

Les micropolluants dans les eaux usées et les eaux superficielles – un tour d’horizon

Journée d’info Eawag, 3 septembre 2015

Christa S. McArdell

Christa.mcardell@eawag.ch

Dépt. Chimie de l’environnement

Thèmes abordés et introduction

- ✓ Voies de rejet et diversité des polluants
- ✓ Effets sur l'environnement
- ✓ Analyse des micropolluants
- ✓ Exemples de rejet
- ✓ Mesures de réduction

Micropolluants:

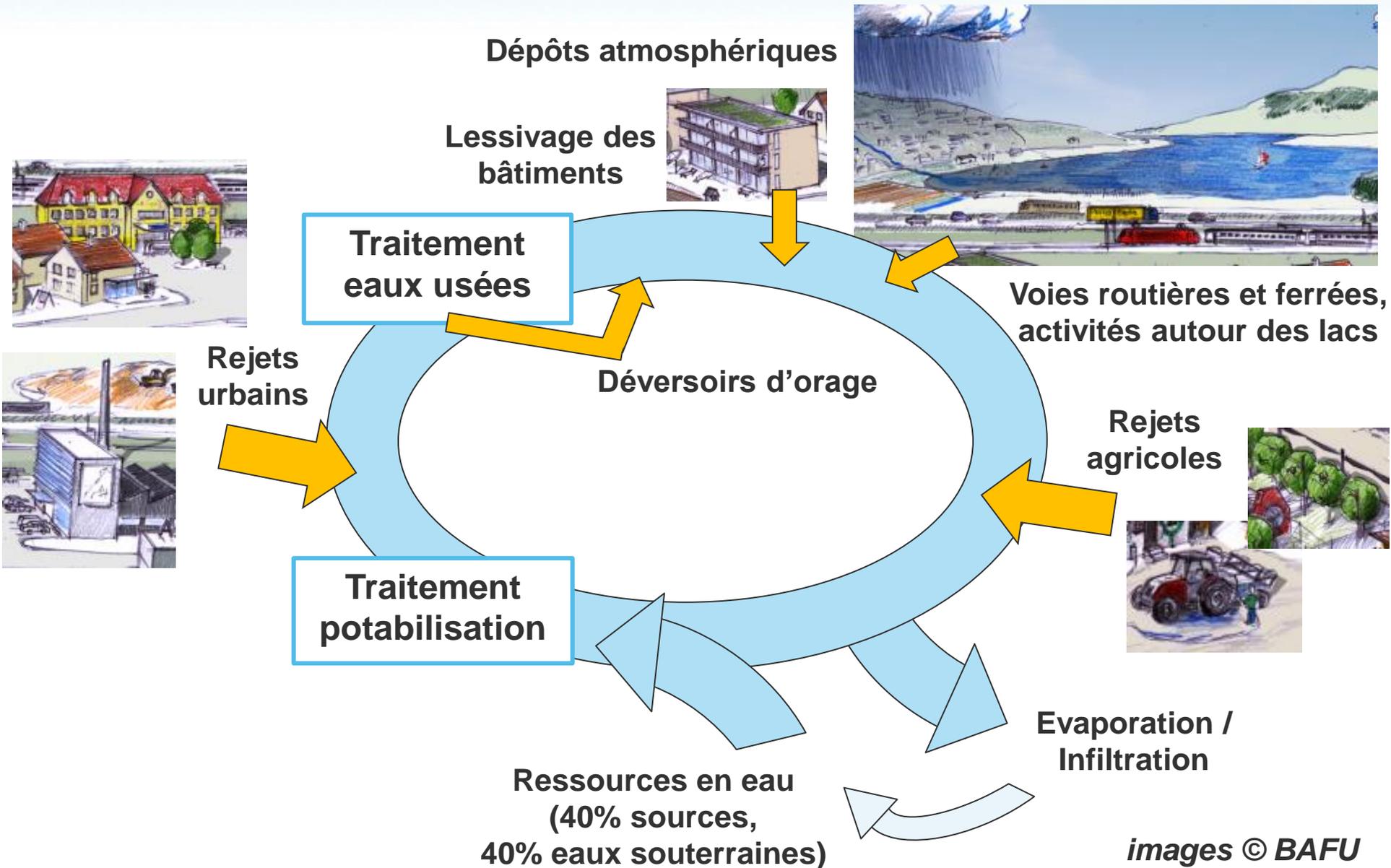
- Polluants présents à des concentrations de l'ordre du millionième de gramme par litre ($\mu\text{g/L}$) ou moins
- Peuvent avoir un effet sur les organismes biologiques et l'écosystème
- ex.: pesticides, biocides, médicaments, métaux lourds

Exemple: 1 t/an: Consommation dans les ménages suisses

Hypothèse: tout va dans l'eau, eau usée 300 L/pers_jour, pas d'élimination en station d'épuration, facteur dilution 10 dans le milieu

