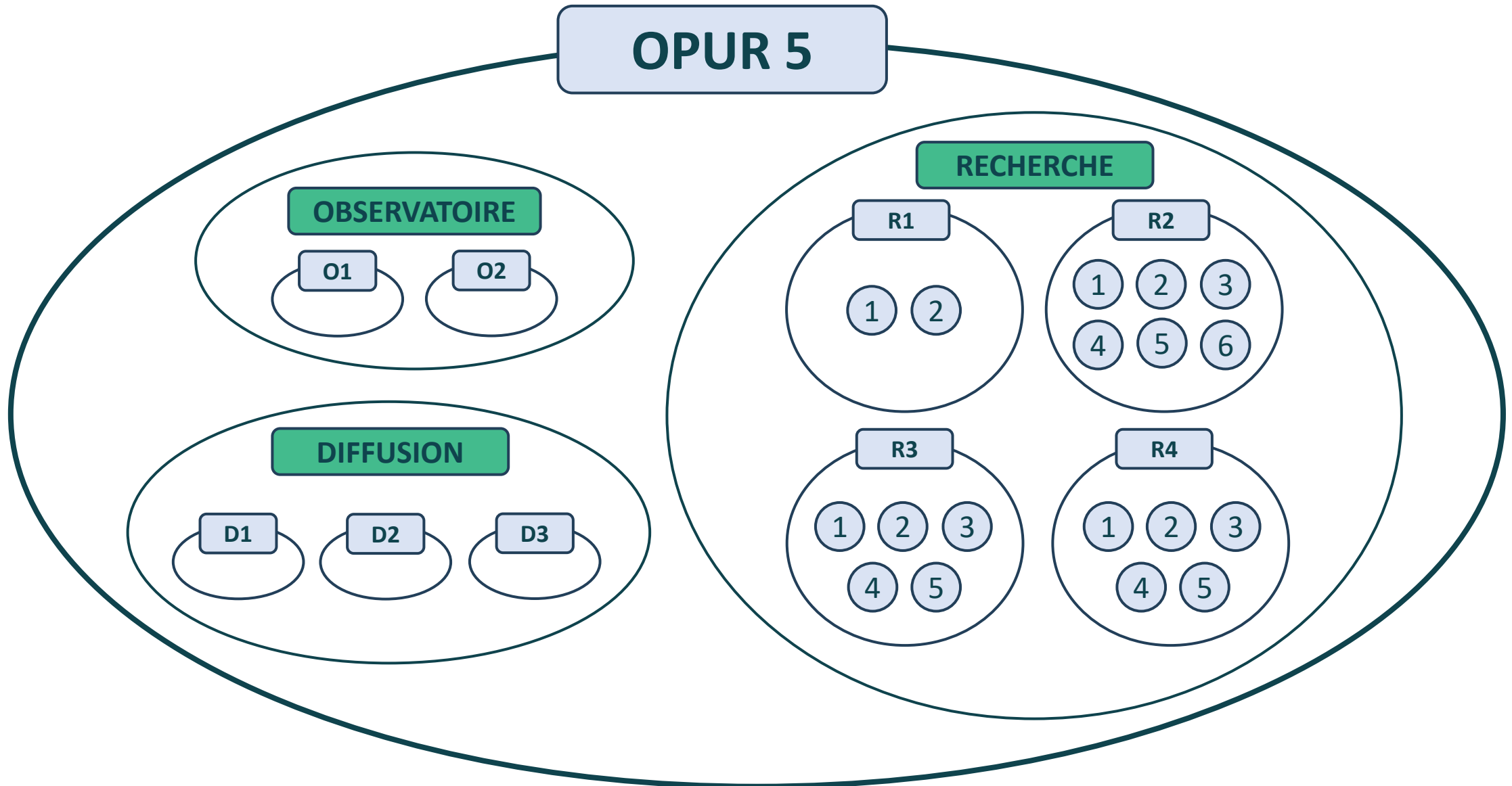
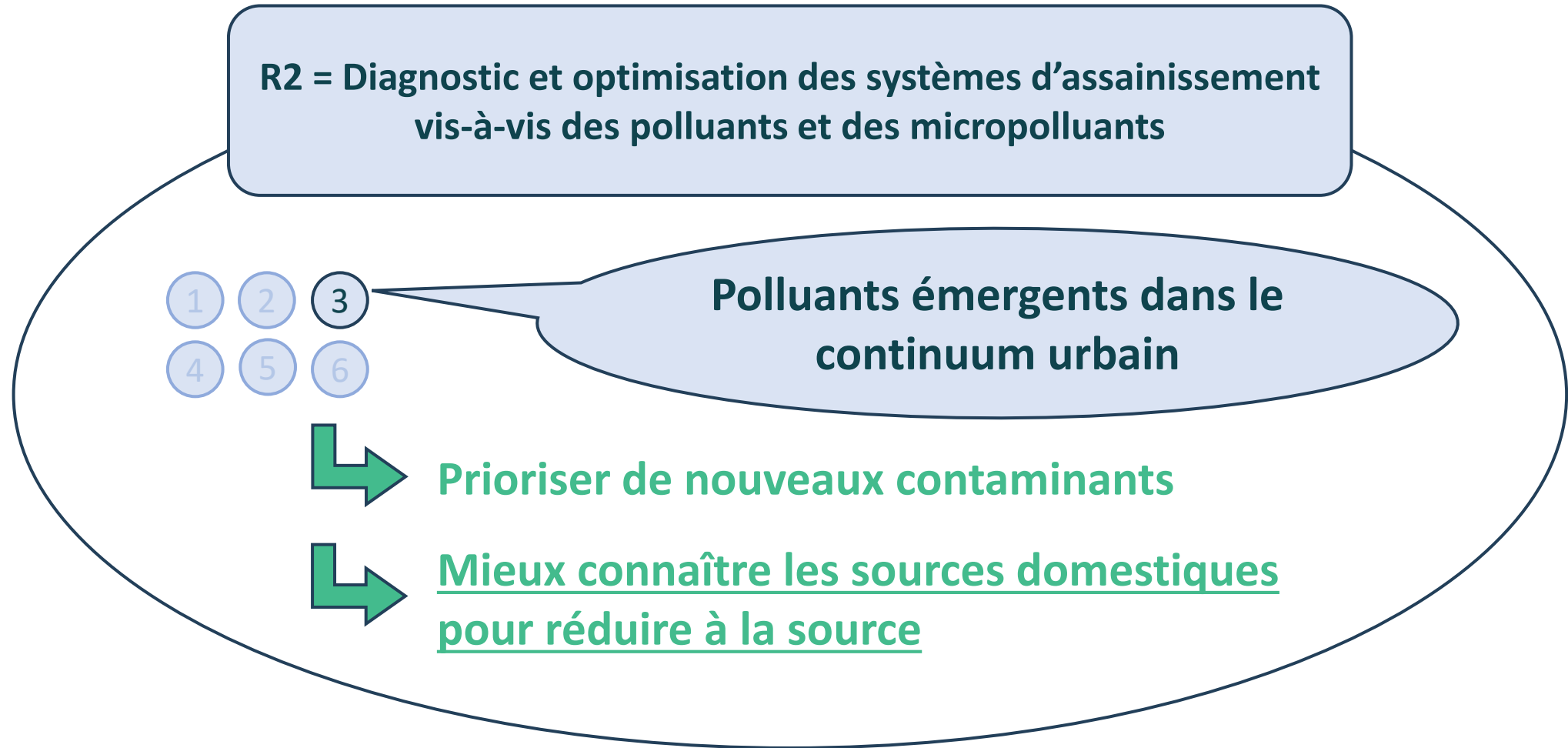


Usages domestiques et contamination en biocides des environnements intérieurs et des eaux urbaines

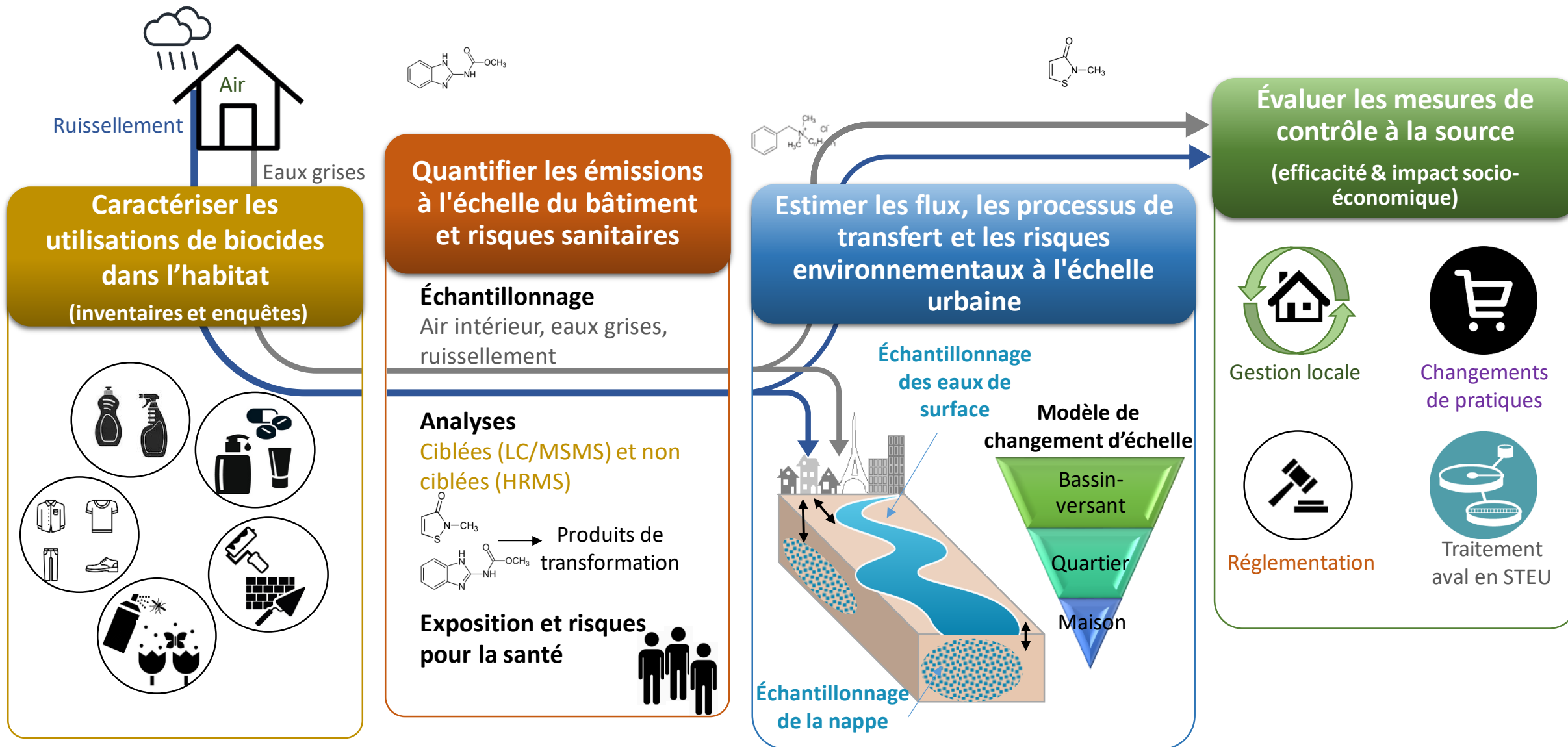
Aurore BESSETTE, Bertille BONNAUD, Lila BOUDAHMANE, Adèle BRESSY, Émilie CAUPOS, Vincent CHEN, José-Frédéric DEROUBAIX, Julie GOBERT, Clément HAMEL, Zina HAMMI, Ambre JACQUET, Patricia LAMBERT, Pierre MARTINACHE, Emmanuelle MEBOLD, Régis MOILLERON, Amandine NAPRIX, Donna PINHEIRO, Mohamed SAAD



