



**HAL**  
open science

## Développement d'une installation pilote pour évaluer les risques sanitaires en entomoculture

Frédéric Mercier, Johanna Rivas, Jérémy Ratel, Erwan Engel

### ► To cite this version:

Frédéric Mercier, Johanna Rivas, Jérémy Ratel, Erwan Engel. Développement d'une installation pilote pour évaluer les risques sanitaires en entomoculture. 16emes Journées de la Mesure et de la Métrologie, Oct 2021, Ardes sur Couze (63), France. hal-03408689

**HAL Id: hal-03408689**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03408689v1>**

Submitted on 29 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



➤ Développement d'une installation pilote pour évaluer  
les risques sanitaires en entomoculture

Frédéric Mercier<sup>1</sup>, Hanli Wang<sup>2</sup>, Johanna Rivas<sup>3</sup>, Sébastien Crepieux<sup>4</sup>, Ludovic Tournier<sup>4</sup>, Jérémy Ratel<sup>1</sup>, Erwan Engel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRAE, UR Qualité des Produits Animaux (QuaPA)

<sup>2</sup>Stage BTS Chimie

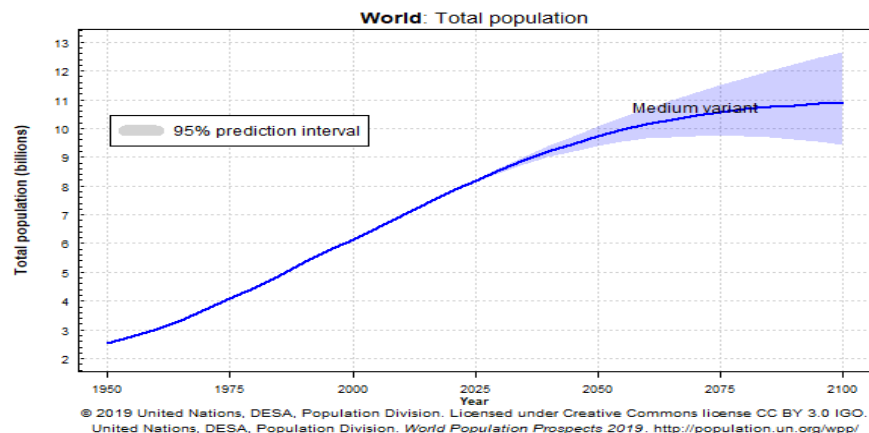
<sup>3</sup>Stage Master2 Méthodes de recherche en Environnement, Santé, Toxicologie, Écotoxicologie

<sup>4</sup>INVERS production d'insectes

## ➤ Contexte

### - Augmentation de la population mondiale:

- Estimation ONU: 9,7 milliard d'habitants en 2050



### - Augmentation de la demande en protéines

- Soja -> déforestation
- farine de poisson -> sur pêche
- Augmentation des bio déchets -> peu valorisés



### - Insectes: nouvelle source de protéines

- Bonne qualité nutritive



### - Valorisation des bio déchets

- Bio déchets urbains
- Co produits céréaliers
- Emissions GES < compostage



### - Elevage économe en ressources

- Surface au sol
- Consommation en eau limitée



### - Nouvelle filière

- Développement économique local
- Nouveaux emplois



## ➤ Projet INSEC2FEED

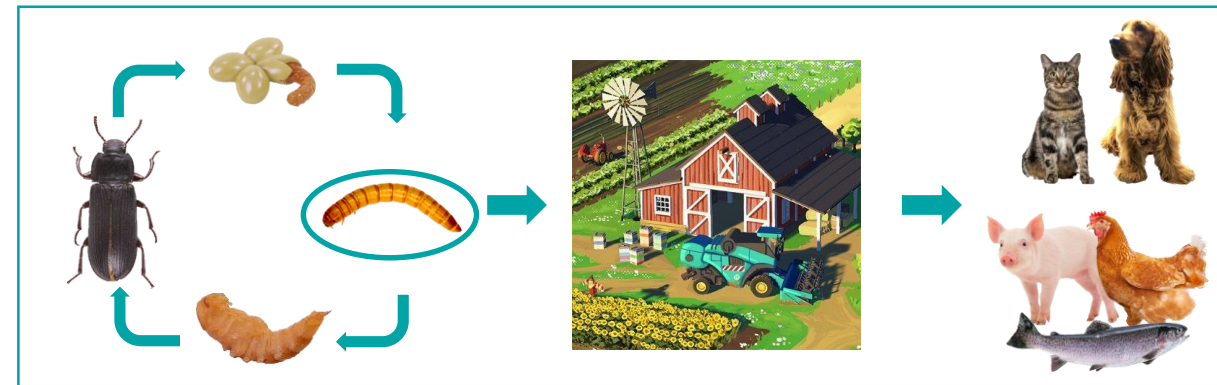
- Projet financé par la région Auvergne Rhône-Alpes (2019-2021)
  - Développer une filière d'élevage locale d'insectes



- WP2: sécurité chimique de la production



- Société de production d'insectes *Ténébrio molitor*
  - Gérer le cycle de vie
  - Fournir les larves d'insectes: vers de farine
  - Elevage chez les agriculteurs
  - Valoriser les coproduits céréaliers: son de blé
  - Production destinée à l'alimentation animale
  - Valorisation des excréments d'insectes comme fertilisant



