



Echantillonnage Passif Atmosphérique : pour caractériser l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche



This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No. 773921

Thibault Pelloquin

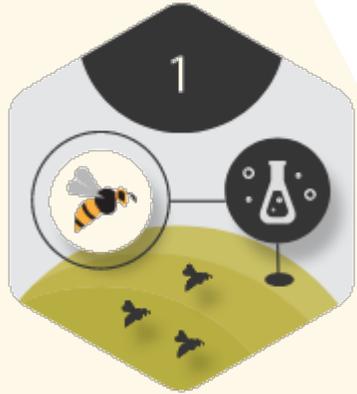
Hélène Budzinski : Directrice de thèse (EPOC) - **Marie-Pierre Chauzat** : Co-directrice (ANSES)

Kerun Le Menach (EPOC) - **Patrick Borden** (EPOC) - **Anne Claire Mortel** (ANSES) - **Nicolas**

POSHBEE : Pan-European Assessment, Monitoring & Mitigation of Stressors on the Health of Bees

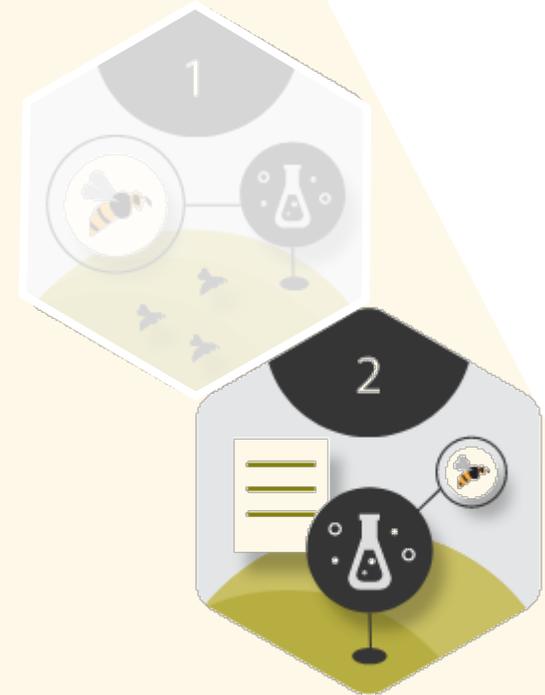


POSHBEE : Pan-European Assessment, Monitoring & Mitigation of Stressors on the Health of Bees



Mesure des risques : Quantifier l'exposition des abeilles domestiques, des abeilles sauvages et des bourdons aux contaminants chimiques dans les principaux systèmes agricoles à travers l'Europe

POSHBEE : Pan-European Assessment, Monitoring & Mitigation of Stressors on the Health of Bees



Evaluer la toxicité : Développer des protocoles innovants et de nouveaux modèles pour évaluer la toxicité et la dynamique des principales substances agrochimiques et de leur mélange sur les communautés d'abeilles

POSHBEE : Pan-European Assessment, Monitoring & Mitigation of Stressors on the Health of Bees



Estimer les effets sur la santé : Comprendre à travers une **approche holistique** et des **études à différentes échelles**, du laboratoire aux paysages, **comment** les **contaminants chimiques, seuls et en mélange, interagissent** avec les **pathogènes** et la **nutrition** et **affectent** la **santé** des abeilles

POSHBEE : Pan-European Assessment, Monitoring & Mitigation of Stressors on the Health of Bees



Développer un modèle holistique de santé de l'abeille basé sur les mécanismes de toxicité sous-jacents

POSHBEE : Pan-European Assessment, Monitoring & Mitigation of Stressors on the Health of Bees



Fournir des outils et des protocoles de surveillance pour évaluer la santé de l'abeille et l'exposition aux facteurs de stress

POSHBEE : Pan-European Assessment, Monitoring & Mitigation of Stressors on the Health of Bees



Favoriser les politiques et les bonnes pratiques en développant un réseau européen d'échange de connaissances sur la santé de l'abeille

Aperçu du plan

Contexte : La Pollinisation, un service écosystémique clé menacé par les pesticides

Objectifs : Comment caractériser l'exposition des abeilles aux pesticides atmosphériques ?

La chimie analytique, un outil au service des abeilles

Travaux effectués :

Développement des méthodes d'analyse multi-résidus

Atmospheric Passive Integrative Sampler in Hive (APISH) : prototypes et performances associées

Essais préliminaire sur le terrain et en condition apicole

Projet de science citoyenne :

Première caractérisation pan-Européenne de l'atmosphère chimique des abeilles

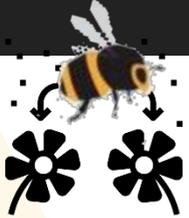
Conclusion



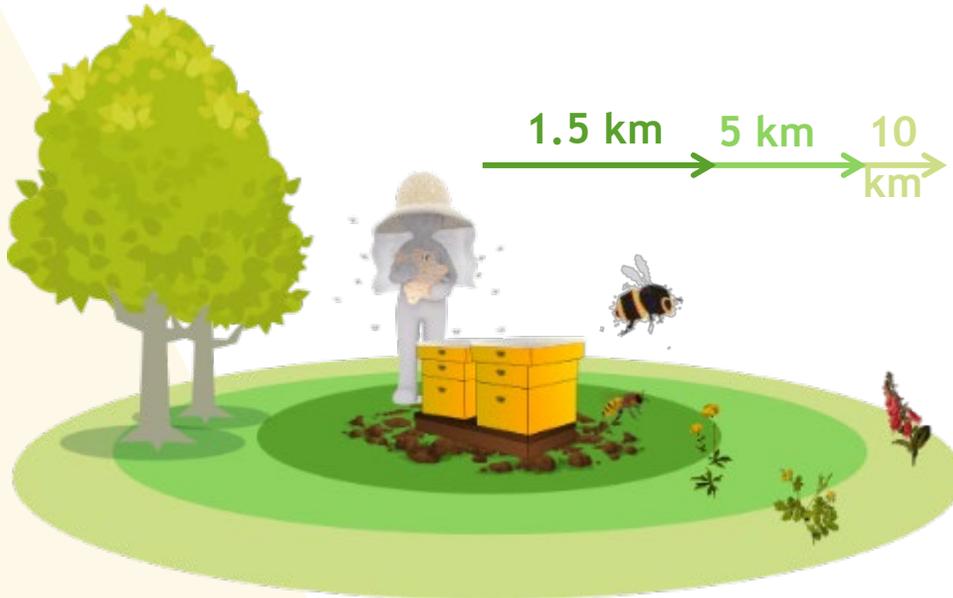
Contexte et objectifs :

Comment échantillonner les pesticides de l'atmosphère de la ruche ?

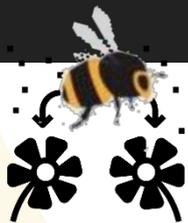
La pollinisation : un service écosystémique clé menacé par les pesticides



Transfert du pollen parmi les fleurs par les insectes

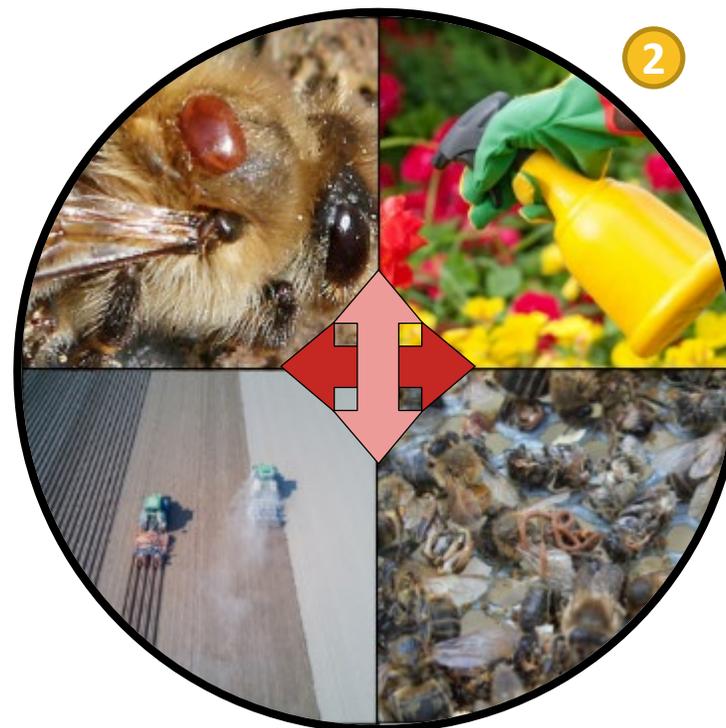
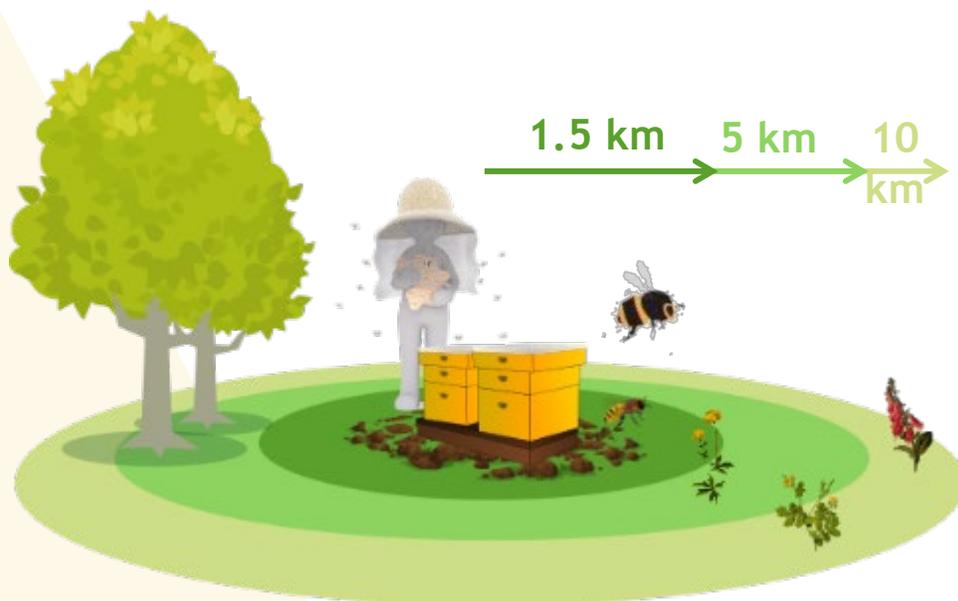


La pollinisation : un service écosystémique clé menacé par les pesticides



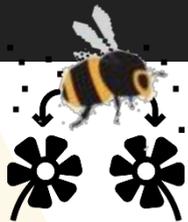
Transfert du pollen parmi les fleurs par les insectes

1



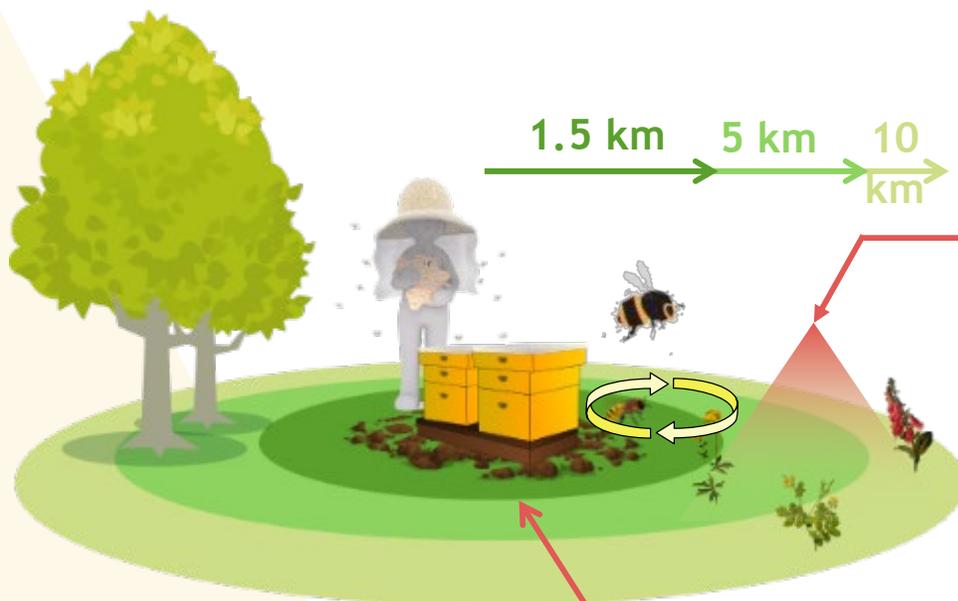
2

La pollinisation : un service écosystémique clé menacé par les pesticides



Transfert du pollen parmi les fleurs par les insectes

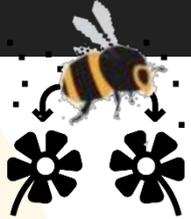
1



3

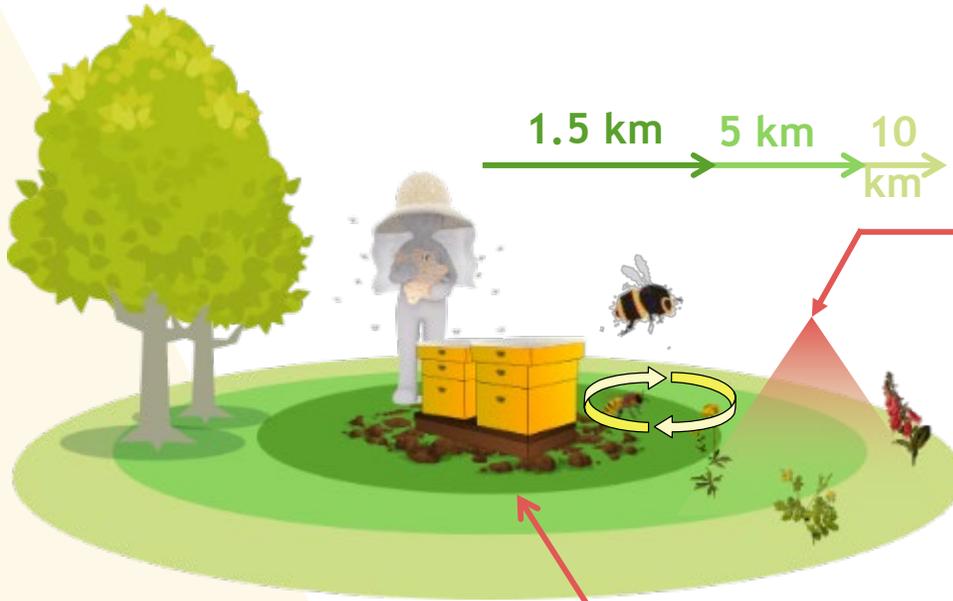


La pollinisation : un service écosystémique clé menacé par les pesticides

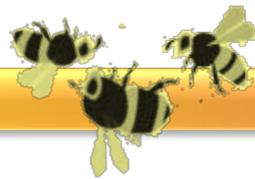
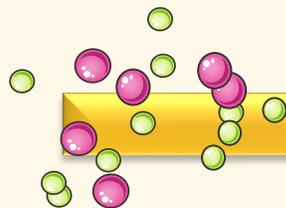