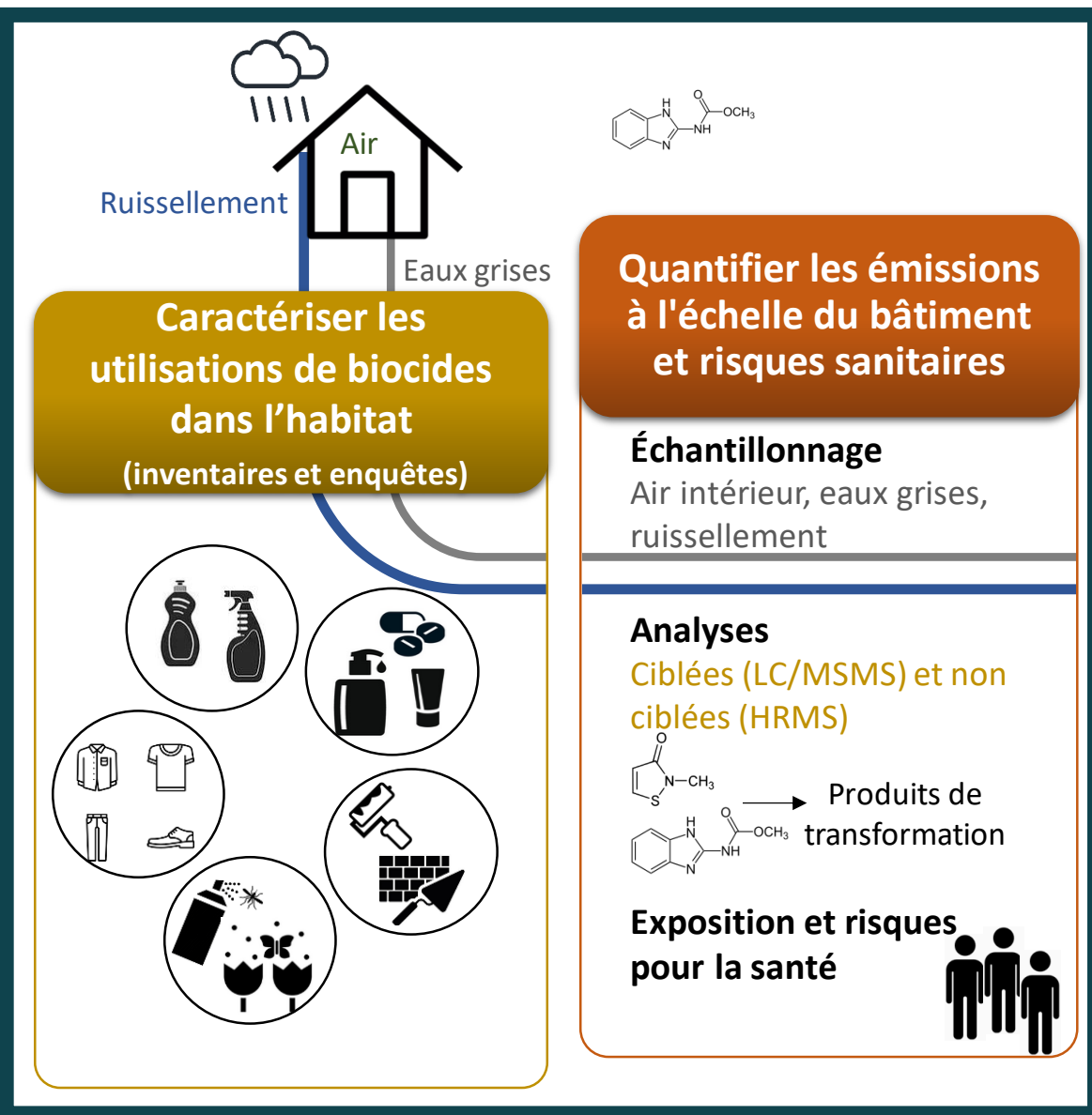




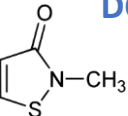
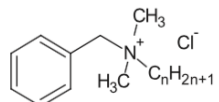
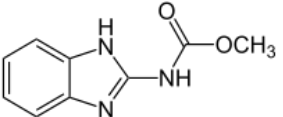
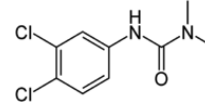
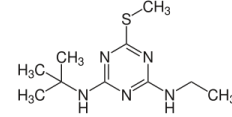
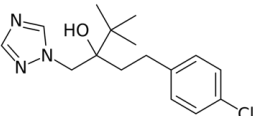
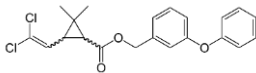
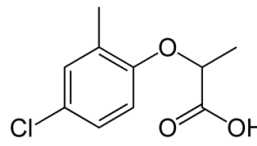
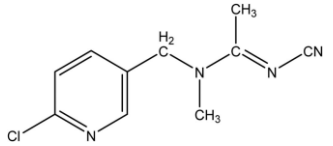
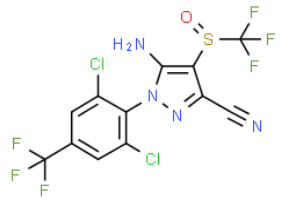
Le projet Biocid@Home



Le projet Biocid@Home



Liste des substances biocides sélectionnées dans Biocid@Home

Isothiazolinones MIT - CMIT BIT* - OIT DCOIT  Conservateurs (cosmétiques, peintures, matériaux du bâti, détergents...)	Ammoniums quaternaires DDAB/DDAC* Benzalkoniums (C12*, C14*, C16*, C18)  Désinfectants (détergents, médicaments), produits de protection, cosmétiques...	Carbamates Carbendazime IPBC*  Conservateurs (cosmétiques, peintures, matériaux du bâti, détergents...), fongicides	Urées Diuron** - Isoproturon Hexaflumuron Diflubenzuron  Herbicides, insecticides (phytosanitaires)	Triazines Terbuthylazine Terbutryne* Cybutryne  Herbicides (phytosanitaires), produits de protection
Azoles Propiconazole** Tébuconazole Thiabendazole  Fongicides, (phytosanitaires, produits vétérinaires), produits de protection	Pyréthrinoïdes Bifenthrine Cyperméthrine* Deltaméthrine Permethrine  Insecticides (phytosanitaires, lutte contre les nuisibles, produits vétérinaires)	Phénoxy acide Mécoprop  Herbicide (phytosanitaires, membranes de toitures)	Néonicotinoïde Acétamipride  Insecticide (phytosanitaires, lutte contre les nuisibles)	Phénylpyrazole Fipronil  Insecticide (phytosanitaires, lutte contre les nuisibles, produits vétérinaires)

* = Perturbateur endocrinien (PE) santé humaine / * = PE environnement / * = En cours d'évaluation / * = Évaluation non concluante

Source : Endocrine disruptor assessment list (ECHA) – dernière mise à jour le 25 novembre 2025

(Paijens 2019, Martinache 2025)

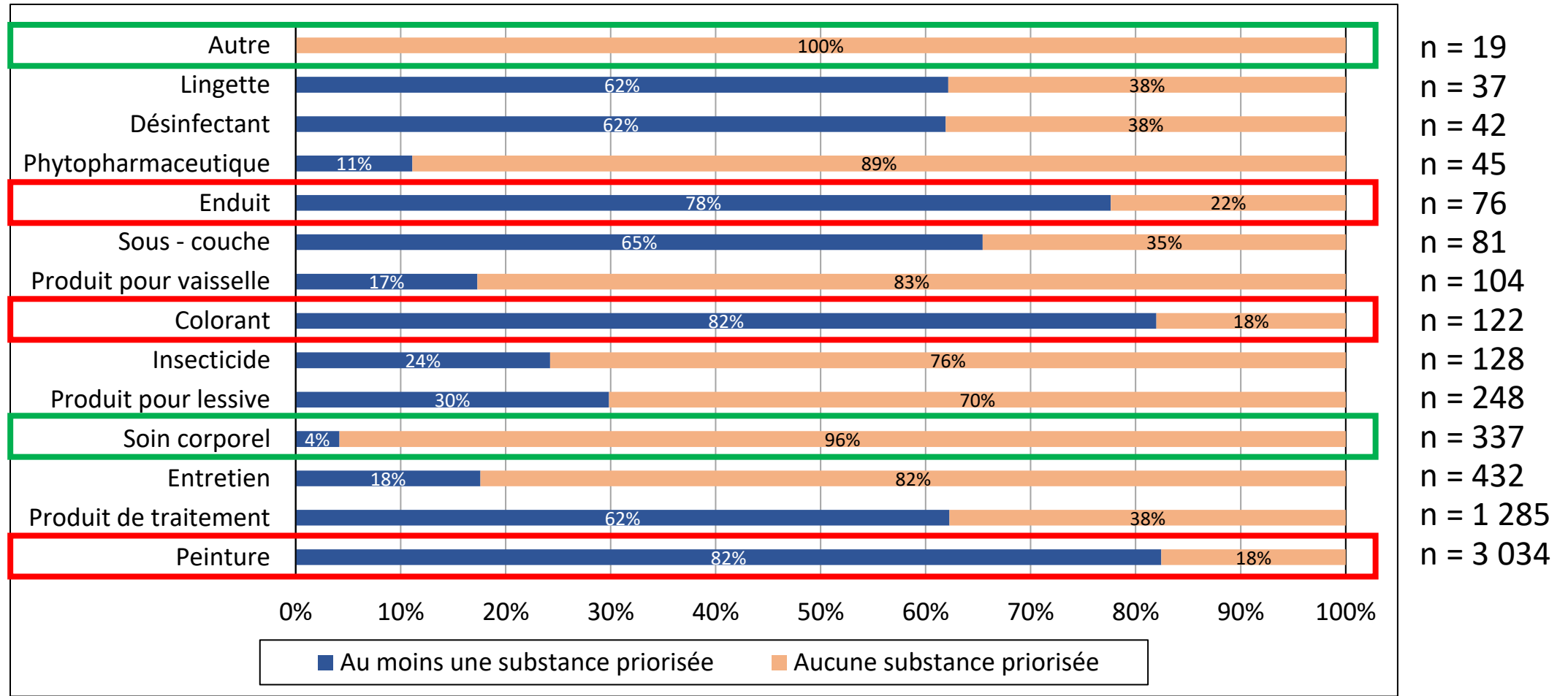
Approche qualitative → réglementations des substances biocides

- Une multitude d'usages, concernée par différentes réglementations



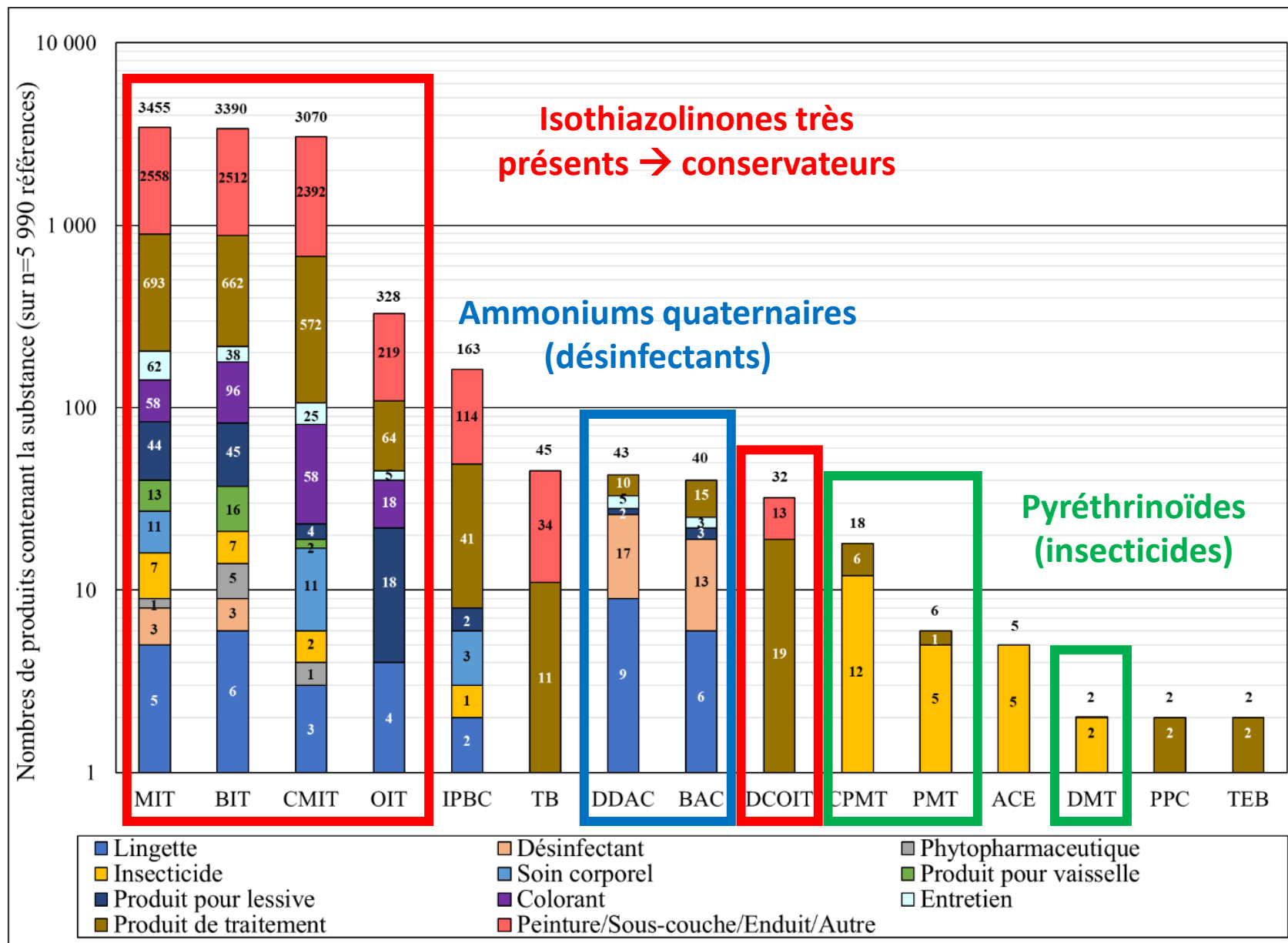
Approche qualitative → formulation des produits en supermarchés

