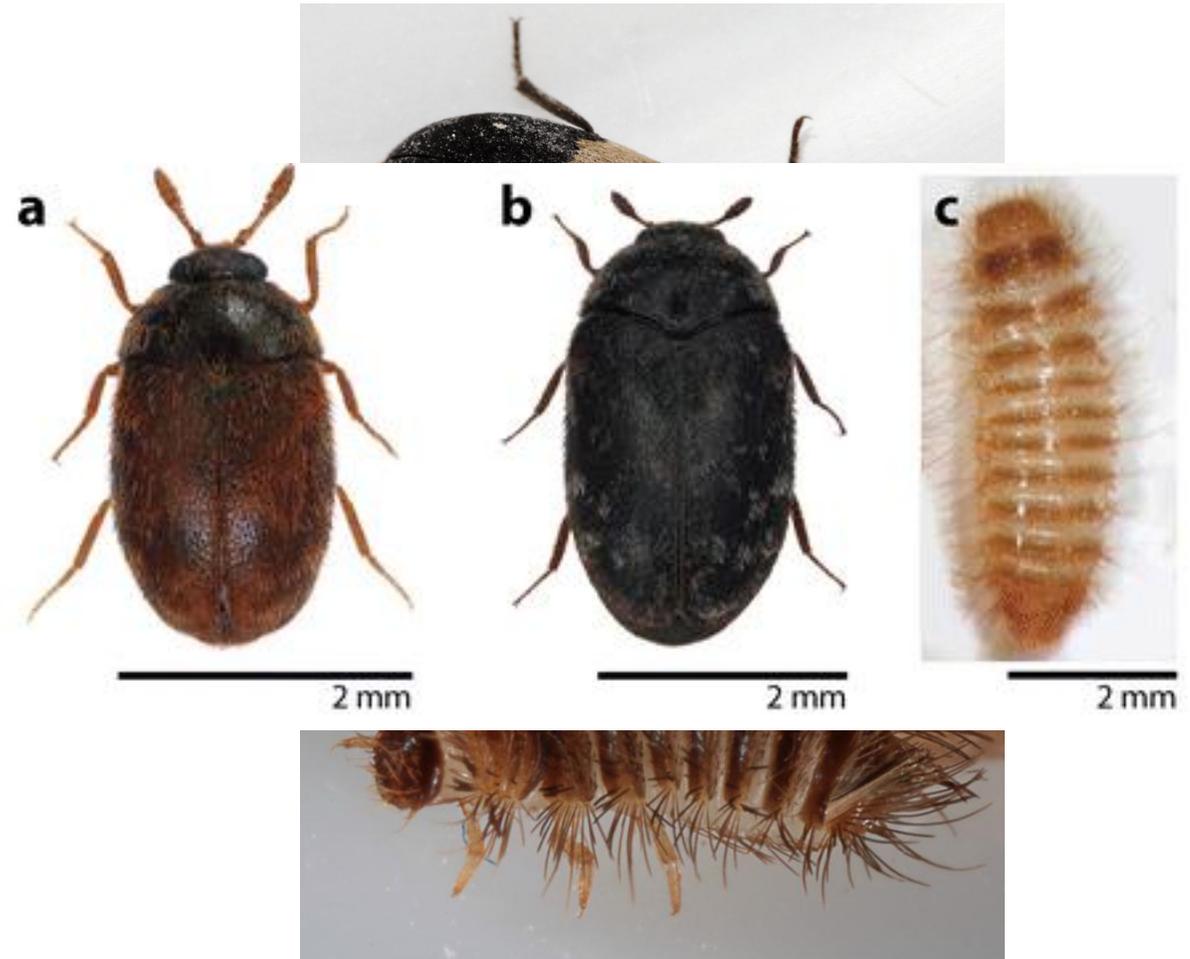
Protozoaires et nématodes

- Spécialisé sur l'hôte
- *Nosema* spp. et *Vairimorpha* sp.
- Faible taux de mortalité
 - Hauts taux chez *A. mellifera* et *B. mori*
- Les nématodes *Steinernema* et *Heterorhabditis*
- *Hymenolepis diminuta* et le rat
 - meunerie
- Conditions humides requises
 - Élevage de mouches