➤ 0,1 $\mu\text{g/L}$: concentration moyenne dans le milieu aquatique

Voies de rejet dans le cycle de l'eau

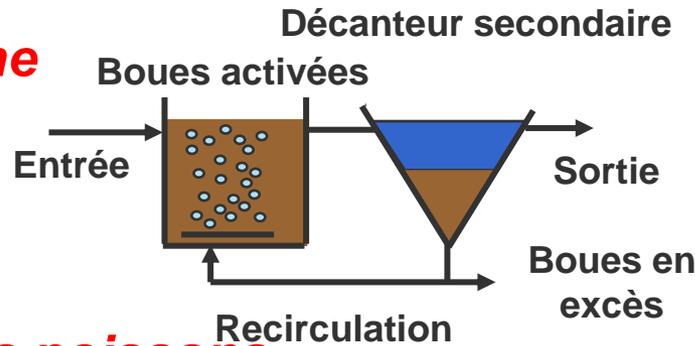


L'épuration des eaux en Suisse

Problèmes:

1950

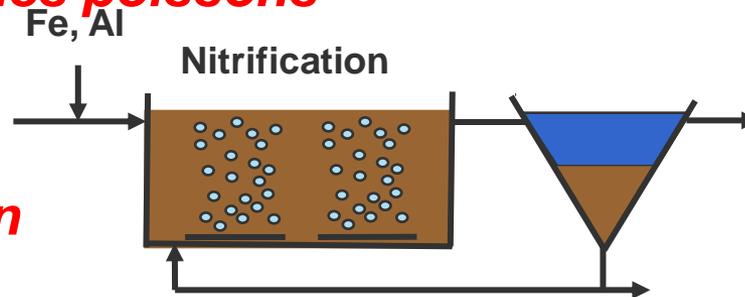
Défaut d'oxygène



Matière organique
biodégradable

1960

Toxicité pour les poissons

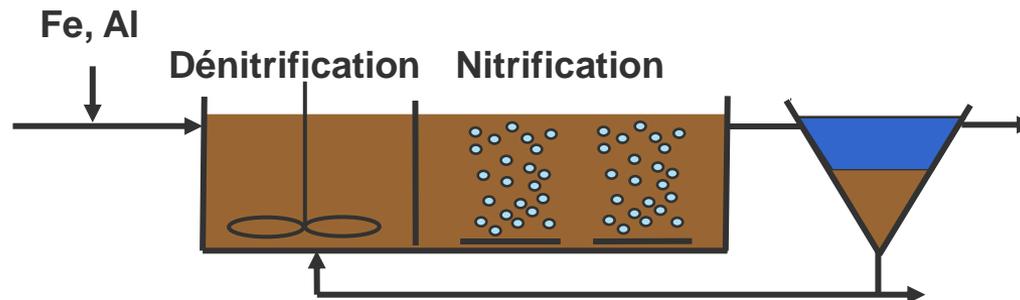


Ammonium
Phosphates

1970

Eutrophisation

1980



Nitrates

➤ Forte amélioration de la qualité des eaux

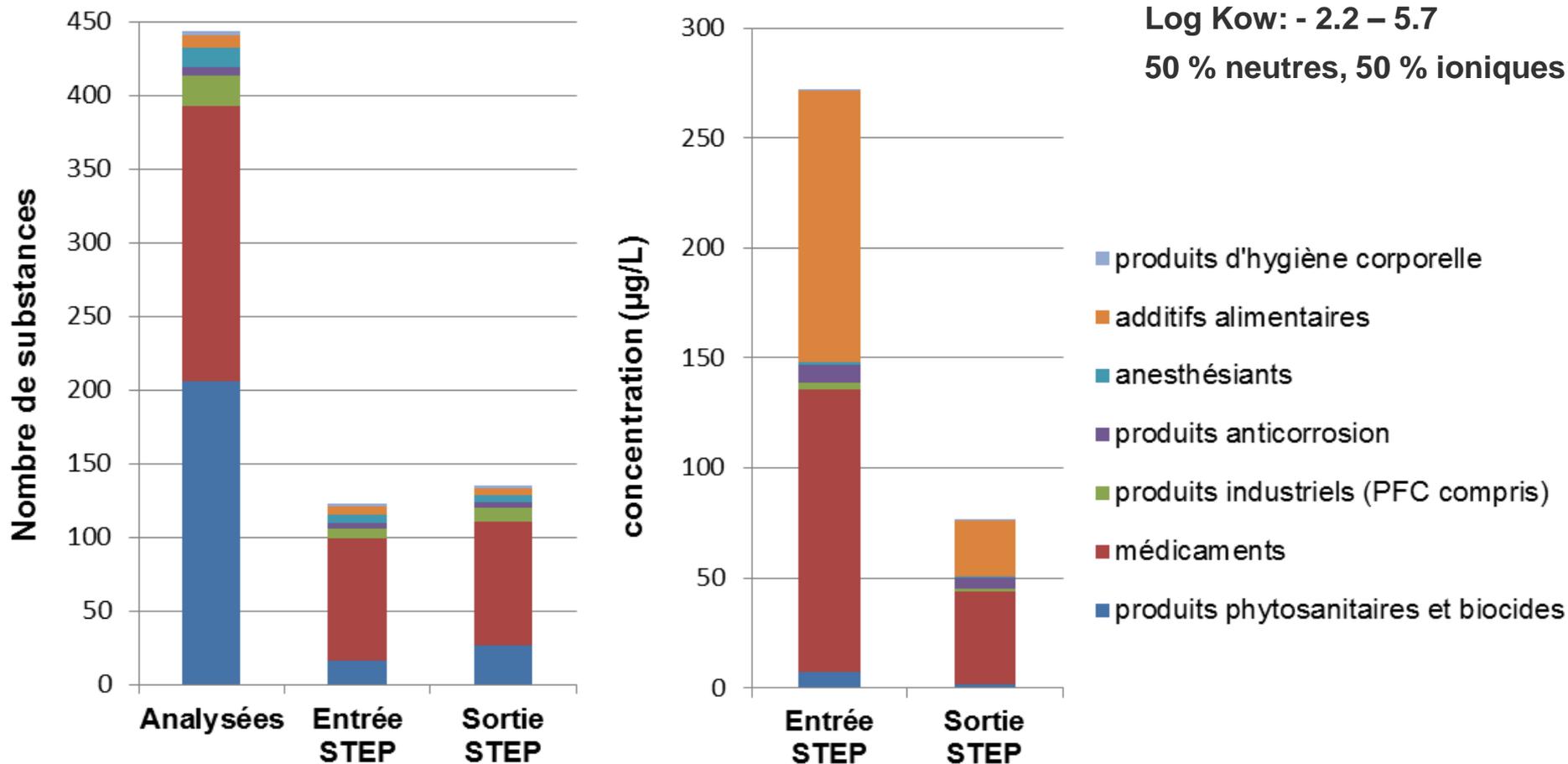
Micropolluants dans neuf STEP suisses

➤ Screening Eawag LC/MS/MS (444 composés et métabolites)