- Étude dans les supermarchés, **5 990 produits répartis en 14 catégories**



Ubiquité des substances biocides priorisées dans les produits du quotidien

Approche qualitative → formulation des produits en supermarchés



Approche quantitative → données de consommation (biocides)

Produits biocides (SIMMBAD)

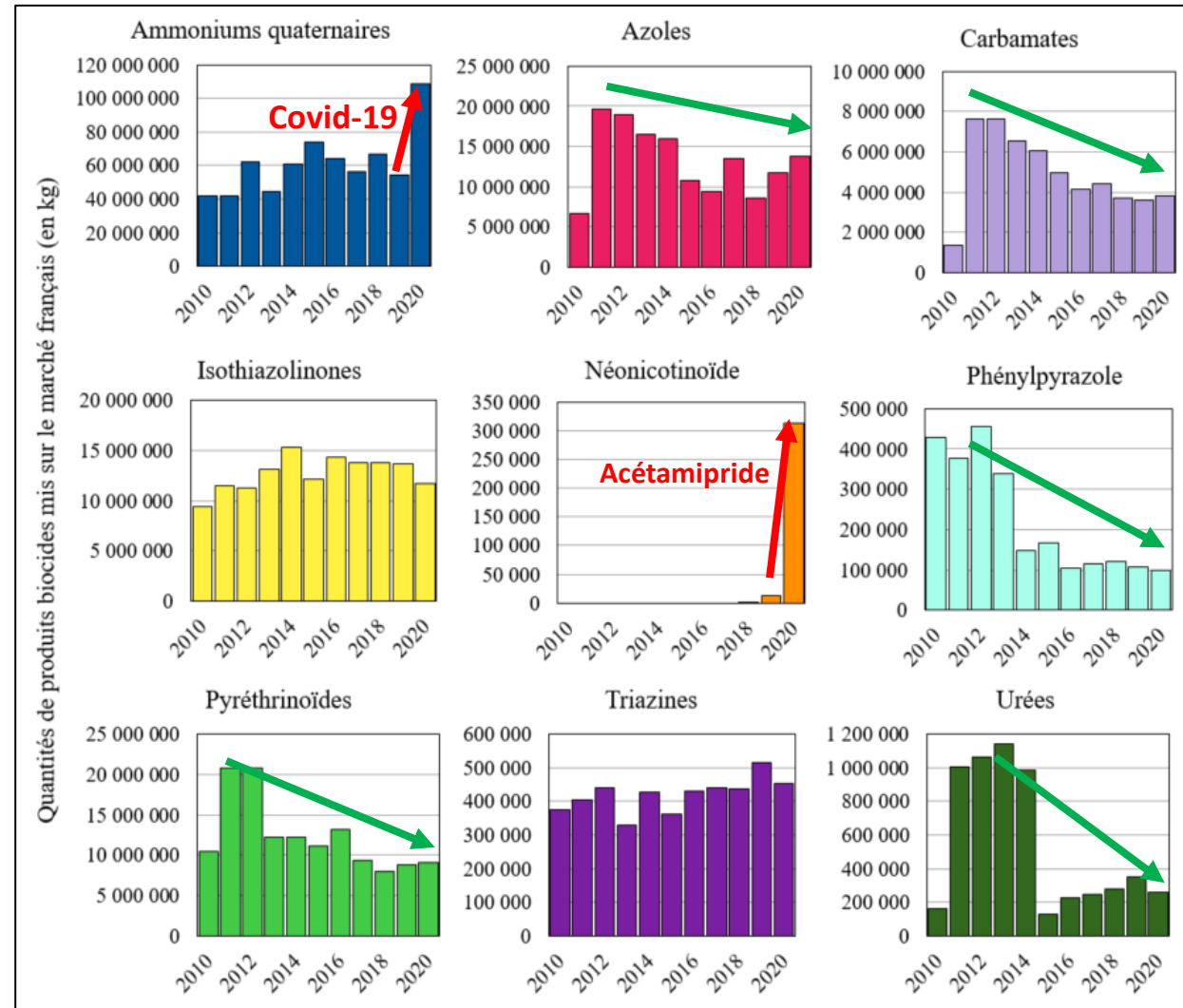
- Données extraites sur SIMMBAD (18/10/2021)
- Valeurs entre 2010 et 2020
- Produits mis sur le marché et contenant la substance biocide en France et en kg**
- Hypothèse : 1L de produit = 1kg de produit*

Covid-19 (désinfectants)
BAC-C12-C16 x2

Acétamipride en hausse

Des diminutions observées

Isothiazolinones et triazines stables



Approche quantitative → données de consommation (phytopharmaceutiques)

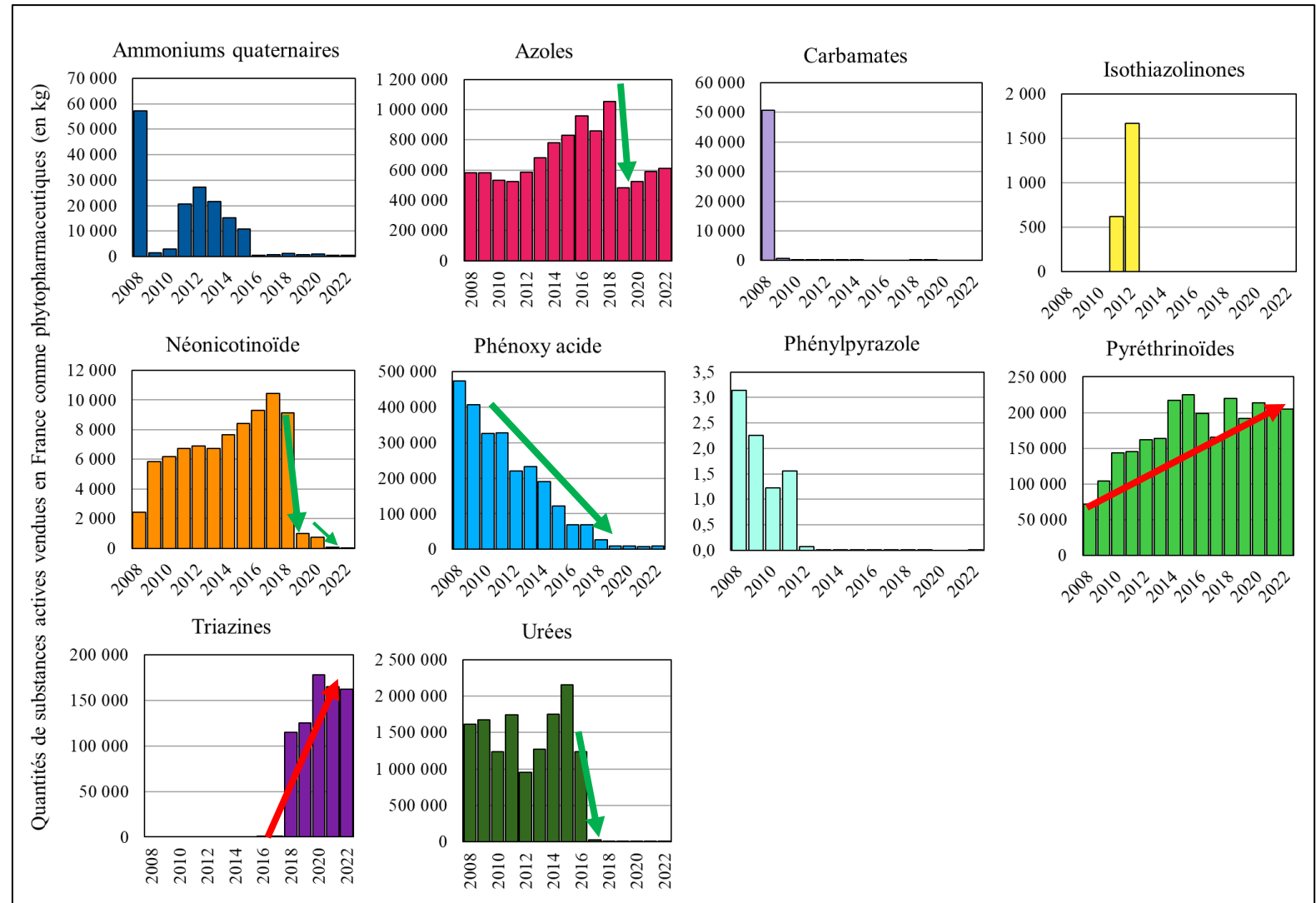
Produits phytopharmaceutiques (BNVD)

- Données extraites sur le BNVD (octobre 2024)
- Valeurs entre 2008 et 2022
- Achats et ventes de substances actives en France en kg**
- /!\ Achats et ventes peuvent être réalisés à l'étranger

ACE → interdiction (2018) et dérogation (2020)

IPU interdit en 2016, MCPP en 2017, PPC en 2018

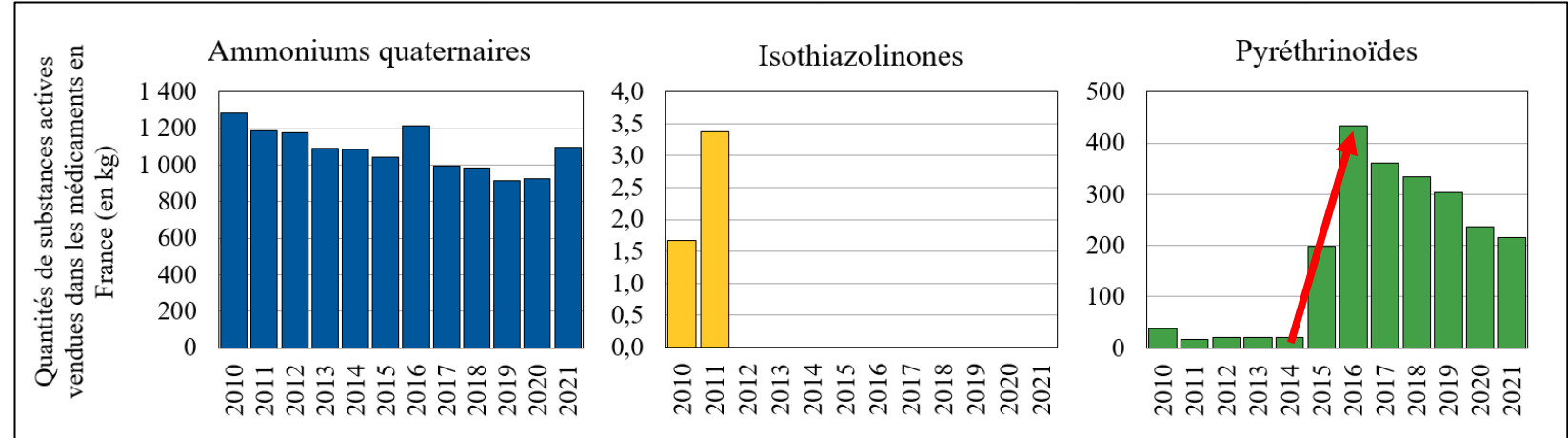
Des augmentations observées (CPMT, TBZ)



Approche quantitative → données de consommation (pharmaceutiques)

Produits pharmaceutiques (ANSM)

- Données extraites par l'ANSM le 6 septembre 2022
- Valeurs entre 2010 et 2021
- **Ventes de substances actives (kg) des laboratoires aux officines et établissements de santé**