Transfert du pollen parmi les fleurs par les insectes

1

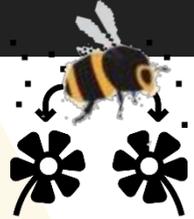


3



2

La pollinisation : un service écosystémique clé menacé par les pesticides



Transfert du pollen parmi les fleurs par les insectes

1



3



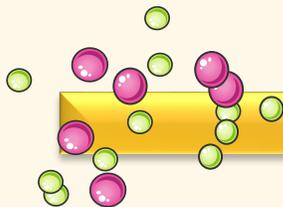
5



Atmosphère



2

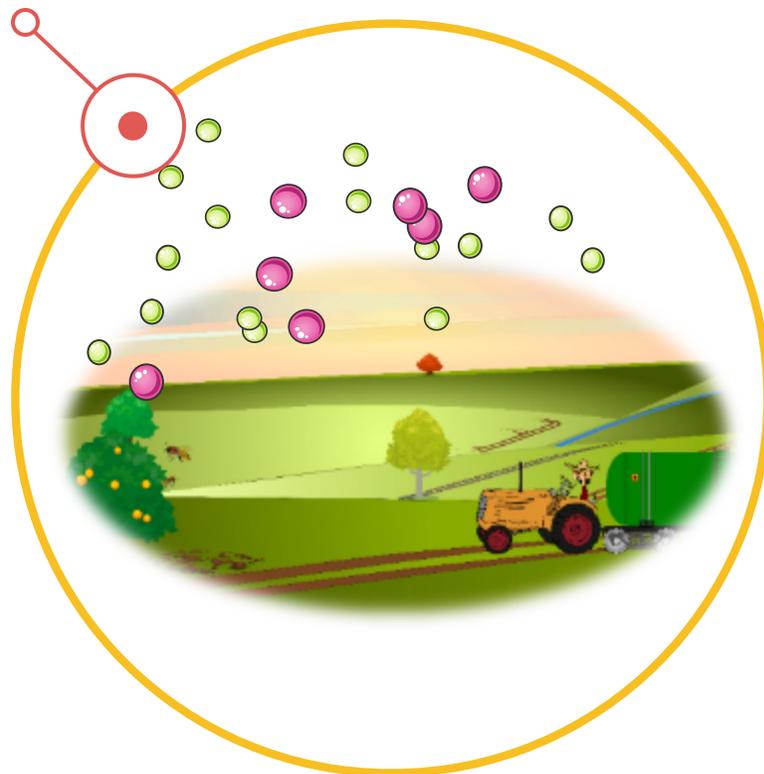


Comment caractériser l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche ?

Echantillonnage Actif d'Air

4

Onéreux, personnel formé, intrusif



Comment caractériser l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche ?

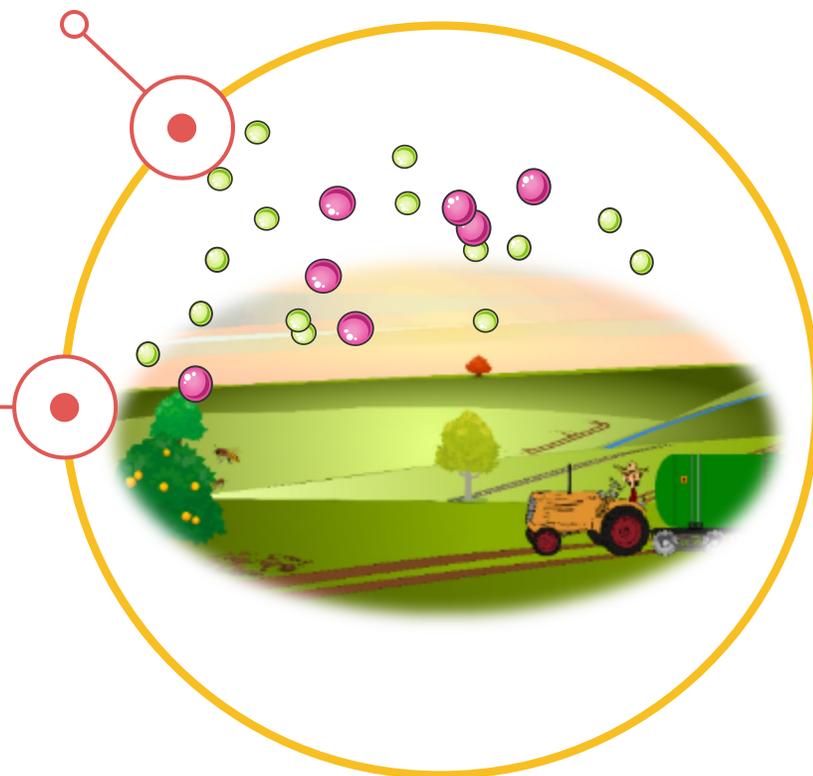
Echantillonnage Actif d'Air

4

Onéreux, personnel formé, intrusif

Atmosphère de la ruche

[pg.m^{-3} - ng.m^{-3}] et matrice complexe



Comment caractériser l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche ?

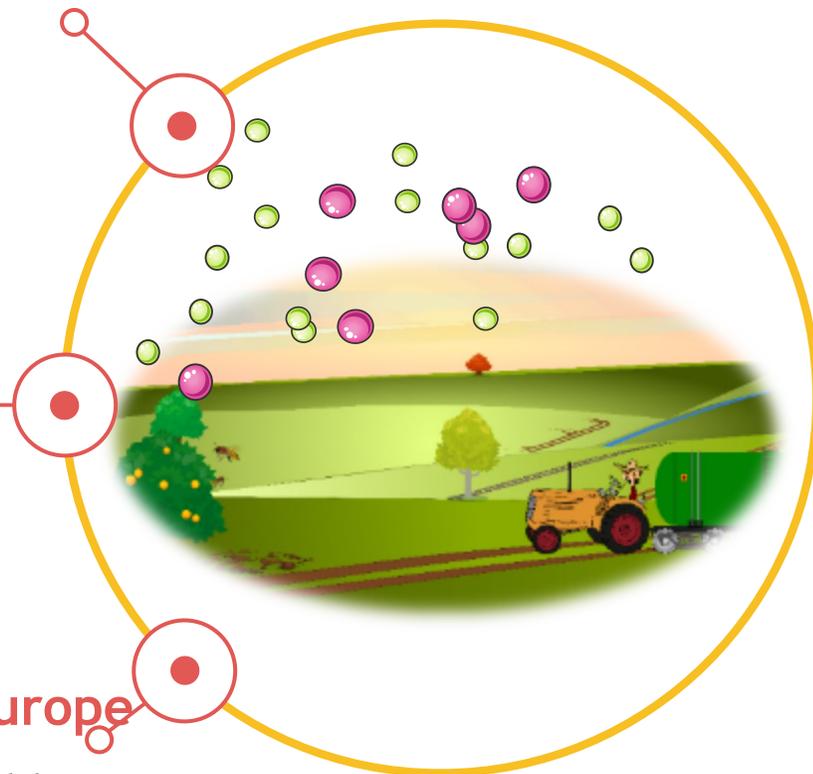
Echantillonnage Actif d'Air

4

Onéreux, personnel formé, intrusif

Atmosphère de la ruche

[pg.m⁻³ - ng.m⁻³] et matrice complexe



Ruchers dispersés en Europe

Résistant, trivial, expédiable

Comment caractériser l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche ?

Echantillonnage Actif d'Air

4

Onéreux, personnel formé, intrusif

Atmosphère de la ruche

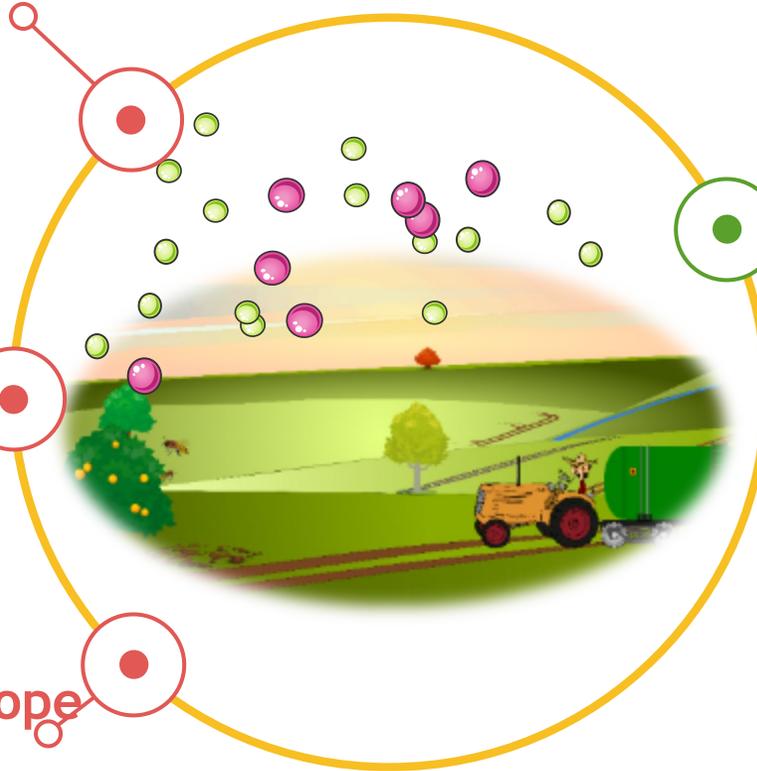
[pg.m⁻³ - ng.m⁻³] et matrice complexe

Outils clé-en-main

Low cost, robustes, miniatures

Ruchers dispersés en Europe

Résistant, trivial, expédiable



Comment caractériser l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche ?

Echantillonnage Actif d'Air

Onéreux, personnel formé, intrusif

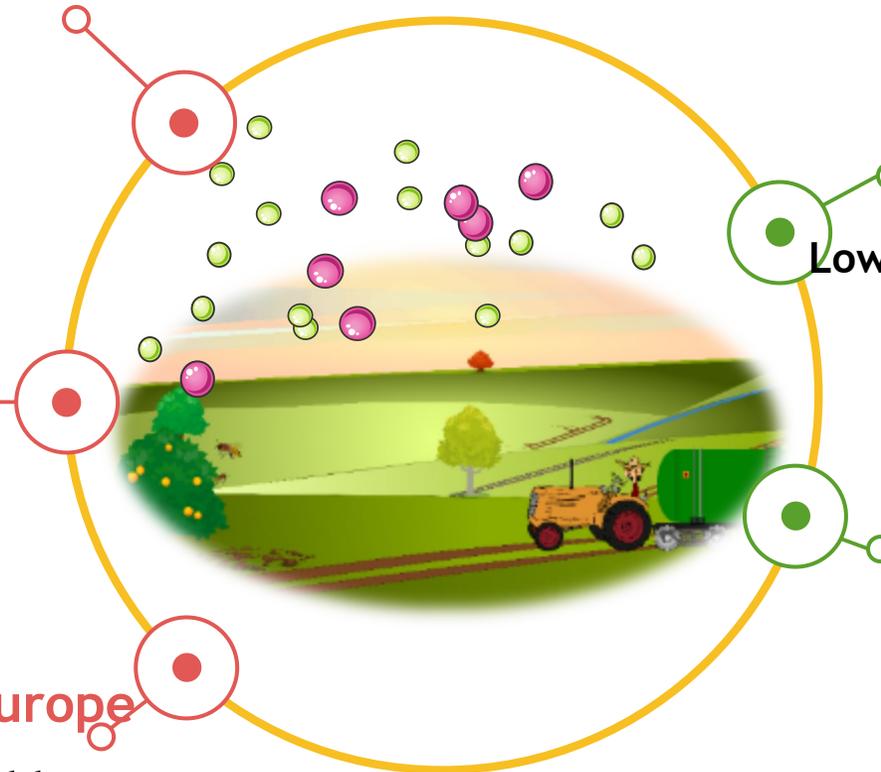
Atmosphère de la ruche

[$\mu\text{g.m}^{-3}$ - ng.m^{-3}] et matrice complexe

Ruchers dispersés en Europe

Résistant, trivial, expédiable

4



Outils clé-en-main

Low cost, robustes, miniatures

Echantillonneurs Passifs

Atmosphériques

Sensibles, sélectifs, intégratifs

La chimie analytique

Un outil au service des abeilles



La chimie analytique, un outil au service des abeilles

Permet la mise en place de solutions techniques pour **séparer, identifier** et **doser** des **résidus** de **pesticides** à des **très faibles concentrations** dans des échantillons complexes