MW: 120 – 915 g/mol

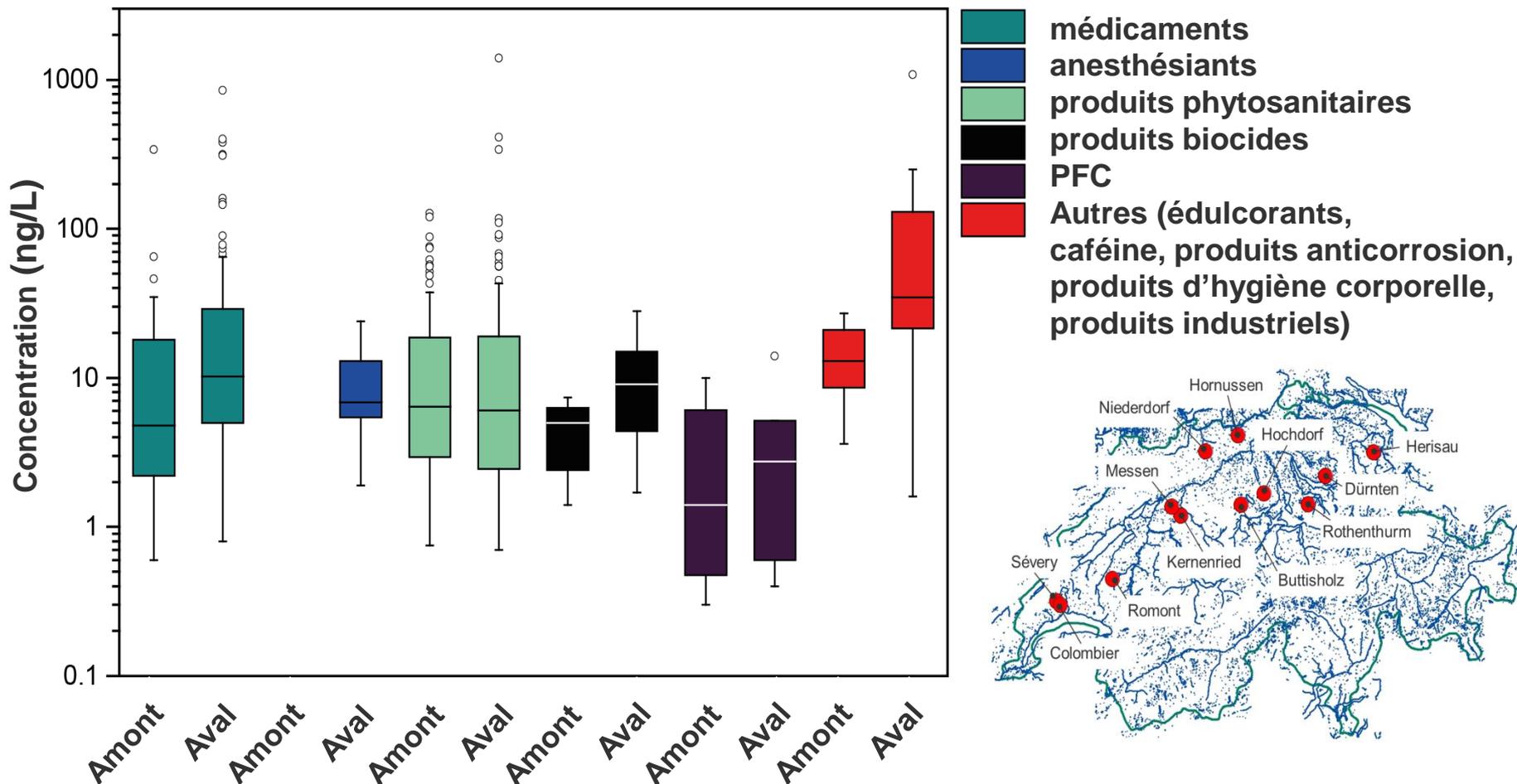
Log Kow: - 2.2 – 5.7

50 % neutres, 50 % ioniques



Screening Cours d'eau

Concentrations des groupes de substances en amont et en aval du point de rejet de douze stations d'épuration

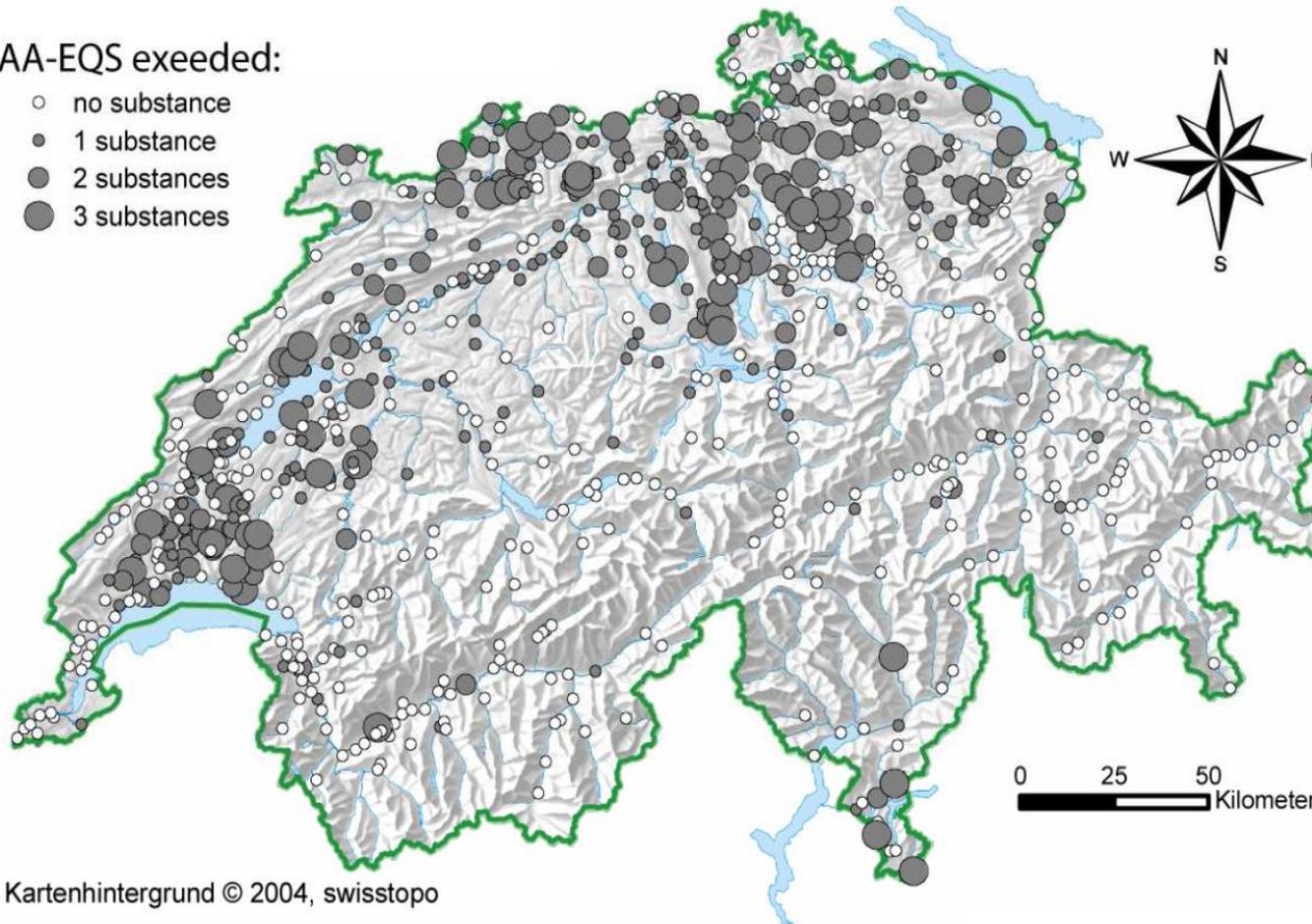


Dépassements des critères de qualité „chroniques“

Dépassements des critères de qualité environnementale en moyenne annuelle (AA-EQS) pour 6 substances (Aténolol, Benzotriazole, Carbamazépine, Clarithromycine, Diclofénac, Sulfaméthoxazol):