Biosécurité d'élevage – insectes

- Dermestes
 - Dermeste du lard, Attagènes
 - Poils des larves réactogènes
- Lutte contre *Trogoderma granarium*
 - Utilisation de *Metarhizium* et de BT



Biosécurité d'élevage – insectes

- Teigne des fruits secs
 - Piège à phéromone
- Pyrale de la farine



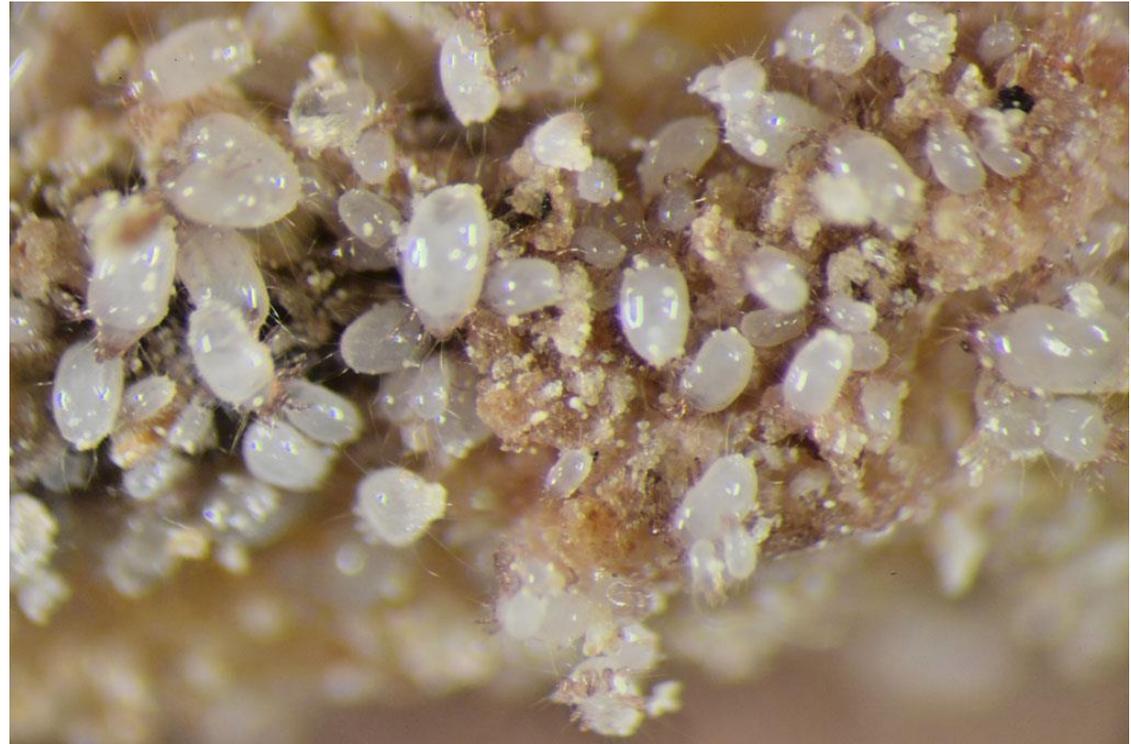
Biosécurité d'élevage – insectes

- Autres petits coléoptères
 - *Rhyzopertha dominica*
 - *Sitophilus* sp.
 - *Stegobium* sp.
 - *Tribolium destructor*
 - *Oryzaephilus surinamensis*



