

La **métabolique** comme outil de mesure des effets de la **pollution** sur la **santé** des socio-écosystèmes

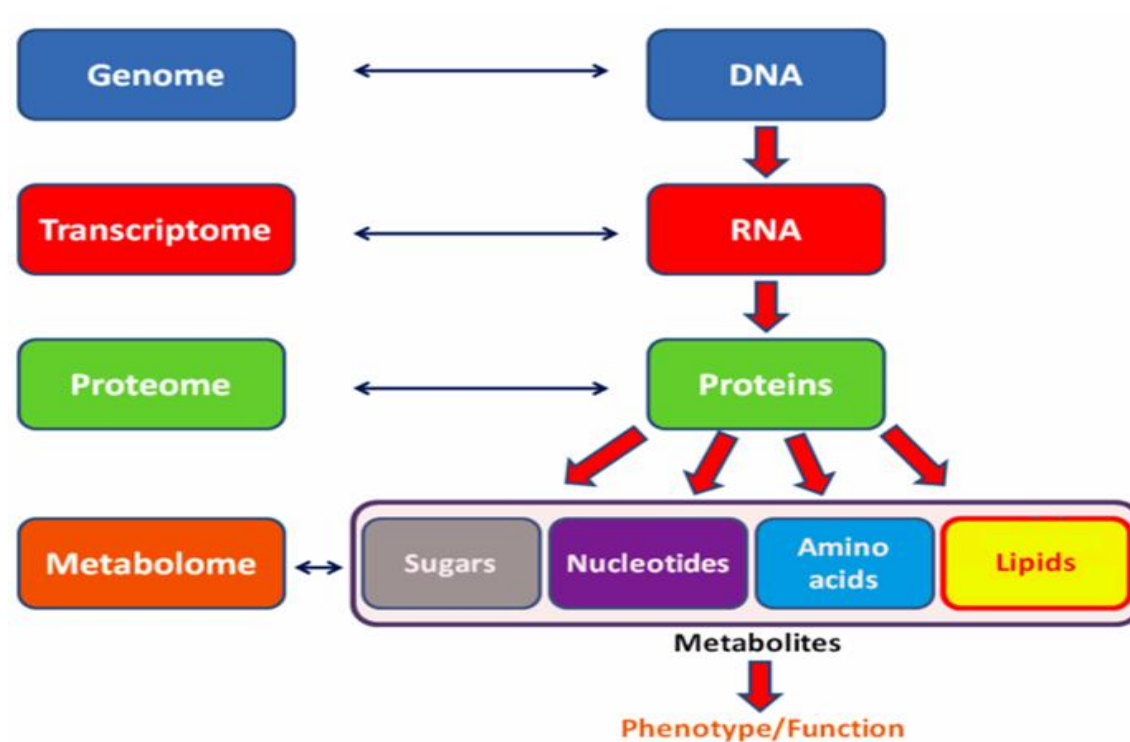
Dimitri Heintz

DEPE

IPHC

La métabolomique

L'étude des petites molécules < 2000 Dalton



Métabolome

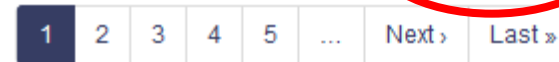
Petites molécules biologiquement actives

Homme = 8000 ?

Plantes > 50 000



Displaying metabolites 1 - 25 of 253245 in total



HMDB ID ↑
CAS Number

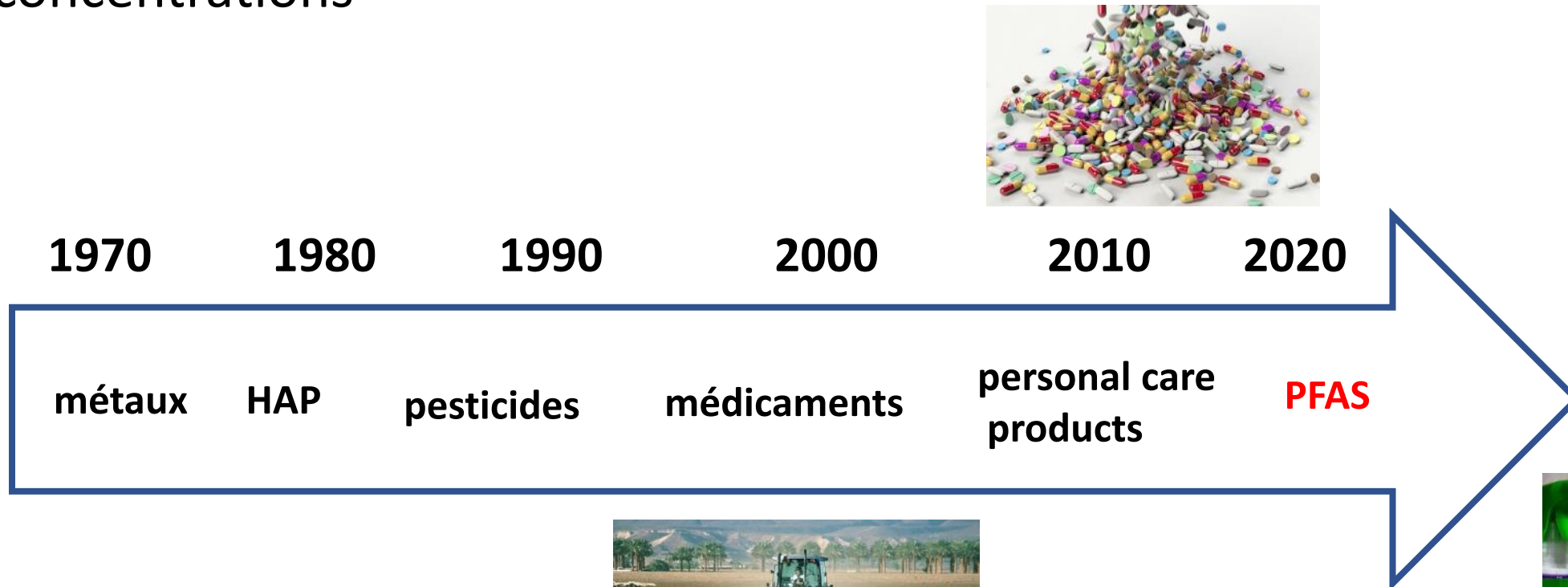
Name ↓↑

Chez l'homme

- Métabolites **endogènes** et **exogènes** (la flore microbienne)
- **Xenométabolites** (xeno = étranger ex: médicaments)

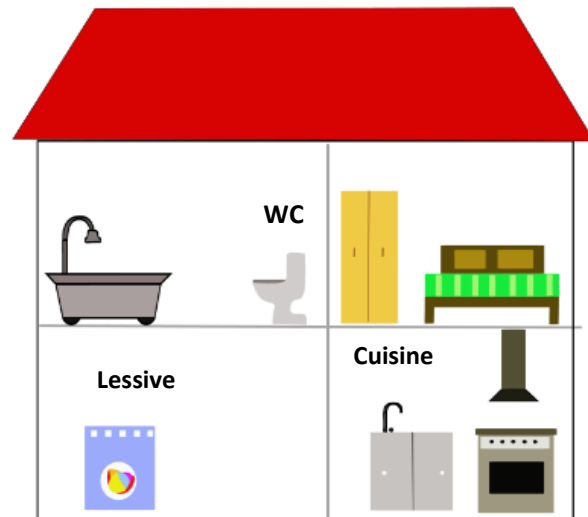
Micropolluants

Substances qui peuvent affecter l'environnement ou l'homme à de très faibles concentrations



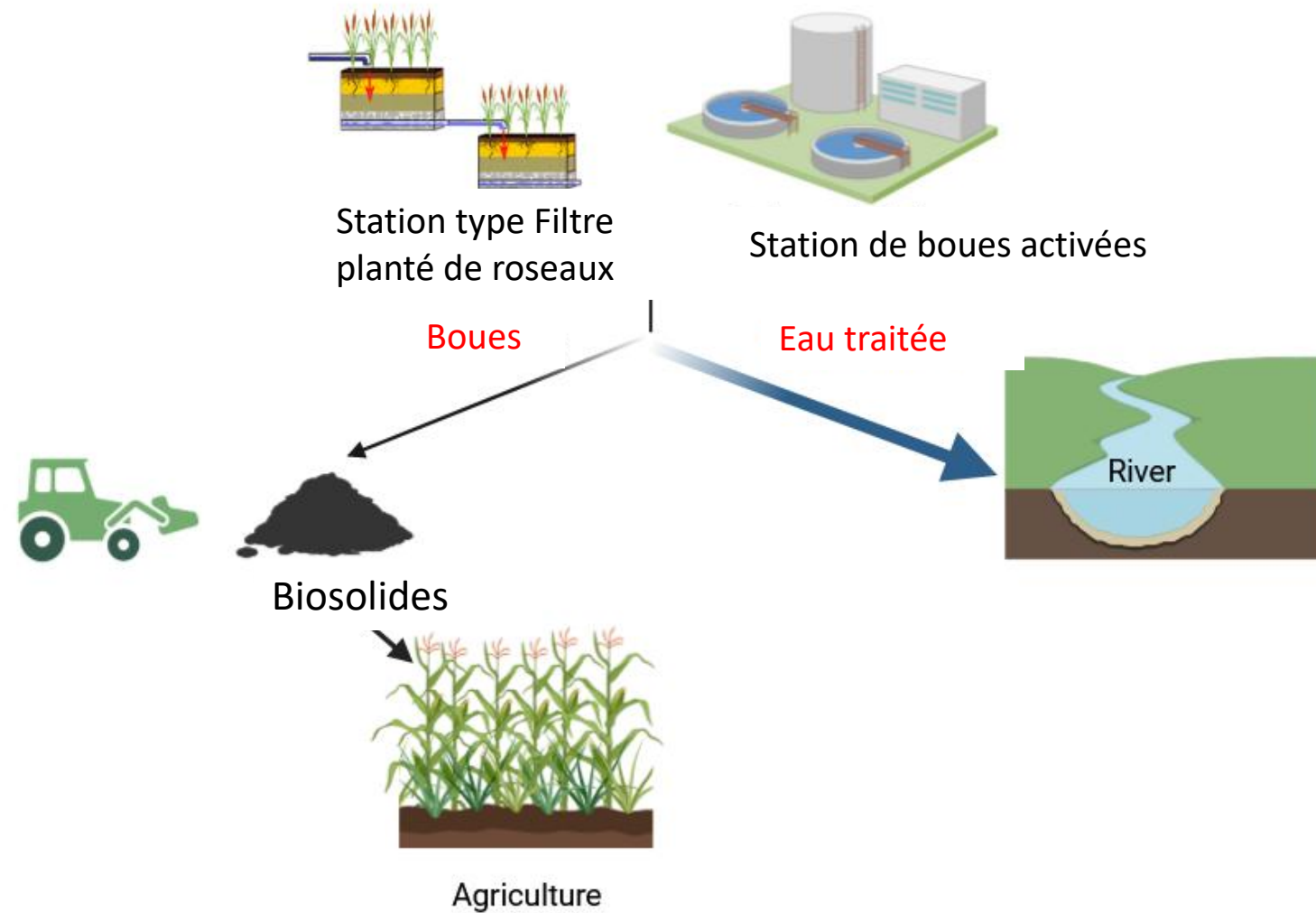
Sources de polluants

- Air
- Industrie
- L'agriculture
- Ruissellements de routes
- **Les eaux usées**