AA-EQS exceeded:

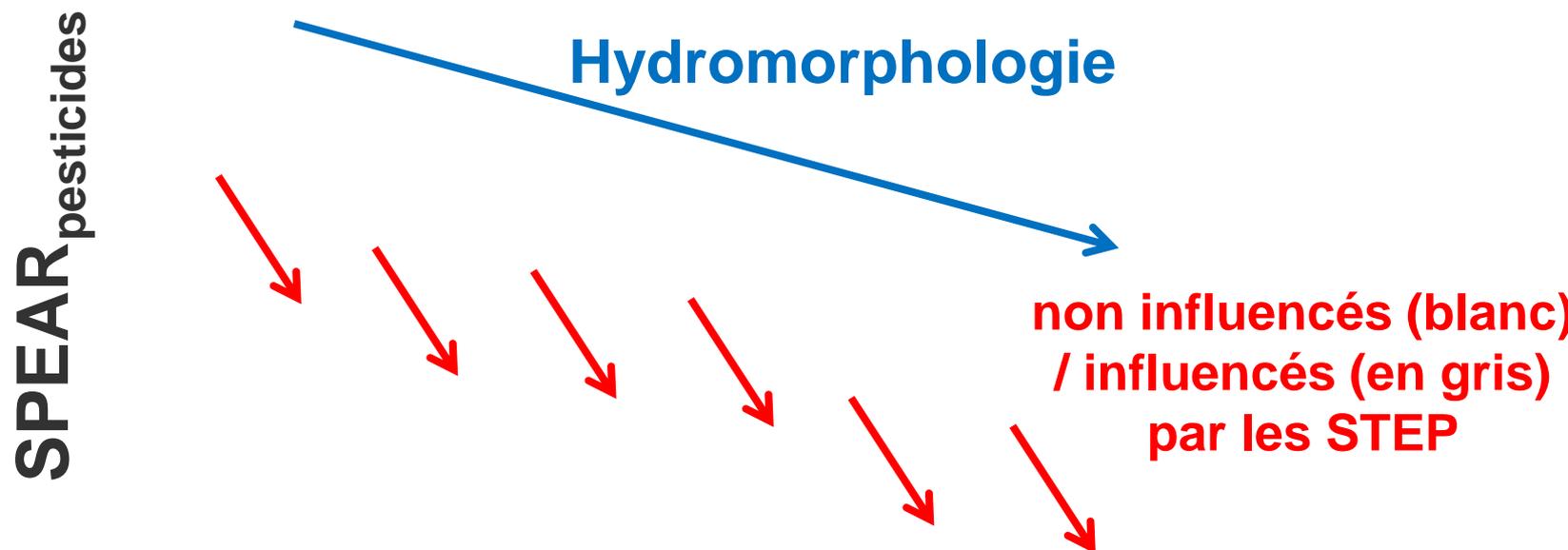
- no substance
- 1 substance
- 2 substances
- 3 substances



Evaluation de 543 tronçons en aval des STEP

Etat écologique des cours d'eau

Effets des pesticides sur les communautés de macroinvertébrés



No Copyright for figure

Détection et dosage des micropolluants (polaires)

LC-HRMS (LTQ-Orbitrap)