- Equipe MASS, Unité QuaPA
  - Expertise sur les contaminants chimique
  - Labo de préparation dédié aux contaminants
  - Plateau analytique GC-MS/détecteurs spécifiques

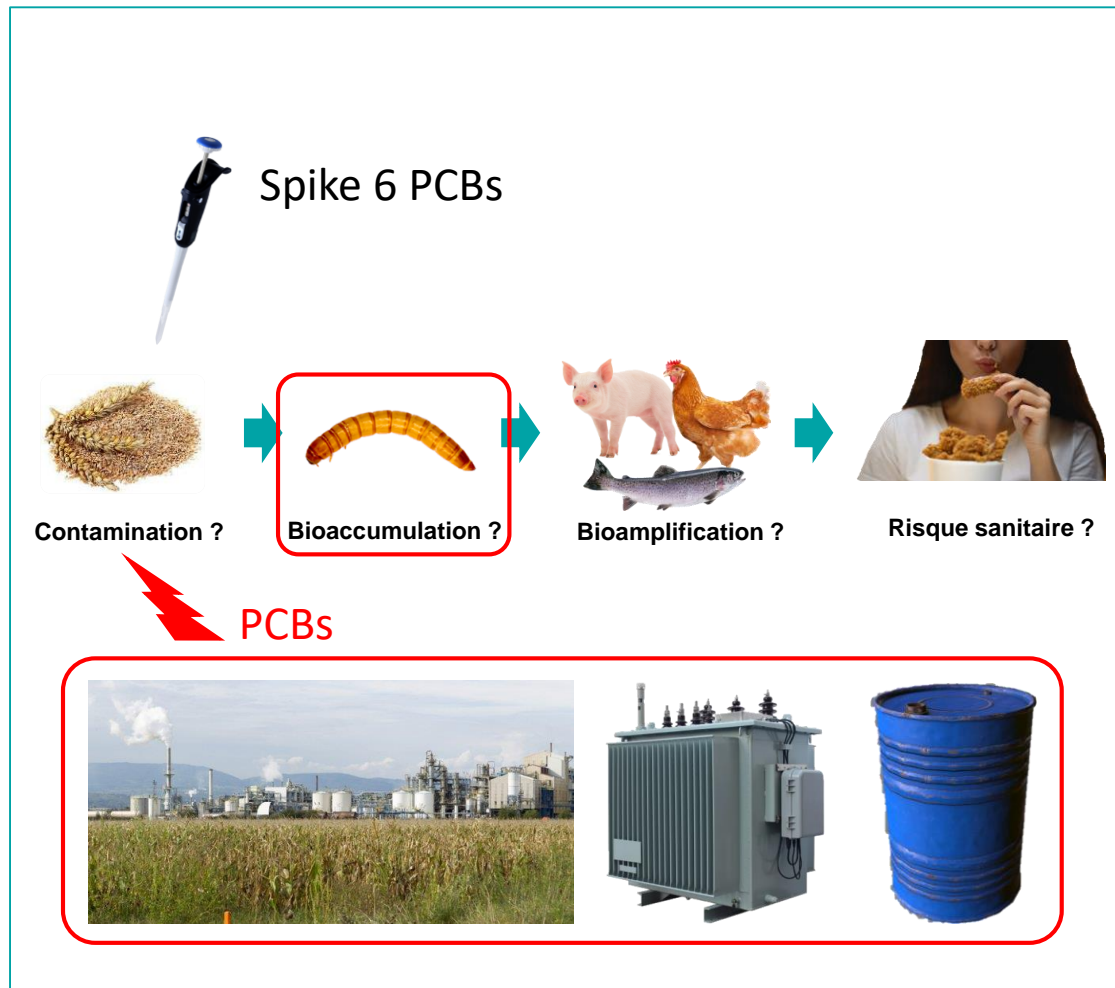


Développement d'une installation pilote pour évaluer les risques sanitaires en entomoculture

J2M 2021/ F. Mercier



## ➤ Démarche



- Evaluer le risque sanitaire du consommateur
  - Sécurité chimique aux différentes étapes de la chaîne alimentaire
- Contaminants chimiques ciblés
  - Polychlorobiphényles PCBs (209 congénères)
  - Toxicité chronique via l'alimentation
  - Perturbateurs endocriniens, reprotoxiques, cancérigènes
  - Provenance: industrie, isolants, lubrifiants
  - Présents dans le sol et l'eau
- Simulation en laboratoire
  - Contamination artificielle du son de blé (spike)
  - 6 PCBs indicateurs: 28, 52, 101, 138, 153, 180
- Bioaccumulation
  - Vers de farine fournis par INVERS

## ➤ Elevage pilote



Bâtiment d'élevage de 450m<sup>2</sup>  
Production de 10 tonnes/mois  
Température: 26°C  
Humidité: 60%



Incubateur de paille  
60 grammes/expérimentation

Renouvellement  
d'air : 300l/h



Sonde T° et HR  
calibrée  
VAISALA HMP110  
315€ / sonde



Humidité par  
apport d'eau



Incubateur Thermo Scientific 18 litres  
Régulation T° par effet Peltier  
590€/ incubateur