Biosécurité d'élevage – acariens

- Ciron des grains
 - *Acarus siro*



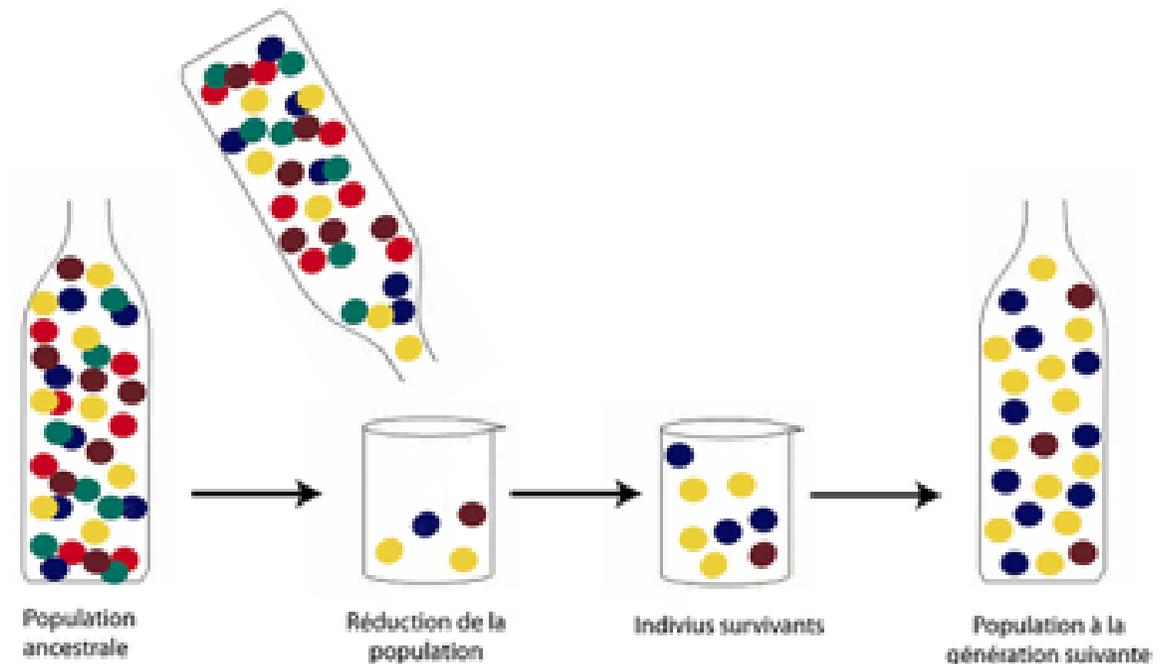
Biosécurité d'élevage – rongeurs

- Rongeurs
 - Souris
 - Mulots
 - Rats
- Grands vecteurs de pathogènes
 - excréments



Biosécurité d'élevage – génétique

- Effet fondateur
 - Goulot d'étranglement
 - Dérive génétique
- Système d'élevage
 - Sélection des reproducteurs
 - Maintenir l'hétérozygotie élevée
 - Éviter l'érosion génétique
- Programme d'infusion de nouvelle génétique



Nous mêmes!

- Éleveurs et travailleurs
 - Formation du personnel
 - Sur les opérations
 - Biosécurité
 - Communication
 - Discipline
 - Remplir les registres
 - Protocoles d'élevage



Biosécurité d'élevage - Intrants

- Décontamination des intrants alimentaires
 - Méthode thermique
 - Chaud: 80°C et plus
 - Double congélation
 - Méthode chimique
 - Antibiotiques (antibactériens et antifongiques)
 - Additifs (huile végétale)
- Désinfection du matériel d'élevage
 - Aseptisant de grade alimentaire
 - Méthode physique (chaleur/froid)
 - Lumière UV (surface)

Durées d'exposition à de basses températures requises pour réprimer les infestations par des insectes ravageurs du grain entreposé

Température constante du	(es)
-5	
-10	
-15	
-20	

<https://www.grains> (physique.html)



Biosécurité d'élevage – Prévention

- Éviter de porter des vêtements de l'extérieur
- Changer de souliers ou utiliser un bain de pieds
- Respecter les zones de travail – éviter les bioaérosols – transport des intrants
- Désinfecter les mains et les outils régulièrement
 - Aseptisant de grade alimentaire
 - Lumière UV
- Programme (détection) et dispositifs de gestion parasitaire