FullScan haute résolution & fragmentation MSMS

Analyse ciblée

Sélection
10-500

substances
connues



Analyse non ciblée

Autres masses
 ∞

substances
inconnues

- x Etalonnage standard
- x Evaluation manuelle
- x Quantification exacte

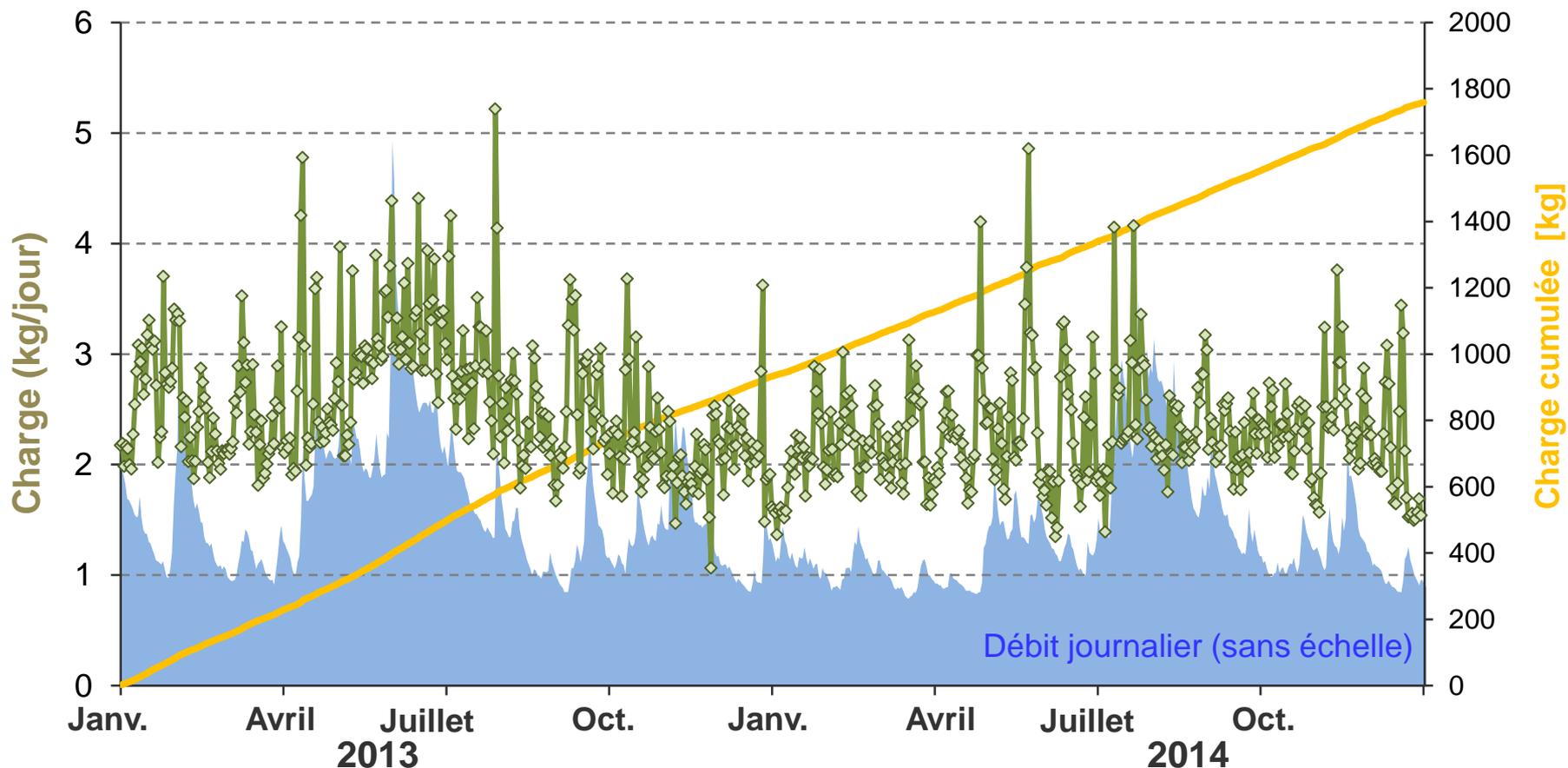
- x Pas d'étalonnage
