

# Séminaire OPUR

## Contribution des sources domestiques à la contamination en biocides de l'environnement



Pierre Martinache, doctorant  
[pierre.martinache@enpc.fr](mailto:pierre.martinache@enpc.fr)



# Définition « biocide »

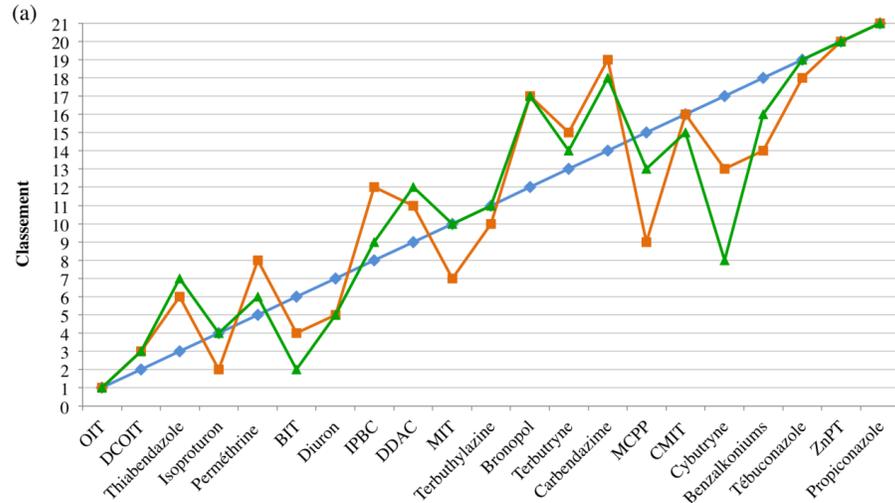


- Substances biocides = substances ayant une action biocide
- Biocides = substances biocides utilisées selon un usage défini par la BPR (n°528/2012)
- D'autres usages concernent les substances biocides
  - Détergent
  - Cosmétique
  - Phytosanitaire
  - Vétérinaire



# Les substances biocides au Leesu

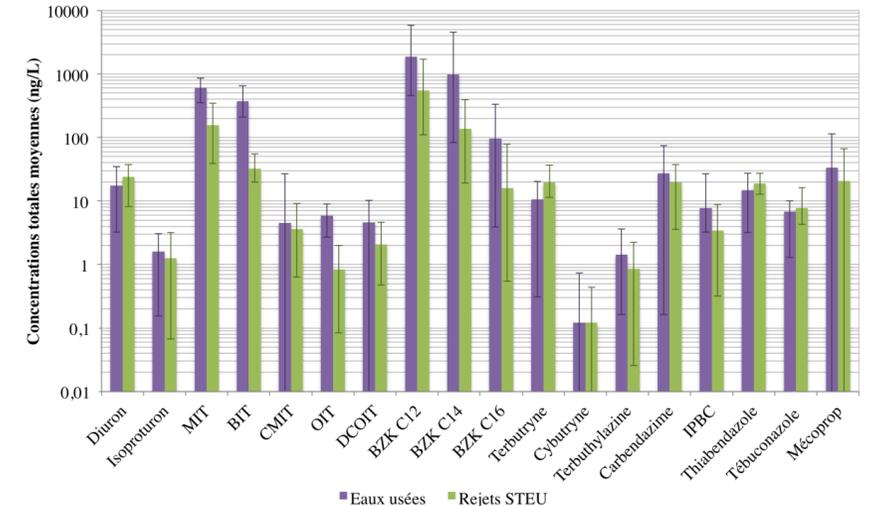
## Thèse de Claudia Paijens (2019) sur 18 biocides



Résultats de la priorisation en fonction du type de pondération



Développement de la méthode d'analyse par HPLC-MS/MS



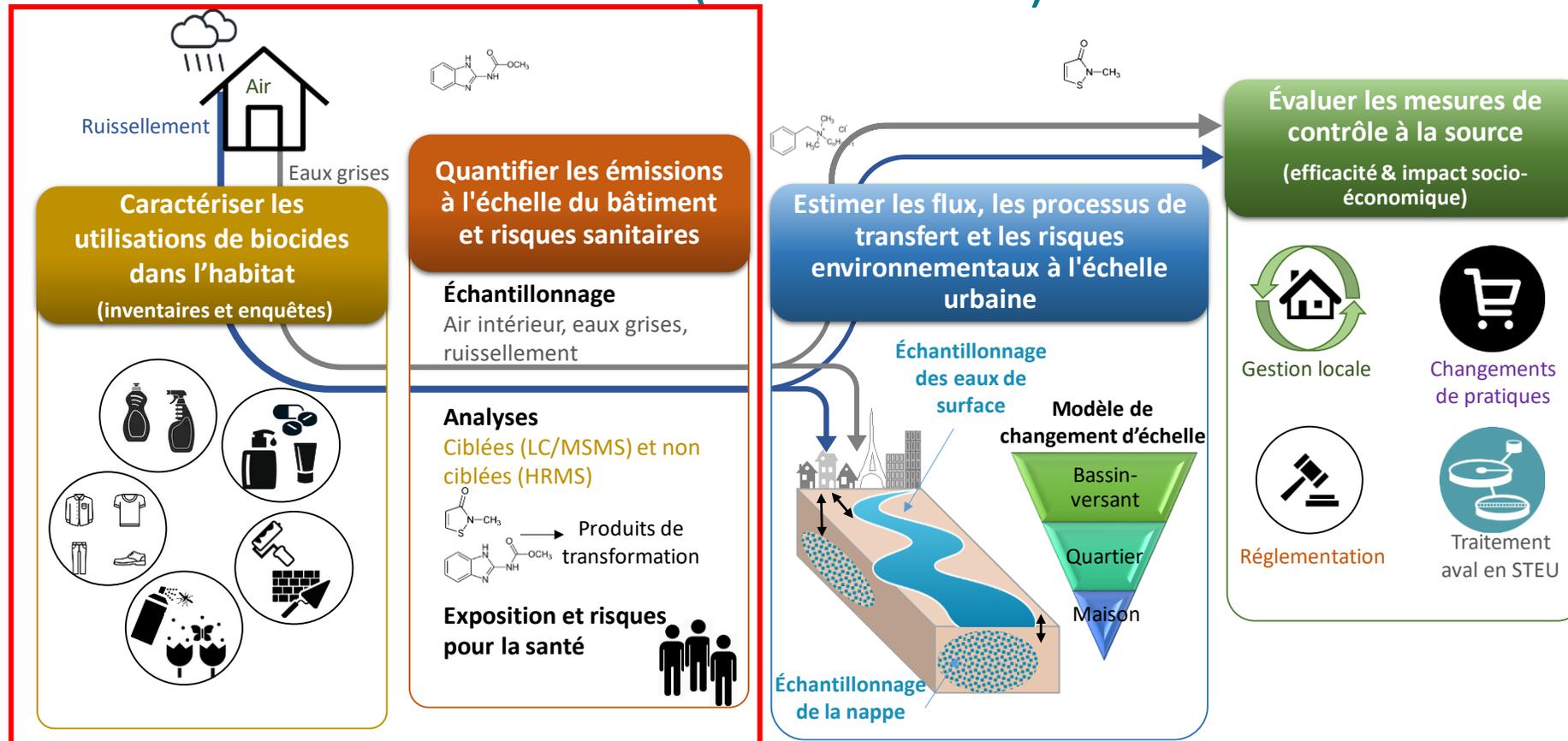
Concentrations totales moyennes mesurées par temps sec dans les eaux usées (n=6) et les rejets (n=6) de la STEU Seine Centre (échelle logarithmique)

## Plusieurs constats

- Présence de biocides dans les STEU par temps sec → origines domestiques
- Pose la question de la contamination de l'environnement intérieur et de l'exposition humaine

# Les substances biocides au Leesu

- Phase 5 du programme OPUR : action R 2.3
- Projet ANR Biocid@Home porté par Adèle Bressy
- Thèse de Pierre Martinache (2021 – 2024)