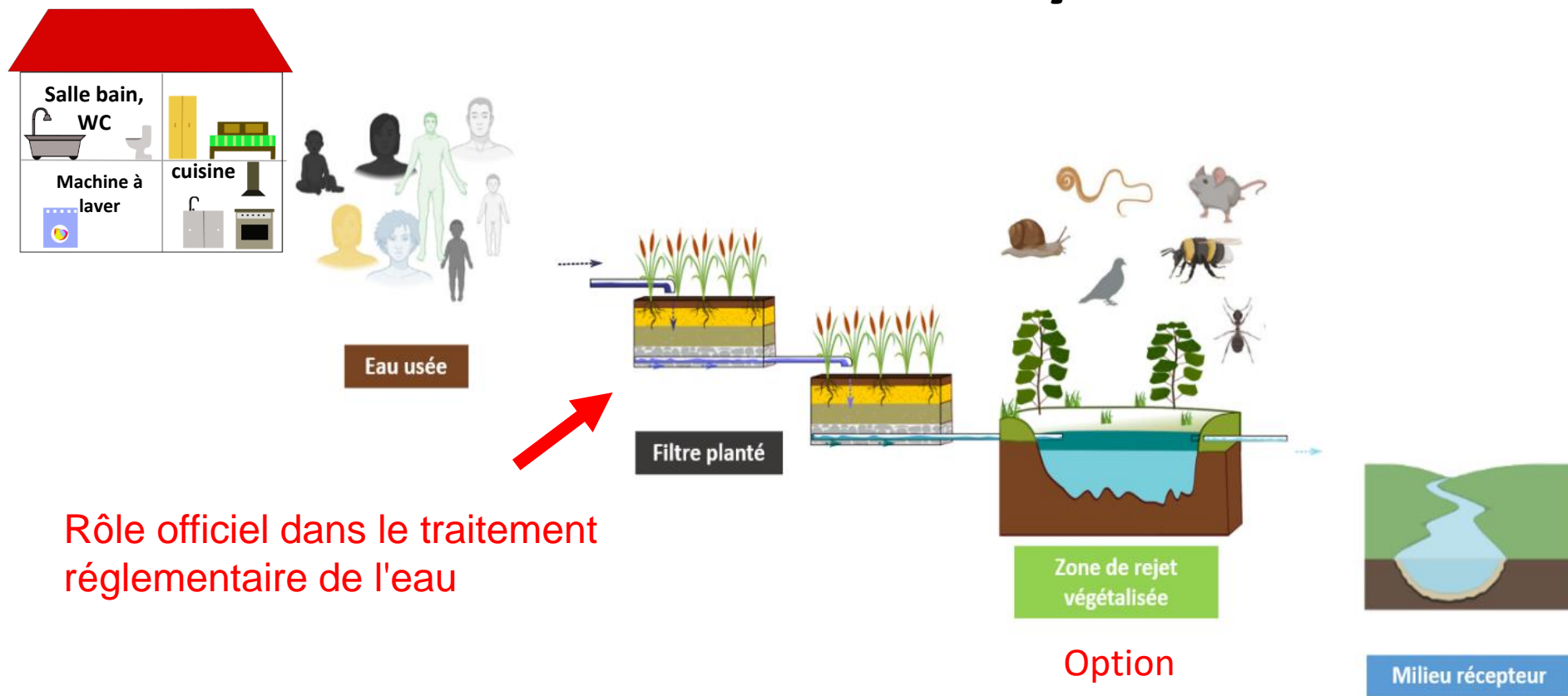
Les activités domestiques

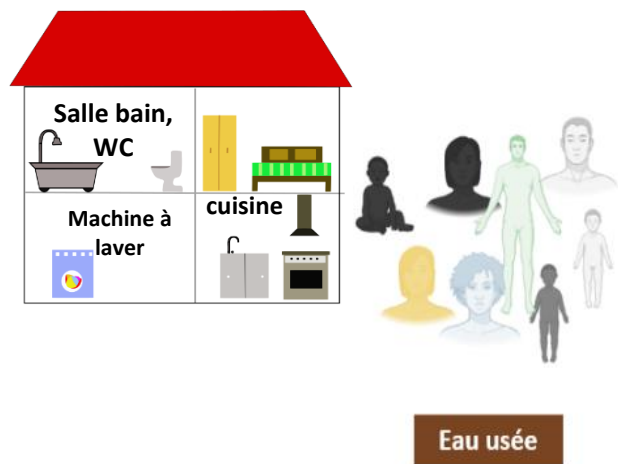
Deux grands systèmes de traitement des eaux usées