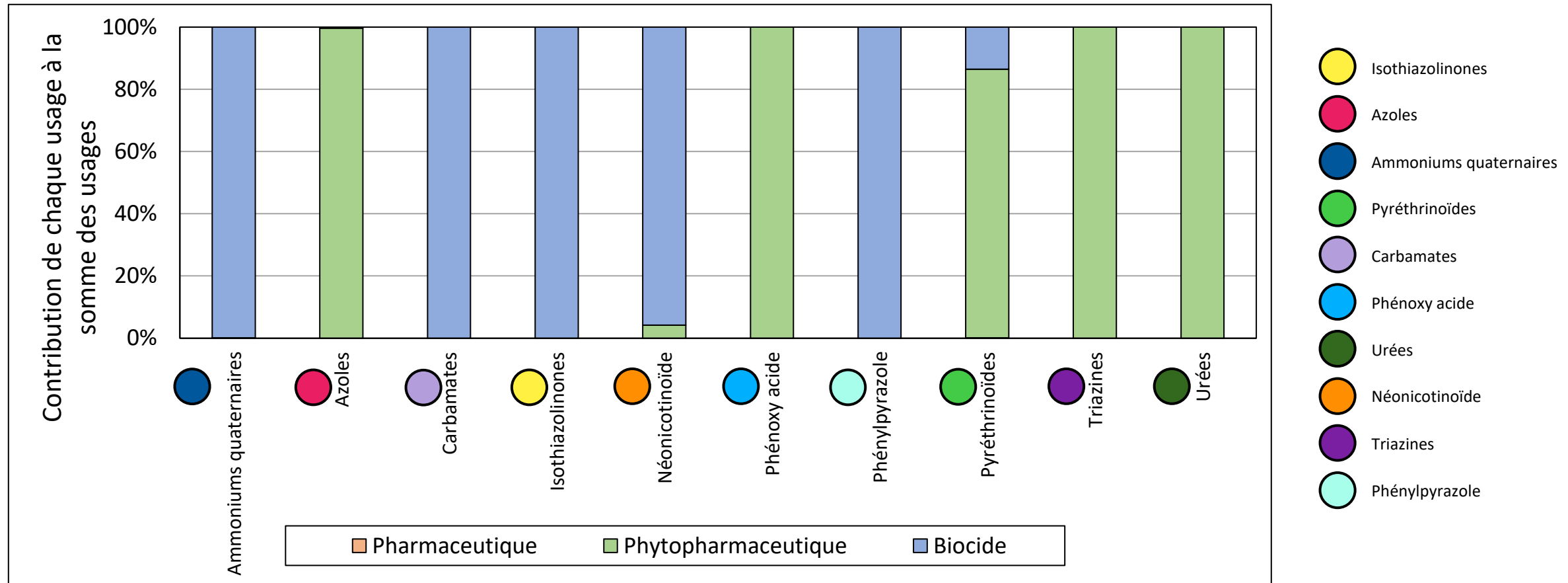
Augmentation de la PMT en 2015 puis 2016 (traitement de première intention pour la gale sarcoptique)



Ammoniums quaternaires les plus utilisés parmi les substances (stables)

Approche quantitative → usage majoritaire selon les familles de substances

- Comparaison des bases pour identifier **les usages majoritaires**



5 usages majoritaires biocides et 5 phytopharmaceutiques

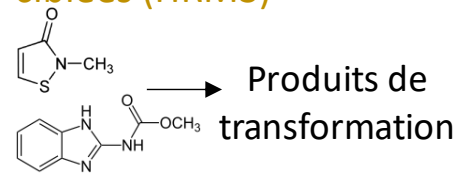
Quantifier les émissions à l'échelle du bâtiment et risques sanitaires

Échantillonnage

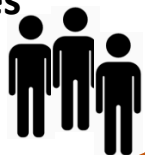
Air intérieur, eaux grises,
ruissellement

Analyses

Ciblées (LC/MSMS) et non
ciblées (HRMS)



Exposition et risques
pour la santé



Mesure des émissions

- **Prélèvements d'échantillons**
 - Eaux grises + air + poussières
- **Extraction & Quantification (LC-MS/MS)**
 - Données de contamination

Risques sanitaires

- Estimation d'une **dose ingérée**
 - Scénarios d'exposition
- Comparaison à une **valeur de référence**
 - Obtention d'un risque



Quantification des émissions – Prélèvement des eaux grises

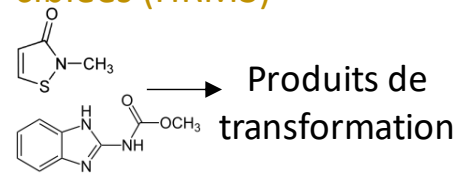
**Quantifier les émissions
à l'échelle du bâtiment
et risques sanitaires**

Échantillonnage

Air intérieur, eaux grises,
ruissellement

Analyses

Ciblées (LC/MSMS) et non
ciblées (HRMS)



**Exposition et risques
pour la santé**



**Eaux grises = eaux usées
sans les eaux vannes**

4 types

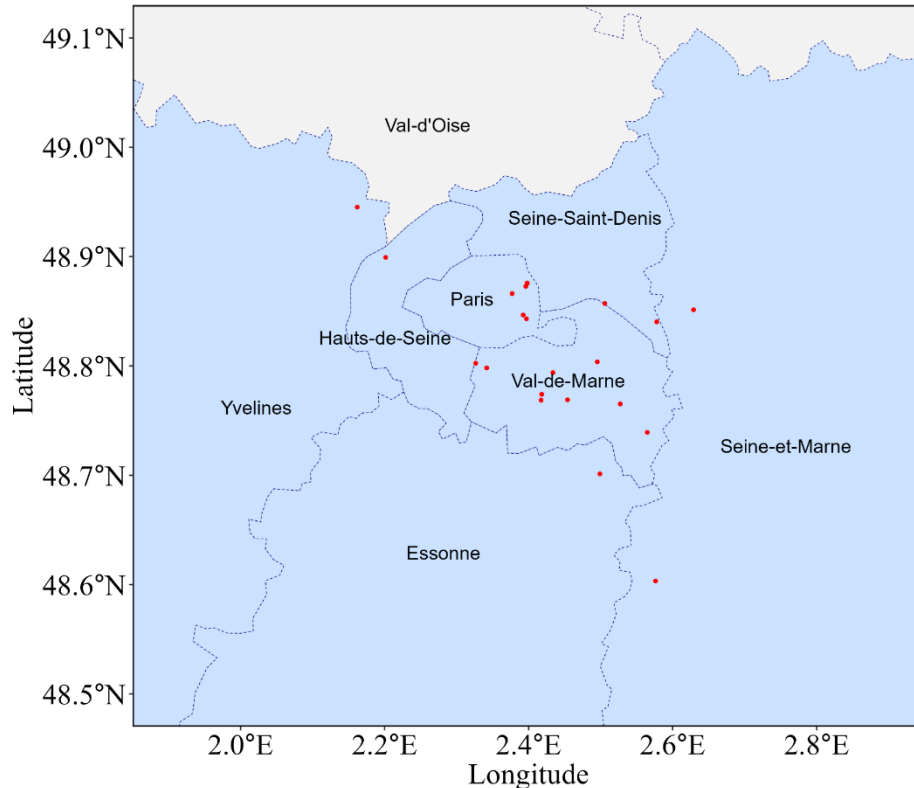
- Lave-linge (LL)
- Vaisselle manuelle (VM)
- Nettoyage des sols (NS)
- Douche (D)

**Flacons en verres ambrés
Transport avec glacière
(+/- 5°C)**

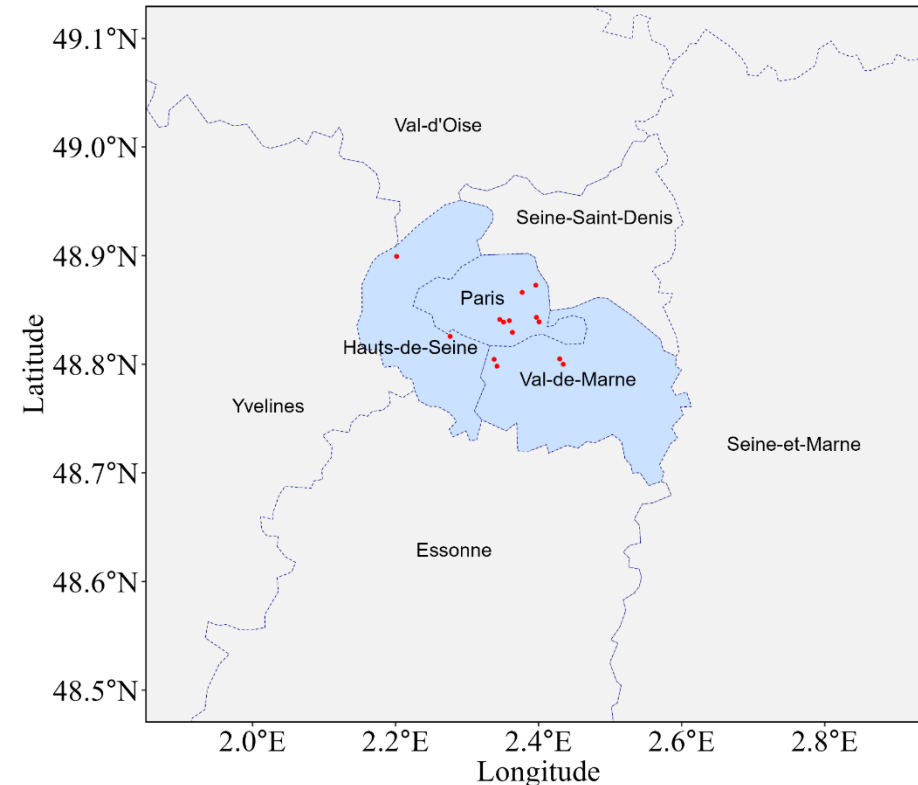


Campagnes d'échantillonnage des trois matrices

- **Recrutement des volontaires** à travers le questionnaire → **39 volontaires**
- Prélèvements des **3 matrices** + **recensement** des produits biocides



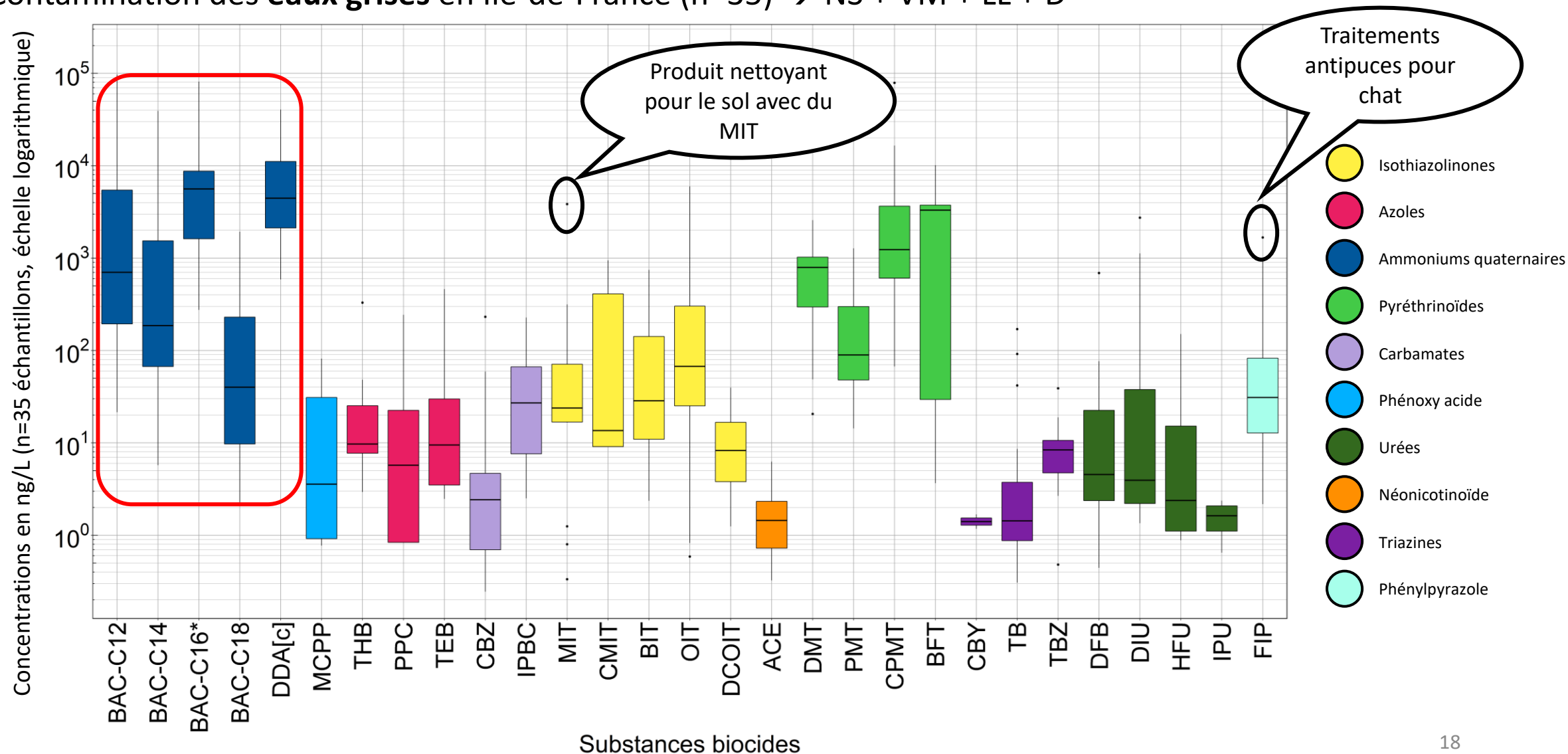
Prélèvements de **poussières sédimentées**
(n=26, 2021 – 2023)