La chimie analytique, un outil au service des abeilles

Permet la mise en place de solutions techniques pour **séparer, identifier** et **doser** des **résidus** de **pesticides** à des **très faibles concentrations** dans des échantillons complexes

Développer des **méthodes** de **préparation** et **d'analyse fiables, justes** et **robustes** pour quantifier des contaminants à l'état **d'ultra-trace**

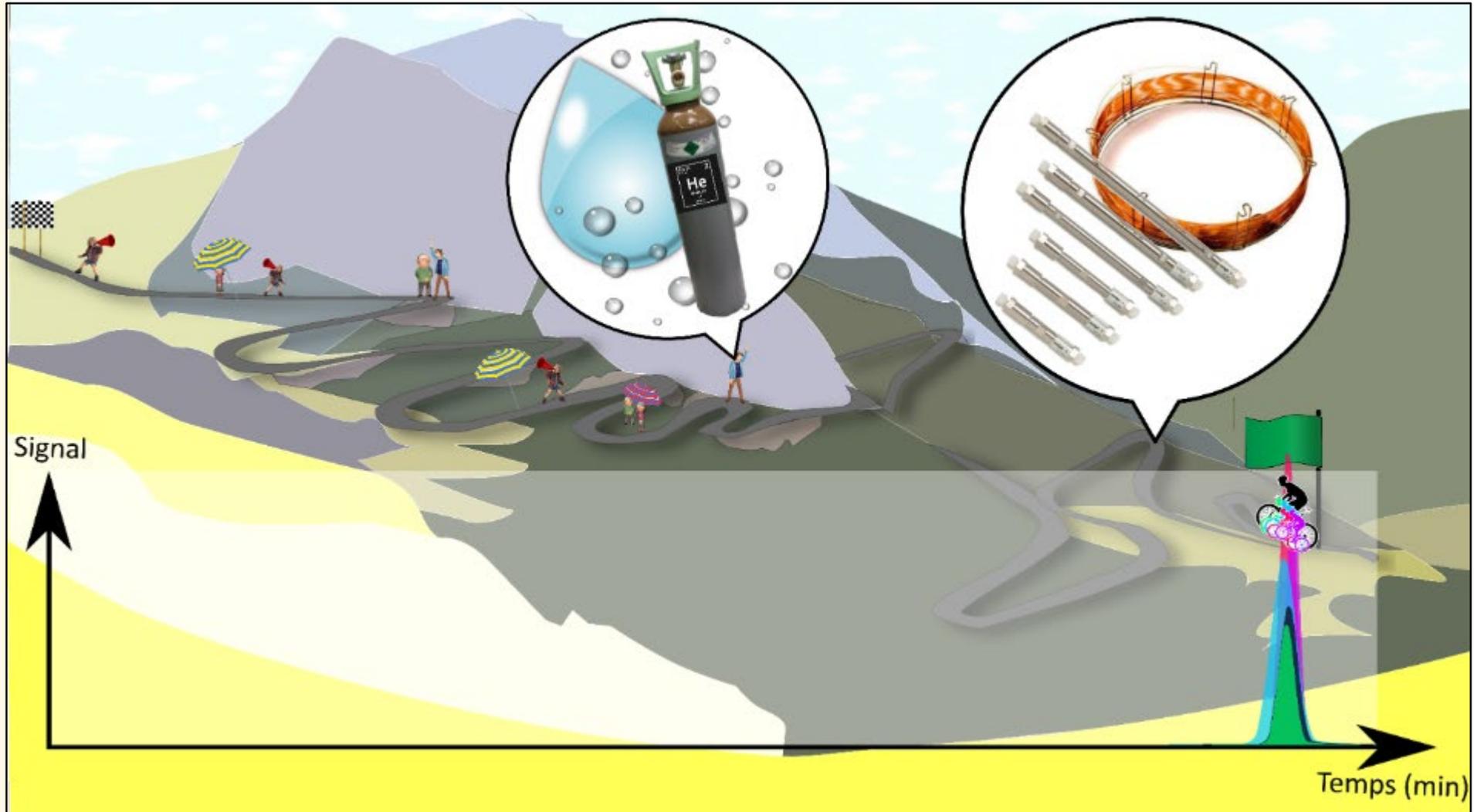
La chimie analytique, un outil au service des abeilles

Permet la mise en place de solutions techniques pour **séparer, identifier** et **doser** des **résidus** de **pesticides** à des **très faibles concentrations** dans des échantillons complexes

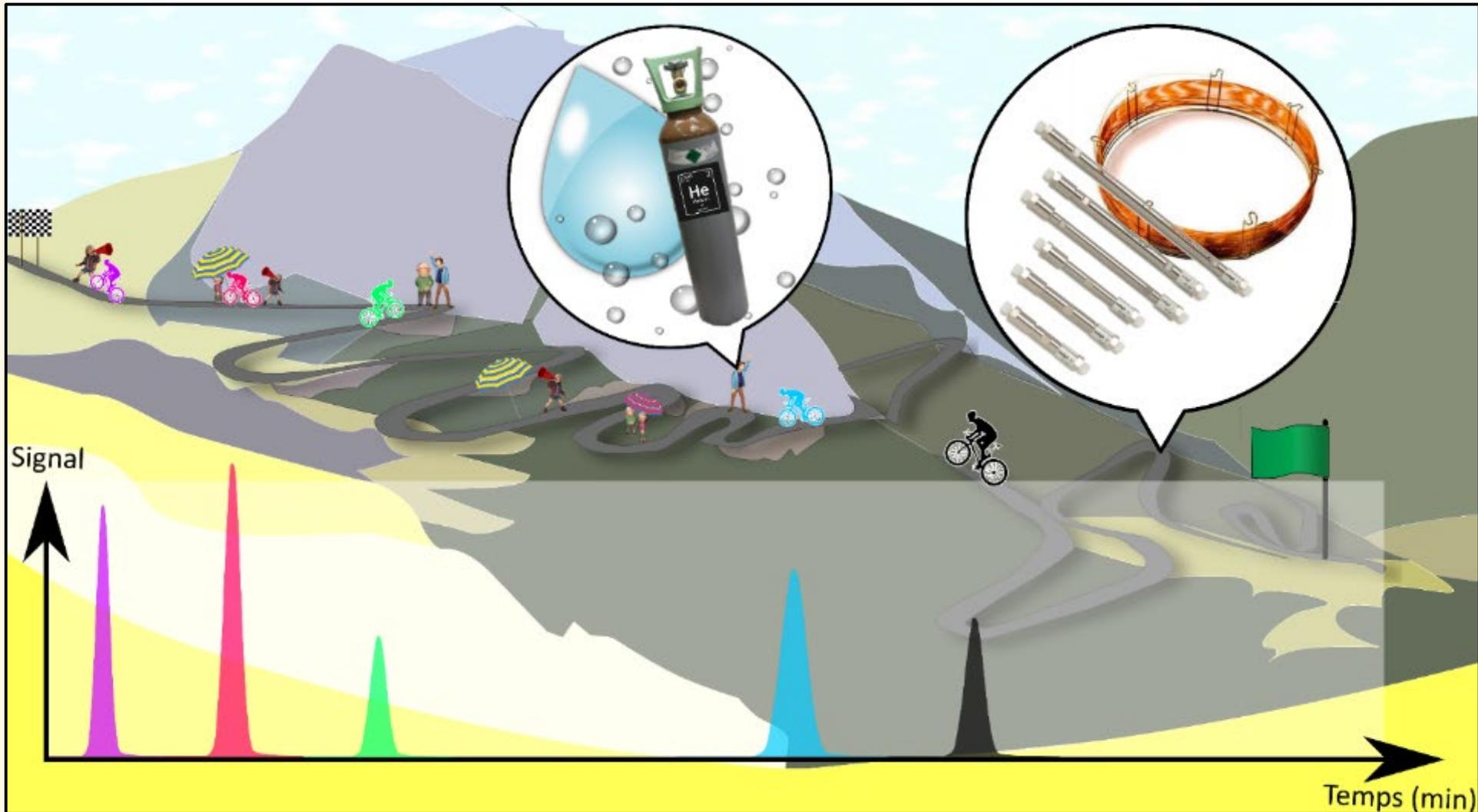
Développer des **méthodes** de **préparation** et **d'analyse fiables, justes** et **robustes** pour quantifier des contaminants à l'état **d'ultra-trace**

Les techniques de **chromatographies** en **phases liquide** ou **gazeuse** sont les plus utilisées pour **séparer** des **substances chimiques** dans un **mélange** complexe. Elles sont souvent couplées à un système de **détection** de **spectrométrie de masse** en **tandem** de type **triple quadrupôle**

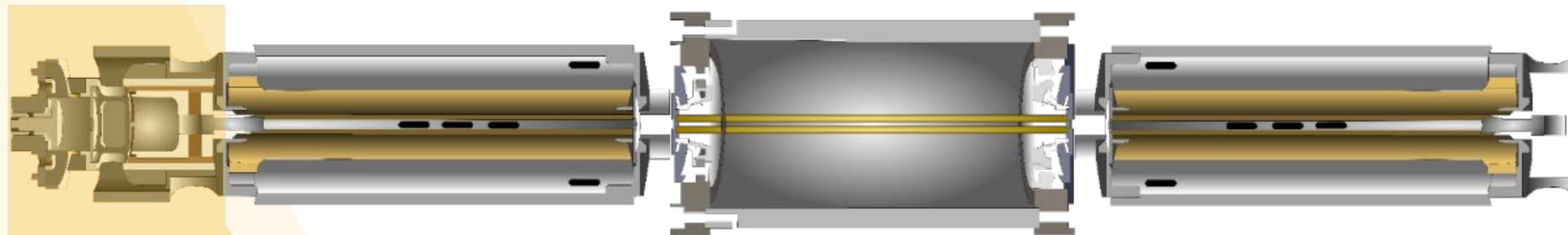
La chromatographie permet la séparation des substances d'un mélange complexe



La chromatographie permet la séparation des substances d'un mélange complexe

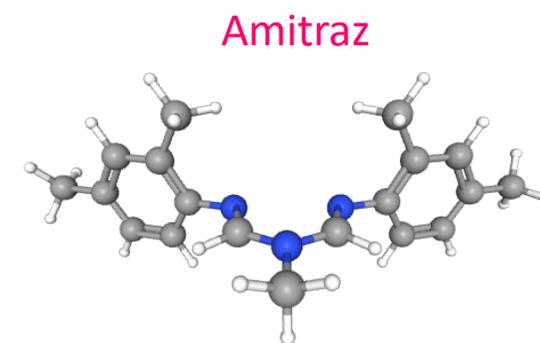


La spectrométrie de masse en tandem permet l'identification des substances recherchées

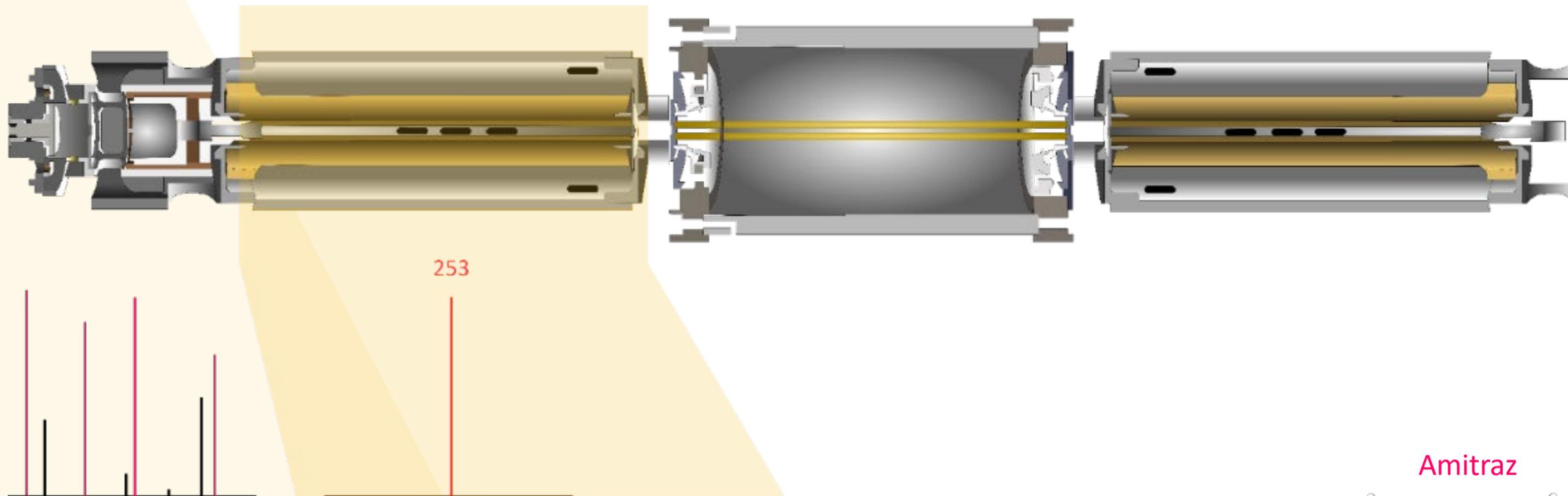


Ionisation

Les substances qui arrivent dans le spectromètre se chargent $+$ $-$

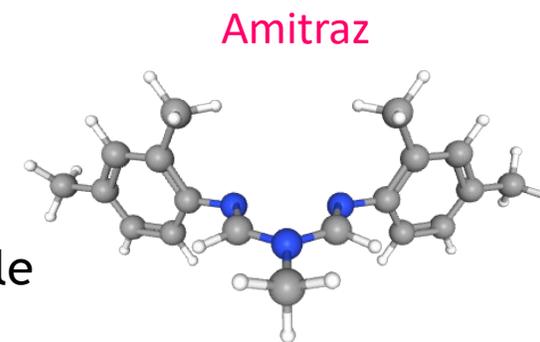


La spectrométrie de masse en tandem permet l'identification des substances recherchées