63 % des eaux usées urbaines sont traitées par un système végétal en France

Socio-écosystème





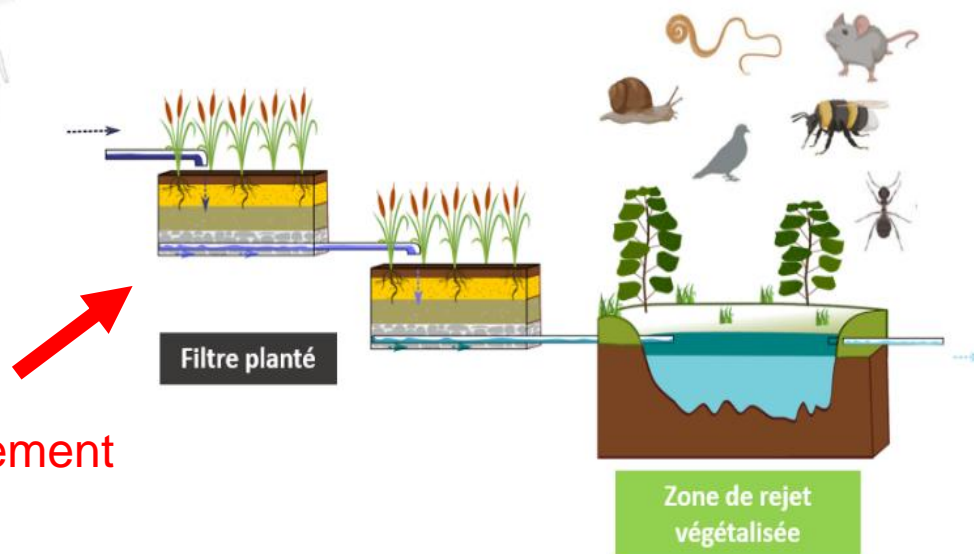
Réduction de la pollution

Le roseau est l'acteur principal, mais il ne peut pas tout faire toute seule

Réduction de la pollution

Nous avons besoin de traitements complémentaires

Rôle officiel dans le traitement réglementaire de l'eau

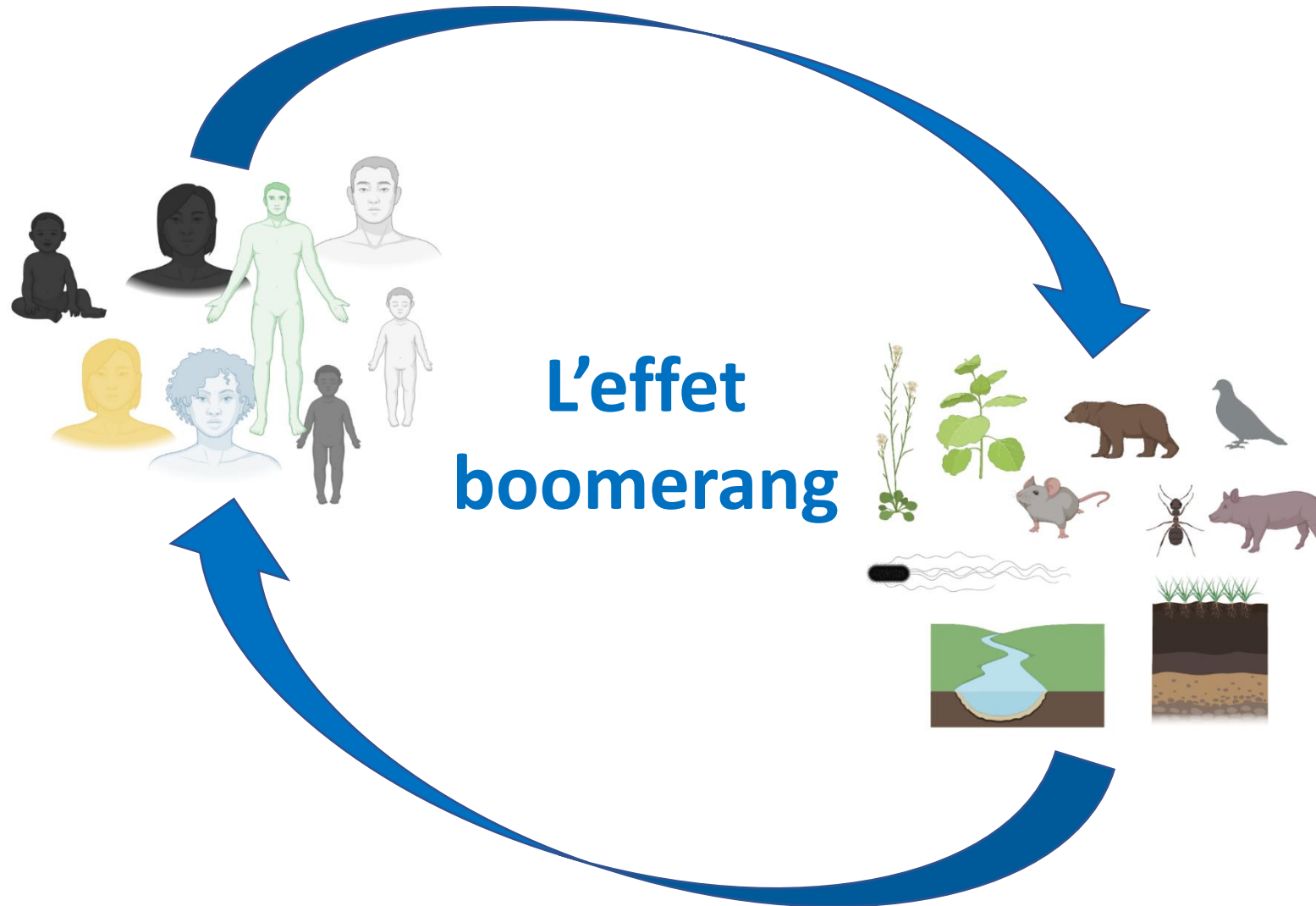


Option




Environnement-santé

De l'homme à l'environnement à l'homme



ORIGINAL RESEARCH

Environmental exposure to phthalates and dementia with Lewy bodies: contribution of metabolomics

Arnaud Agin ^{1,2}, Frédéric Blanc,^{1,3} Olivier Bousiges,⁴ Claire Villette,⁵ Nathalie Philippi,^{1,3} Catherine Demuynck,³ Catherine Martin-Hunyadi,³ Benjamin Cretin,^{1,3} Sabine Lang,⁵ Julie Zumsteg,⁵ Izzie Jacques Namer,^{1,2} Dimitri Heintz⁵

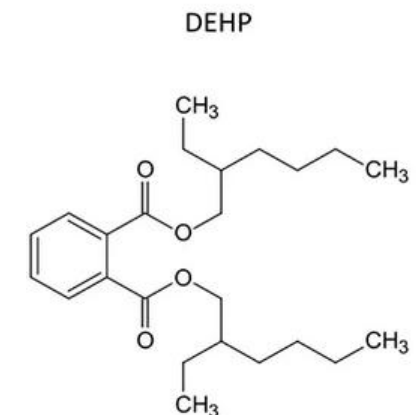
Démence et pollution : les phtalates responsables de la maladie à Corps de Lewy ?

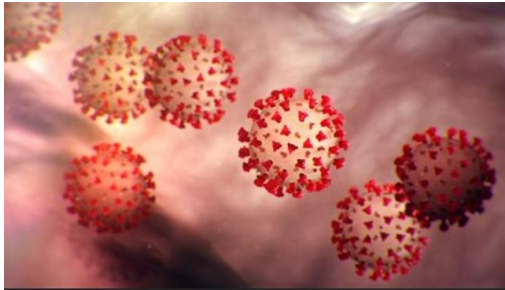
© Publié le 08/09/2020 à 11:30 - Mise à jour à 11:32



La maladie à Corps de Lewy est la deuxième cause de démence neurodégénérative après Alzheimer
Kalhh / Pixabay


Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)



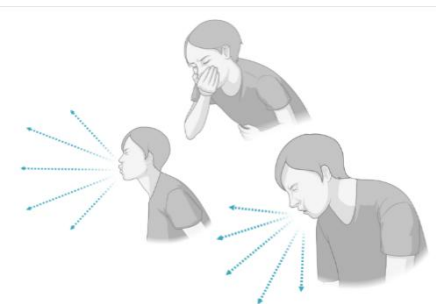


SHORT COMMUNICATION |  Free Access

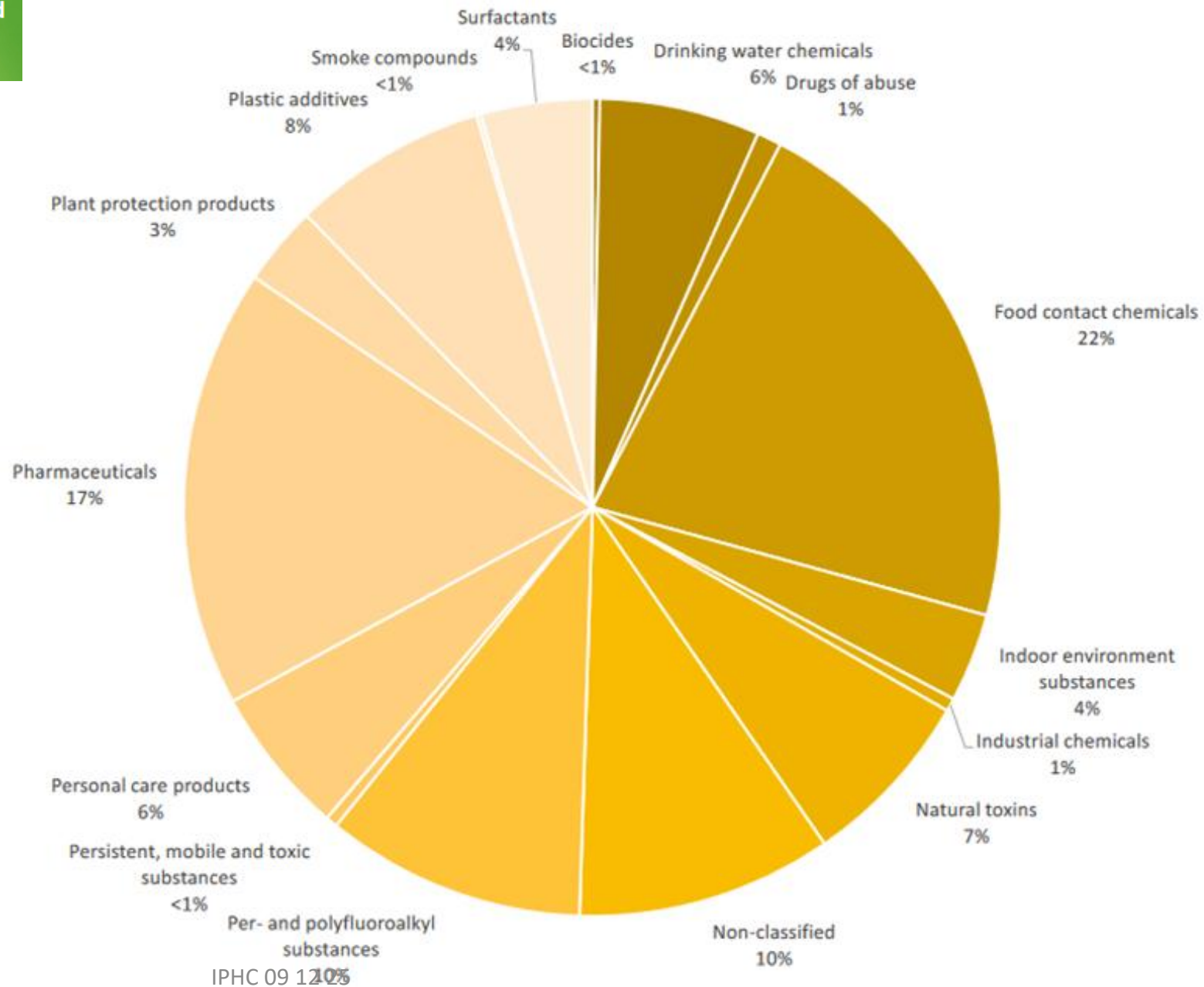
Acute-onset delirium in intensive care COVID patients: association of imperfect brain repair with foodborne micro- pollutants

Francis Schneider , Arnaud Agin, Mathieu Baldacini, Loïc Maurer, Maleka Schenck, Mathieu Alemann, Morgane Solis, Julie Helms, Claire Villette, Thierry Artzner, Stéphane Kremer, Dimitri Heintz

First published: 14 February 2021 | <https://doi.org/10.1111/ene.14776> |



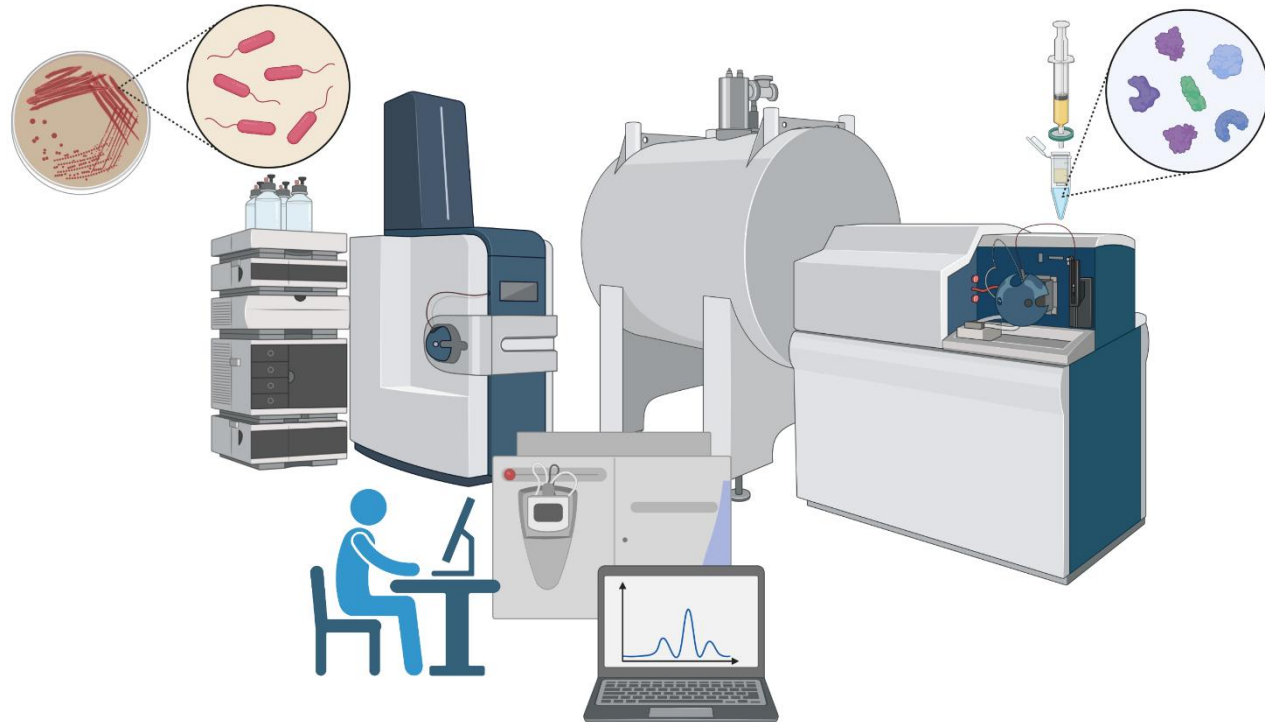
120 000 pollutants
peuvent être
analysés en
routine