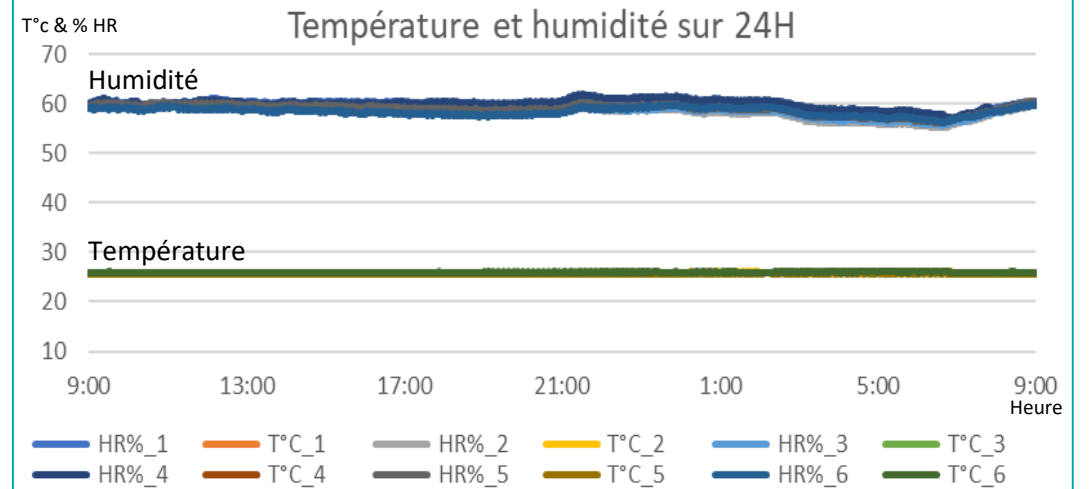


Centrale d'acquisition  
AOIP SA32

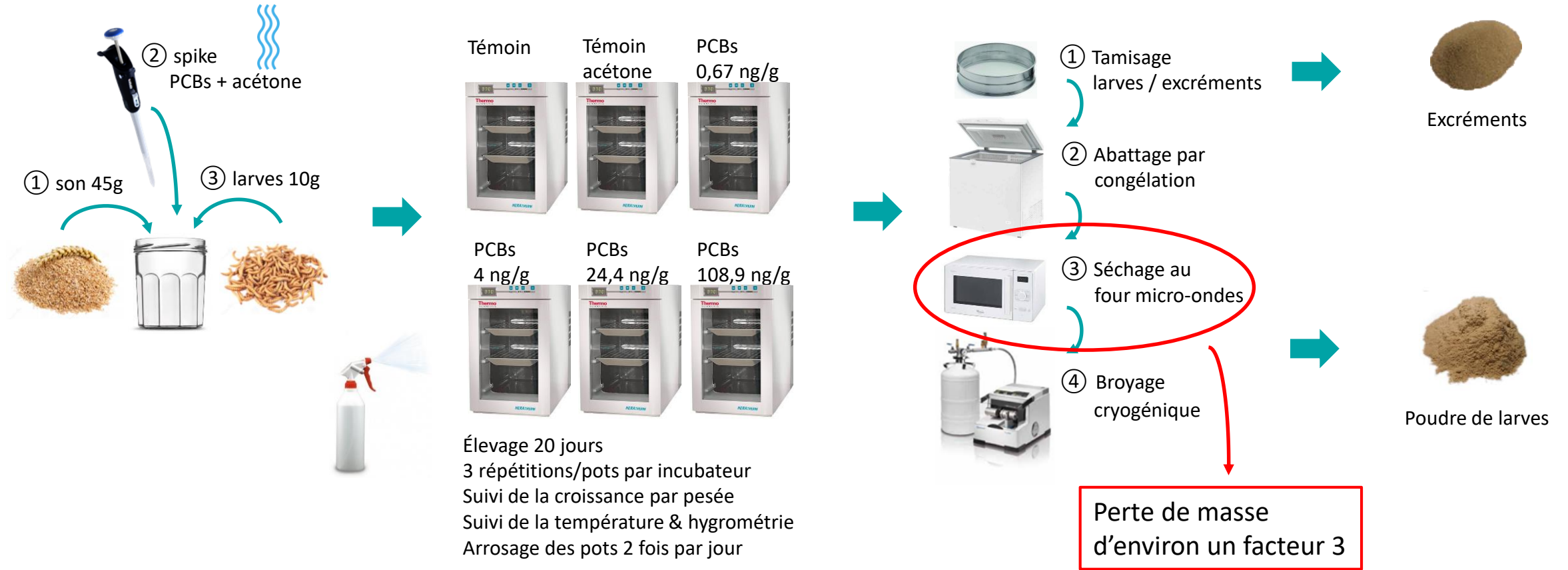
## ➤ Elevage pilote



- 6 incubateurs individuels
  - Tester plusieurs concentrations
  - Eviter les contaminations croisées
- Sous hotte aspirante
  - Renouvellement d'air
  - Sécurité des manipulateurs
- Température et humidité stable sur 24h