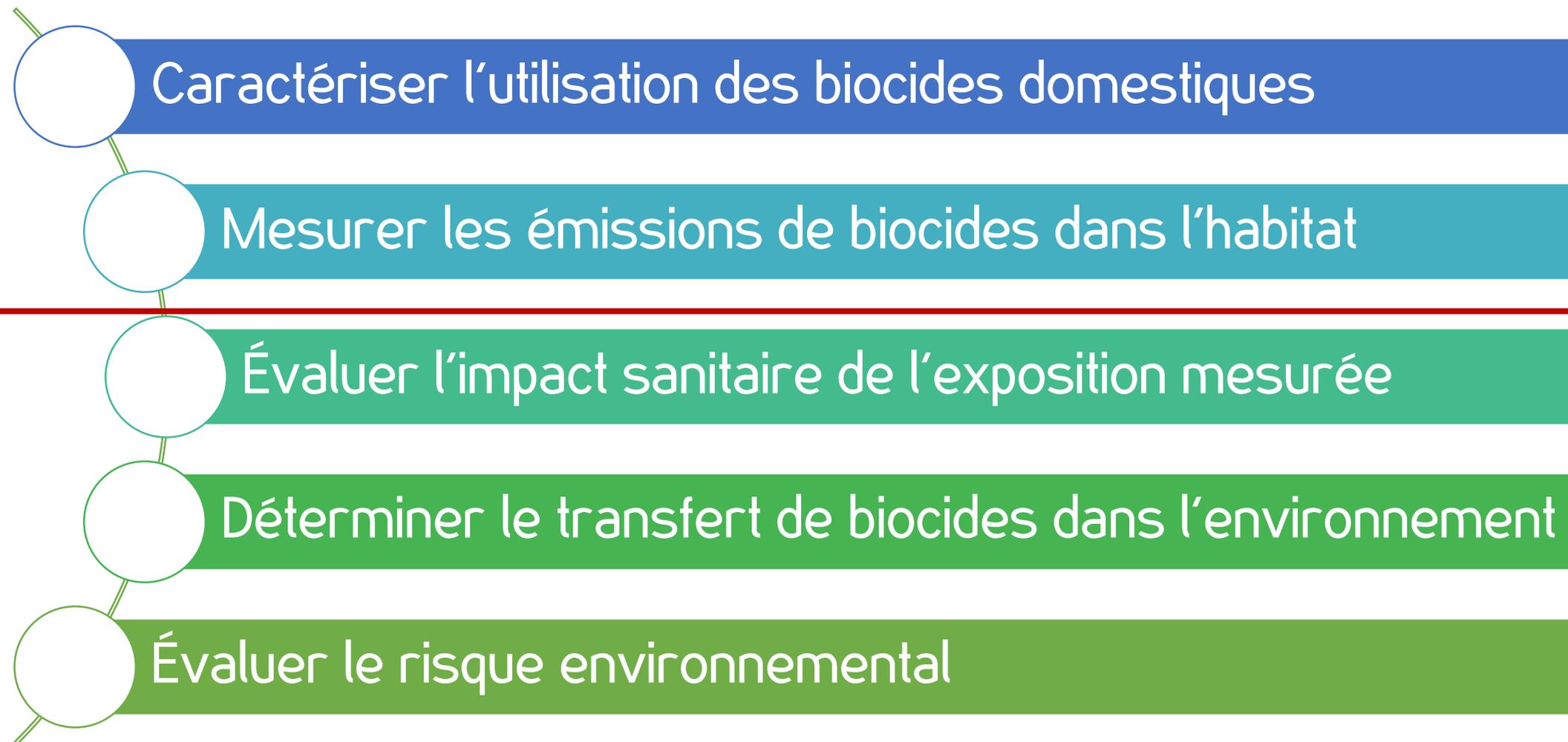


## Risques sanitaires et environnementaux liés à l'utilisation domestique de biocides : évaluation des émissions dans l'air intérieur et les eaux usées

1. Quelle est l'exposition aux substances biocides dans l'habitat et le risque sanitaire lié ?
2. Quelles sont les émissions de substances biocides de l'environnement domestique vers le milieu récepteur ?
3. Les émissions domestiques présentent-elles un risque pour l'environnement ?



# Objectifs de la thèse



Caractériser l'utilisation des biocides domestiques

Mesurer les émissions de biocides dans l'habitat

Évaluer l'impact sanitaire de l'exposition mesurée

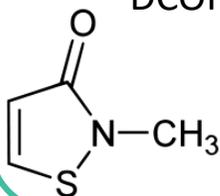
Déterminer le transfert de biocides dans l'environnement

Évaluer le risque environnemental

# 29 substances biocides sélectionnées

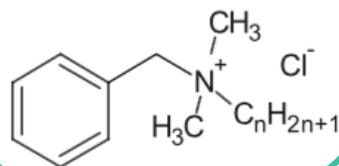
## Isothiazolinones

MIT  
CMIT  
BIT  
OIT  
DCOIT



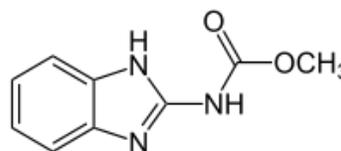
## Ammoniums quaternaires

DDAB  
Benzalkoniums  
(C12 à C18)



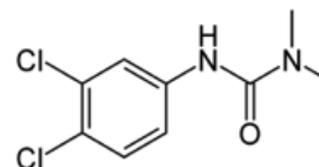
## Carbamates

Carbendazime  
IPBC



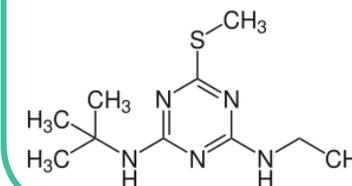
## Urées

Diuron  
Isoproturon  
Hexaflumuron  
Diflubenzuron



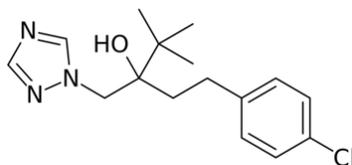
## Triazines

Terbutylazine  
Terbutryne  
Cybutryne



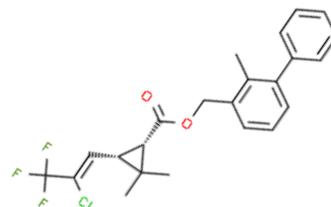
## Azoles

Propiconazole  
Tébuconazole  
Thiabendazole



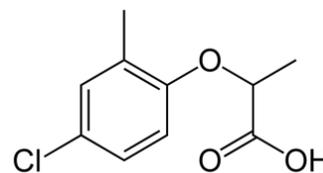
## Pyréthrinoïdes

Bifenthrine  
Cyperméthrine  
Deltaméthrine  
Perméthrine



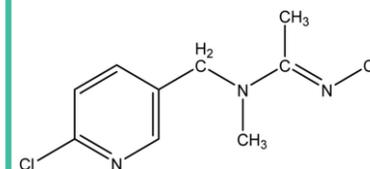
## Phénoxy acide

Mécoprop



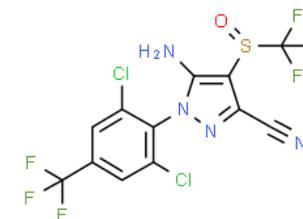
## Néonicotinoïde

Acétamipride



## Phénylpyrazole

Fipronil



# Bibliographie

# Bibliographie – Réglementation BPR

Plusieurs réglementations pour les substances étudiées selon leur usage :

## Usage « Biocides »

- Règlement européen n° 528/2012
- Classement en **22 types de produits** répartis dans **4 grandes familles** : les désinfectants, les produits de protection, les produits de lutte contre les nuisibles et les autres produits biocides
- En attente : les nouvelles substances actives toujours en examen et les anciennes en réexamen sont admises sur le marché
- Autorisé ou interdit pour un type de produits : peuvent donc être refusé ET autorisé

*Ex : CBZ refusé en PT-09, accepté en PT-07 et PT-10*

## Usage « phytopharmaceutiques »

### Autorisé

ACE	HFU
BFT	IPBC
CBZ	MIT
CPMT	OIT
DCOIT	PMT
DFB	PPC
DMT	TEB
FIP	
BAC C12-C16	
MIT/CMIT	

### En attente

BIT	IPU
CMIT	MIT
DCOIT	OIT
DIU	TB
IPBC	THB
BAC C12-C14	
BAC C12-C18	
BAC C12-C16	

### Interdit

CBY	CBZ
-----	-----

### Pas de mention

DDAB	M CPP
BAC	TBZ
BAC C16-C18	

# Bibliographie – Réglementation BPR

## Désinfectants

- TP1 : Hygiène humaine
- TP2 : Désinfectants
- TP3 : Hygiène vétérinaire
- TP4 : Surfaces en contact avec les aliments
- TP5 : Eau potable