Biosécurité d'élevage – limiter les dégâts

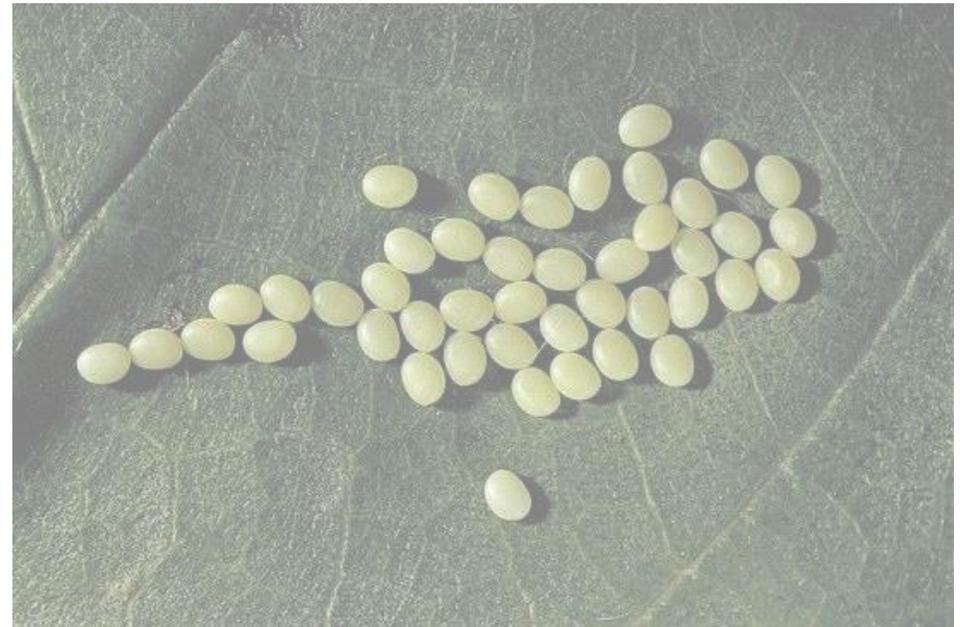
- Retirer les insectes morts – plus de 25% de mortalité = jeter
- Bioconfinement
- Mesures de biosécurité de base
 - Éviter contamination croisée
- Mesures culturelles
 - diminuer la densité
- Désinfection des œufs
 - Hypochloride de sodium



Biosécurité d'élevage – virus et solutions



- Sélection de souche résistante (Kumar & Naik, 2011)
- Décontamination des œufs (Khurad et al., 2004)
- ARN-interférence (La Fauce & Owens, 2013)
- Endosymbiontes bactériens ou Probiotiques



Biosécurité d'élevage – Solutions durables

- Probiotiques
 - balbutiements
- Stimulations immunitaire
 - Chocs thermiques
- Aliments fonctionnels
- Banque de souches
«Germlasm blank»

Pereira, N. C. et al (2013)



Consommateurs

- Transformation
 - Formation d'hygiène et salubrité (MAPAQ)
 - Méthode de transformation et charge bactérienne
 - Traçabilité
 - Rappels de #lot
- Allergies
 - Allergie croisée



dates : 2014-01-01
cannelle*, cardamome*. Peut contenir des arachides, des noix et du sésame. Contient des grillons ;
si vous êtes allergique aux crustacés, vous pourriez être allergique aux grillons.
Pour une fraîcheur optimale, maintenir sous 20°C.

L'excitation vs la sagesse



Bugs

THE WALL STREET JOURNAL

Home World U.S. Politics Economy Business

FDA Has Fallen Down on E-Cigarette Testing, Researchers Say

U.S. Prosecutors Launch Investigation of Opioid Makers

BANKRUPTCY BEAT

Florida Cricket Farm To Liquidate

By *Melanie Cohen*
Jun 22, 2010 2:13 pm ET

The sound of singing crickets may bug some people, but Lucky Lure Cricket Farm served a great purpose to zoos and Florida theme parks. That is, until a virus decimated cricket colonies and forced the farm to file for bankruptcy.

Earlier this month, the Leesburg, Fla., cricket farm filed for liquidation. According to the Orlando Sentinel, owner was only a bad hatch. Payne, whose farm yielded 9 million crickets a year, said the virus was "a real tragedy."



entomology

Jiminy! Cricket farms in US face crisis

Virus that wiped out cricket farms in Europe has American cricket-keepers worried. Zoos, theme parks, and reptile owners rely on the industry.