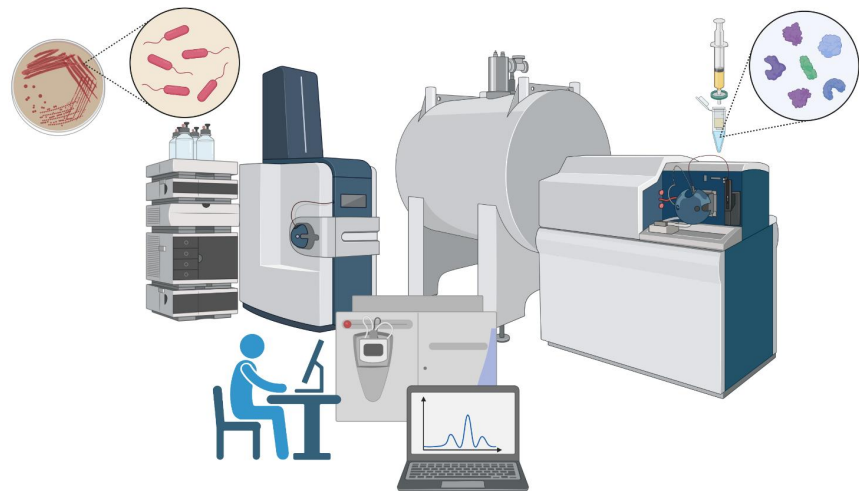
Une révolution méthodologique et technique

La spectrométrie de masse à haute résolution non ciblée

Bioinformatique



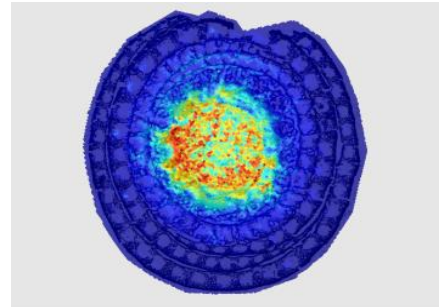
Les approches « non ciblées »



HR-LC/GC-MS/MS

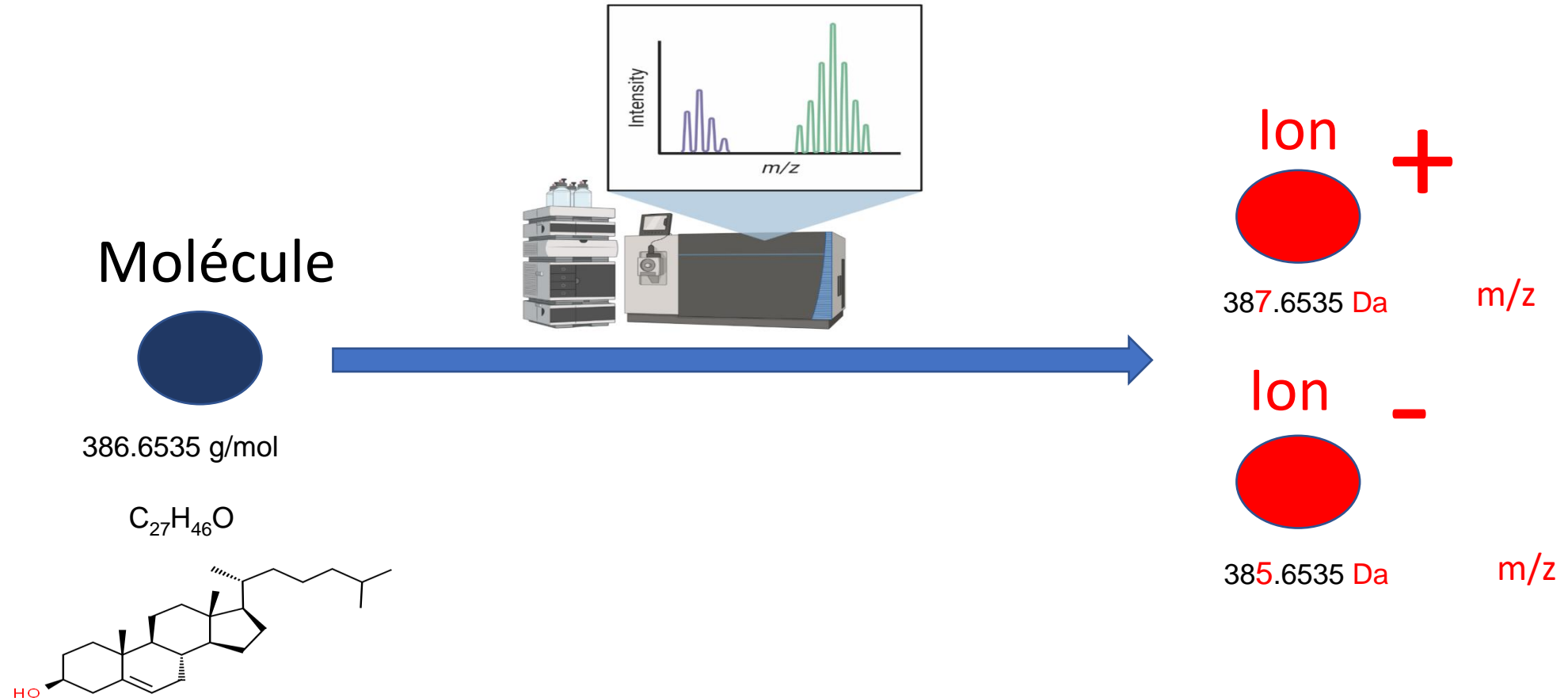


Imagerie par spectrométrie de masse

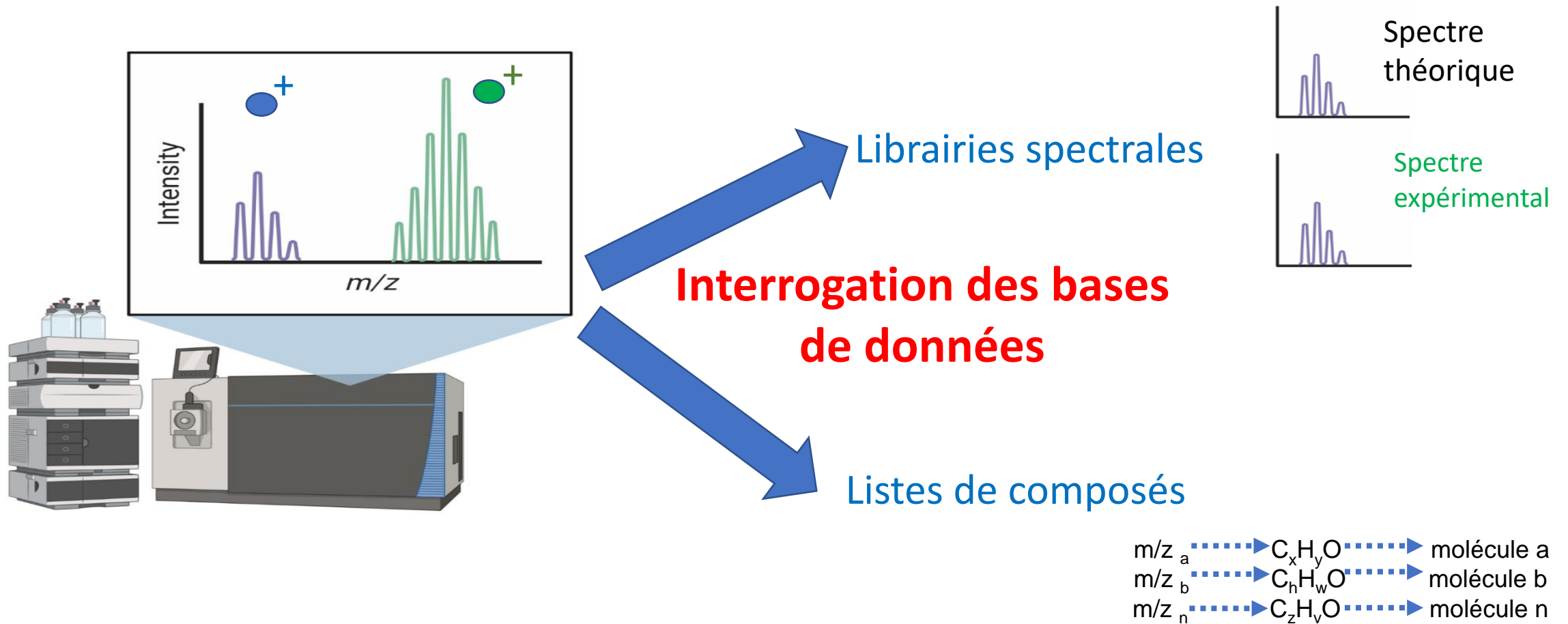


Détection simultanée
de plusieurs milliers
de signaux chimiques
dans des échantillons