## Produits de protection

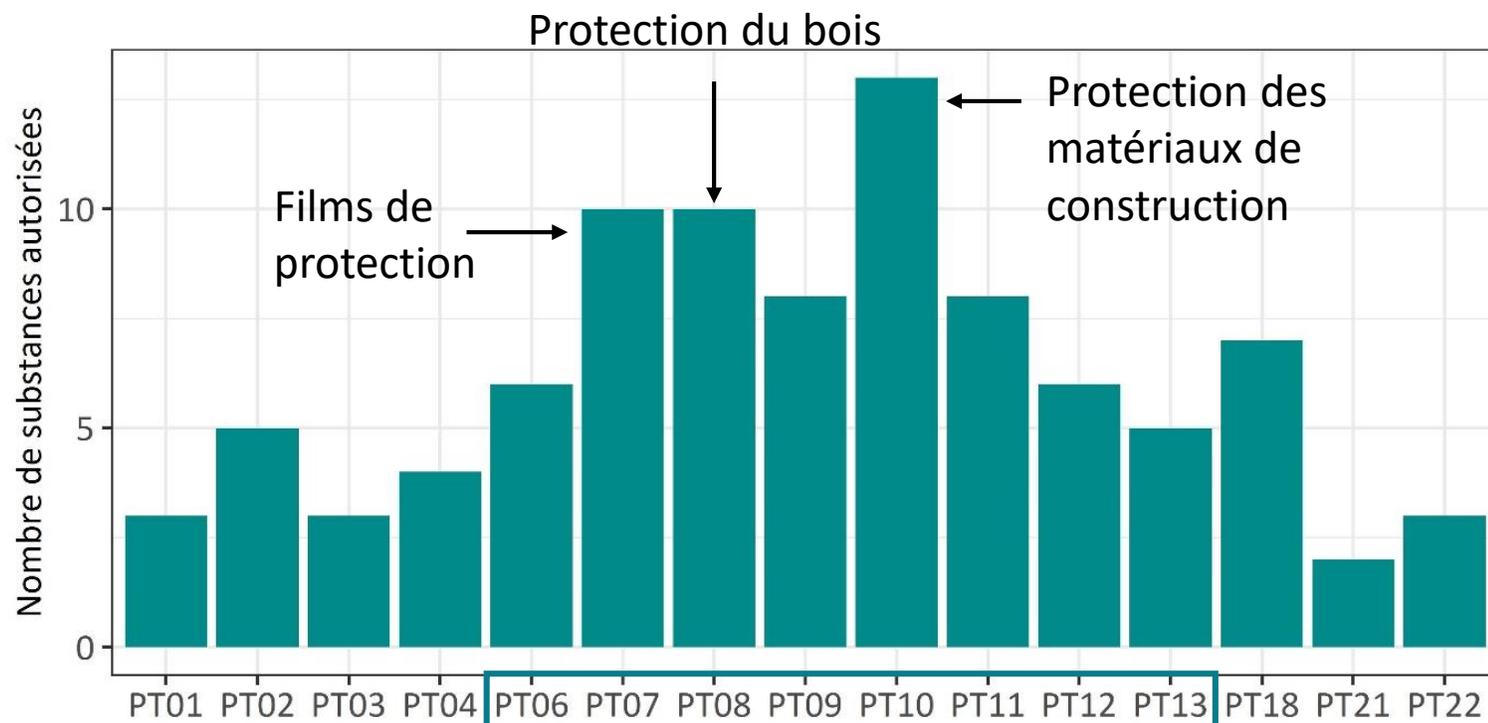
- TP6 : Protection pendant le stockage
- TP7 : Protection des pellicules
- TP8 : Protection du bois
- TP9 : Protection des fibres/cuir/caoutchouc/polymères
- TP10 : Protection matériaux de construction
- TP11 : Protection des liquides pour les systèmes de refroidissement
- TP12 : Produits anti-biofilm
- TP13 : Protection des fluides de travail ou de coupe

## Produits de lutte contre les nuisibles

- TP14 : Rodenticides
- TP15 : Avicides
- TP16 : Molluscicides, vermicides et autres invertébrés
- TP17 : Piscicides
- TP18 : Insecticides, acaricides et autres arthropodes
- TP19 : Répulsifs et appâts
- TP20 : Lutte contre d'autres vertébrés

## Autres produits biocides

- TP21 : Produits antialissure
- TP22 : Fluides utilisés pour l'embaumement et la taxidermie



# Bibliographie – Réglementations

Plusieurs réglementations pour les substances étudiées selon leur usage :

Usage « Biocides »

- Règlement européen n°1107/2009
- Chaque produit phytopharmaceutique nécessite une AMM délivrée par le ministère de l'agriculture de l'État.
- À partir de 2019, les phytopharmaceutiques de synthèse sont interdits aux particuliers ainsi qu'aux établissements publics.

Usage « phytopharmaceutiques »

## Autorisé

ACE	TEB
CPMT	TBZ
DMT	THB
MCPPP-P	

## Interdit (expiration de l'approbation)

BFT (2019)	MCPPP(2017)
CBZ (2014)	PMT (2000)
DFB (2020)	PPC (2018)
DIU (2007)	TB (2002)
FIP (2017)	BAC C12-C16 (2002)
HFU(2004)	
IPU (2016)	

## Pas de mention

BAC *	MIT
BIT	OIT
CBY	
CMIT	
DCOIT	
DDAB	
IPBC	

\* = Seul et autres mélanges

# Bibliographie – Réglementations

Plusieurs réglementations pour les substances étudiées selon leur usage :

Usage « Biocides »

Usage « phytopharmaceutiques »

Usage « Cosmétique »

- Règlement européen n°1223/2009
- Liste des substances autorisées **avec des restrictions** et des substances interdites

## Autorisé

Substances	Concentrations maximales
IPBC	0,0075 – 0,02% *
MIT	0,0015% *
CMIT	0,0015% *
BAC en mélange	3% (non conservateur) 0,1% *
CMIT/MIT	0,0015% *

\* = Admis comme agent conservateur

## Interdit

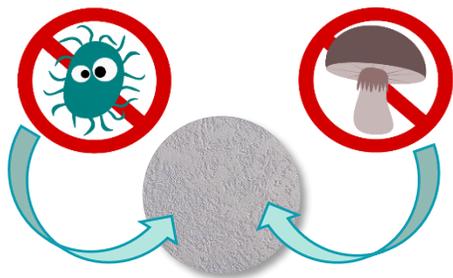
BFT    IPU  
CBZ    TEB  
DIU

## Pas de mention

ACE    HFU  
BAC seuls    MCPP  
BIT    MCPP-P  
CBY    OIT  
CPMT    PMT  
DCOIT    PPC  
DDAB    TB  
DFB    TBZ  
DMT    THB  
FIP