Prélèvements **d'air intérieur** (n=7
particulaires + 14 gazeux) et **d'eaux
grises** (n=35) (2023 – 2024)

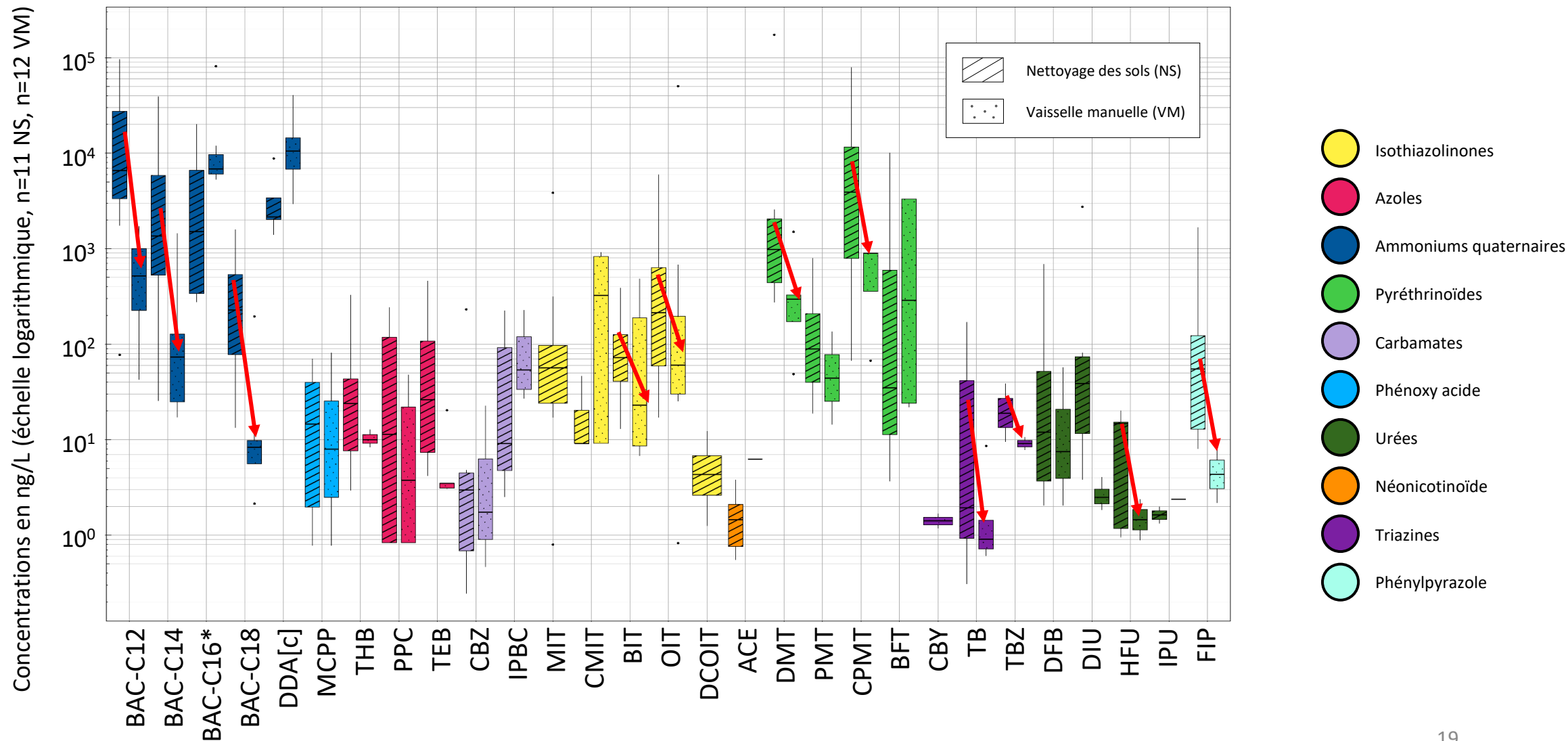
Contamination domestique → eaux grises

- Contamination des **eaux grises** en Île-de-France (n=35) → NS + VM + LL + D



Contamination domestique → eaux grises

- Comparaison de la contamination des eaux de **vaisselle manuelle (VM)** et de **nettoyage des sols (NS)**



Méthode de comparaison des concentrations aux doses acceptables

- Calcul à l'aide du **quotient de danger** (HQ)

$$HQ = \frac{EDI}{VTR} = \frac{f(C, F_{absorbées})}{AEL}$$

EDI = estimation de la dose quotidienne (ng/kg pc/j)

VTR = valeur toxicologique de référence (ng/kg pc/j)

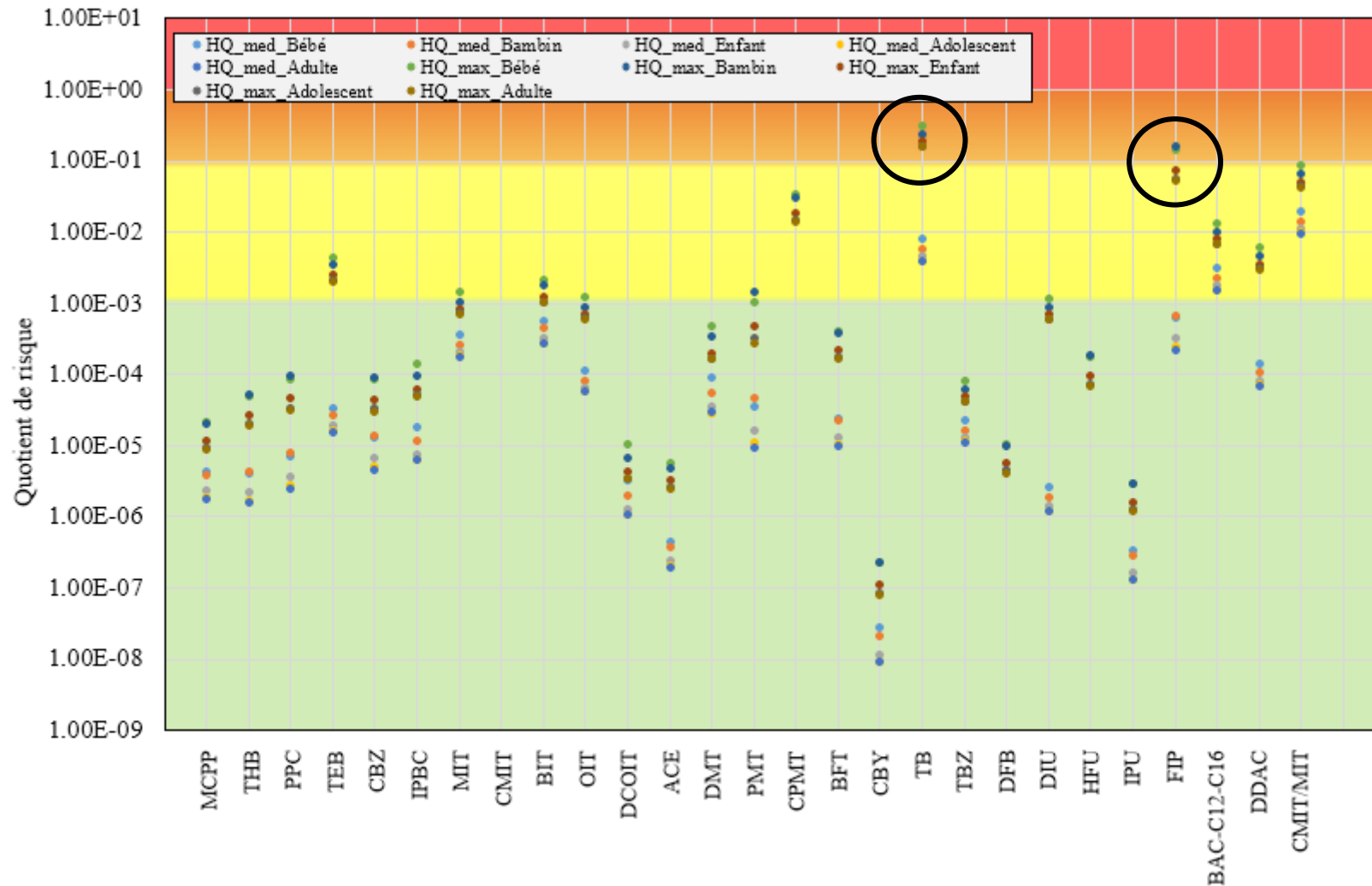
C = concentration ou teneur pour la substance biocide sélectionnée

F_{absorbées} = fraction de substances biocides atteignant le sang

AEL = dose d'exposition acceptable

Comparaison pour les voies d'exposition cumulées (n=26 logements)

- Somme des trois voies d'exposition (inhalation, cutanée, ingestion)



Conclusions sur les formulations et consommation de substances biocides

1

- Les **isothiazolinones** sont les substances les plus observées dans les produits étudiés
 - Ammoniums quaternaires dans les désinfectants et lingettes
 - Pyréthrinoïdes dans les insecticides

2

- Les **consommations** varient selon les usages et les années
 - Effets des interdictions réglementaire et d'autres facteurs (covid-19, gale sarcoptique)

3

- Deux usages majoritaires : **biocides** et **phytopharmaceutiques** (pharmaceutique minoritaire)

4

- **Ammoniums quaternaires** et **isothiazolinones** très concentrés dans les matrices
 - Liens avec les produits recensés et les maximums de concentrations observées

5

- 2 substances se rapprochent des doses limites acceptables dans les logements franciliens
 - Bébés et bambins les plus à risque



laboratoire eau environnement systemes urbains

Merci pour votre attention

Des questions ?



INSTITUT
POLYTECHNIQUE
DE PARIS



UNIVERSITÉ
PARIS-EST CRÉTEIL
VAL DE MARNE



Approche qualitative → questionnaire sur les Français

- Questionnaire auprès de **219 français** sur leurs **habitudes de consommation**, leur **perception des risques face aux substances biocides**
 - Diffusion auprès de l'UPEC, de l'ENPC, sur les réseaux sociaux (LinkedIn, Facebook), club de rugby



Présentation de l'étude

- Présentation du laboratoire et du projet
- Recueil du consentement
- Informations RGPD



Caractéristiques du logement

- Type, localisation, proximité, jardin, balcon, chauffage, ventilation, revêtement des sols...



Mode de vie des usagers

- Personnel de ménage, fréquence de nettoyage, tabac, télétravail, critères de choix des produits...