Principe de la spectrométrie de masse à haute résolution

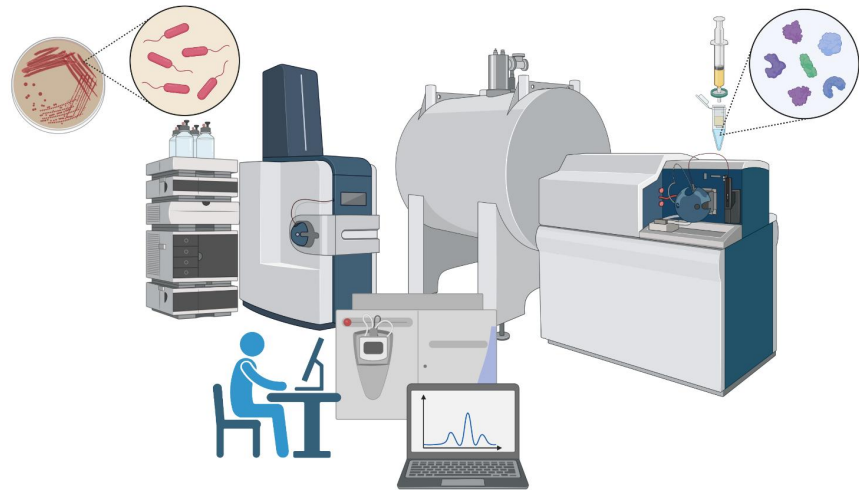


Principe de l'identification des molécules en métabolomique



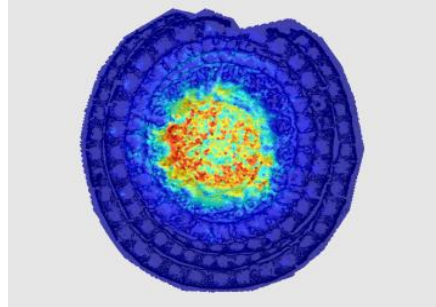
Un changement de paradigme pour évaluer l'exposition des populations aux contaminants chimiques

Les approches « non ciblées »



HR-LC/GC-MS/MS

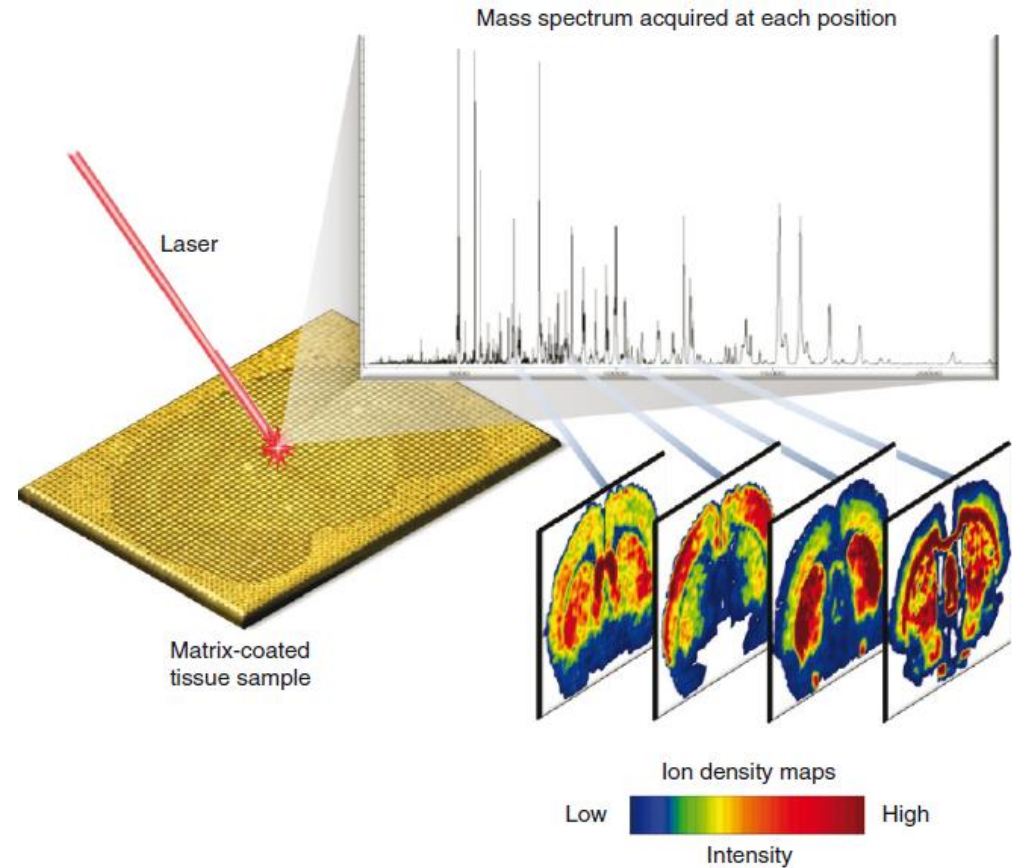
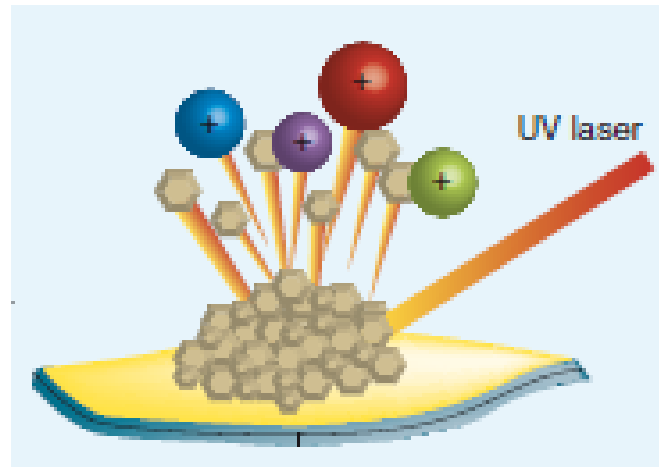
Imagerie par spectrométrie de masse



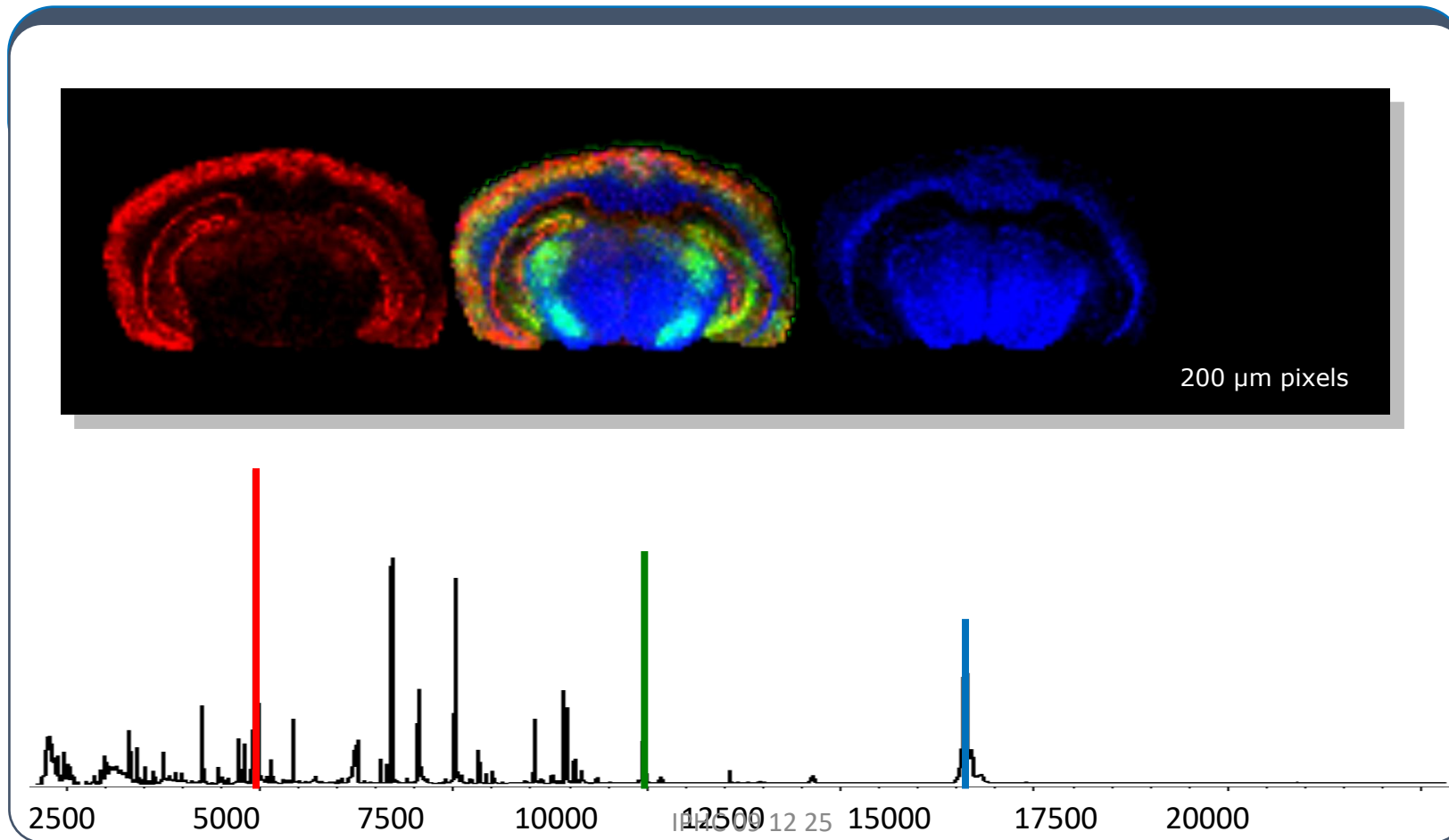
Détection simultanée
de plusieurs milliers
de signaux chimiques
dans des échantillons