# Bibliographie – Usages dans les matériaux du bâti

## Utilisation sur le bâti



**Peintures et enduits des façades ou des toits : bactéricides et fongicides.**

Isothiazolinones (MIT, BIT, DCOIT, OIT) <sup>1, 2, 3, 4</sup>

Carbendazime <sup>3, 5, 6, 7, 8</sup>

IPBC <sup>1, 2, 5, 6</sup>

Diuron <sup>3, 5, 6</sup>

Terbutryne <sup>7</sup>



**Traitement anti-mousse des toitures : herbicides.**

BAC C12 à C18 <sup>15</sup>

**Herbicides : membrane pour toits plats**

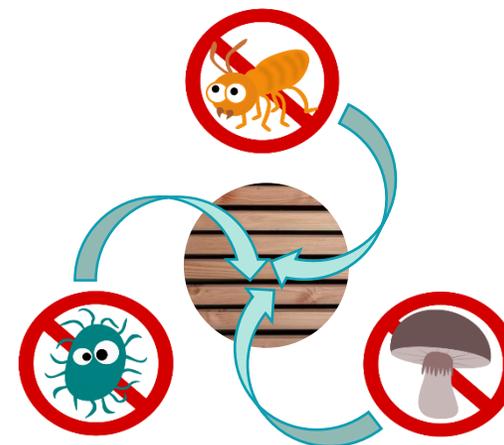
MCPP <sup>5, 1</sup>

**Insecticides : traitement préventif et/ou curatif**

Hexaflumuron <sup>9, 10</sup>

Diflubenzuron <sup>10</sup>

Perméthrine <sup>13</sup>



**Bactéricides et fongicides: traitements multi-usages ou lasure du bois**

Tébuconazole <sup>11, 12, 13, 14</sup>

IPBC <sup>11, 12</sup>

Propiconazole <sup>11, 12, 13, 14</sup>

1 : Styszko et al. 2015

2 : Schoknecht et al. 2009

3 : Bollmann et al. 2016

4 : Bollmann et al. 2017

5 : Burkhardt et al. 2011

6 : Burkhardt et al. 2012

7 : Jungnickel et al. 2008

8 : Wang et al. 2019

9 : Gambetta et al. 2000

10 : Lewis et al. 2016

11 : Kukowski et al. 2018

12 : Kunniger et al. 2014

13 : Schoknecht et al. 2020

14 : Bollmann et al. 2014

15 : Gromaire et al. 2015

# Bibliographie – Usages domestiques

## Utilisation en tant que produits phytopharmaceutiques, détergents, vétérinaires et dans les cosmétiques

**Conservateurs :**  
bactéricides, virucides,  
fongicides

CMIT/MIT 26, 27, 28, 29, 33, 34,  
37

BIT 26, 28

BAC 30, 32, 33, 34, 37, 44, 46

IPBC 34, 35, 36, 37, 45



**Désinfectants :**  
bactéricides, virucides,  
fongicides

BAC 30, 32, 33, 34, 37, 44, 46

DDAC 44, 45, 46, 47

**Traitement préventif  
et/ou curatif : insecticide**

Fipronil 38, 41

Perméthrine 38, 41

Deltaméthrine 31, 41

Cyperméthrine 31, 41

Thiabendazole 40, 43



**Traitement préventif et/ou curatif**

**Insecticides**

Hexaflumuron 3, 4, 5

Diflubenzuron 6, 7, 8, 42

Fipronil 1, 9, 10, 16, 20

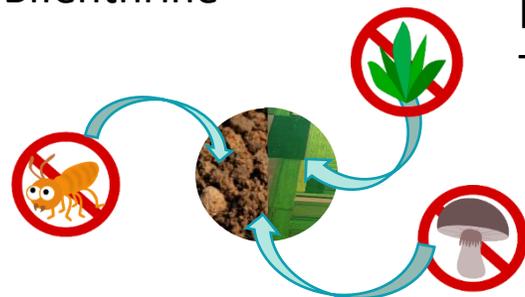
Acétamipride 10, 11, 12, 42

Deltaméthrine 1, 2, 8, 11, 20

Perméthrine 1, 2, 8, 13, 20

Cyperméthrine 2, 8, 11, 12, 20

Bifenthrine 2, 8, 16



**Fongicides**

Tébuconazole 22, 23, 24, 42

Carbendazime 20, 24, 25, 42

Propiconazole 20, 22, 25, 42

Thiabendazole 25, 39, 42

**Herbicides**

Terbuthylazine 14, 15, 17, 22, 42

Mécoprop 18, 19, 20

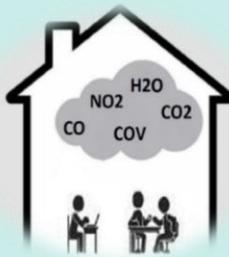
Terbutryne 15, 20, 22, 42

Diuron 15, 20, 21, 42

Isoproturon 20, 21, 23, 42

- 1 : Oudejans et al. 2020
- 2 : Lucattini et al. 2018
- 3 : Khorshidi et al. 2019
- 4 : A.Gad et al. 2022
- 5 : Kimia Mirhaghpour et al. 2015
- 6 : Talebpour et al. 2007
- 7 : Sankar et al. 2021
- 8 : Guz et al. 2020
- 9 : Wazir et al. 2022
- 10 : Saka et al. 2021
- 11 : Erdogan et al. 2021
- 12 : Mokkaapati et al. 2022
- 13 : Hoang et al. 2015
- 14 : Santos Pereira et al. 2017
- 15 : Herrero-Hernandez et al. 2017
- 16 : Weston et al. 2015
- 17 : Oriol et al. 2021
- 18 : Fletcher et al. 2004
- 19 : Sanford et al. 2021
- 20 : Mojiri et al. 2020
- 21 : Sigurnjak et al. 2020
- 22 : Celic et al. 2021
- 23 : Papadopoulou et al. 2016
- 24 : Wang et al. 2016
- 25 : Fares et al. 2021
- 26 : Alvarez-Rivera et al. 2012
- 27 : De Groot et al. 1989
- 28 : Garcia-Hidalgo et al. 2018
- 29 : Bettero et al. 1985
- 30 : C. DeLeo et al. 2021
- 31 : Lillcrap et al. 2015
- 32 : Wang et al. 2020
- 33 : Bilal et al. 2019
- 34 : Gonzalez-Munoz et al. 2014
- 35 : Palmer et al. 2017
- 36 : Frauen et al. 2001
- 37 : Pastor-Nieto et al. 2017
- 38 : Franc et al. 2015
- 39 : White et al. 1978
- 40 : Yilmaz et al. 2017
- 41 : Lavy et al. 2022
- 42 : Casado et al. 2019
- 43 : Tejada-Casado et al. 2018
- 44 : Jia et al. 2022
- 45 : Bailey et al. 1999
- 46 : C. DeLeo et al. 2020
- 47 : Park et al. 2020

# Bibliographie – Contamination de l'environnement intérieur

Poussières	Air intérieur	Eaux grises
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>16 substances mesurées</b></li><li>• 23 études différentes</li><li>• Pyréthriinoïdes, azoles et néonicotinoïdes</li><li>• Jusqu'à 220 000 ng/g</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>3 substances mesurées</b></li><li>• 4 études différentes</li><li>• Uniquement des pyréthriinoïdes</li><li>• Jusqu'à 10 ng/m<sup>3</sup></li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>1 substance mesurée</b></li><li>• 1 étude</li><li>• Benzalkoniums chlorides</li><li>• De l'ordre de 10 µg/L</li></ul> 

## Poussières

- 1 : Mahler et al. 2009
- 2 : Julien et al. 2008
- 3 : Blanchard et al. 2014
- 4 : Becker et al. 2006
- 5 : Quiros-Alcala et al. 2015
- 6 : Rudel et al. 2003
- 7 : Salis et al. 2017
- 8 : Wang et al. 2019
- 9 : Shin et al. 2020
- 10 : Schenk et al. 1997
- 11 : Bennett et al. 2019
- 12 : Berger-Preib et al. 2002
- 13 : Blanchard et al. 2014b
- 14 : Chen et al. 2022
- 15 : Deziel et al. 2015
- 16 : Kim et al. 2021
- 17 : Liu et al. 2022
- 18 : Figueiredo et al. 2022
- 19 : Madrigal et al. 2021
- 20 : Shi et al. 2020
- 21 : Yang et al. 2022
- 22 : Bradman et al. 2007
- 23 : Harnly et al. 2009

## Air

- 11 : Blanchard et al. 2014
- 12 : Schenk et al. 1997
- 13 : Laborie et al. 2016
- 14 : Lopez et al. 2021

## Eaux grises

- 15 : Butkovskiy et al. 2016

- **Manque de données dans les poussières**
- **Très peu de données dans l'air et les eaux grises**
  - **Majorité de pyréthriinoïdes**

# Caractériser l'utilisation des biocides domestiques

## ● Bases de données

- Via le MTE et la plateforme Simmbad
- Sur le site de [geo.data.gouv](https://geo.data.gouv.fr/) avec le BNVD (bureau national des ventes des distributeurs)
- Via l'ANSM et les codes ATC (anatomic therapeutic classification)
- Sur le logiciel Mintel