# ➤ Expérimentation





# ➤ Analyses des PCBs



**Extraction**



**Purification**



**Concentration**



**GC-MS**

Mise au point méthode

- + Identification spectromètre de masse
- Sensibilité



**GC-μECD**

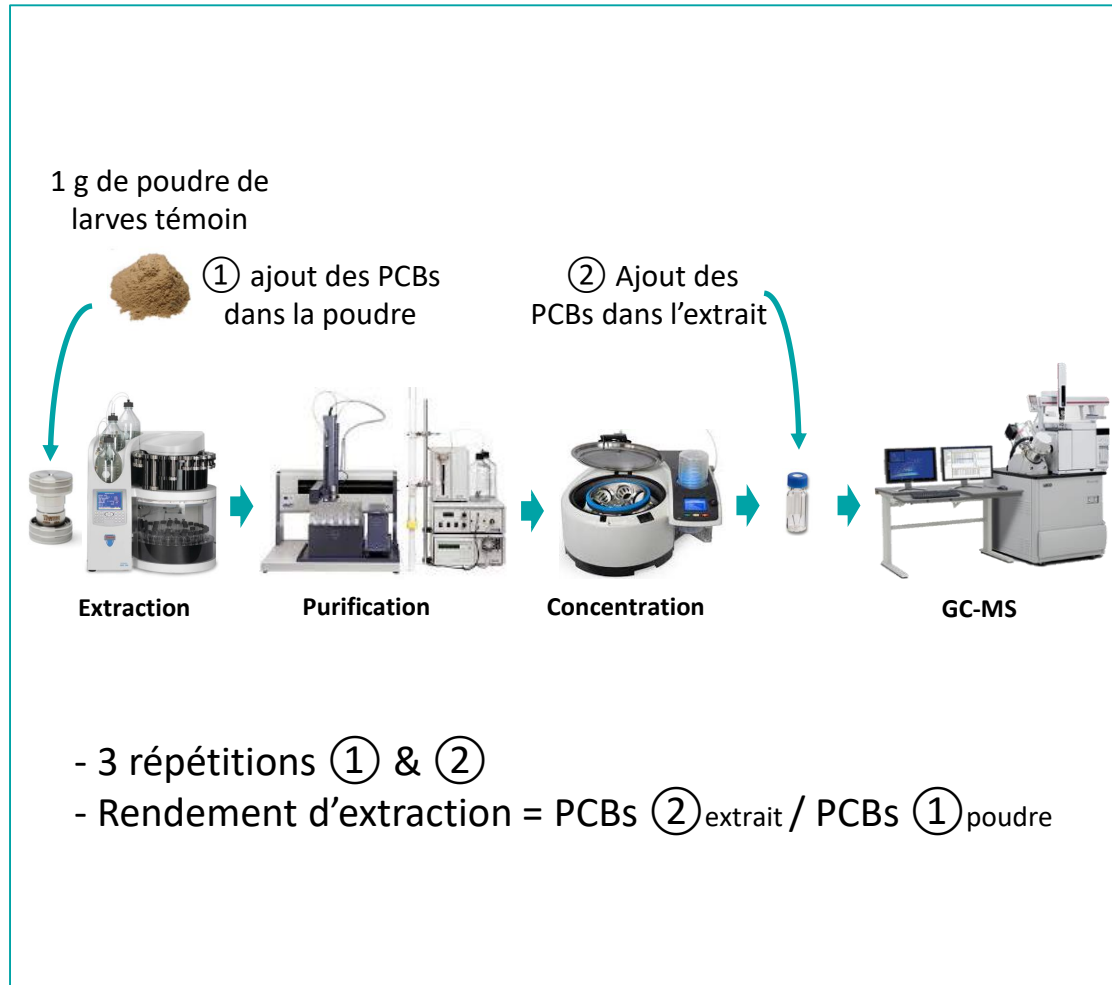
Quantification

- + Sensibilité aux PCB