- x Evaluation uniquement automatique
- x Concentrations estimées

Carbamazépine 2013/14, Weil am Rhein

Charge et charge cumulée / échantillons moyennés sur 24 h

Non éliminé en STEP

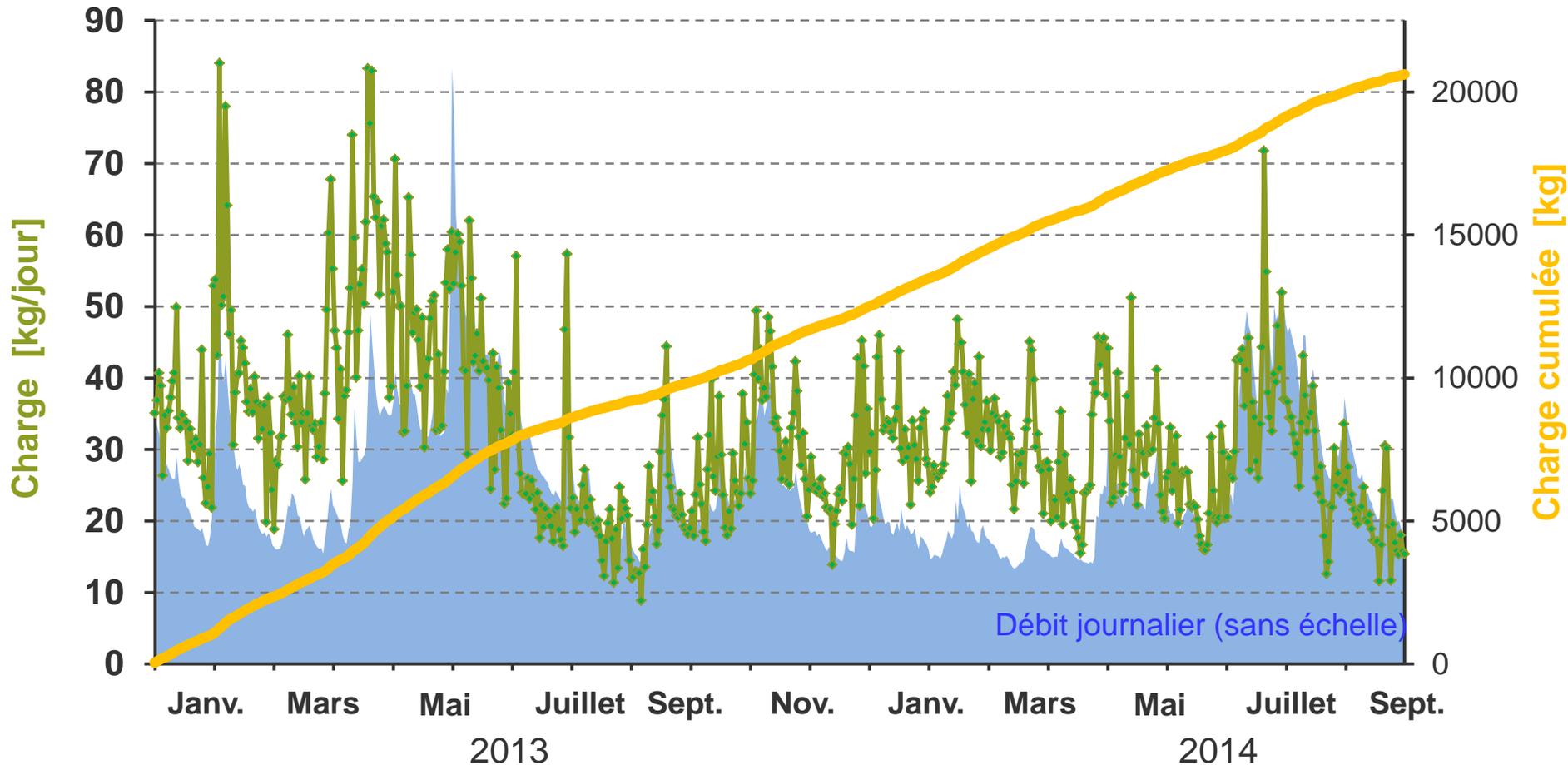
Consommation: 3900 kg (2009), Excrétion: 1000 kg, attendue dans le Rhin (80%): 800 kg