## ● Inventaire sur les formulations : stage L3 Clément Hamel

- Supermarché
- Magasin de bricolage

## ● Questionnaire sur les pratiques domestiques des individus

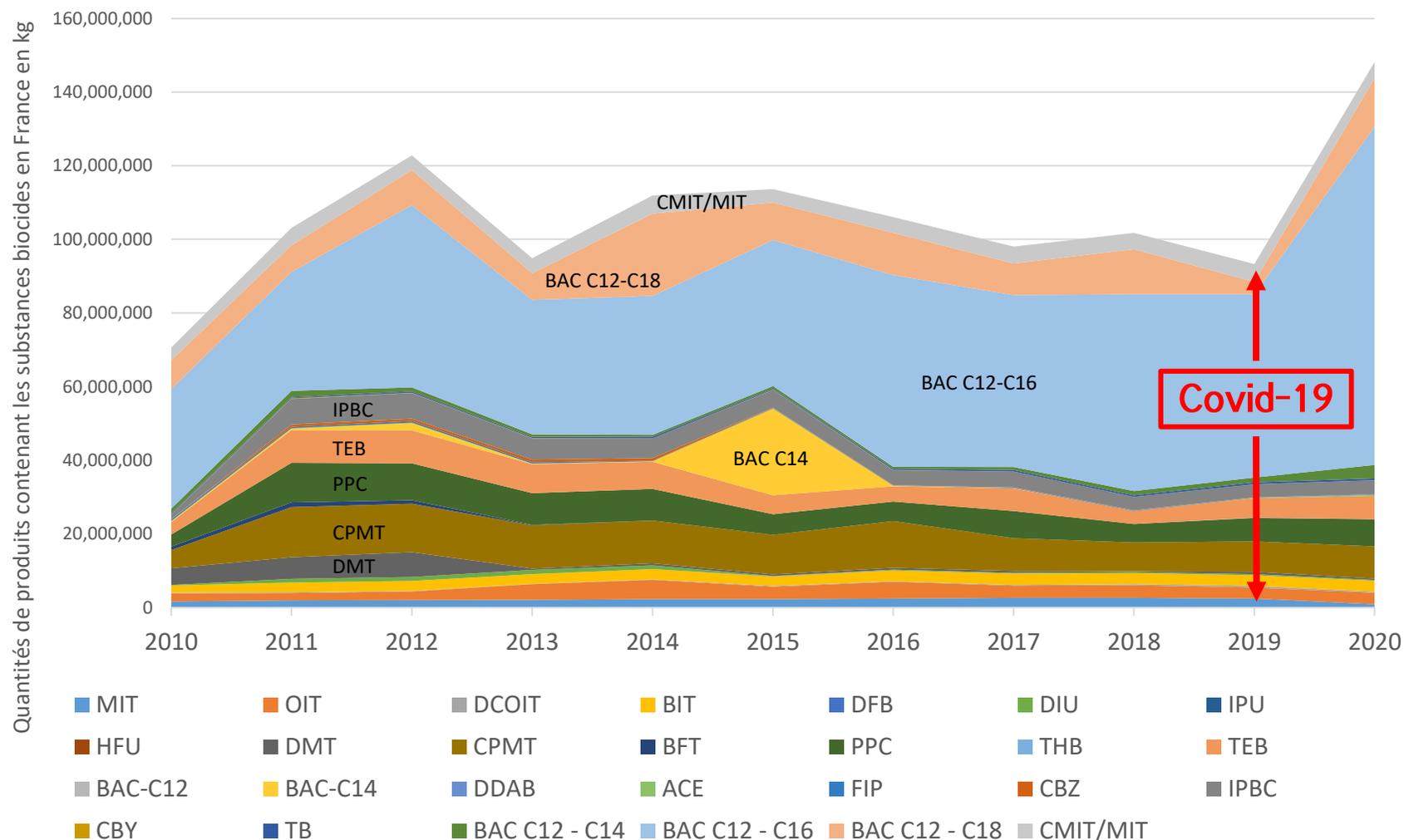
- Caractéristiques du logement
- Pratiques des habitants (produits utilisés...)
- Perception des risques

# Résultats – Données de vente

## Produits biocides (SIMMBAD)

- Données extraites sur SIMMBAD (18/10/2021)
- Valeurs entre 2010 et 2020
- Produits mis sur le marché et contenant la substance biocide en France et en kg

Évolution des tonnages mis sur le marché biocide en France entre 2010 et 2020 (Source: Simmbad)

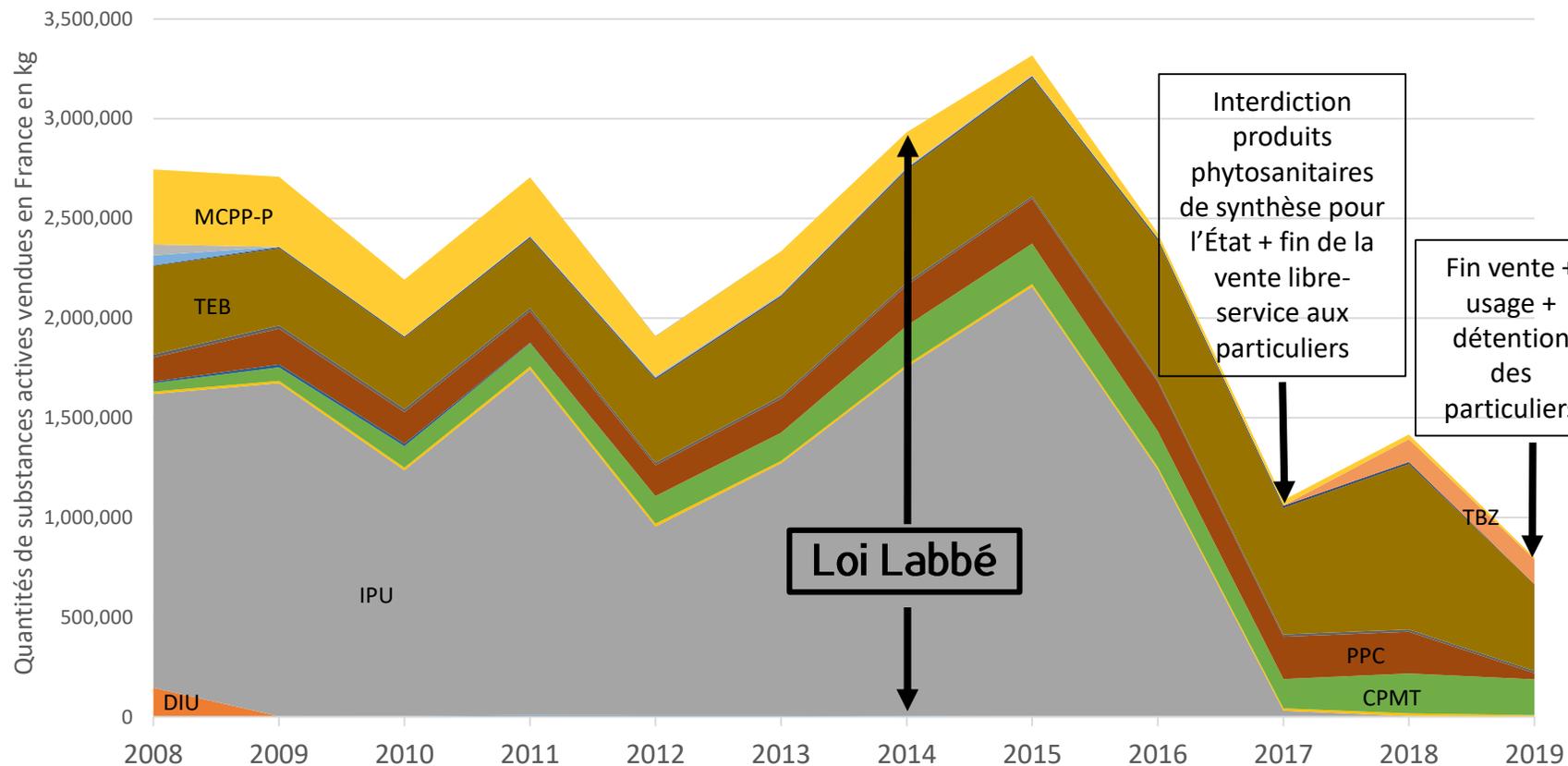


# Résultats – Données de vente

## Produits phytosanitaires (BNVD)

- Données extraites sur le BNVD (20/10/2021)
- Valeurs entre 2008 et 2019
- Achats et ventes de substances actives en France en kg

Évolution des quantités de pesticides vendus en France entre 2008 et 2019 (Source : BNVD)

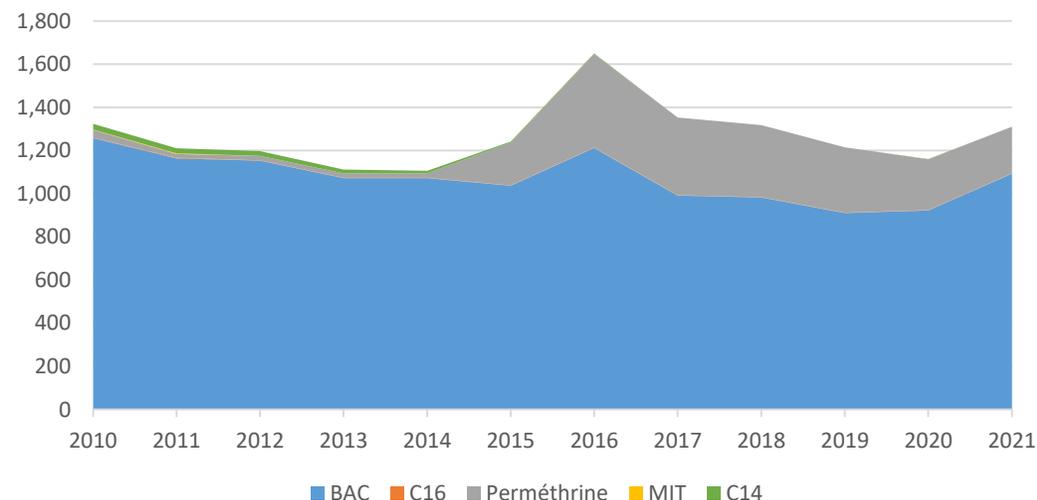


# Résultats – Données de vente

## Produits pharmaceutiques (ANSM)

- Données extraites par l'ANSM le 6 septembre 2022
- Valeurs entre 2010 et 2021
- Ventes des laboratoires aux officines et établissements de santé
- Bon proxy de la consommation car peu de stocks réalisés (ANSM)