- Identification par temps de rétention



**INRAE**

## ➤ Rendement d'extraction

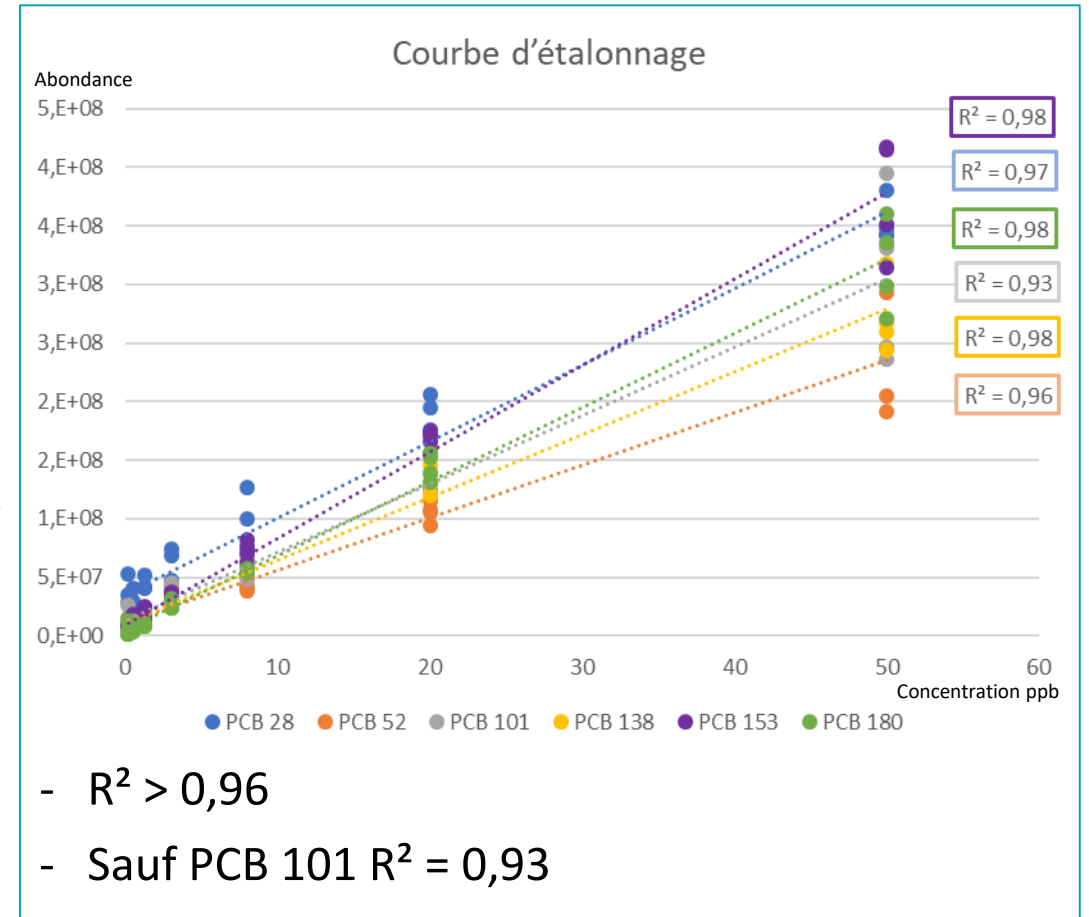
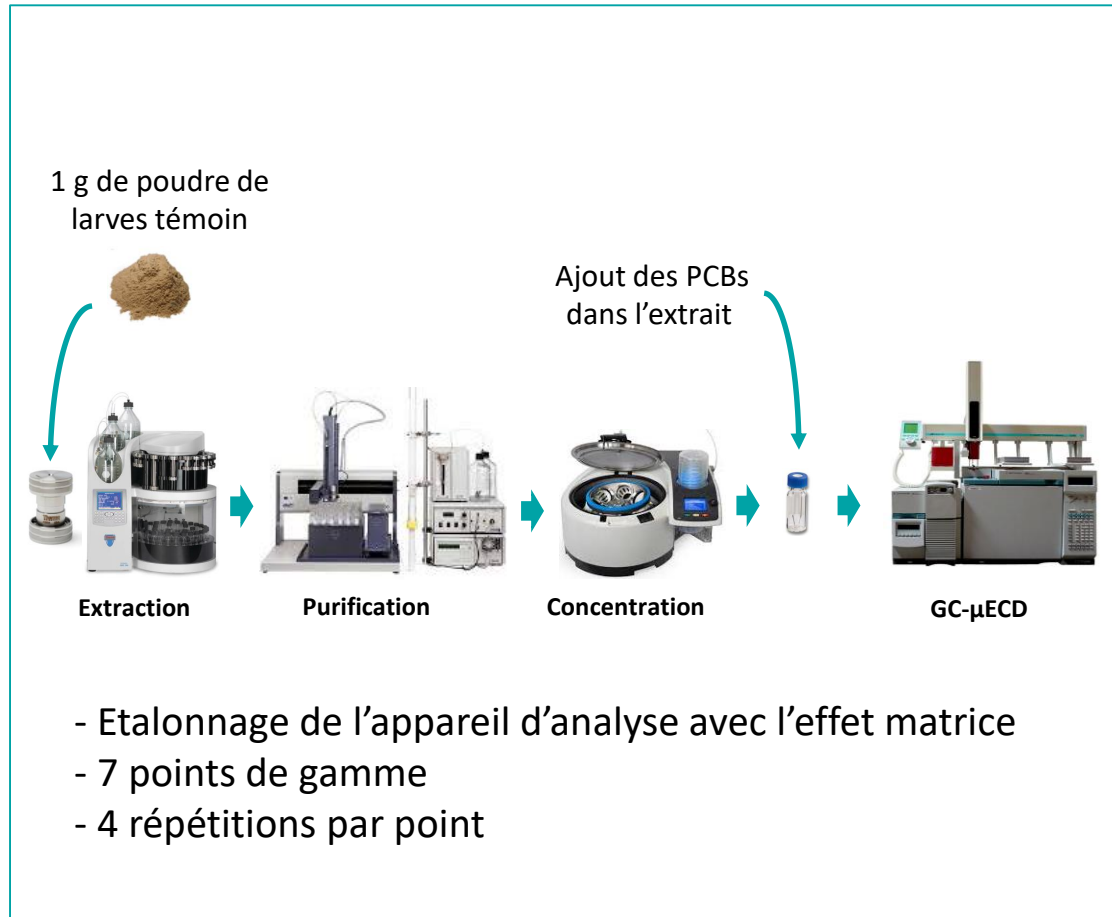


PCB	28	52	101	138	153	180
Rendement d'extraction	108%	110%	98%	107%	108%	129%
Coefficient de variation	17%	16%	18%	14%	16%	10%