Données: Rhine monitoring station de Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel

Metformine 2013/14, Weil am Rhein

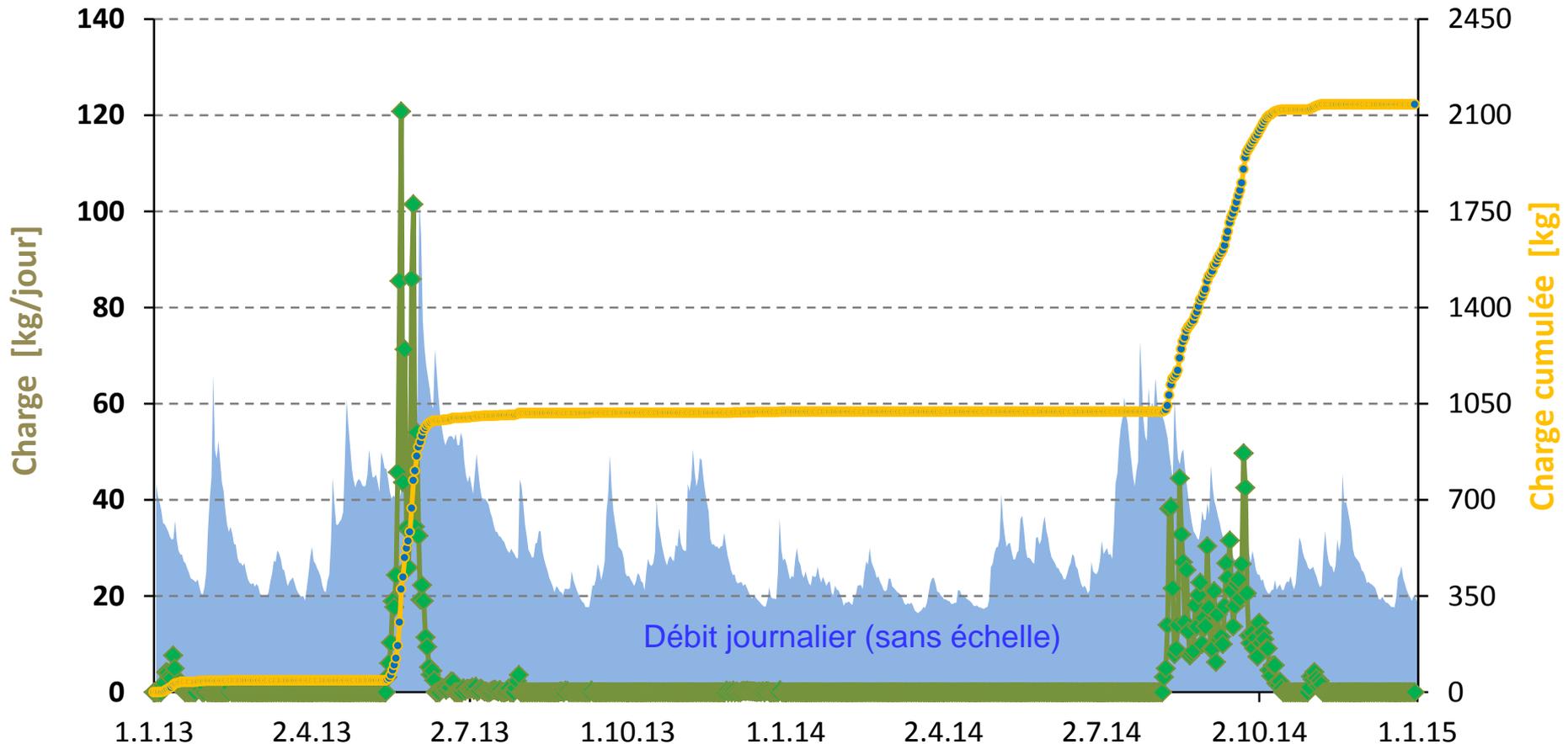
Bien éliminée en STEP (90%)
Rejet par les déversoirs d'orage