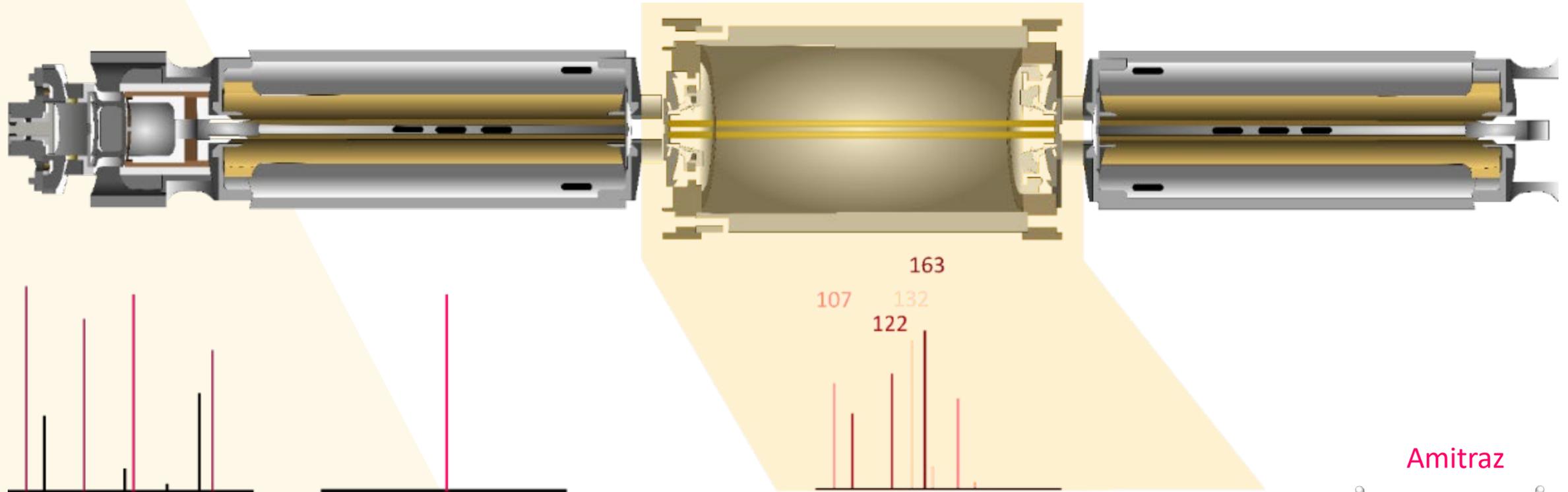


Sélection de l'ion précurseur

L'ion précurseur le plus intense est isolé dans le premier quadrupôle

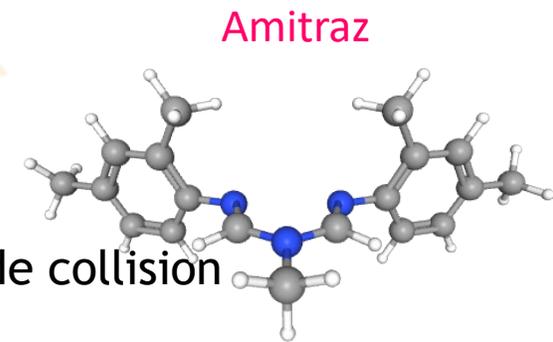


La spectrométrie de masse en tandem permet l'identification des substances recherchées

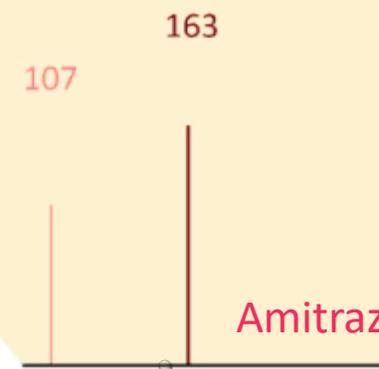
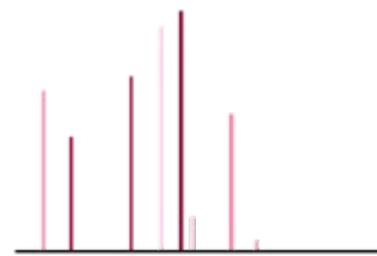
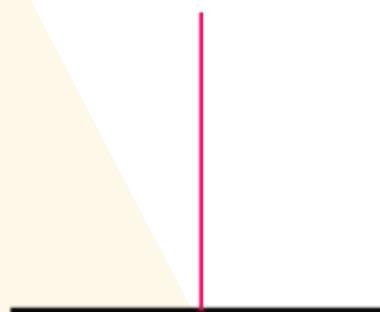
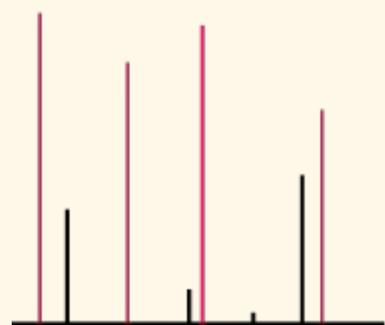
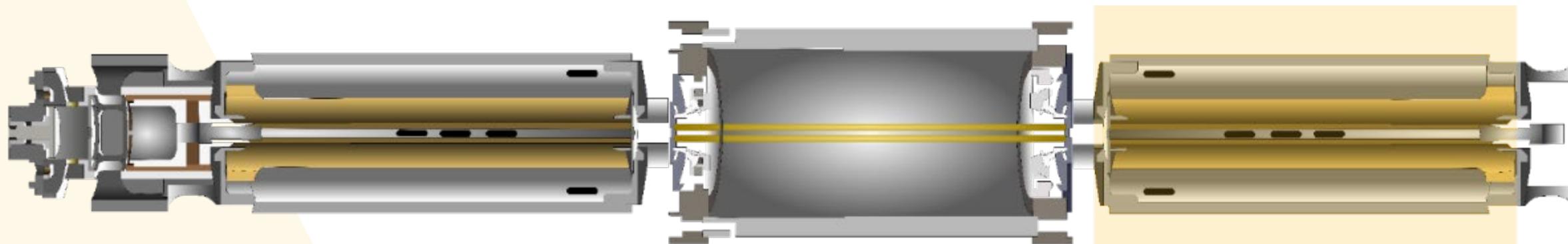


Fragmentation

L'ion précurseur sélectionné est « éclaté » en ions produits dans la cellule de collision

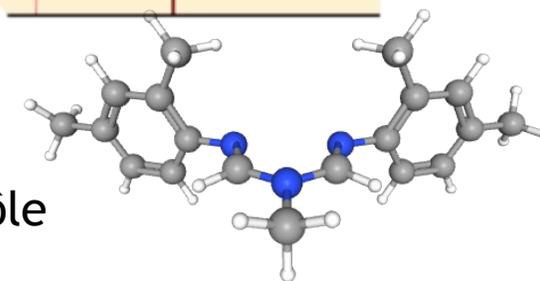


La spectrométrie de masse en tandem permet l'identification des substances recherchées

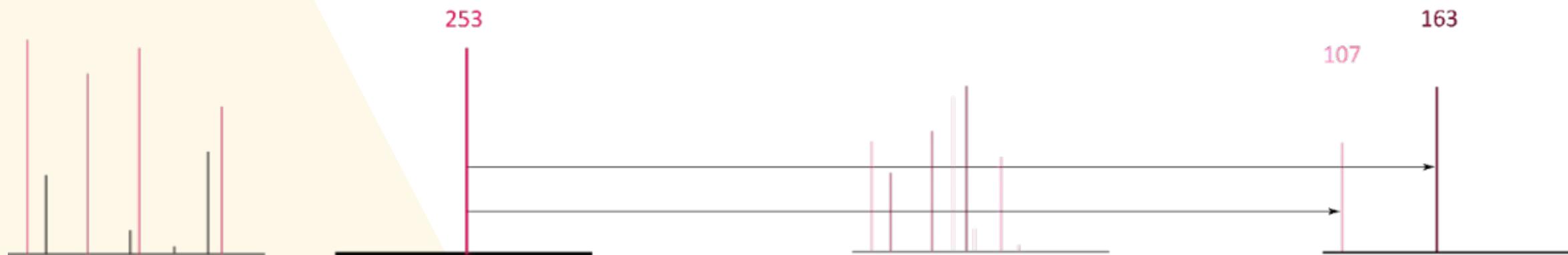
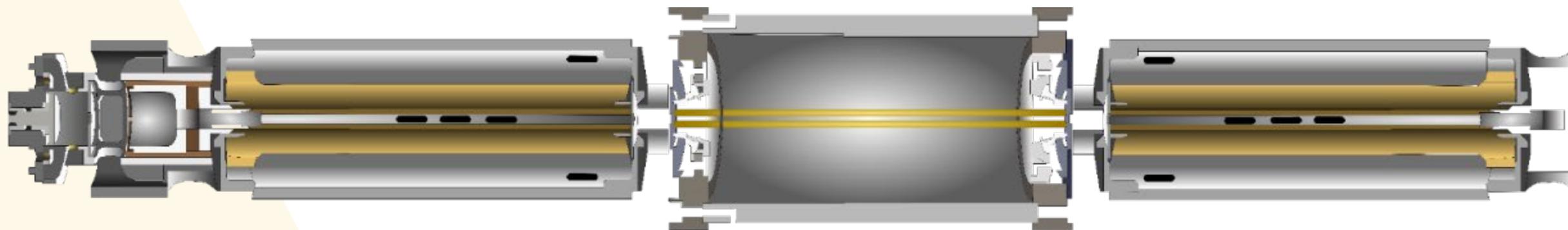


Sélection des ions produits

Au moins 2 ions produits sont sélectionnés dans le dernier quadrupôle



La spectrométrie de masse en tandem permet l'identification des substances recherchées



Suivi des transitions

Les transitions sont la signature des substances chimiques analysées par spectrométrie de masse

253 → **107** et **253** → **163** sont les signatures de l'Amitraz que nous recherchons

Travaux effectués :

Des méthodes d'analyses au terrain



Développements des méthodes analytiques multi-résidus : De la priorisation des substances aux performances

1

Substances non-retenues

Non détectés dans les matrices apicoles ou atmosphériques

Nécessitant des méthodes d'analyses dédiées

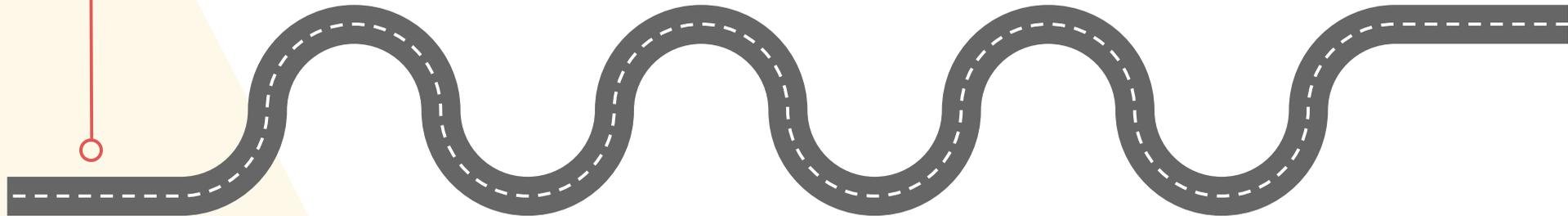
Usage non autorisé en Europe

Substances retenus

Détectés dans les matrices apicoles ou atmosphériques

Pertinents quant aux enjeux de santé de l'abeille

Pesticides pertinents environnementalement



Développements des méthodes analytiques multi-résidus : De la priorisation des substances aux performances