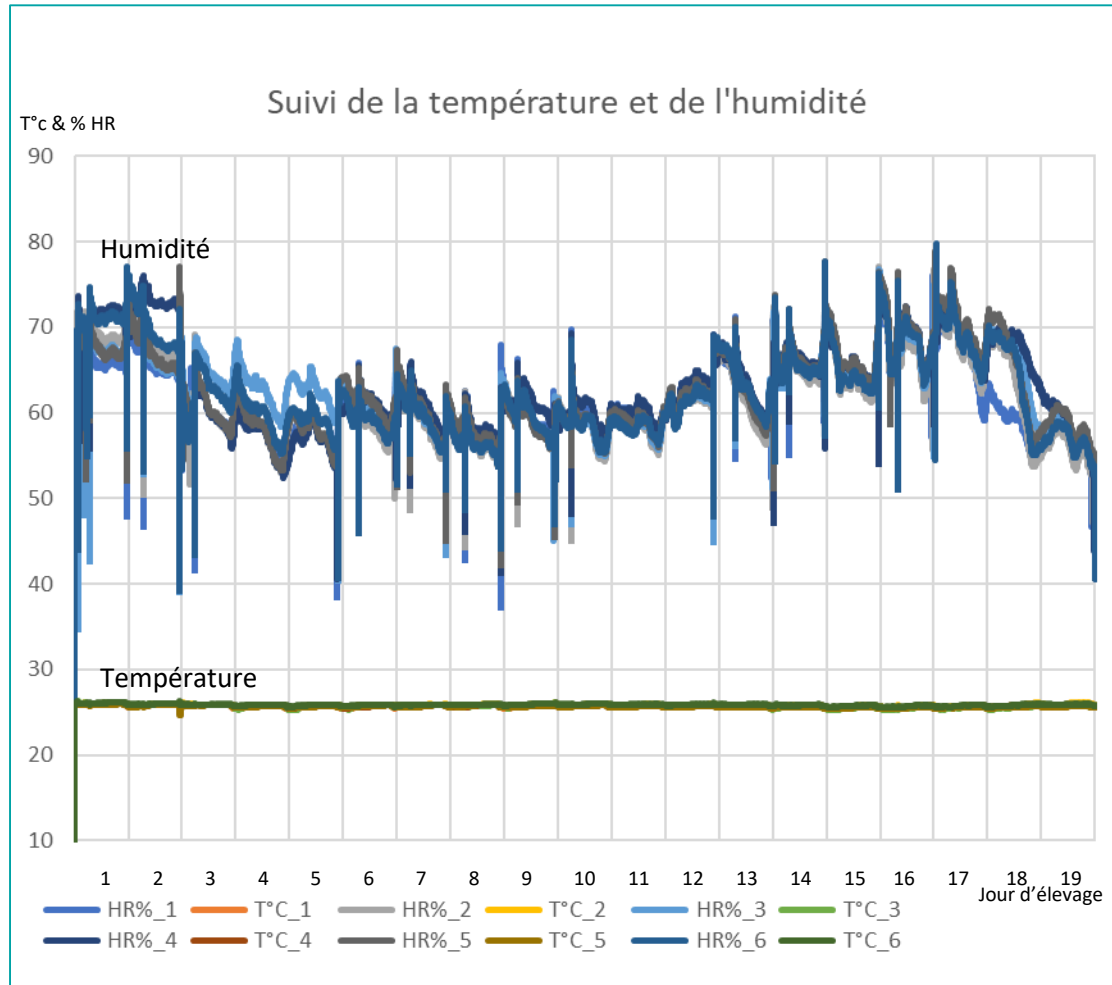
- Rendement d'extraction acceptable
  - 70% < rendement < 120% (cofrac LAB GTA26)
  - Sauf PCB 180 à 129%
- Coefficient de variation acceptable
  - < 20% (cofrac LAB GTA26)