Imagerie par spectrométrie de masse

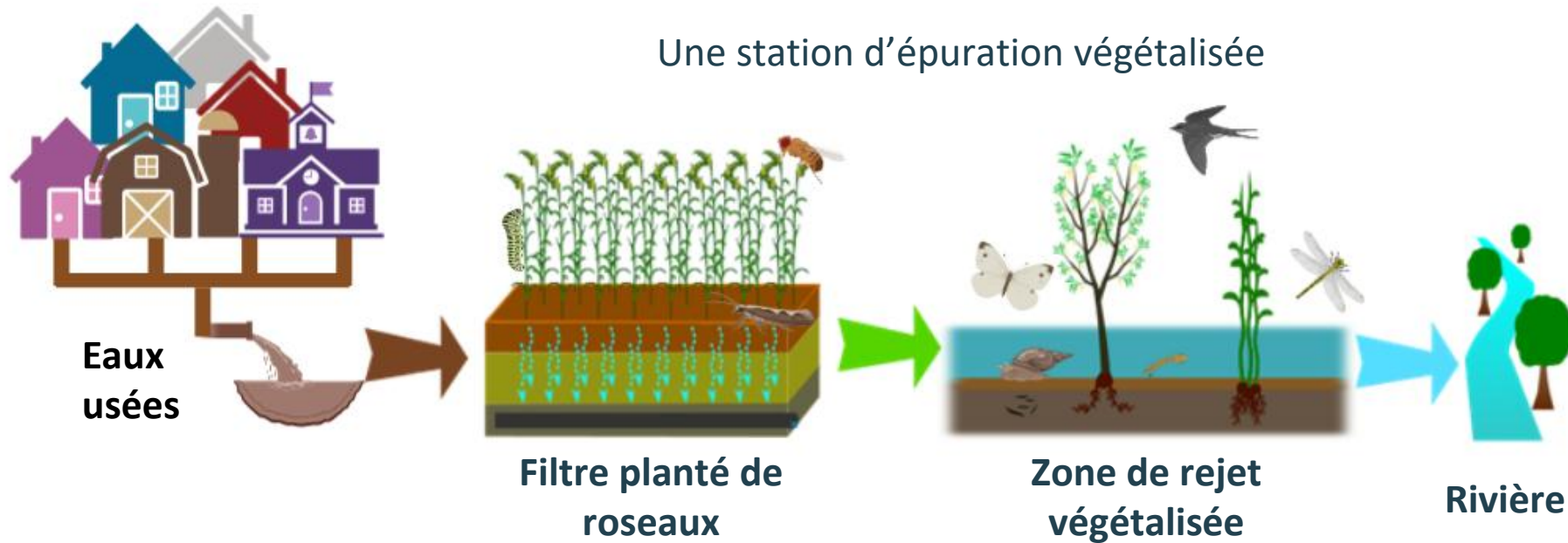
MALDI (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization) Imaging



Identifier des molécules dans des tissus biologiques

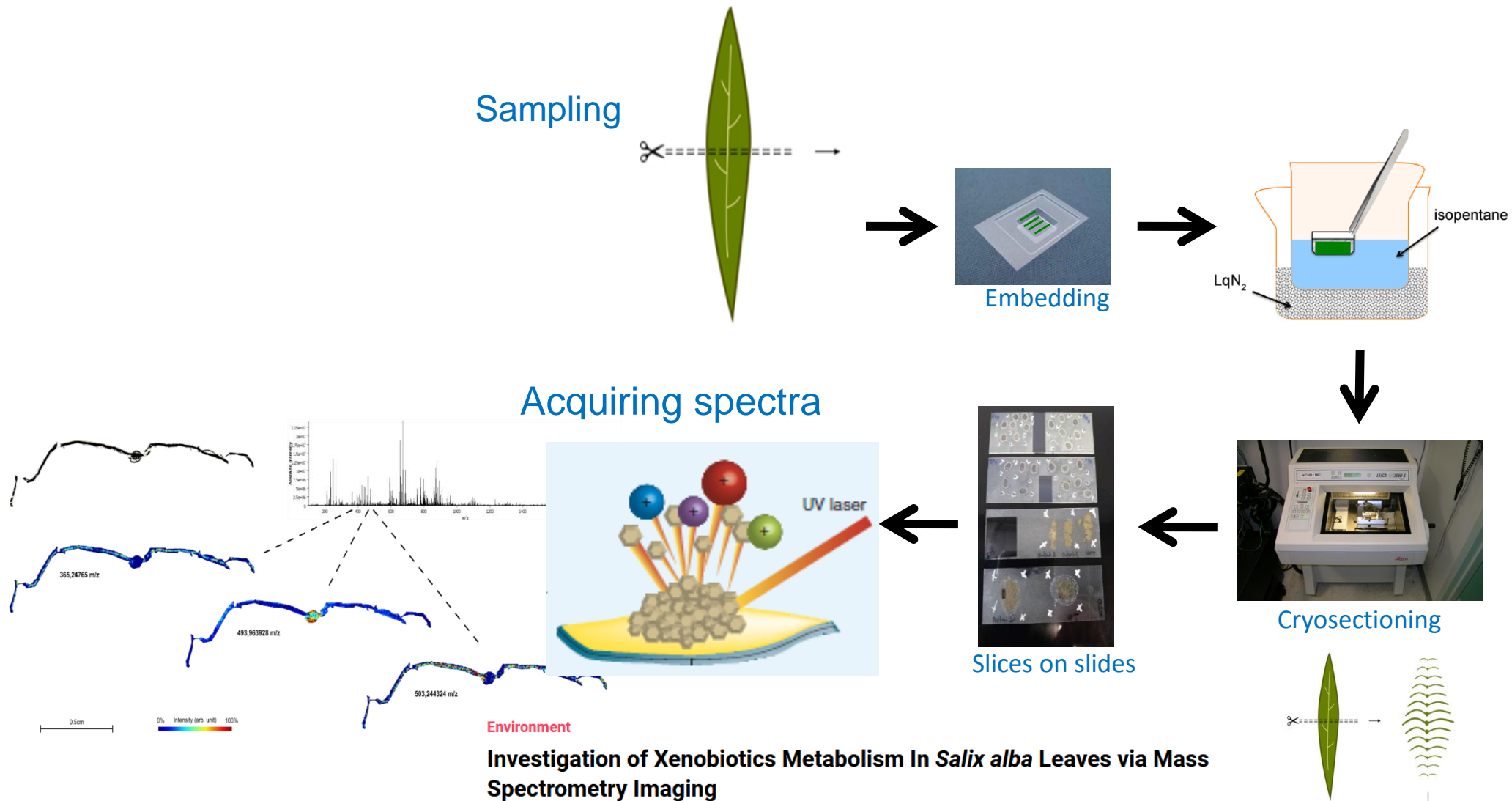


Adaptation des écosystèmes au stress chimique d'origine anthropique



Santé des plantes
Santé des animaux
Santé de l'homme

MALDI Imaging workflow



Les micropolluants sont stockés dans des tissus spécifiques des feuilles de plantes polluées.

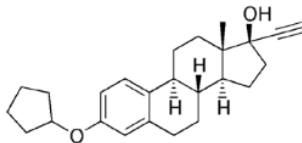
Investigation of Xenobiotics Metabolism In *Salix alba* Leaves via Mass Spectrometry Imaging

doi: [10.3791/61011](https://doi.org/10.3791/61011) Published: June 15, 2020

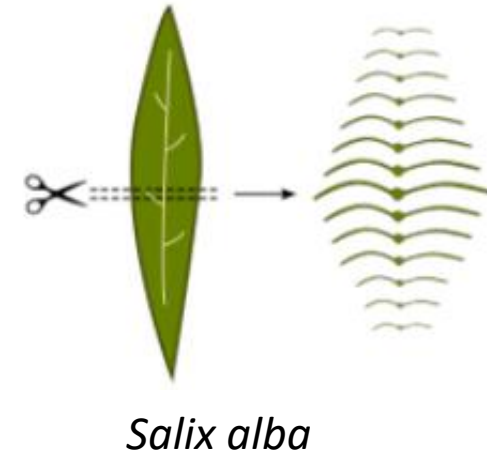
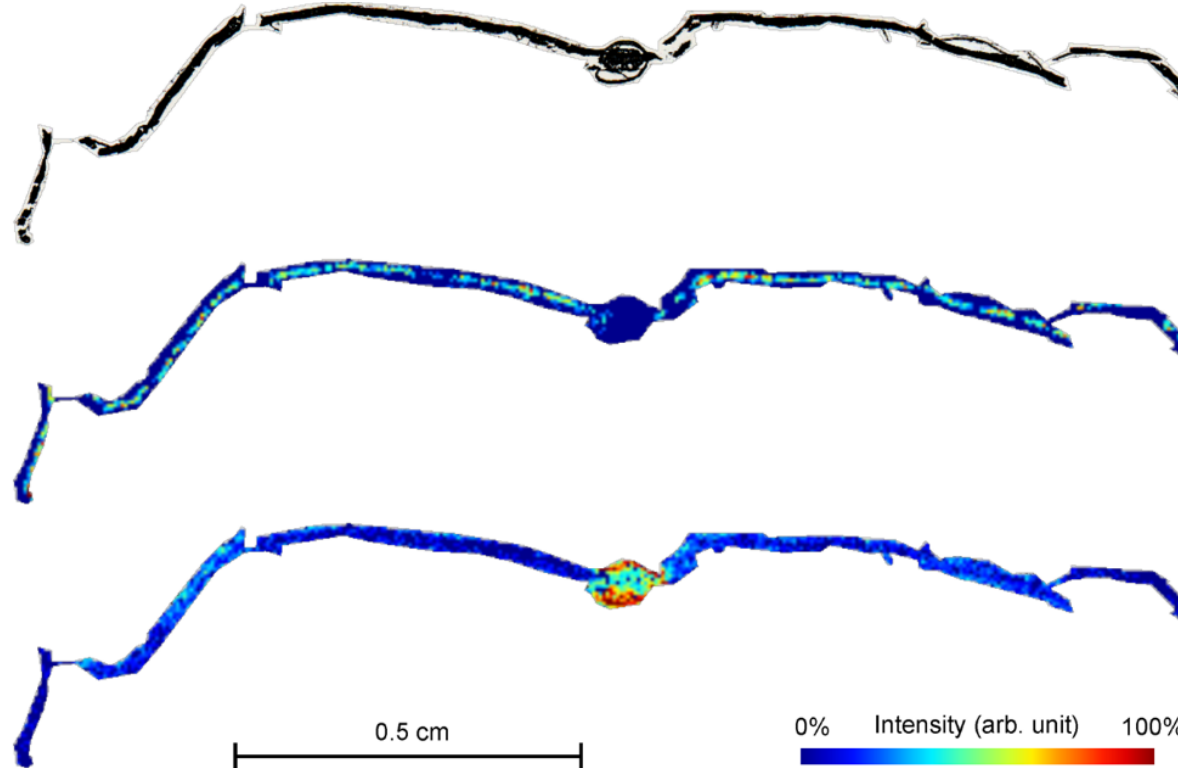
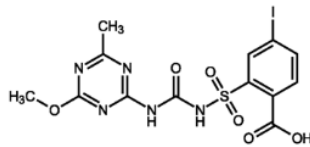
Claire Villette¹, Loïc Maurer^{1,2}, Dimitri Heintz¹