1

Substances non-retenues

Non détectés dans les matrices apicoles ou atmosphériques

Nécessitant des méthodes d'analyses dédiées

Usage non autorisé en Europe

Substances retenus

Détectés dans les matrices apicoles ou atmosphériques

Pertinents quant aux enjeux de santé de l'abeille

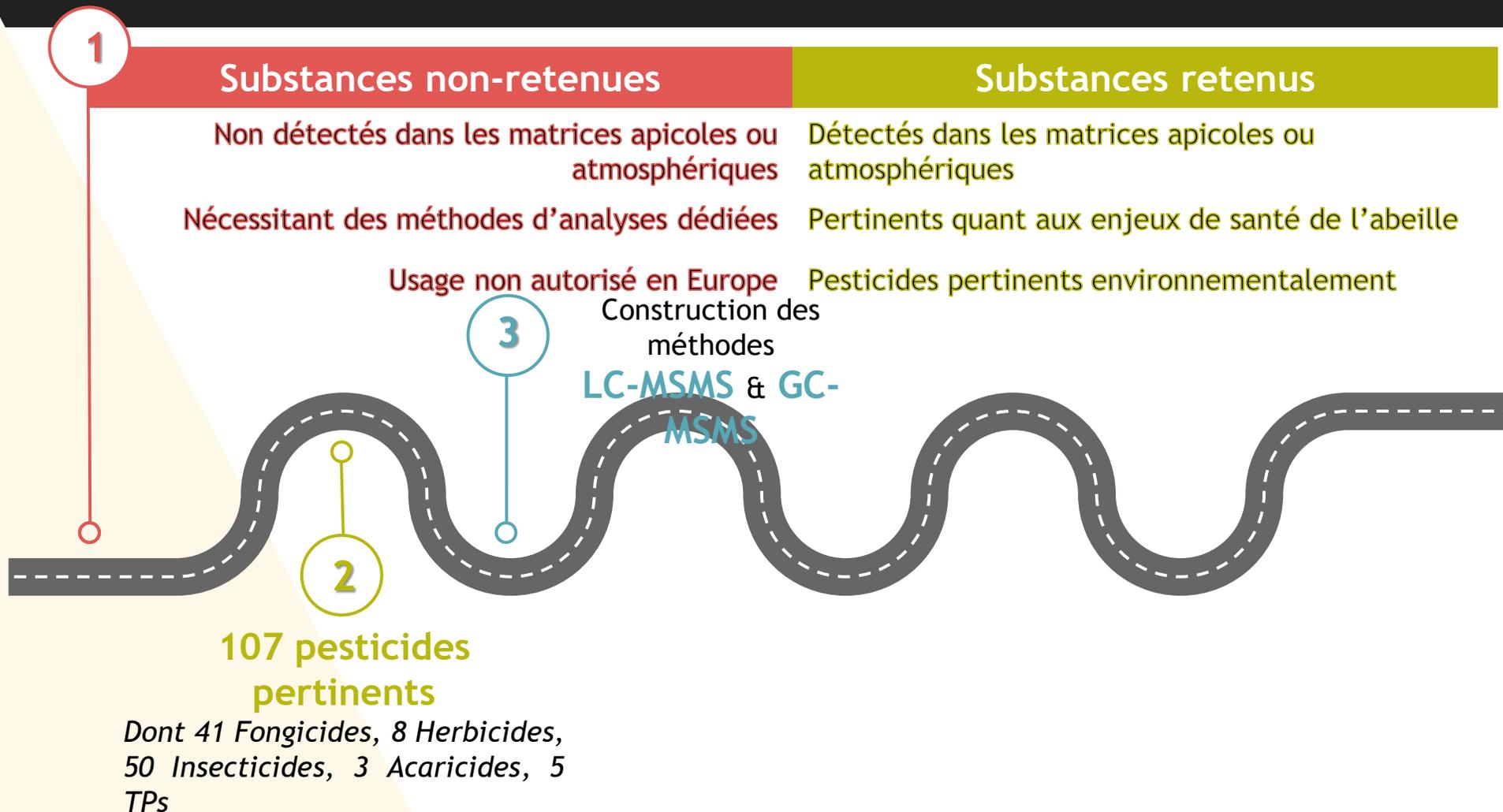
Pesticides pertinents environnementalement

2

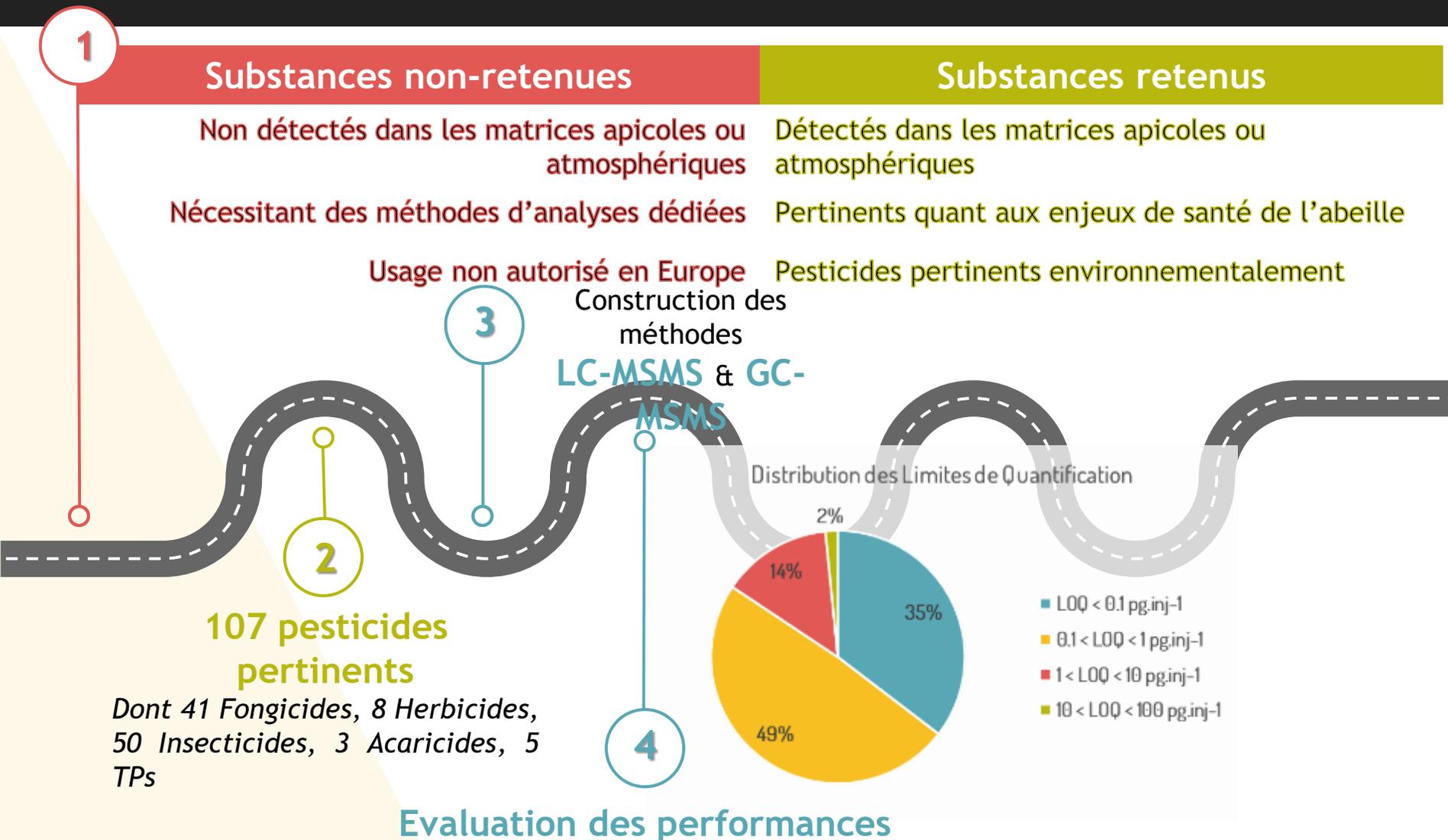
**107 pesticides
pertinents**

*Dont 41 Fongicides, 8 Herbicides,
50 Insecticides, 3 Acaricides, 5
TPs*

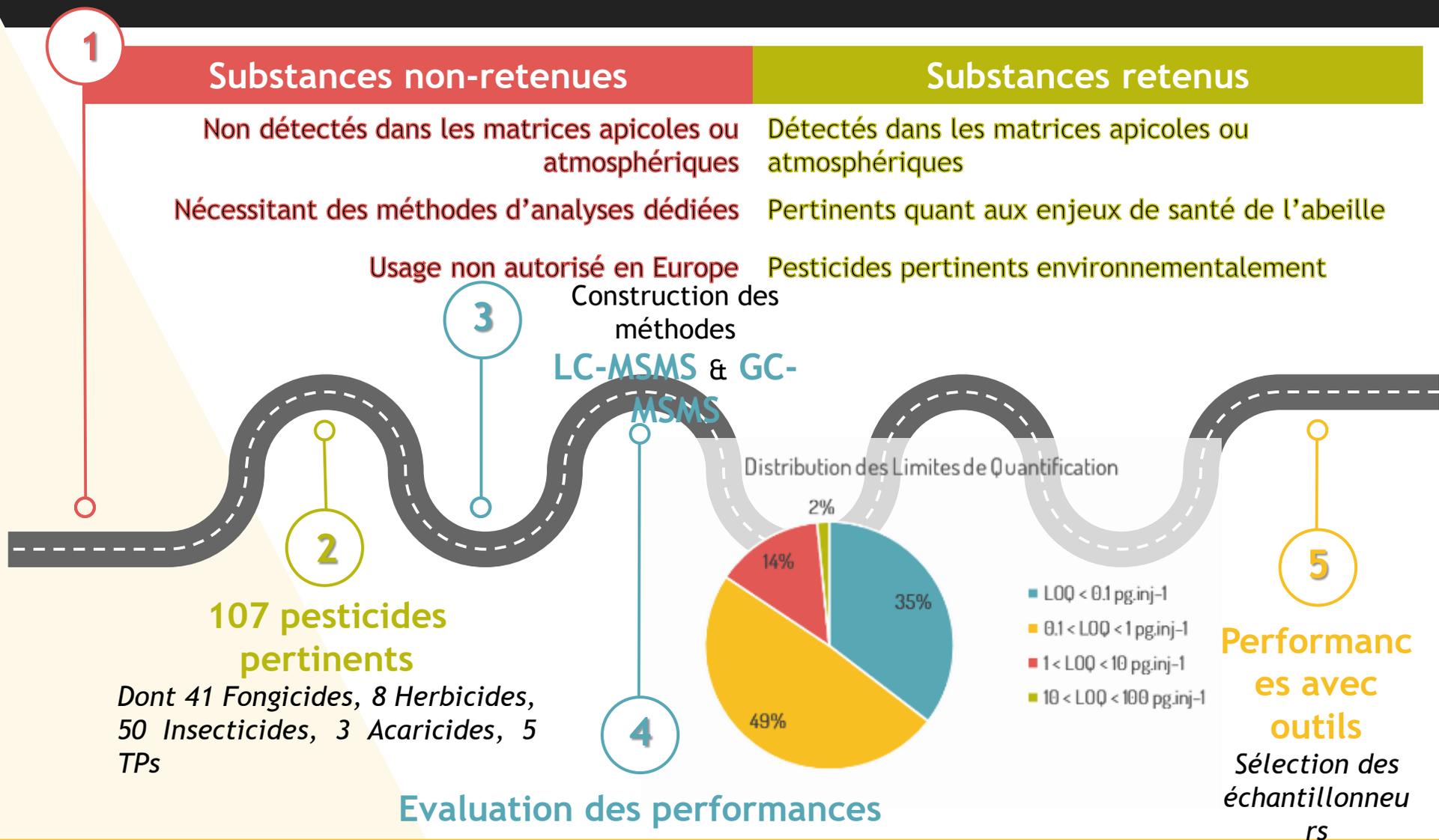
Développements des méthodes analytiques multi-résidus : De la priorisation des substances aux performances



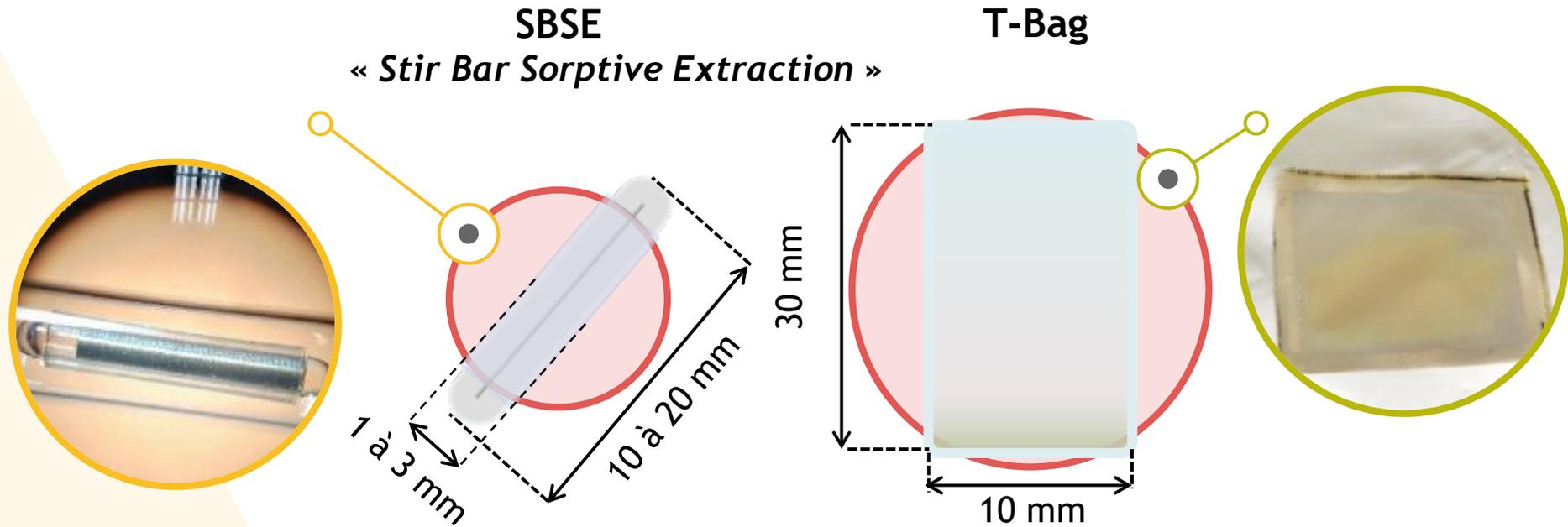
Développements des méthodes analytiques multi-résidus : De la priorisation des substances aux performances