Perception des risques

- Risques des produits sur la santé humaine, sur l'environnement

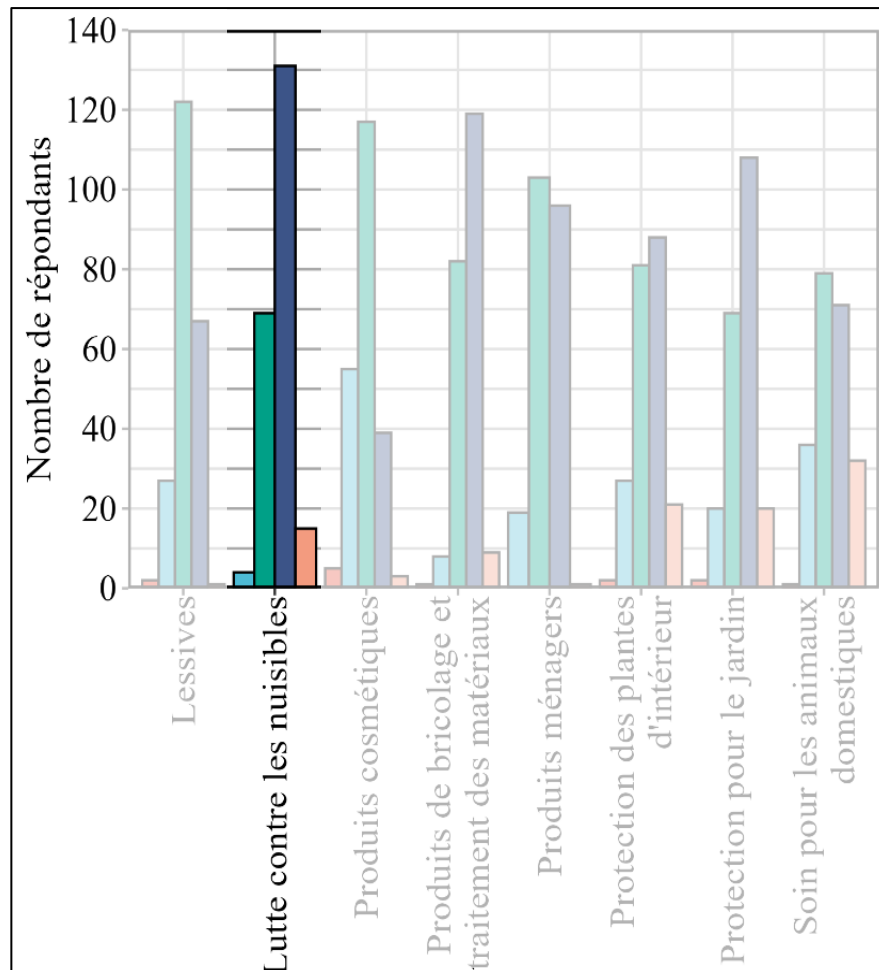


Informations personnelles

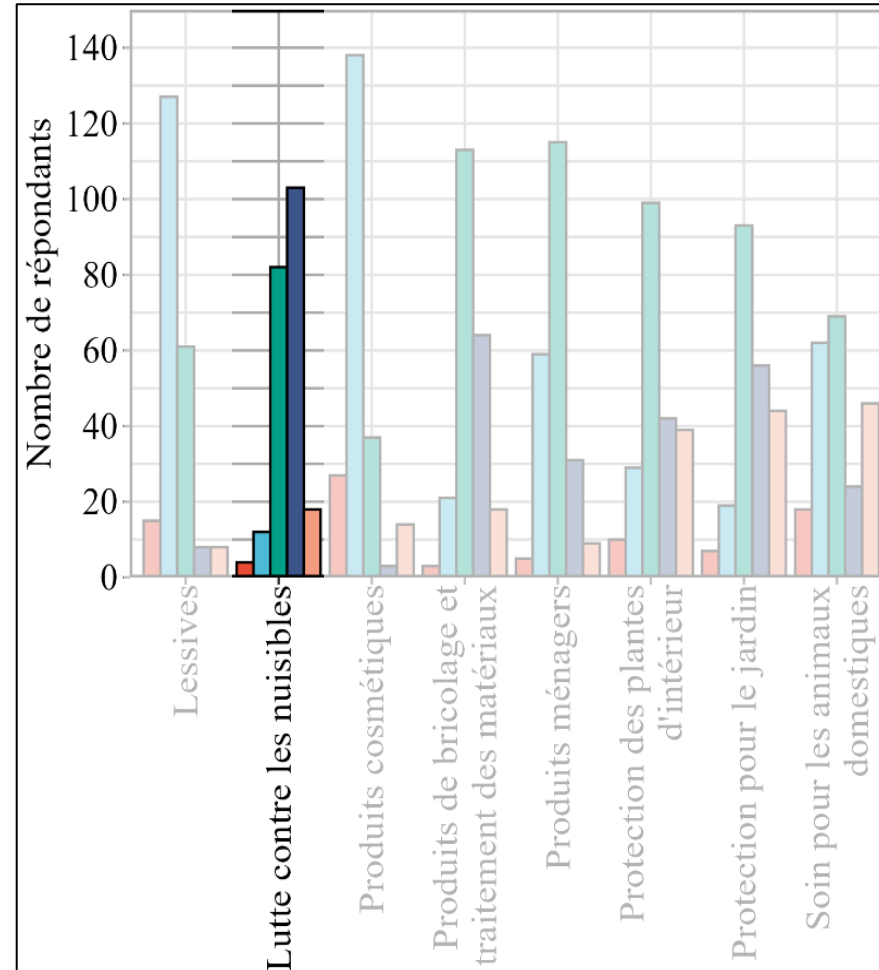
- Nom, adresse, diplôme, revenus, profession...

Approche qualitative → questionnaire sur les Français

- Questionnaire (n=219 français) → beaucoup d'étudiants et de cadres



Environnement

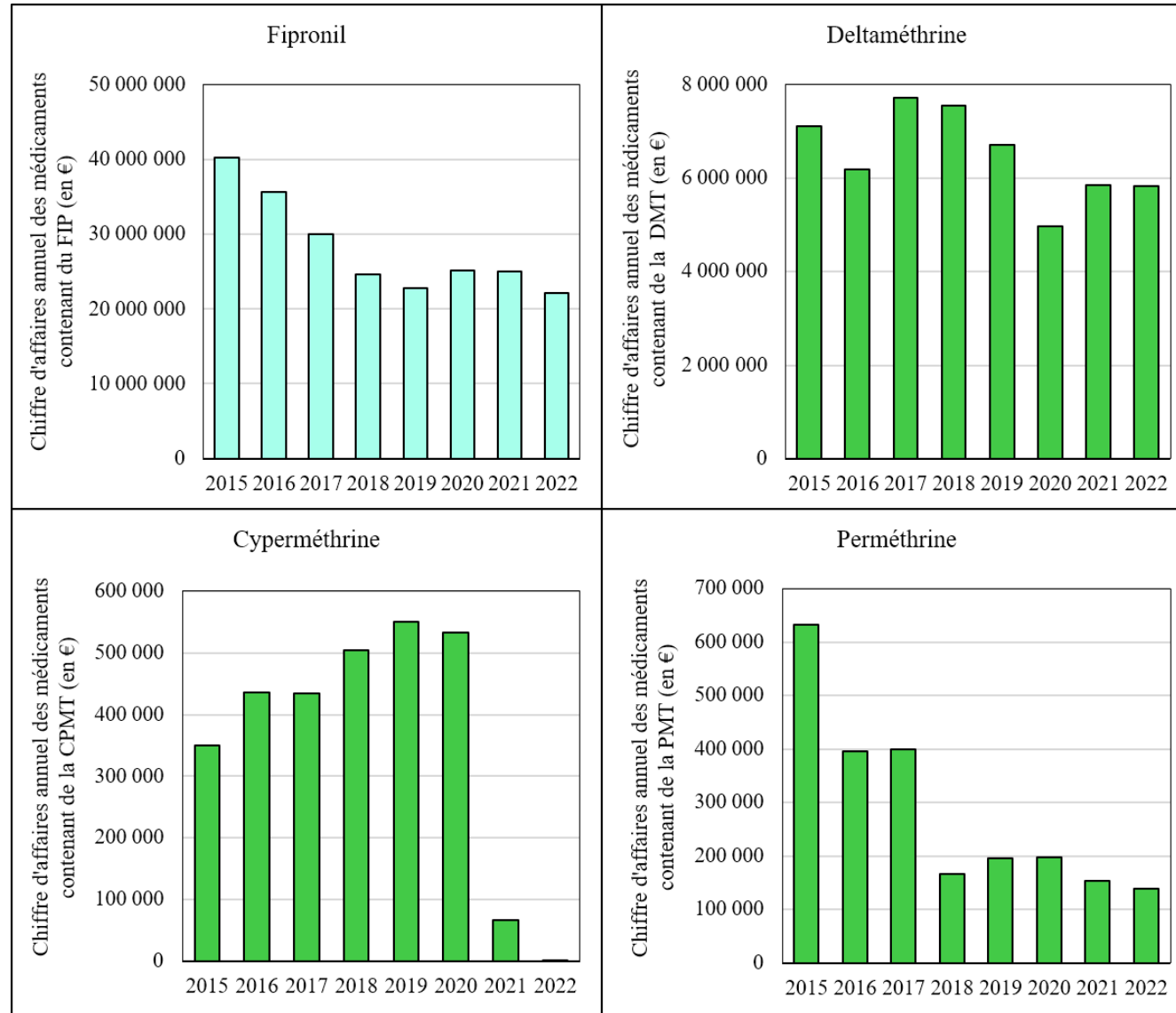


Santé



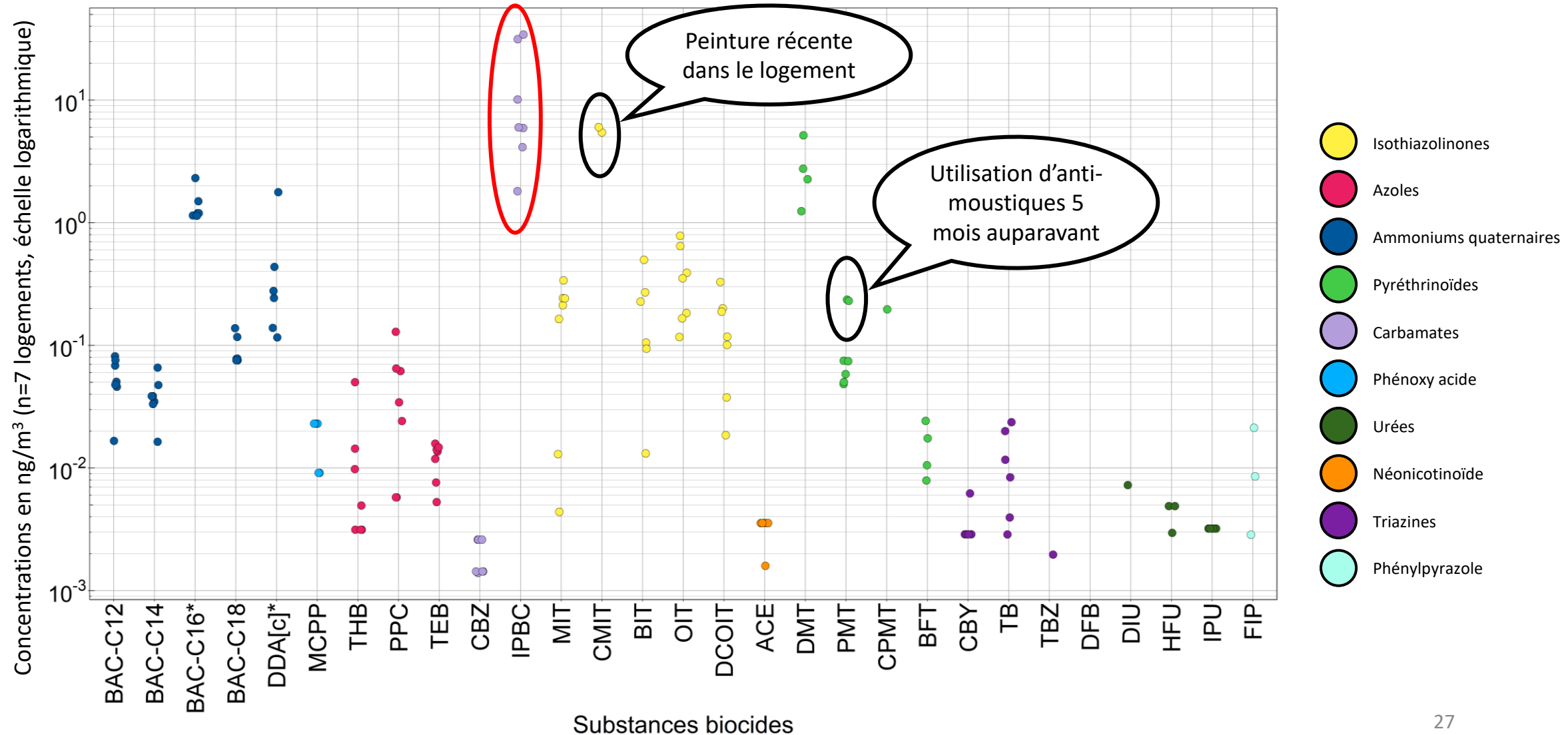
Risques perçus plus dangereux pour l'environnement
+
Produits de lutte contre les nuisibles perçus très risqués

Consommation des produits vétérinaires (ANMV)