## ➤ Courbes d'étalonnages

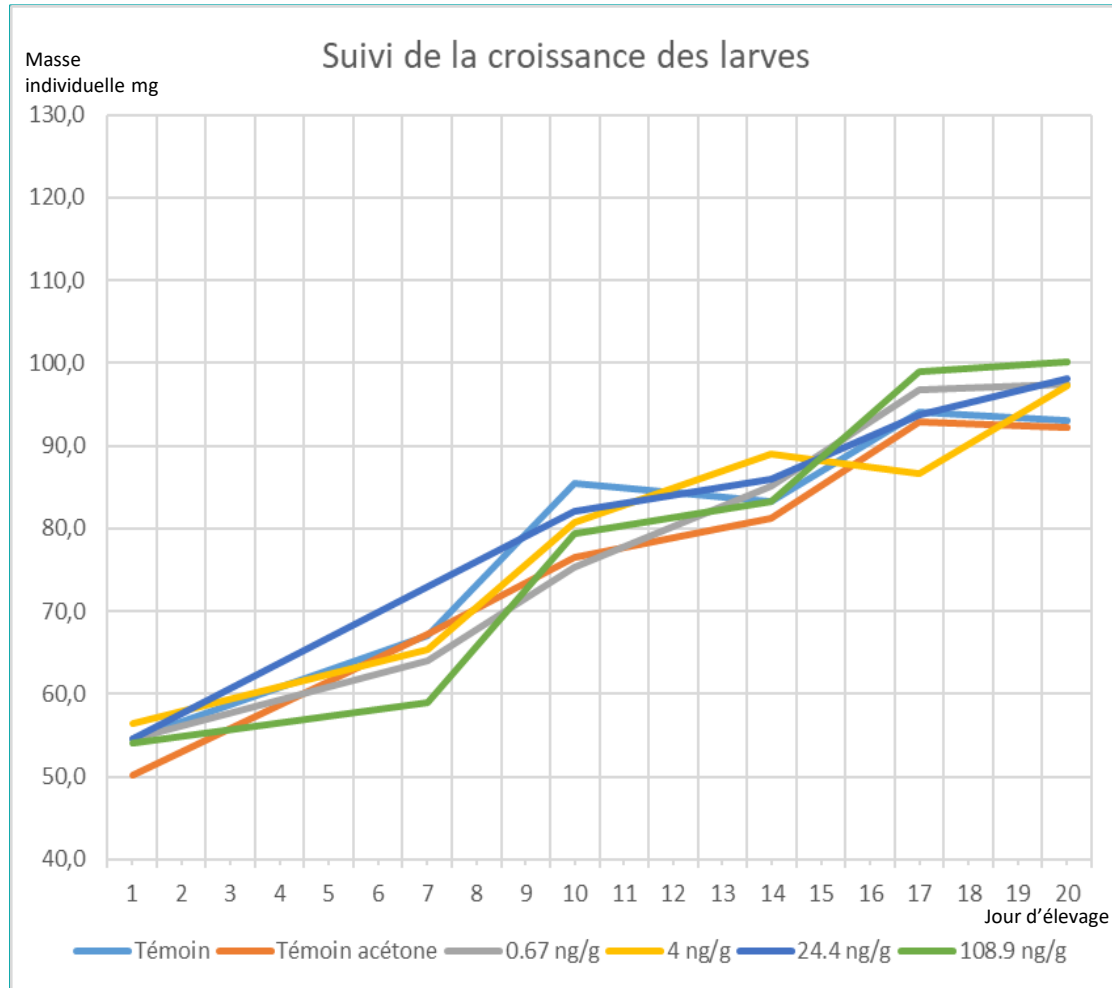


## ➤ Conditions d'élevage



- Conditions équivalentes pour chaque incubateur
  - Superposition des courbes
- Humidité
  - Pics: ouverture des portes pour arrosage & pesée des larves
  - Cible: 60%
  - 52% < HR < 76%, moyenne = 62,4%
  - Acceptable / conditions INVERS
- Température
  - Cible: 26°C
  - 25,5 < T° < 26,3, moyenne = 25,7%
  - Stable: régulation par effet pelletier

## ➤ Croissance des larves



### - Pesée

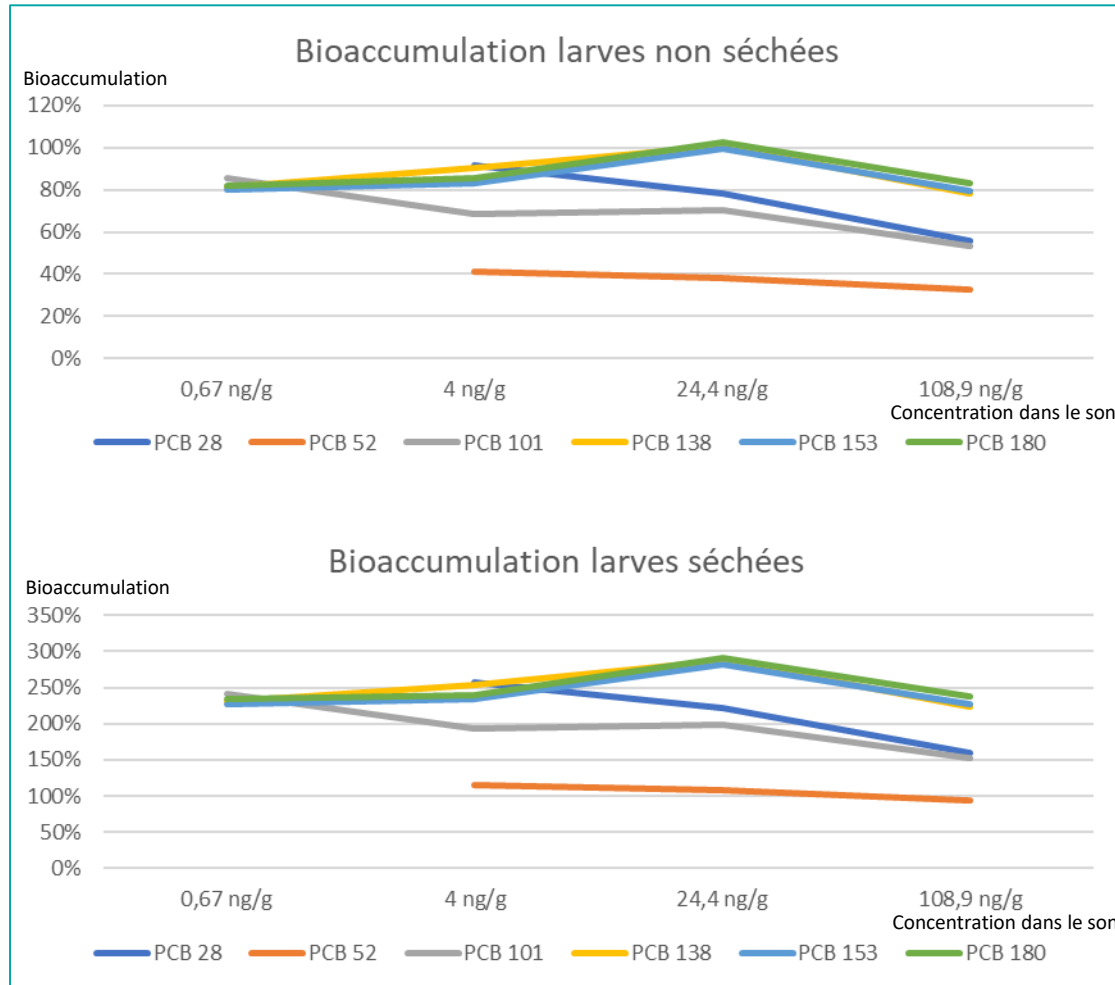
- Moyenne sur 20 larves: estimation de la masse individuelle