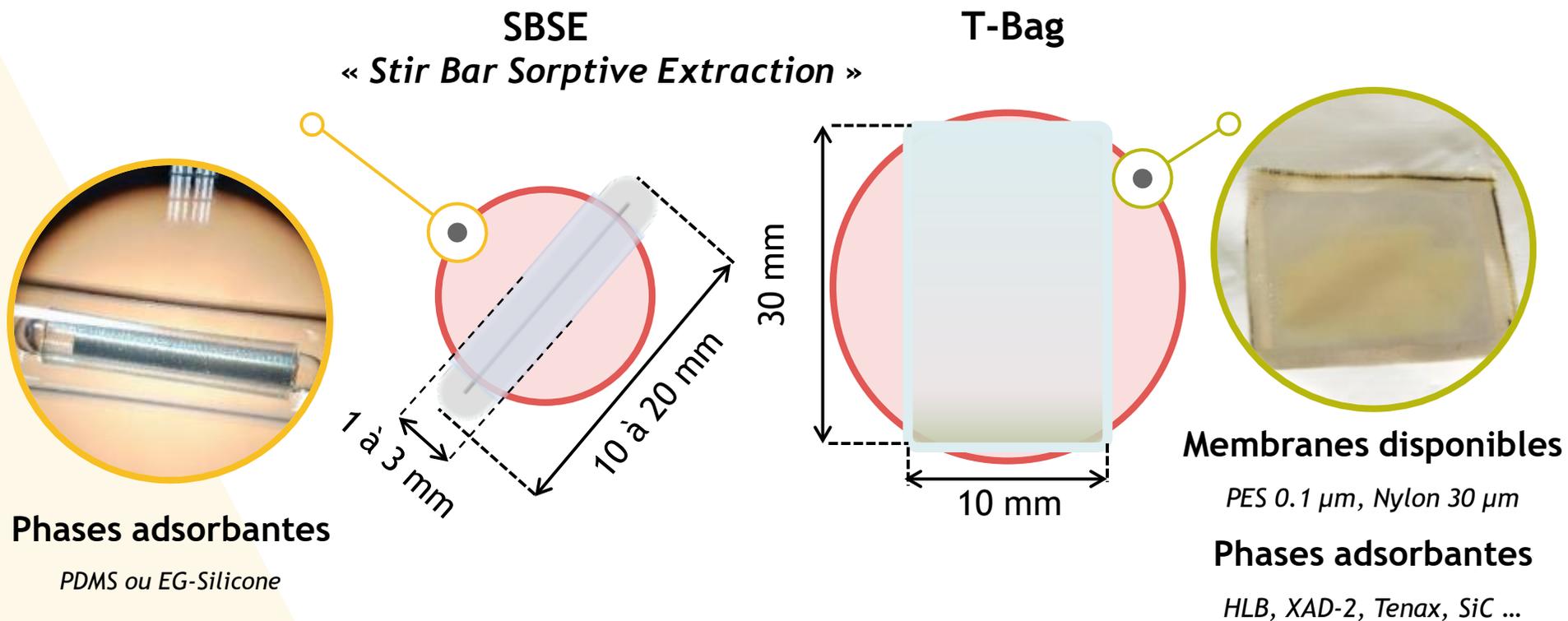
Développements des méthodes analytiques multi-résidus : De la priorisation des substances aux performances



Sélection des prototypes d'échantillonneurs passifs



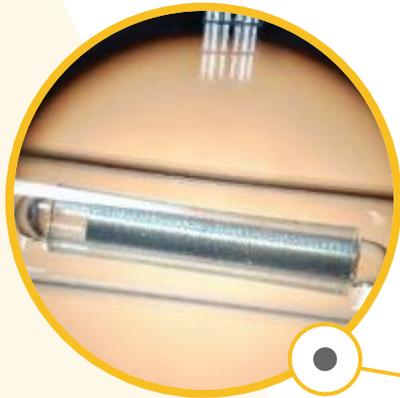
Sélection des prototypes d'échantillonneurs passifs



Sélection des prototypes d'échantillonneurs passifs

SBSE

« *Stir Bar Sorptive Extraction* »



Phases adsorbantes

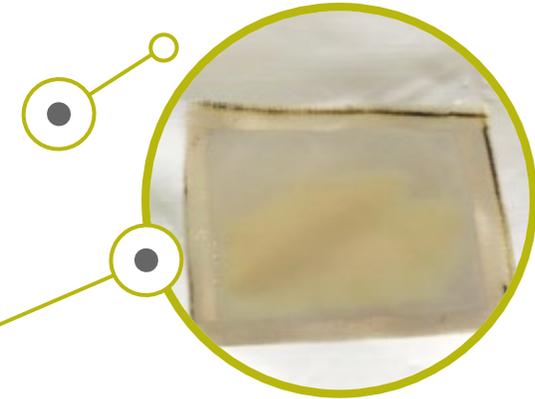
PDMS ou EG-Silicone



APISH

« *Atmospheric Passive Integrative Sampler in Hive* »

T-Bag



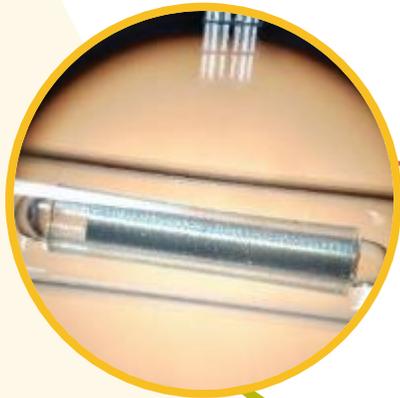
Membranes disponibles

PES 0.1 μm, Nylon 30 μm

Phases adsorbantes

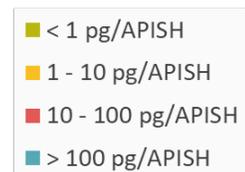
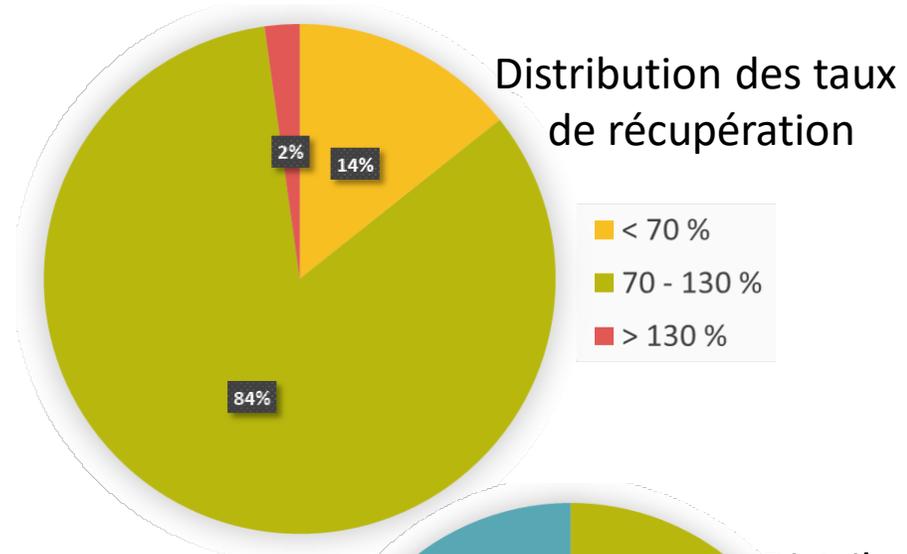
HLB, XAD-2, Tenax, SiC ...

Evaluation des performances par extraction solvant



Capacité à extraire
polluants accumulés

Capacité à détecter
Faibles quantités



Essais de faisabilité en conditions apicoles



Les fourmis **pourraient influencer** les **propriétés chimiques** des pesticides et la **structure** de la **phase adsorbante** un libérant un acide fort et volatile

La **fumée** contient des charges importantes de **composés organiques volatiles** qui pourrait **saturer** les échantillonneurs passifs

Les **sucres** pourraient se liquéfier et couler sur les échantillonneurs

Essais préliminaires en zone viticole



2 semaines d'exposition à partir du 23 Juillet 2020



Les **APISH** sont-ils **capables** d'**échantillonner** des **pesticides atmosphériques** ?

Essais préliminaires en zone viticole



2 semaines d'exposition à partir du 23 Juillet 2020



CHLOROTHALONIL



CAPTAN



CHLORPYRIFOS METHYL



PENCONAZOLE



FOLPEL



PROPICONAZOLE



LINDANE

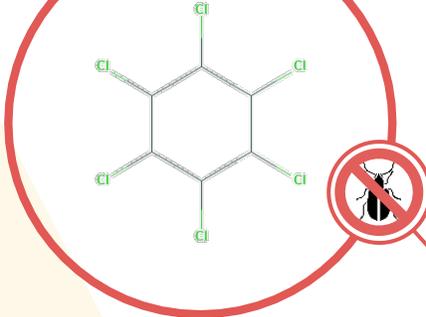


OXYFLUORFEN



Essais préliminaires en zone viticole

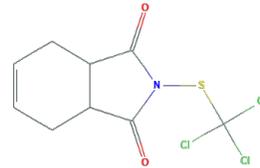
Lindane



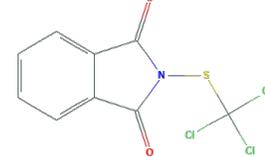
$LD_{50,oral,abeille} = 11 \text{ ng/abeille}$