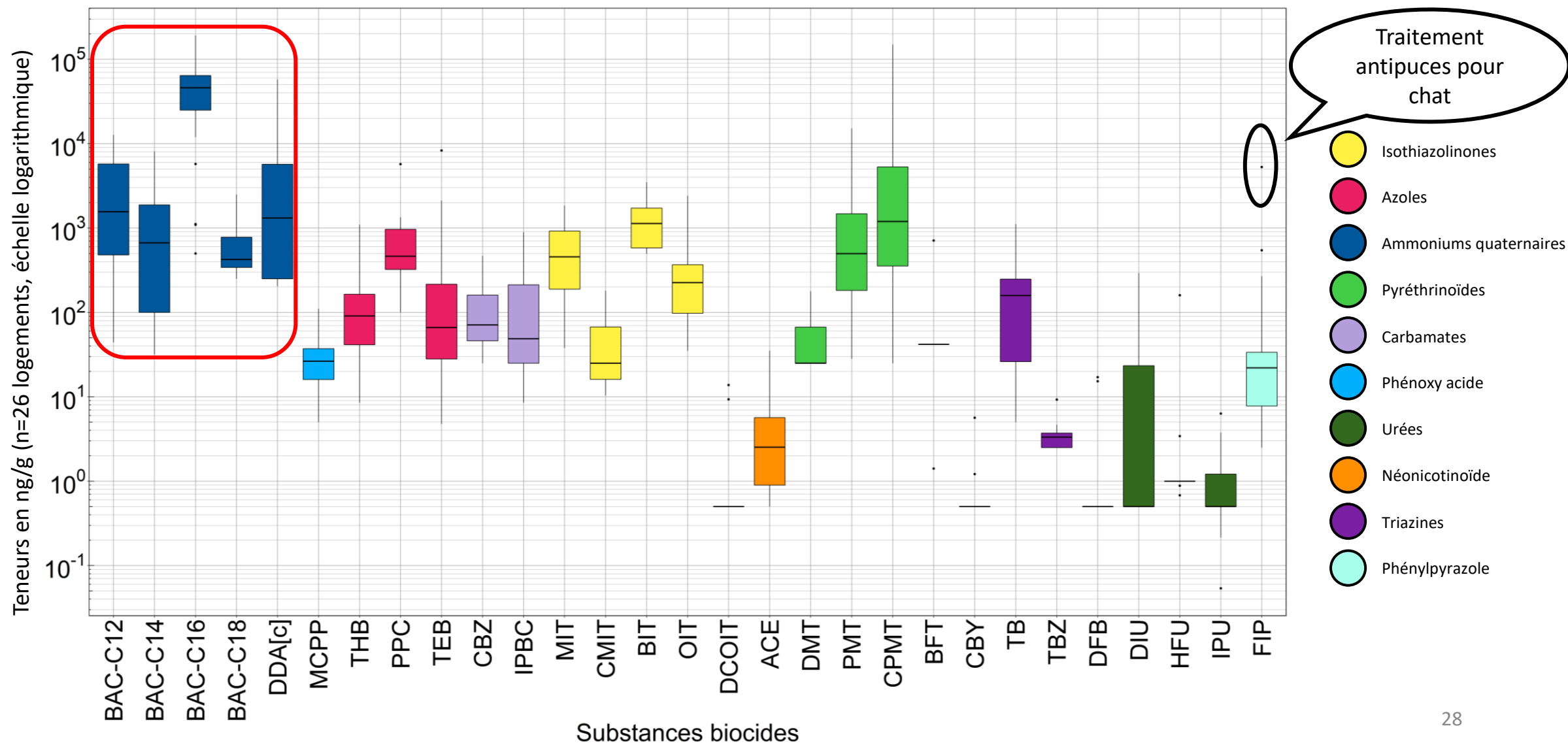
Contamination domestique → air intérieur

- Contamination de l'air intérieur en Île-de-France (n=7)

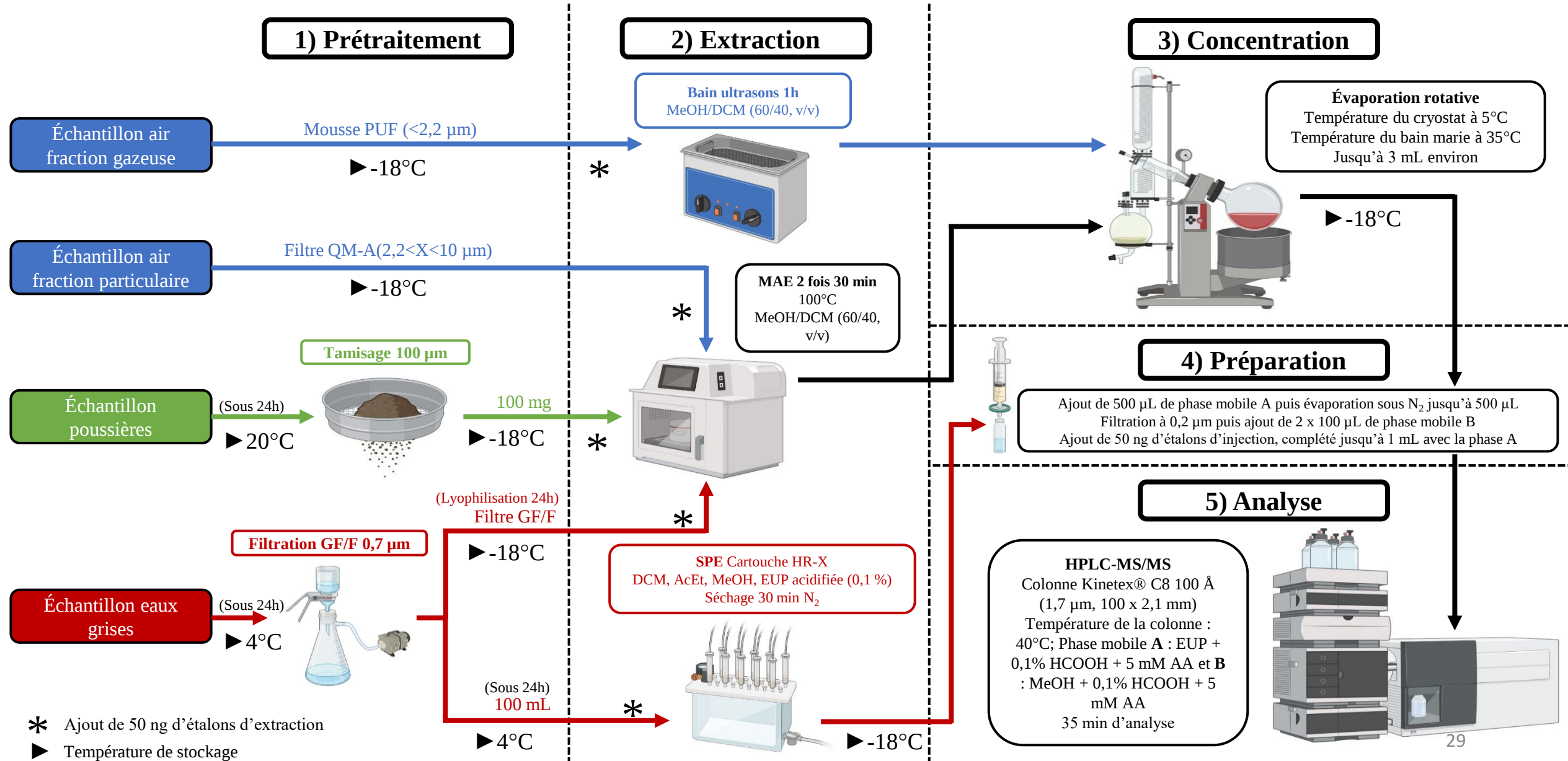


Contamination domestique → poussières sédimentées

- Contamination des **poussières sédimentées** en Île-de-France (n=26)

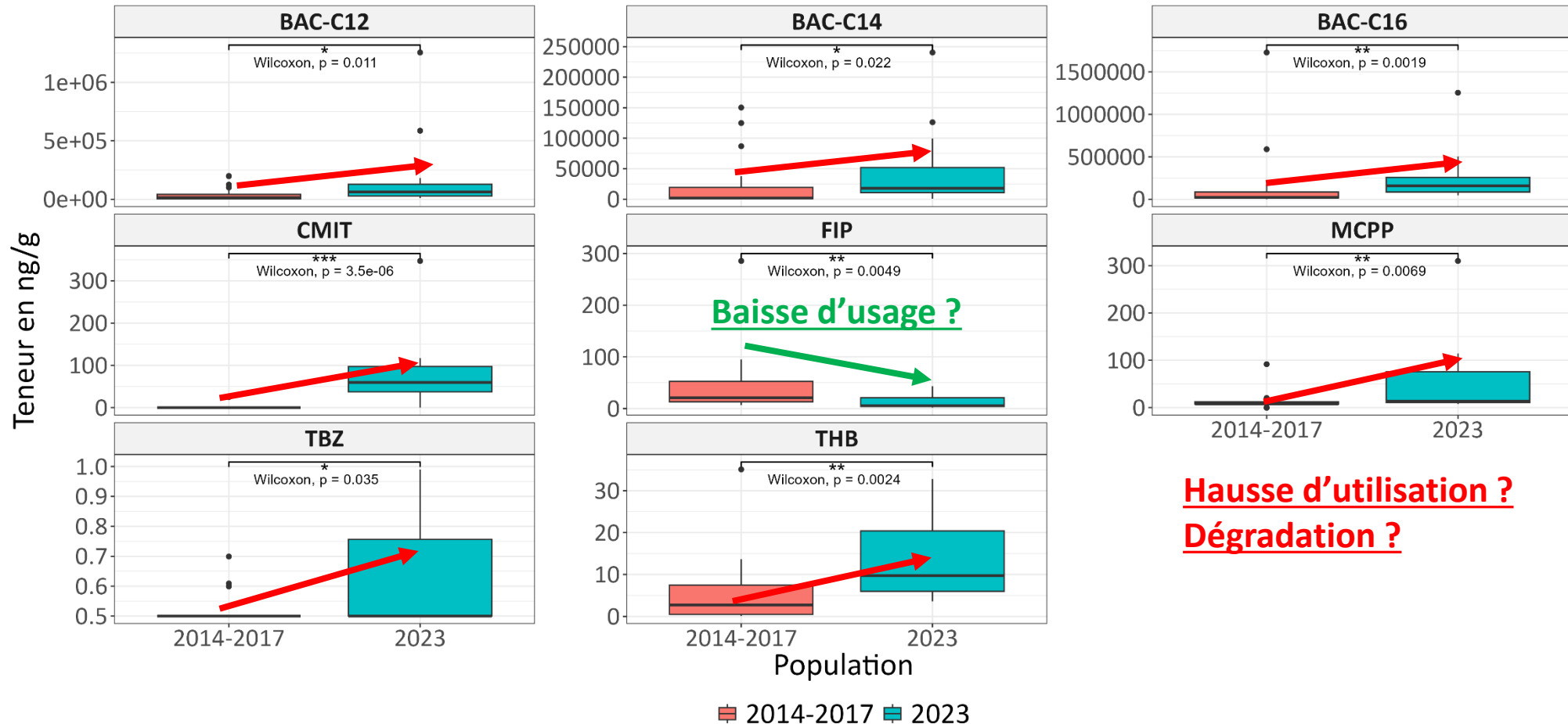


Protocoles d'extraction et d'analyses des substances biocides

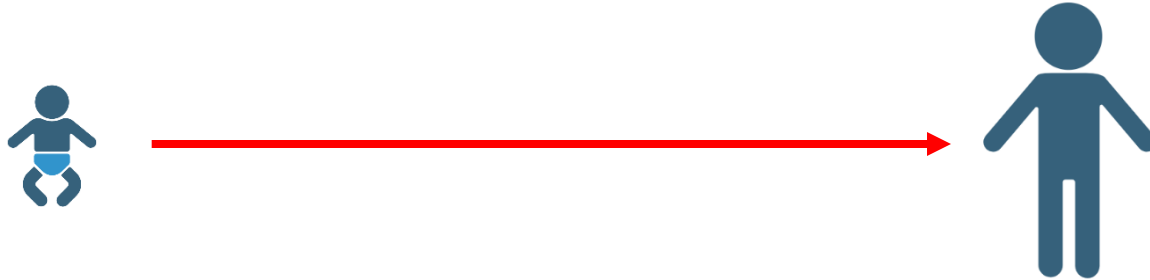


Contamination dans les écoles françaises

- Projet Biocidust → poussières dans les écoles
 - 20 échantillons France (2014-2017)
 - 13 échantillons Charenton-le-Pont (2023)



Scénarios d'exposition



$$HQ = \frac{EDI}{AEL}$$

Paramètres	Bébé	Bambin	Enfant	Adolescent	Adulte
Âge (année)	<1	1-5	6-11	12-19	>20
Poids corporel (kg)	5	16	29	52	65
Taux d'ingestion de poussières (g/j)	0,02	0,1	0,05	0,05	0,05
Taux d'inhalation d'air (m ³ /j)	4,06	7,9	9,14	13,69	17,41
Surfaces de mains et jambes exposées quotidiennement (cm ² /j)	2 020	4 230	7 030	11 320	13 770