Cricke
for Pe

ENTOMOLOGY TOI



Bonnes pratiques en entotechnologies

Vitrine technologique sur l'économie circulaire des matières organiques à l'aide des ténébrions du Ministère de l'Agriculture, les pêcheries et de l'alimentation du Québec

Partenaires financiers



Canada 

Québec 

Économie
et Innovation
Québec 

 **CRIBIQ**
Consortium de recherche et d'innovations
en bioprocédés industriels au Québec

Partenaires académiques

Carrefour de recherche, d'expertise
et de transfert en agriculture urbaine
CRETAU

 **UNIVERSITÉ
LAVAL**
Faculté des sciences de l'agriculture
et de l'alimentation

Partenaires industriels



BLANC DE GRIS
Champignons frais

 **BROME**
Compost inc.

BRASSERIE
HARRICANA

Soutien aux stagiaires

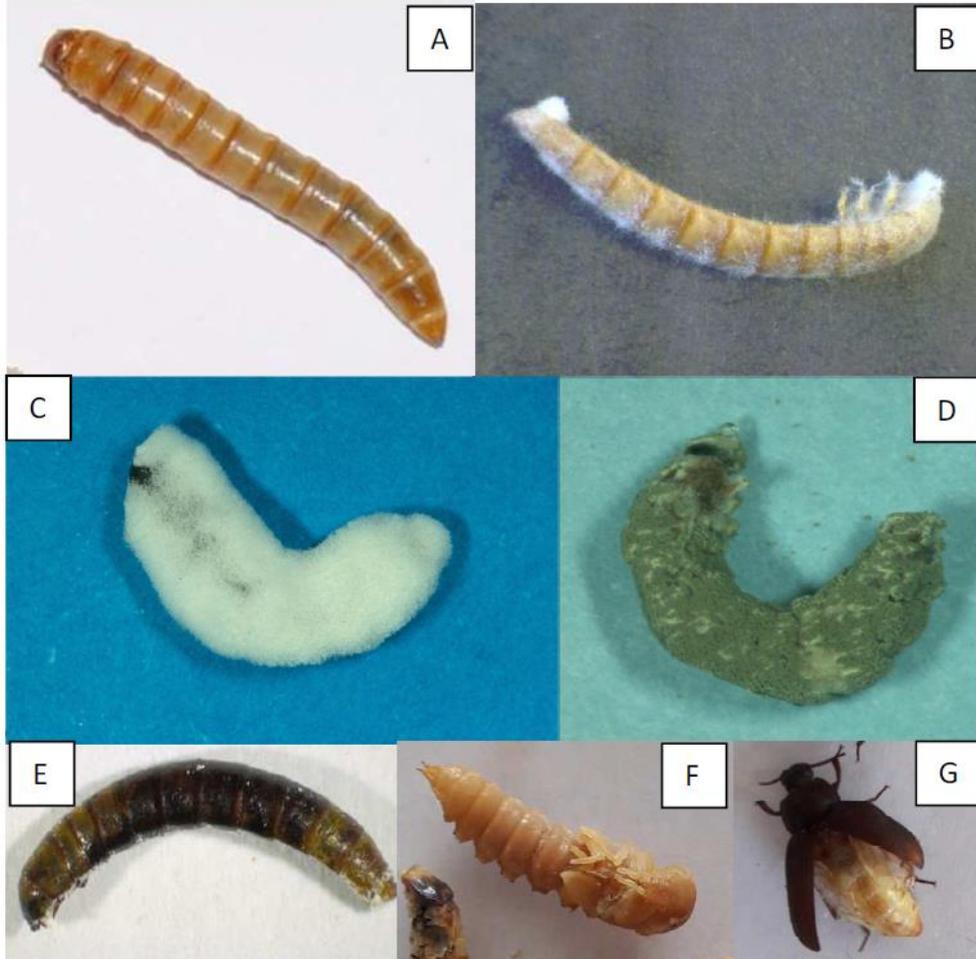


Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies
Québec 

Mitacs

Merci de votre écoute





- A. Larve saine
- B. Début d'infection fongique – Hyphes de *Beauvaria* ou *Metarhizium*
- C. Infection avancée et sporulation (blanc) *Beauvaria bassiana*
- D. Infection avancée et sporulation (verte) *Metarhizium brunneum*
- E. Larve morte d'une infection bactérienne
- F. Nymphe (rose) morte de la bactérie *Serratia marescens*
- G. Adulte à l'abdomen gonflé du à une infection (bactérienne ou autre) ou d'autres raisons