Peu volatil, très persistant

Captane

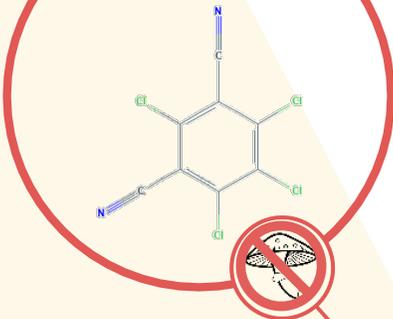


Folpel



Fongicides à large spectre

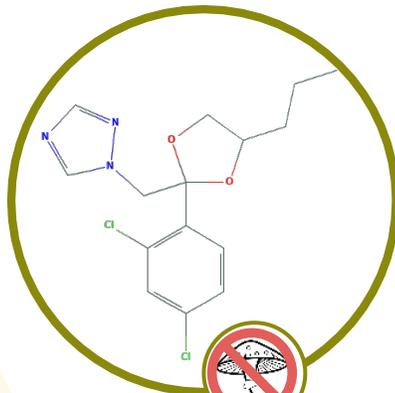
Chlorothalonil



Peu volatil

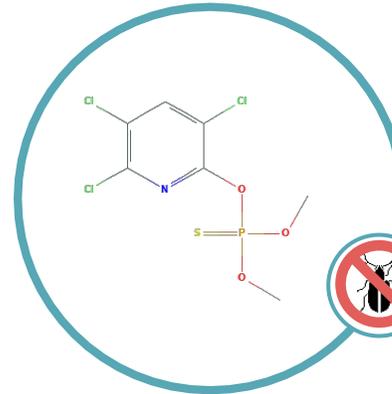
Potentiellement bioaccumulable

Propiconazole



Potentiellement bioaccumulable
Fongicide systémique persistant

Chlorpyrifos-Méthyl



Volatil

$LD_{50,oral,bourdon} = 20 \text{ ng/bourdon}$

$LD_{50,oral,abeille} = 180 \text{ ng/abeille}$

Les citoyens au service de la Science

Campagne d'échantillonnage Européenne



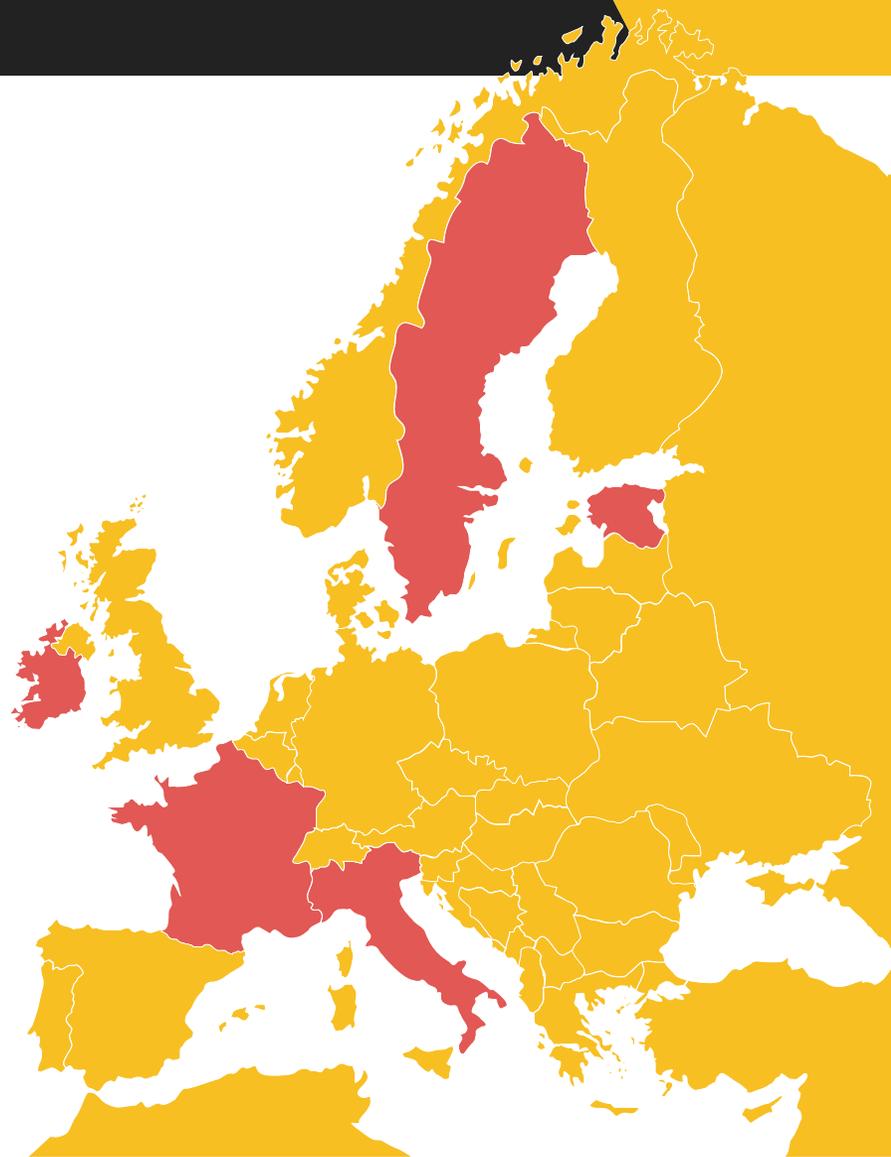
Science citoyenne : évaluation de l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche en Europe



88

expédiés

échantillonneurs



Science citoyenne : évaluation de l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche en Europe



88 échantillonneurs

expédiés



Les apiculteurs sont parti-

prenantes

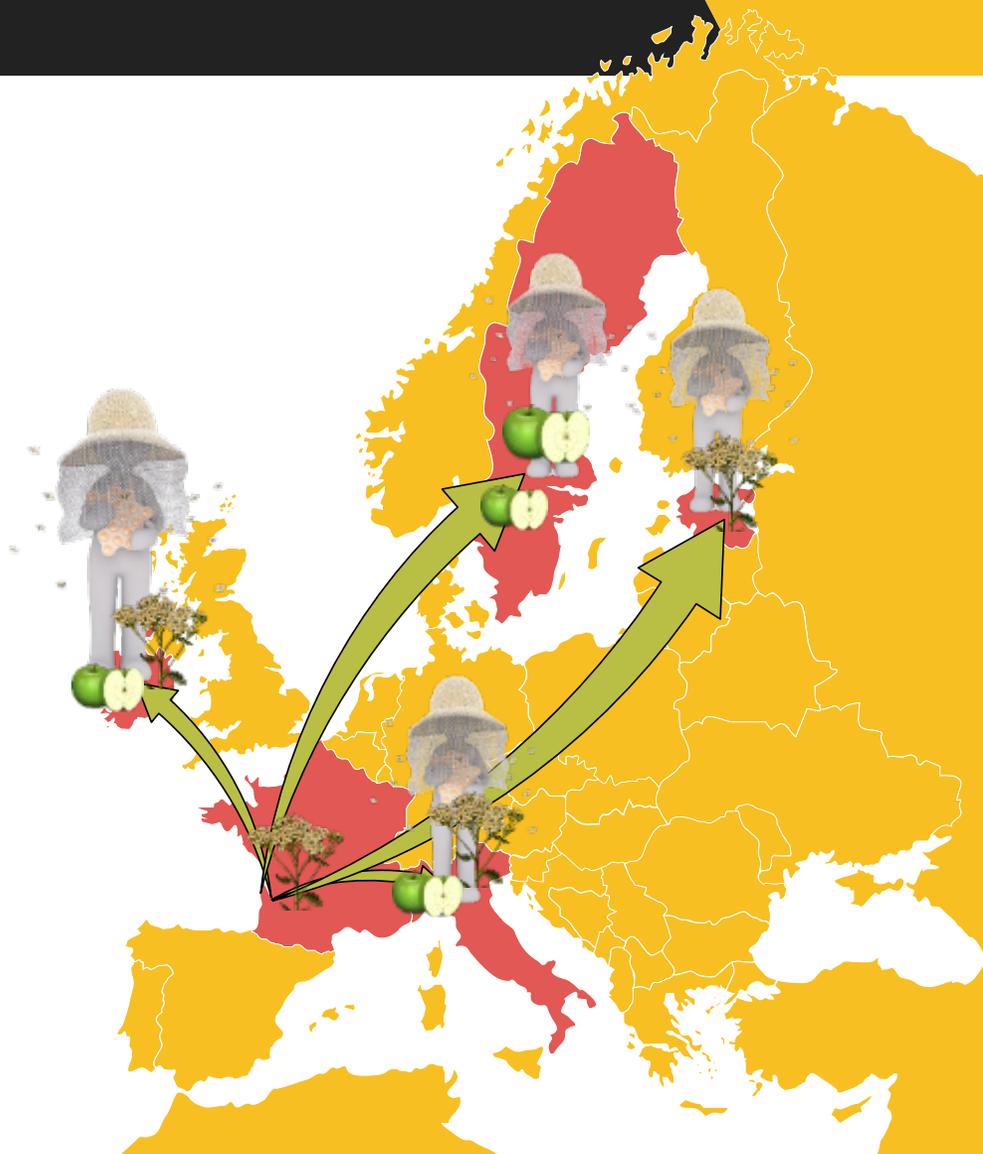
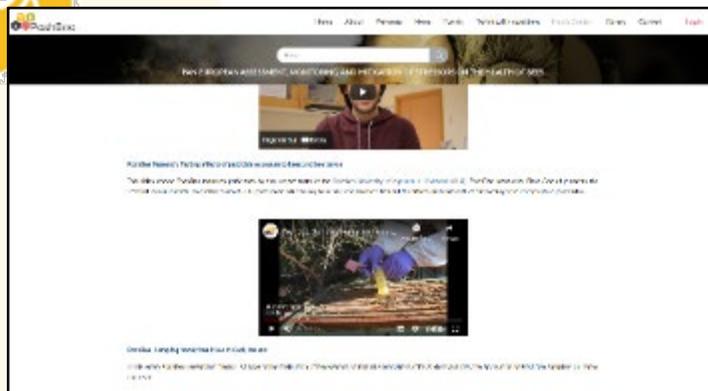
Campagne d'échantillonnage d'Avril à fin



Aout 2021



<https://poshbee.eu>



Science citoyenne : évaluation de l'exposition des abeilles aux pesticides de la ruche en Europe



88 échantillonneurs

expédiés



Les apiculteurs sont parti-

prenantes

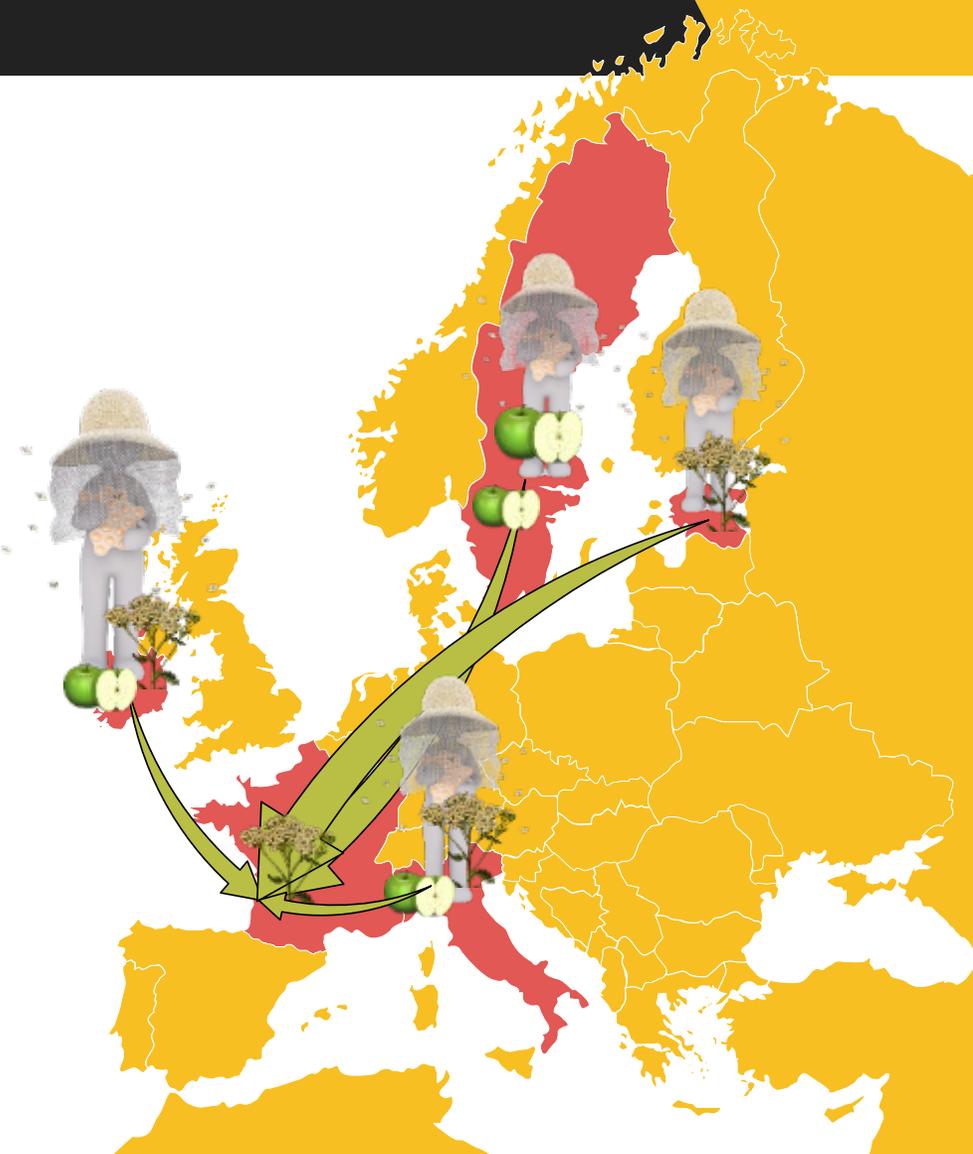
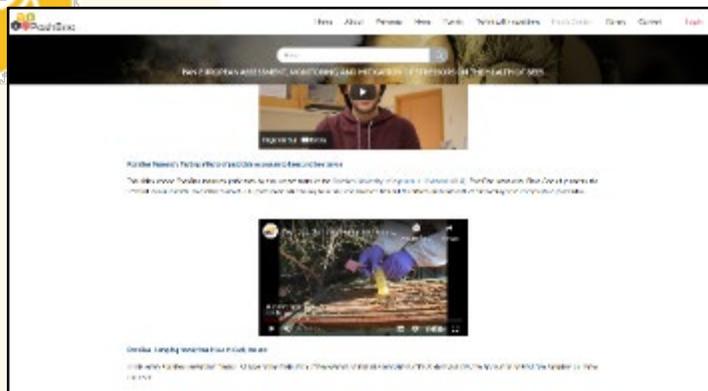
Campagne d'échantillonnage d'Avril à fin



Aout 2021



<https://poshbee.eu>



Conclusions



Conclusions



Méthodes multi-résidus analytiques permettant la détection de plus d'une centaine de pesticides environnementalement pertinents



APISH : Un outil low-cost, miniature, capable d'échantillonner des pesticides historiques et en usage, dans l'atmosphère



Un projet de science participative permettant la première étude Européenne de l'exposition des abeilles aux pesticides