Quantités de substances biocides vendues des laboratoires aux officines et établissements de santé (kg)



Nombre de médicaments contenant la substance biocide sur le site Vidal (03/06/2022)

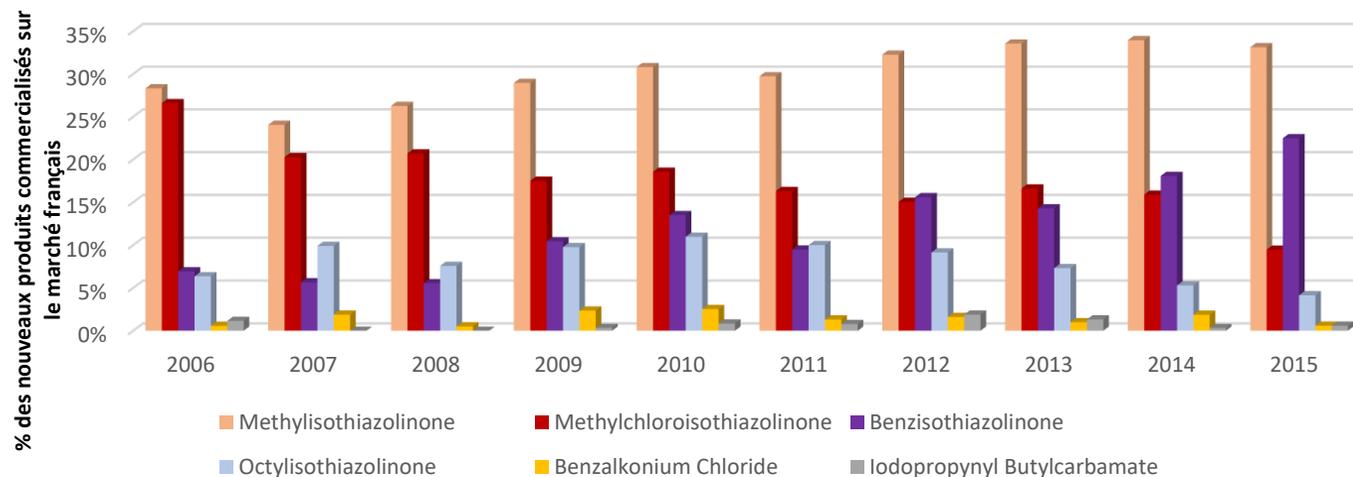


# Résultats – Données de commercialisation

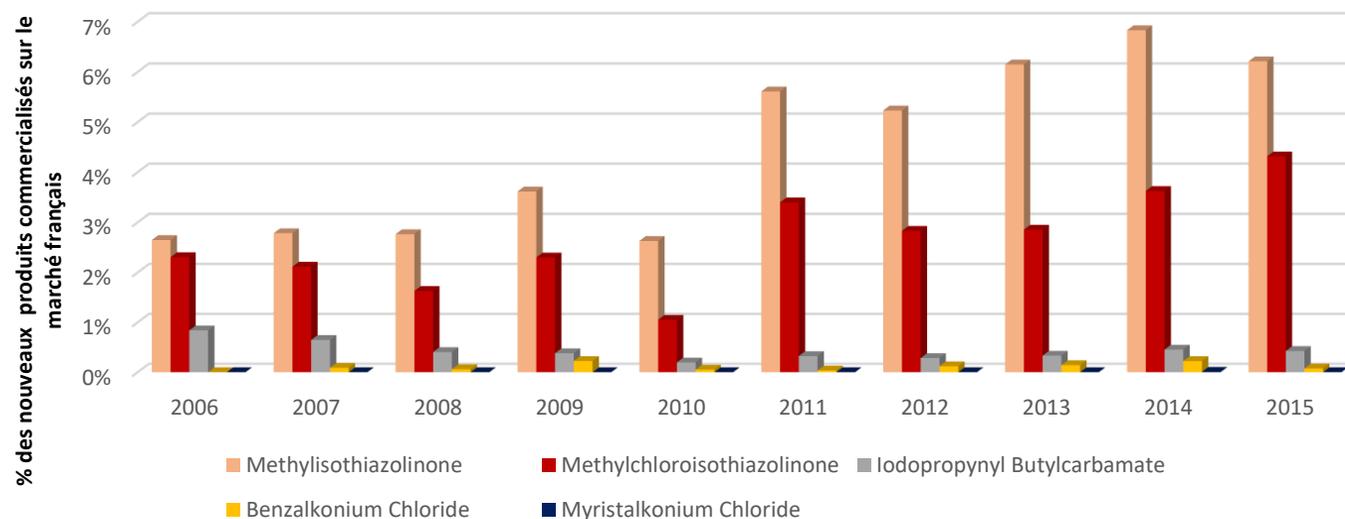
## Produits de consommation (MINTEL)

- Données extraites sur Mintel en mai 2015
- Valeurs entre Janvier 2006 et Mai 2015
- Pourcentage de nouveaux produits mis sur le marché contenant la substance