Valeurs toxicologiques de référence

Substance	AEL (ng/kg pc/jour)
ACE	70 000
BFT	7 500
BIT	25 000
CBY	80 000
CBZ	30 000
CPMT	22 000
DCOIT	20 000
DFB	4 000
DIU	7 000
DMT	7 500
FIP	200
HFU	5 000
IPBC	200 000
IPU	15 000
MCPP	40 000
MIT	27 000
OIT	56 000
PMT	50 000
PPC	300 000
TBZ	3 200
TEB	30 000
THB	100 000

(Sources : Rapport d'évaluation Biocides +
Phytopharmaceutiques)

Calcul d'une VTR à partir d'une NOAEL

$$VTR = \frac{NOAEL}{UF_A \cdot UF_H \cdot UF_{L/B} \cdot UF_S \cdot UF_D} = \frac{NOAEL}{UF_{TOT}}$$

(Source : Anses)

$$HQ = \frac{EDI}{AEL}$$

Substances	NOAEL (ng/kg pc/jour)	Facteur d'incertitude	Uftot	AEL calculée (ng/kg pc/jour)
BAC-C12-C16	44 000 000	1	1 000	44 000
CMIT/MIT	6 280 000	10	10 000	628
DDAC	27 000 000	1	1 000	27 000
TB	100 000	1	1 000	100

(Sources : Rapport d'évaluation biocides, CIR 1992, CIRCABC 2011)

Fractions absorbées selon les voies d'exposition

Substance	Fing	Fder	Finh	Rapport d'évaluation
MCP	0,9	0,2	1	Phytopharmaceutique
THB	0,75	0,1	1	Phytopharmaceutique
PPC	0,86	0,09	1	Biocide
TEB	1	0,5	1	Biocide
CBZ	1	0,106	1	Biocide
IPBC	0,9	0,3	1	Biocide
MIT	0,53	0,75	1	Biocide
CMIT	1	0,67	1	Biocide
BIT	1	0,5	1	Biocide
OIT	0,7	1	1	Biocide
DCOIT	0,2	0,06	1	Biocide
ACE	0,96	0,337	1	Phytopharmaceutique
DMT	0,75	0,1	1	Biocide/Phytopharmaceutique
PMT	1	0,03	1	Biocide
CPMT	0,57	0,13	1	Biocide
BFT	0,5	0,114	1	Biocide
CBY	0,5	0,05	1	Biocide
TB	1	1	1	-
TBZ	1	1	1	-
DFB	0,33	0,06	1	Biocide
DIU	1	1	1	-
HFU	0,9	0,125	1	Biocide
IPU	0,9	0,17	1	Phytopharmaceutique
FIP	1	0,11	1	Biocide
BAC-C12-C16	0,1	0,1	1	Biocide
DDAC	0,1	0,1	1	Biocide
CMIT/MIT	1	1	1	-

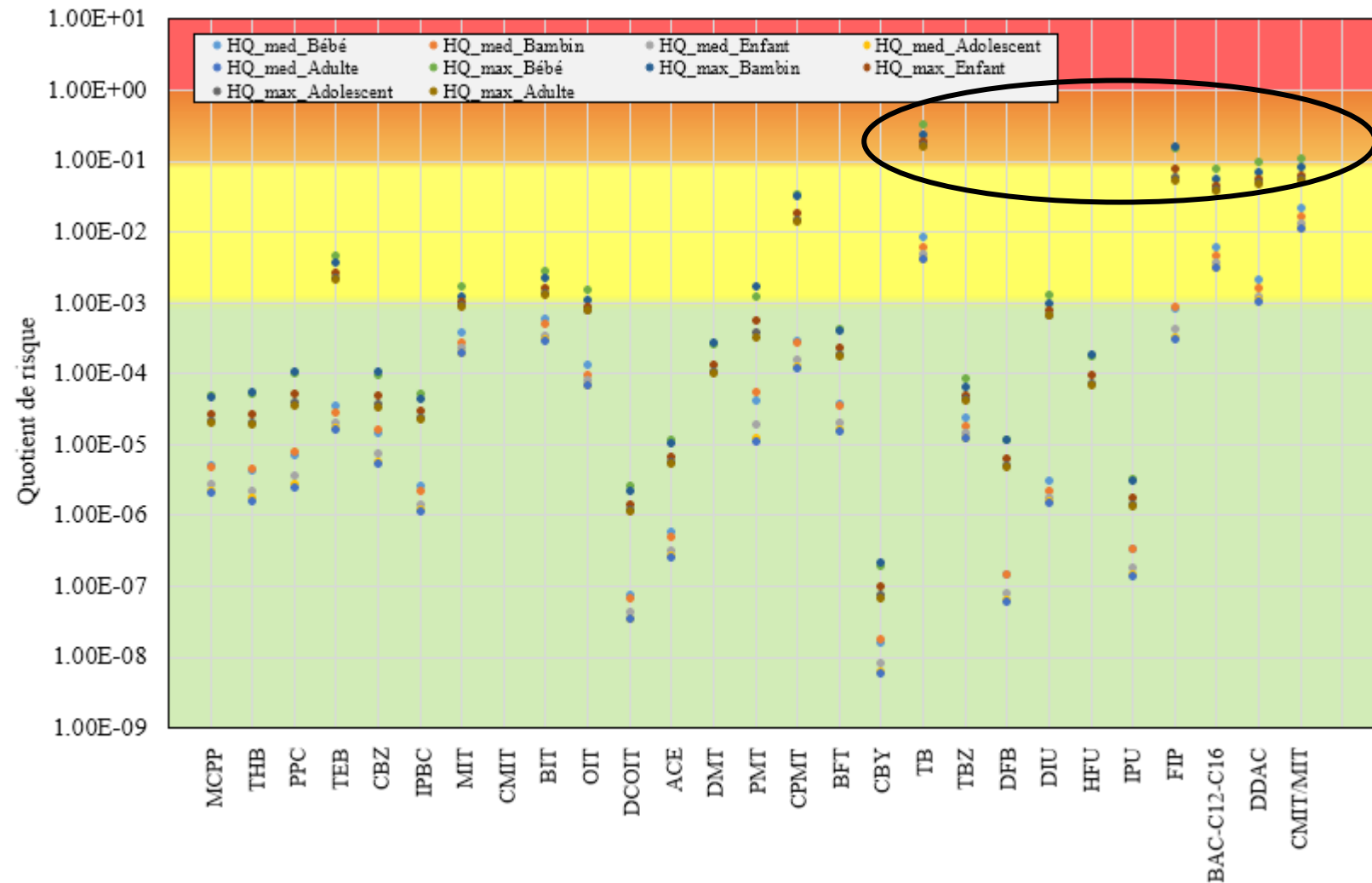
Comparaison pour les voies d'exposition cumulées (n=33 écoles)

- Somme de deux voies d'exposition (ingestion et cutanée)
- Temps = 8h par jour



Scénario 2/3 logement + 1/3 école

- Deux voies d'exposition (ingestion et cutanée)

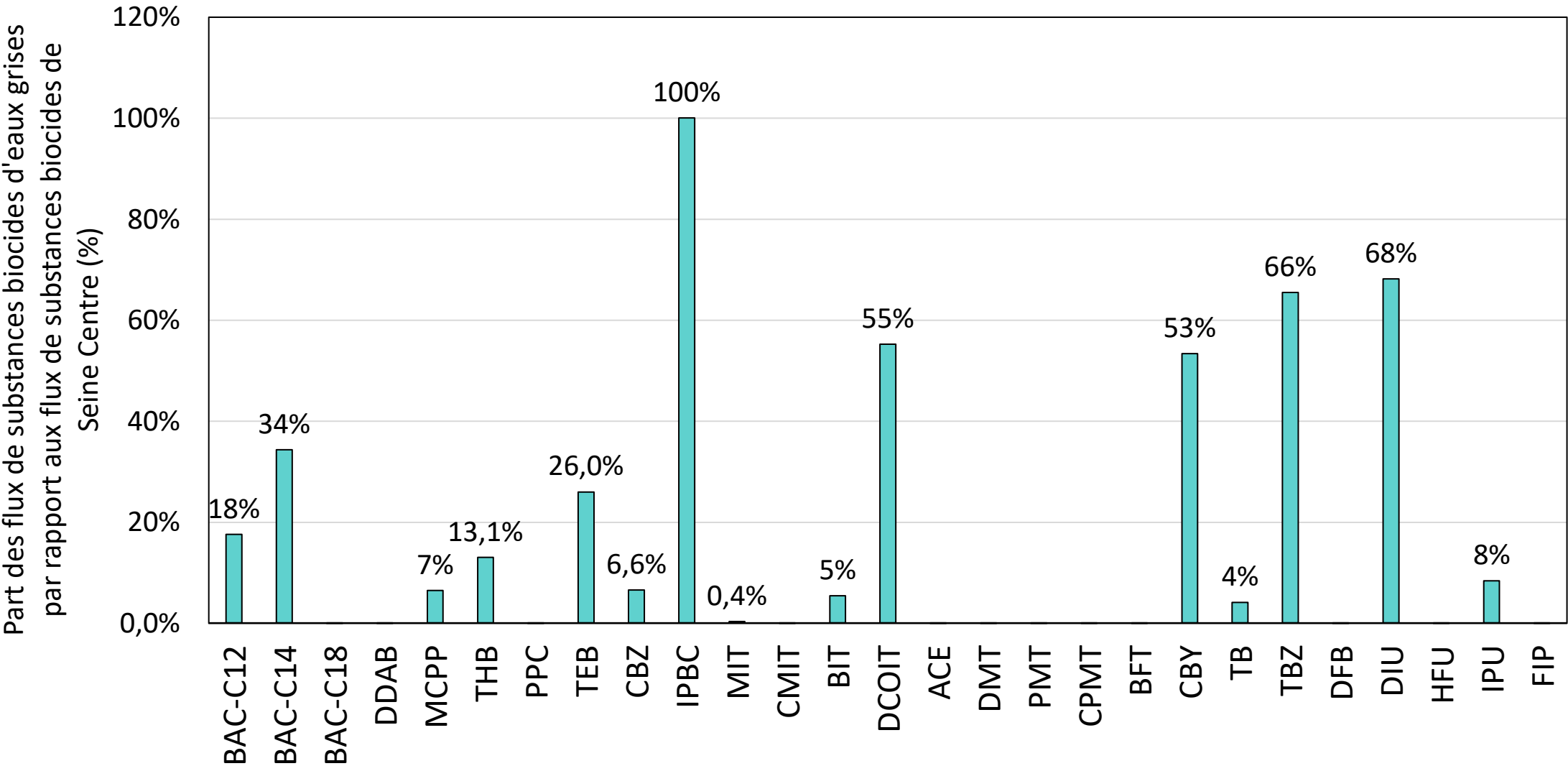


Méthode de calcul des flux de substances biocides à Seine Centre

- **Débits moyens journaliers des eaux grises (EG) → 77,73 L/j/hab**
 - Douches → 46,8 L/j/hab
 - Vaisselle manuelle → 16 L/j/hab
 - Lave-linge → 14,4 L/j/hab
 - Nettoyage des sols → 0,53 L/j/hab
- **Équivalent habitant à Seine Centre (SC) calculé pour 2018**
 - 15 g d'azote total Kjeldahl par habitant
 - $\text{Equiv hab}_{\text{SC}} = \text{moyenne NTK}_{\text{SC}} \times V_{\text{journalier}} \div 15$
 - 672 568 équivalents habitants
- $V_{\text{Eaux grises}_{\text{SC}}} = \text{Débit}_{\text{EG}} \times \text{Equiv hab}_{\text{SC}} = 52\,279 \text{ m}^3/\text{j}$
- Pour chaque eau grise, **$\text{Flux}_{\text{EG}} = \text{Conc}_{\text{EG}} \times \text{Débit}_{\text{EG}} \times \text{Equiv hab}_{\text{SC}}$**
- Calcul des flux dans les eaux usées non traitées (thèse Paijens 2019)
 - Volume journalier traité_{SC} = 240 203 m³/j
- **$\text{Part des flux}_{\text{EG}} = \text{Flux}_{\text{EG}} \div \text{Flux}_{\text{Eaux usées non traitées}}$**



Flux de substances biocides à Seine Centre et comparaison avec la Seine



BAC-C16 → 2745% + **OIT** → 4180% (Changement de pratiques avec le covid ? Faire avec données observatoire) 37