Optical image

Quinestrol
365,24765 m/z
mc = 38617,6



Iodosulfuron
493,963928 m/z
mc = 126576

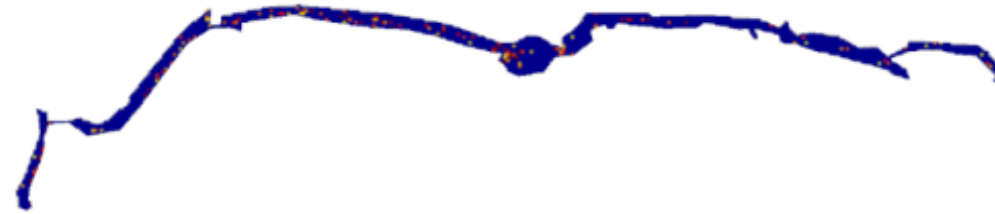
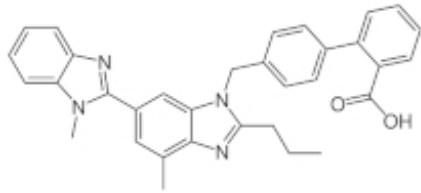


Salix alba

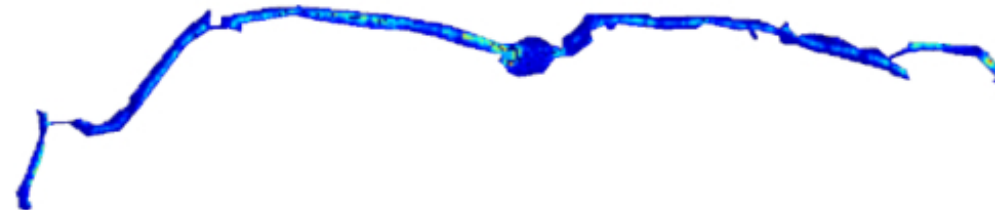
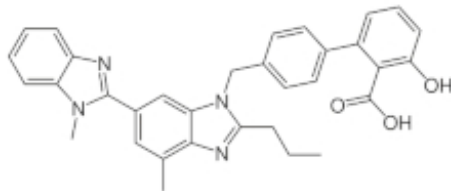
Capacité des plantes à transformer les micropolluants



Phase I

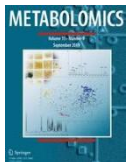


Telmisartan



C33 H32 N4 O3 (I)

- a beta-oxidation hydration
- b alcohol dehydrogenase
- c CYP450 n-demethylation
- d CYP450 hydroxylation



Xenobiotics metabolism in *Salix alba* leaves uncovered by mass spectrometry imaging

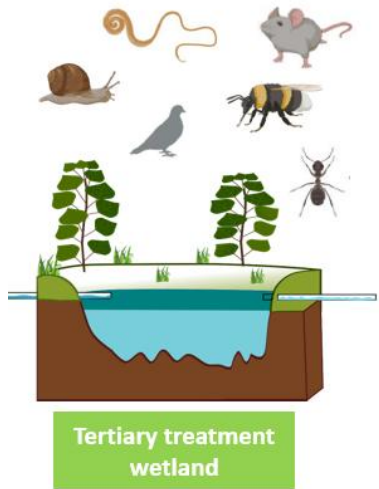
Claire Villette¹ · Loïc Maurer^{1,2} · Adrien Wanko² · Dimitri Heintz¹

IPHC 09 12 25

Une station de traitement des eaux usées est un réservoir de biodiversité



Dépistage de médicaments chez les animaux vivant dans une station d'épuration végétalisée de traitement des eaux usées



Snail



Bee



Worm

Analgésique →
antihypertenseur →
Antihistaminique →

ESCARGOTS	Quantité retrouvée (ng/g)
TRIMETHOPRIME	0,6590
TRAMADOL	0,4240
SOTALOL	0,0536
TELMISARTAN	0,0370
CITOLOPRAM	0,0208
AMITRIPTYLINE	0,0127
DES Loratadine	0,0077
ATENOLOL	0,0039
CEFPODOXIME	0,0034
METOPROLOL	0,0027
CAFEINE	0,0015

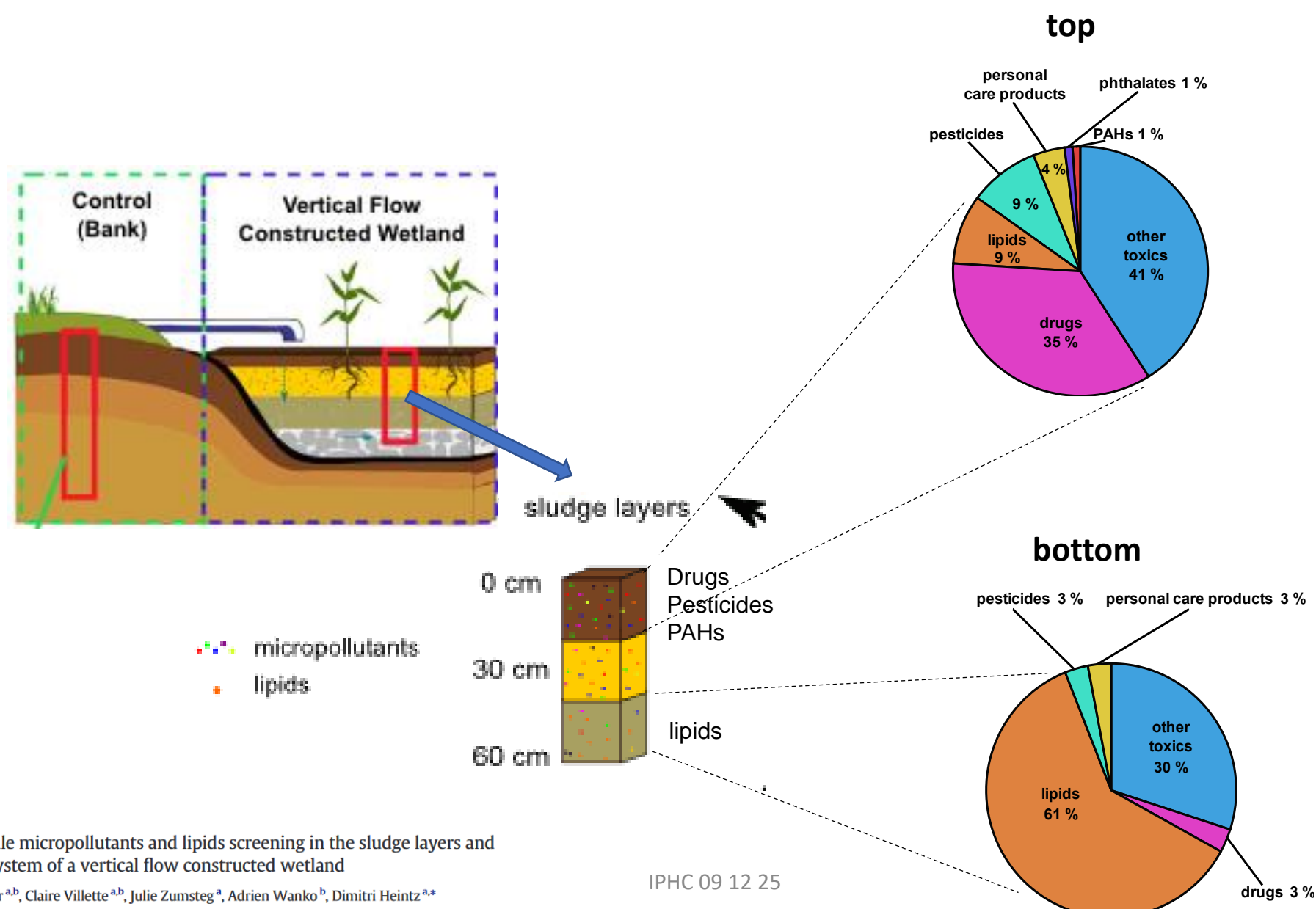
POLLINISATEUR	Quantité retrouvée (ng/g)
ALPHA- ETHYNYLESTRADIOL	189,0000
TRAMADOL	29,1000
MEFENAMIC ACIDE	1,4800
FENOPROFEN	0,3870
AMITRIPTYLINE	0,2390
CAFEINE	0,0852
DES Loratadine	0,0128

Pilule contraceptive

VERS DE TERRE	Quantité retrouvée (ng/g)
TRAMADOL	0,4650
IBUPROFEN	0,0808
CITOLOPRAM	0,0684
SOTALOL	0,0249
DES Loratadine	0,0096
METOPROLOL	0,0094
ATENOLOL	0,0061
CAFEINE	0,0024
QUETIAPINE	0,0007
BISOPROLOL	0,0004
PROPAFENONE	1,92E-06

Des distributions différentes sont observées en fonction de l'organisme étudié, révélant des mécanismes d'accumulation spécifiques à chaque espèce