Produits d'entretien

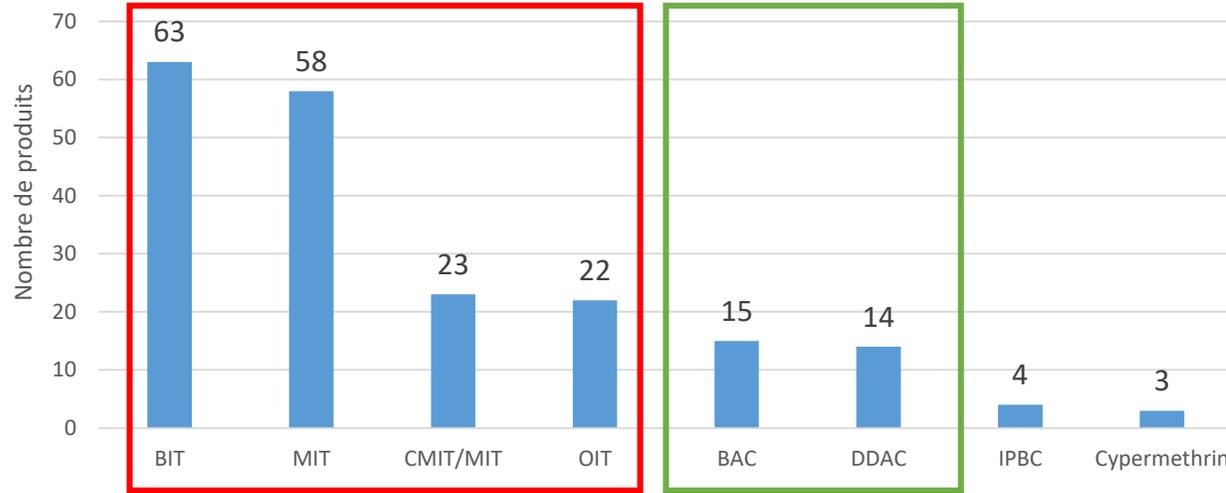


Produits cosmétiques

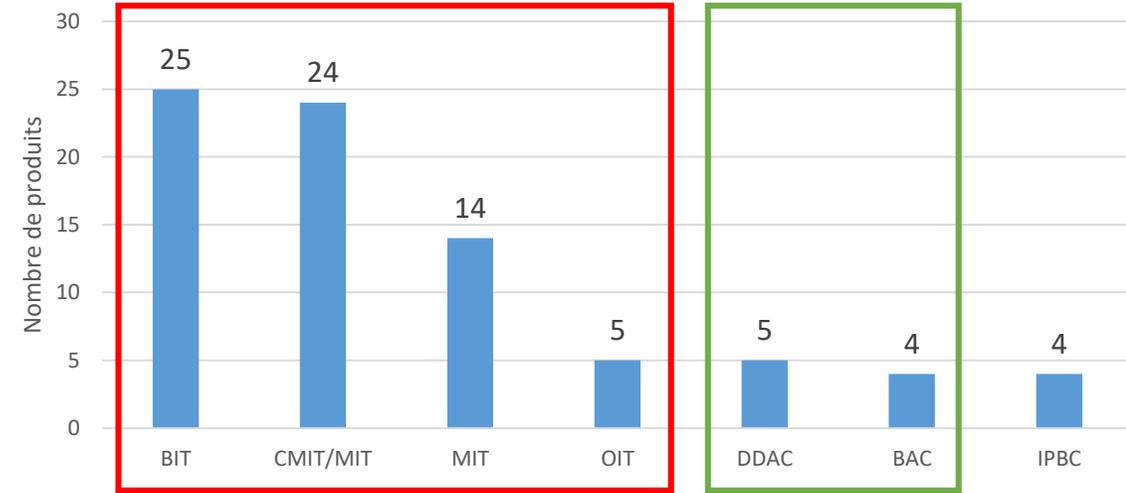


# Résultats – Inventaires des formulations en supermarché

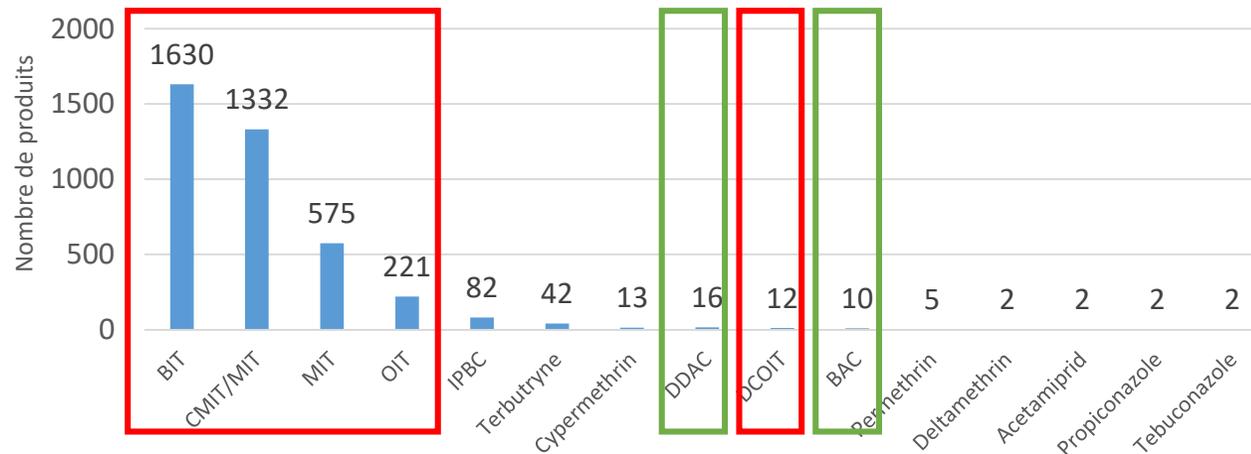
Nombre de produits dans la section détergent du Monoprix (Charenton-le-Pont) contenant la substance (n = 560)



Nombre de produits dans les sections détergents et cosmétiques du Lidl (Vert-Saint-Denis) contenant la substance (n = 455)



Nombre de produits dans le Castorama (Melun) contenant la substance (n = 2 475)



Isothiazolinones

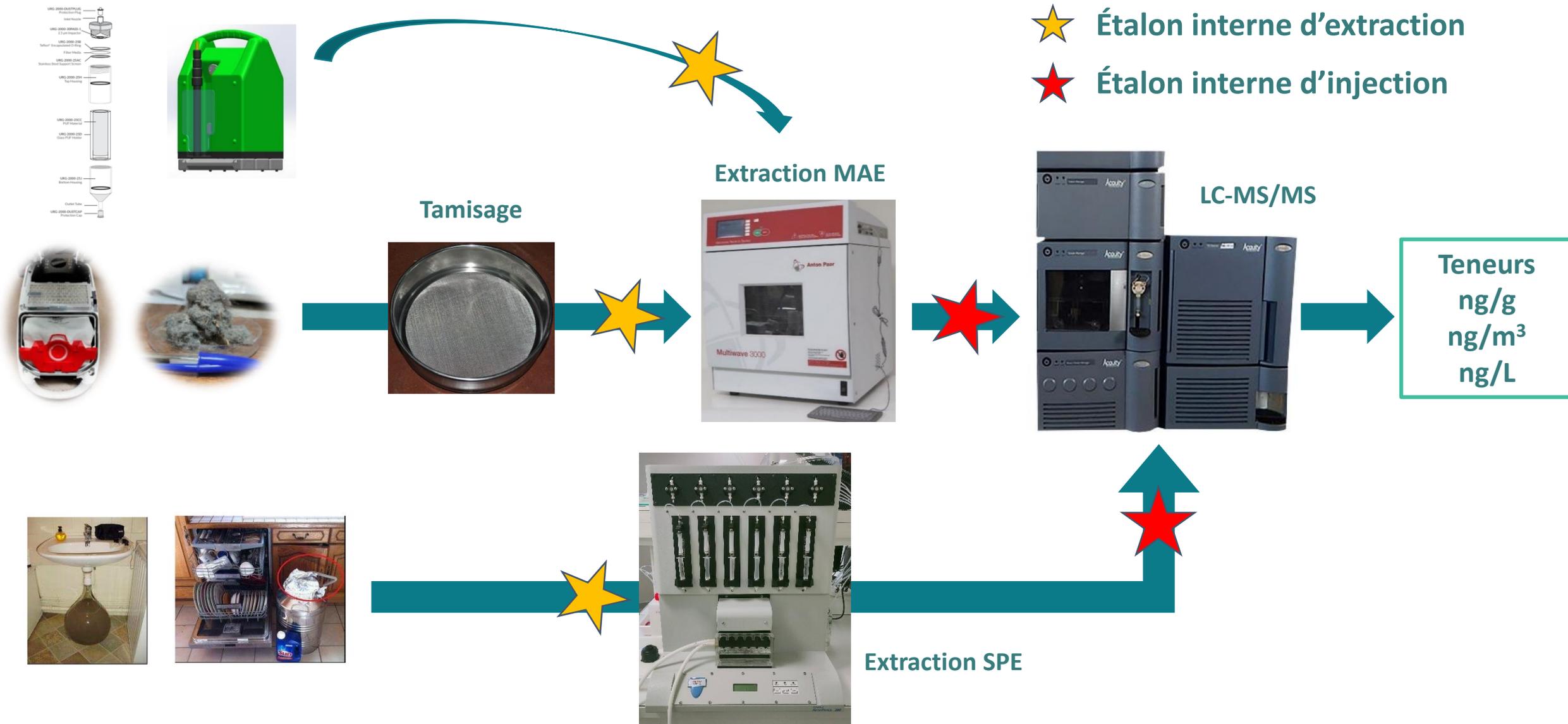
Benzalkoniums chloride

Stagiaire sur les enquêtes dans les magasins : Clément Hamel

# Mesurer les émissions de biocides dans l'habitat

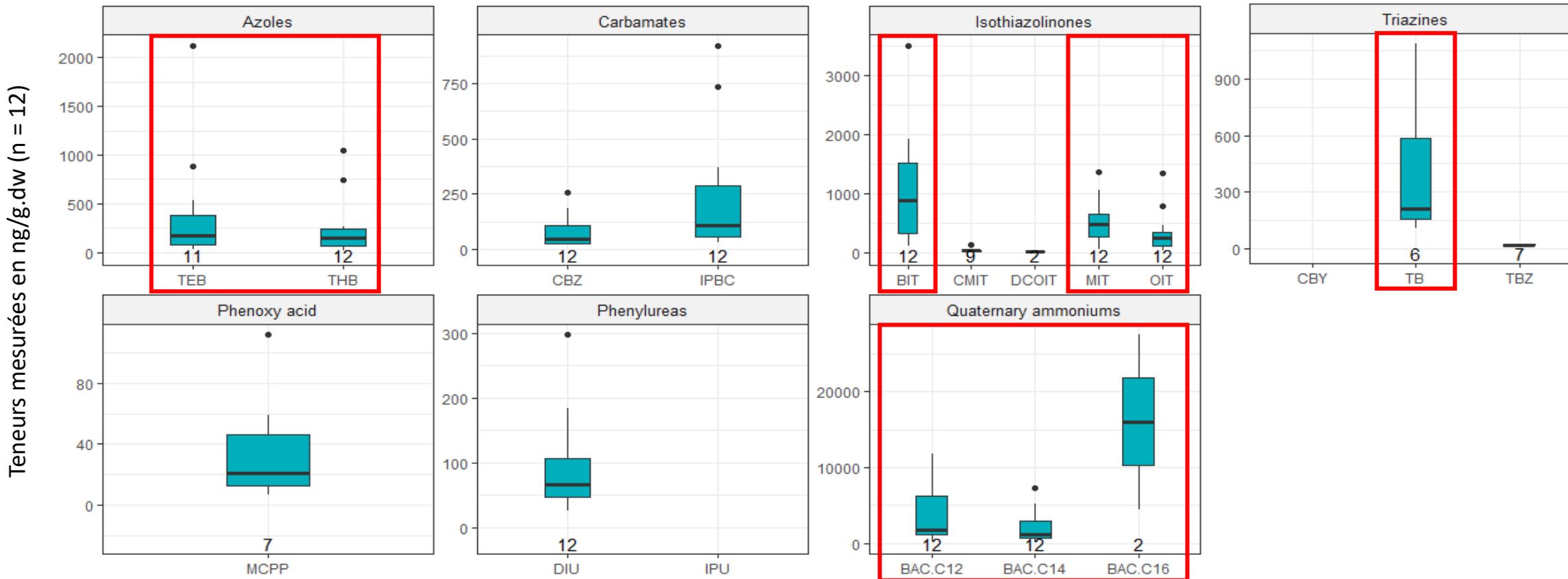
- Volontaires (n = 30)
  - Poussières sédimentées
  - Air intérieur
  - Eaux grises
  - Questionnaire