### - Croissance

- De J1: 54 mg à J20: 96 mg
- Equivalente aux élevages INVERS
- Equivalente quelque soit le niveau de contamination

## ➤ Résultats préliminaires

Bioaccumulation = concentration larves / concentration son



### - Larves non séchées

- Même ordre de grandeur quelque soit la concentration
- 53% < bioaccumulation < 103%, moyenne= 82%
- Sauf PCB 52 32% < bioaccumulation < 41%

### - Larves séchées

- Mêmes courbes: décalage axe Y
- 152% < bioaccumulation < 292%, moyenne= 231%
- Sauf PCB 52 93% < bioaccumulation < 116%

### - Effet de concentration au séchage

- On retrouve le facteur 3 dû au séchage
- Les PCBs sont lipophiles

## ➤ Conclusions & perspectives

### - Elevage pilote

- Reproduire les conditions réelles d'élevage en laboratoire
  - Amélioration de la gestion de l'humidité: système de régulation?, brumisation?...
  - Amélioration du contrôle du renouvellement d'air: système de régulation?, débitmètres?, iris?,...

### - Expérimentation

- Développer une méthode d'analyse des PCBs adaptée aux vers de farine
- Etudier l'effet de la contamination aux PCBs sur la croissance des larves
- Estimer la bioaccumulation et souligner l'importance du séchage
  - Finaliser la caractérisation de la performance de la méthode
  - Tester la robustesse de la méthode

### - Projet

- Lancer la thématique sécurité chimique des insectes pour l'alimentation
- Mettre en place l'élevage pilote
  - Tester d'autres familles de contaminants
  - Recherches sur d'autres insectes: mouche soldat noire -> valorisation des bio déchets urbains
  - Recherches sur d'autres aspects: qualité nutritionnelle, études sensorielles



## > Remerciements



- Sébastien CREPIEUX  
Président-Directeur Scientifique et Technique
- Ludovic TOURNIER  
Responsable Recherche et Développement



- Hanli wang  
stage IUT chimie
- Johanna RIVAS  
Stage Master2 Méthodes de recherche  
en Environnement, Santé, Toxicologie, Écotoxicologie





# Merci de votre attention



**INRAE**

Développement d'une installation pilote pour évaluer les risques sanitaires en entomoculture

J2M 2021/ F. Mercier

la mouche soldat noire (*Hermetia illucens*)  
la mouche domestique commune (*Musca domestica*)  
le ver de farine jaune (*Tenebrio molitor*)  
le ver de farine mineur (*Alphitobius diaperinus*)  
le grillon domestique (*Acheta domesticus*)  
le grillon à bandes (*Gryllodes sigillatus*)  
le grillon des champs (*Gryllus assimilis*)



**FEEDING VALUE OF INSECT MEALS IN TROUT AND POULTRY:  
DIGESTIBILITY AND EFFECT ON QUALITY OF PRODUCTS**



Burel C.<sup>1</sup>, Lessire M.<sup>2</sup>, Juin H.<sup>3</sup>, Rousseau P.<sup>3</sup>, Hallouis J-M.<sup>2</sup>,  
Aguirre P.<sup>1</sup>, Terrier F.<sup>1</sup>, Surget A.<sup>1</sup>, Pégourié G.<sup>1</sup>, Méteau K.<sup>3</sup>,  
Roy R.<sup>3</sup>, Médale F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRA, UMR 1419 Nutrition, Métabolisme, Aquaculture, INRA, F-64310 Saint Pée-sur-Nivelle, France  
<sup>2</sup> INRA, UR 0083 URA Recherches Avicoles. Centre de recherche Val de Loire, F-37380 Nouzilly, France.  
<sup>3</sup> INRA, UE 1206 EASM Unité Expérimentale Elevage Alternatif et Santé des Monogastriques. Centre de recherche de Poitou Charentes, F-17700 Saint-Pierre-D'Amilly, France.



	Farine de poisson	Ténébrion T1	Ténébrion T2	Ténébrion T3	Hermetia H1	Hermetia H2
Matière sèche (%)	92,8	96,3	94,6	92,0	91,5	93,6
Protéines (% MS)	<b>73,0</b>	<b>73,9</b>	<b>75,4</b>	<b>72,1</b>	61,3	57,7
Lipides (% MS)	11,4	9,6	7,0	10,6	15,9	14,4
Energie (kJ/g MS)	21,7	<b>24,5</b>	<b>23,4</b>	<b>24,5</b>	<b>24,7</b>	<b>24,2</b>
Cendres (% MS)	16,3	3,7	5,2	5,6	5,3	4,6
α-glucanes (% MS)	0,3	1,2	2,5	0,6	2,5	4,5
Phosphore (% MS)	2,1	0,9	1,2	1,1	1,1	0,8



**INRAE**

Développement d'une installation pilote pour évaluer les risques sanitaires en entomoculture

J2M 2021/ F. Mercier