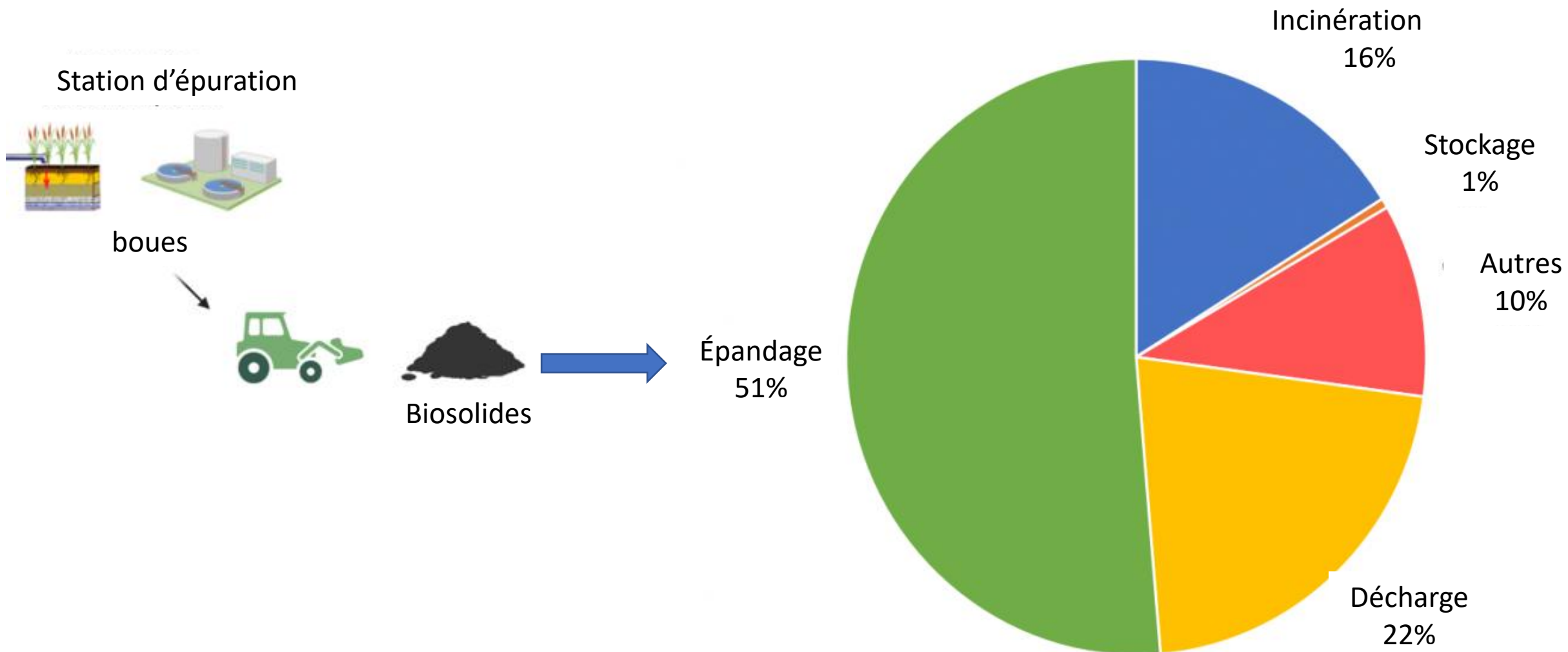
La plupart des polluants sont stockés et dégradés à la surface dans les 30 premiers centimètres.

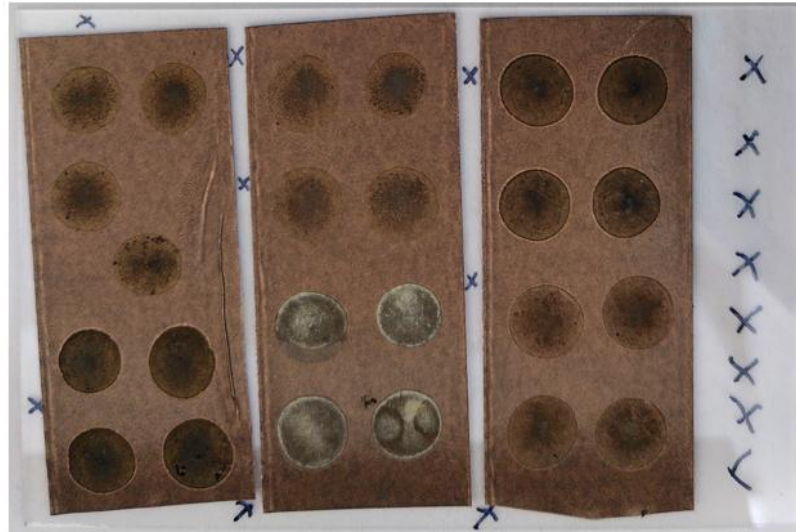
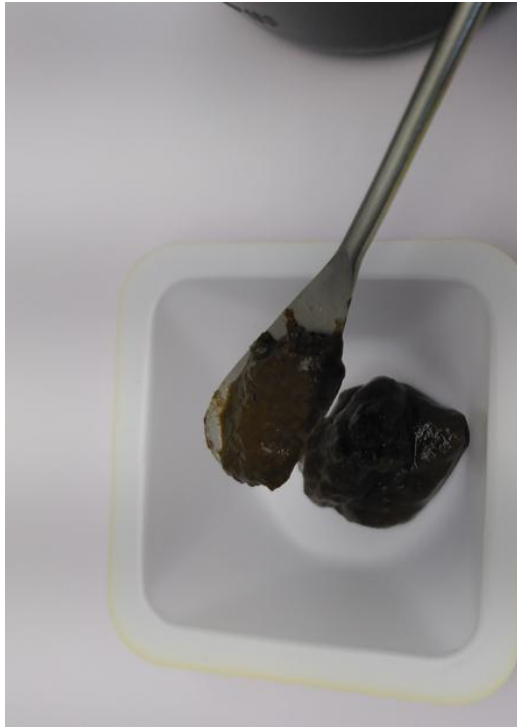


Large scale micropollutants and lipids screening in the sludge layers and the ecosystem of a vertical flow constructed wetland

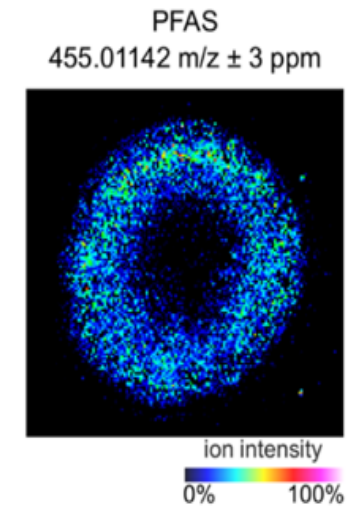
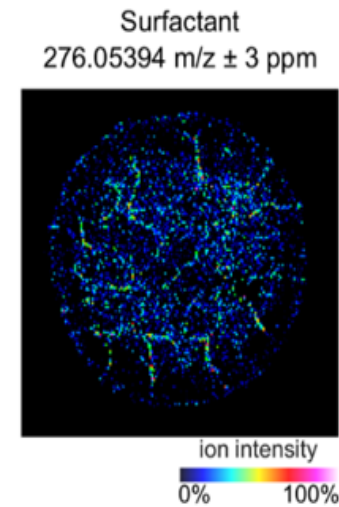
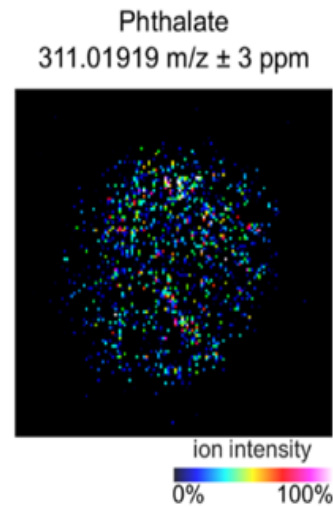
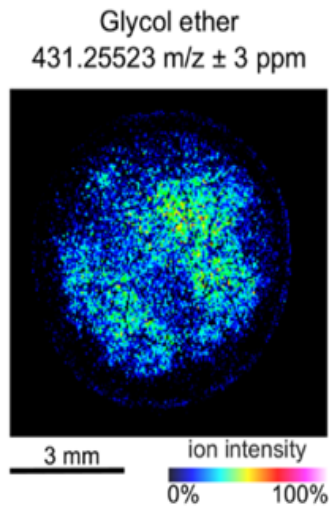
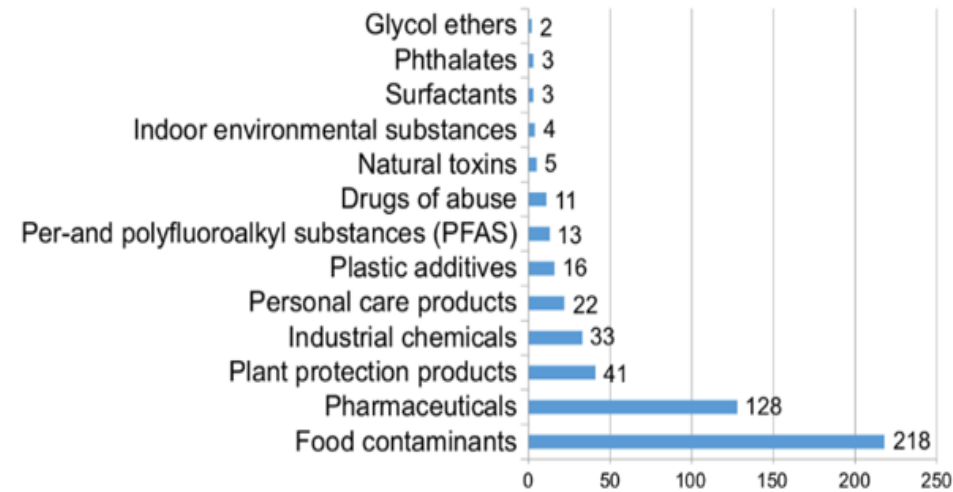
Loïc Maurer^{a,b}, Claire Villette^{a,b}, Julie Zumsteg^a, Adrien Wanko^b, Dimitri Heintz^{a,*}

Biosolides





Détection de polluants organiques persistants dans des biosolides



**Mass spectrometry imaging for biosolids
characterization to assess ecological or
health risks before reuse**

Claire Villette¹, Loïc Maurer², Julie Zumsteg¹, Jérôme Mutterer³,
Adrien Wanko² & Dimitri Heintz¹✉

IPHC 09 12 25

La future station d'épuration est basée sur l'agroforesterie “agroforesterie sanitaire”

Le principe est d'utiliser plusieurs espèces de plantes



Meilleure élimination des polluants

Recyclage des plantes polluées:

En purin pour l'agriculture



nature
COMMUNICATIONS

Microbial bioremediation of persistent organic pollutants in plant tissues provides crop growth promoting liquid fertilizer

[James Butcher](#), [Claire Villette](#), [Julie Zumsteg](#), [Loïc Maurer](#), [Thierry Barchietto](#), [Richard Rigo](#), [Kevin Floch](#),
[Anita Cseh](#), [Sergej Buchet](#), [Alain Stintzi](#) & [Dimitri Heintz](#) ✉

Merci