# Prélèvement, extraction et analyse des 3 matrices



# Teneurs en biocides dans les poussières intérieures

Teneurs dans les poussières intérieures des 18 substances biocides mesurées dans 12 maisons françaises en 2021 (ng/g.dw)



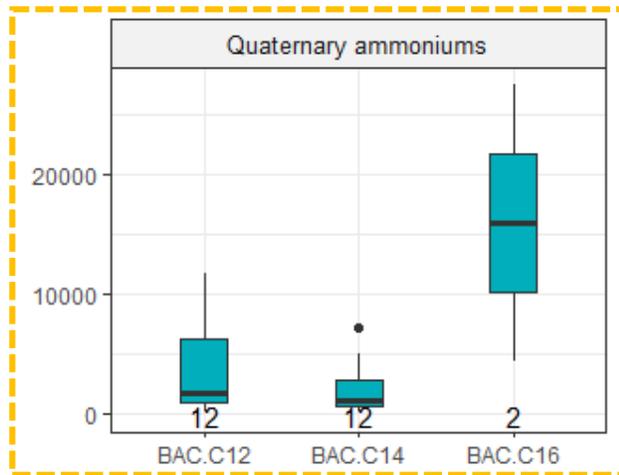
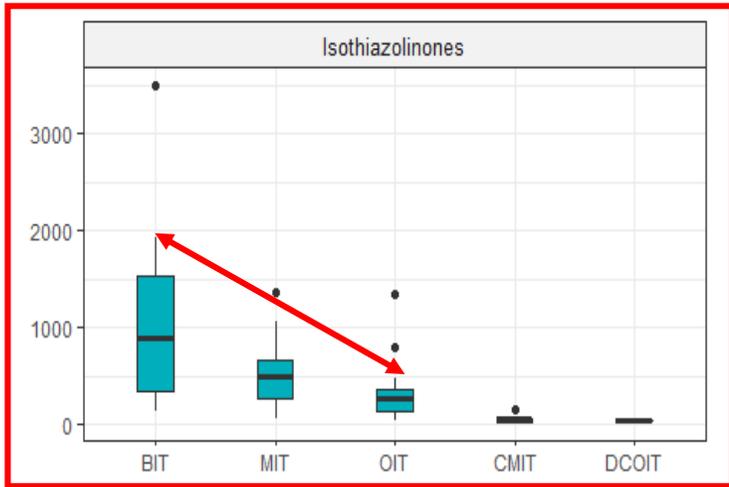
- 2 substances non quantifiées → 16/18 quantifiées
- 9 substances au-dessus de 1 000 ng/g.dw



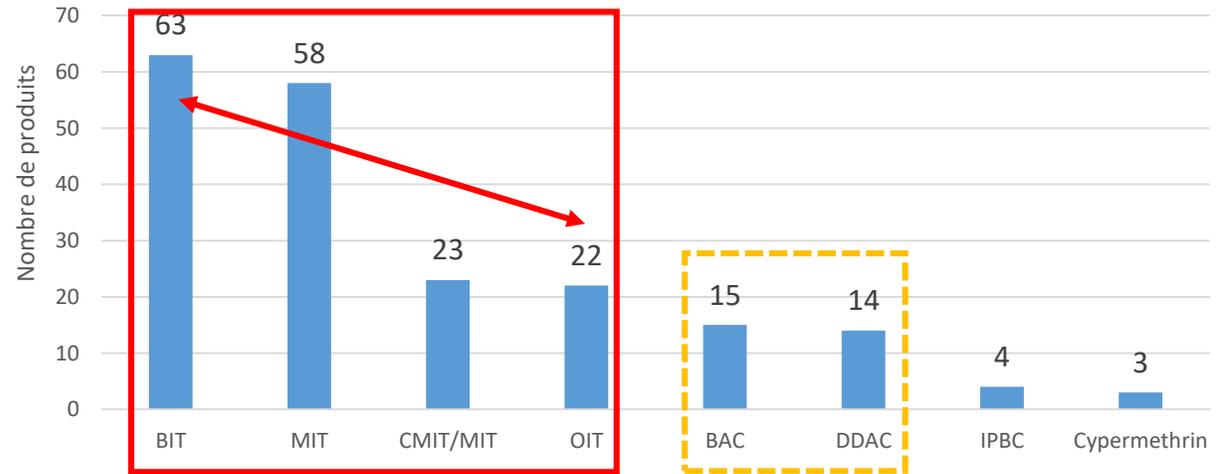
**ORIGINES ?**

# Teneurs en biocides dans les poussières intérieures

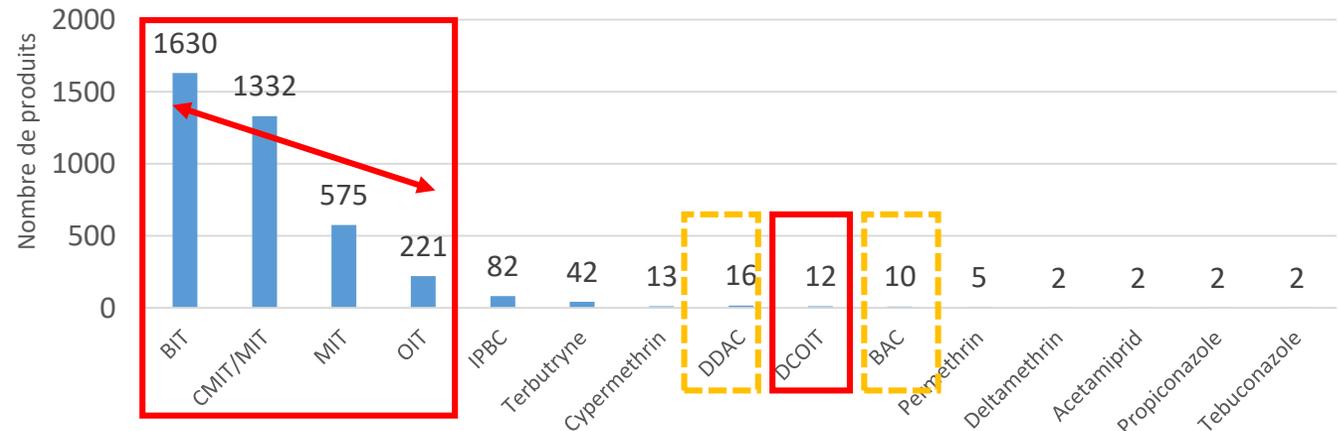
Teneurs mesurées dans les poussières intérieures de 12 logements français (ng/g.dw)



Nombre de produits dans la section détergent du Monoprix (Charenton-le-Pont) contenant la substance (n = 560)



Nombre de produits dans le Castorama (Melun) contenant la substance (n = 2 475)



# Perspectives

# Perspectives

- Diffusion des questionnaires & recrutement des volontaires en cours
- Validation et optimisation pour le protocole de l'air intérieur
- Début des prélèvements chez les volontaires
  - 3 matrices (poussières, air, eaux grises)
  - Enquête SHS (entretien)
- Quantification de la contribution des rejets domestiques via les eaux grises



# leesu

laboratoire eau environnement systemes urbains

## Merci pour votre écoute !