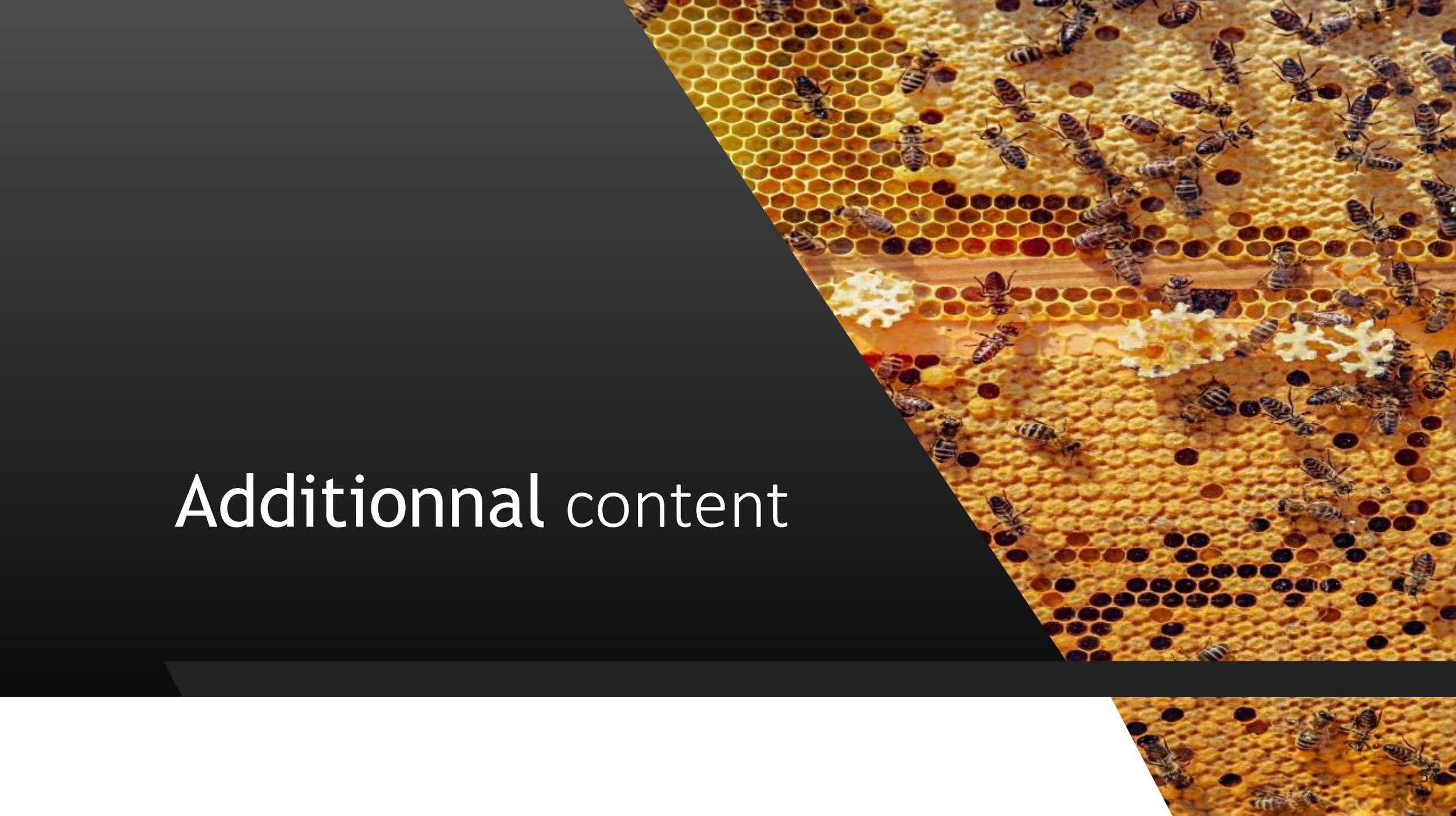


Merci pour votre
attention

N'hésitez pas si vous avez des questions

Références Bibliographiques

1. Breeze, T. D., Bailey, A. P., Potts, S. G. & Balcombe, K. G. A stated preference valuation of the non-market benefits of pollination services in the UK. *Ecological Economics* 111, 76–85 (2015).
2. Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C. & Rotheray, E. L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* 347, 1255957–1255957 (2015).
3. Sponsler, D. B. et al. Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. *Science of The Total Environment* 662, 1012–1027 (2019).
4. Nascimento, M. M., da Rocha, G. O. & de Andrade, J. B. Pesticides in the atmospheric environment: an overview on their determination methodologies. *Anal. Methods* 10, 4484–4504
5. Benuszak, J., Laurent, M. & Chauzat, M.-P. The exposure of honey bees (*Apis mellifera* ; Hymenoptera: Apidae) to pesticides: Room for improvement in research. *Science of The Total Environment* 587–588, 423–438 (2017).

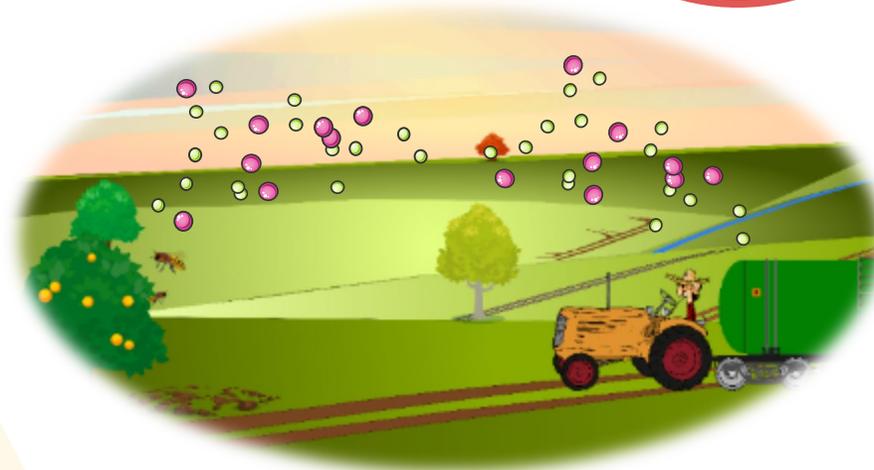
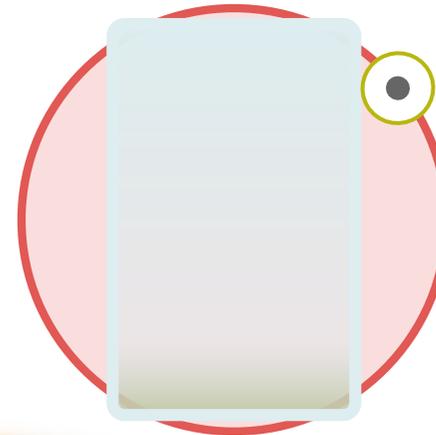
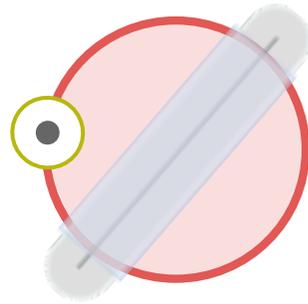


Additional content

Principle of passive atmospheric sampling

Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE)

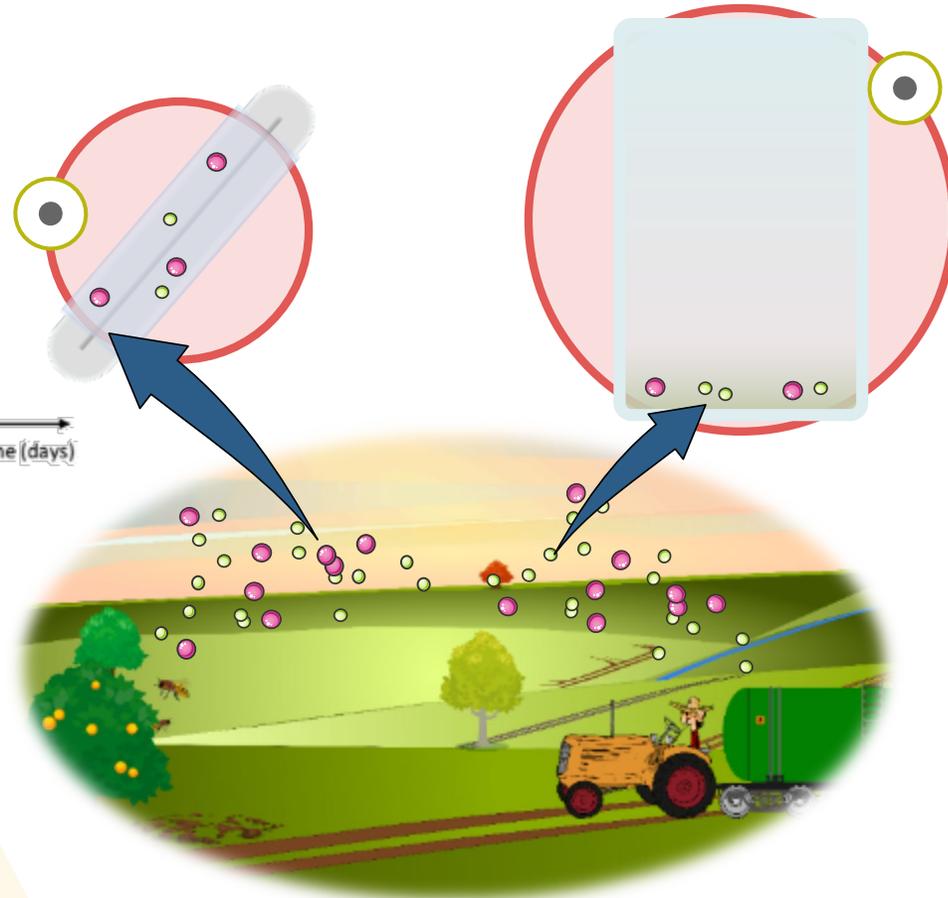
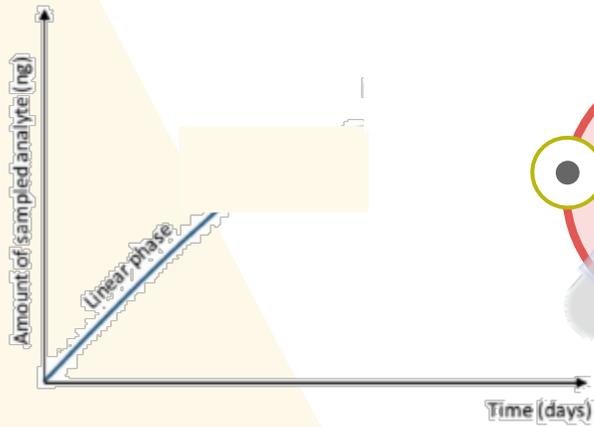
T-Bag



Principle of passive atmospheric sampling

Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE)

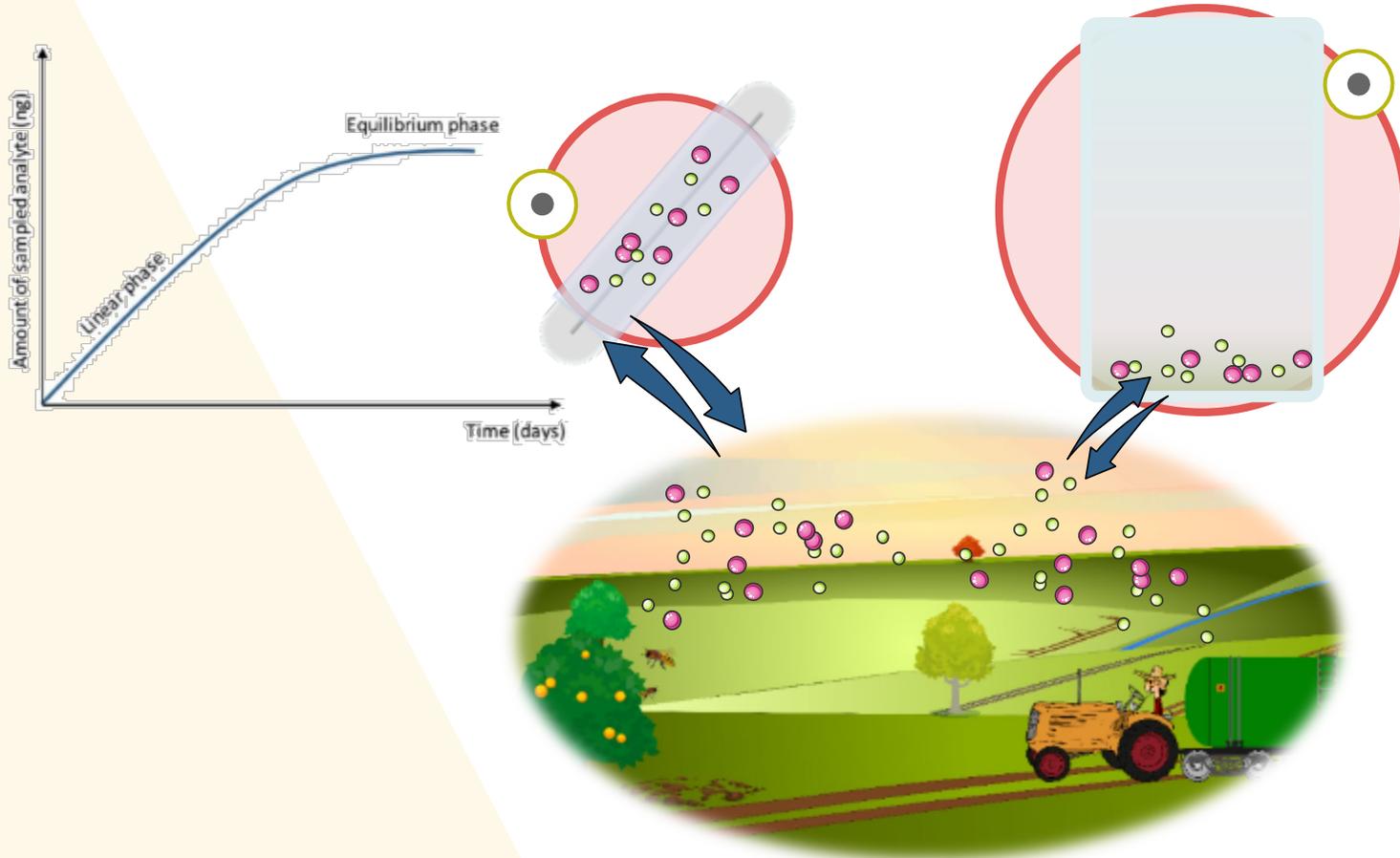
T-Bag



Principle of passive atmospheric sampling

Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE)

T-Bag



Principle of passive atmospheric sampling