Données: Rhine monitoring station de Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel

N,N-didesméthylvenlafaxine 2013/14

Rejets ponctuels (industrie)

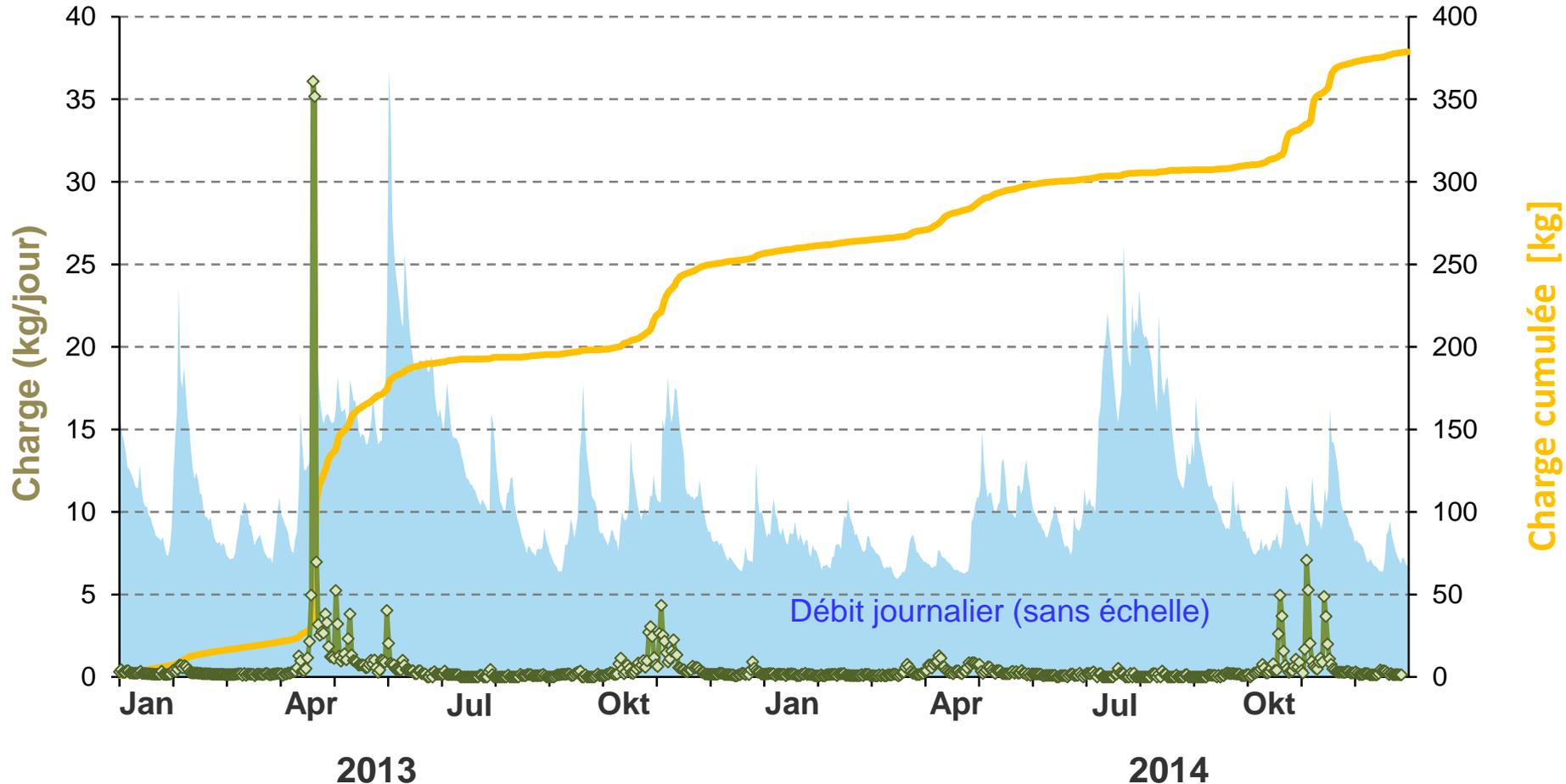


Données: Rhine monitoring station de Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel

Isoproturon 2013/14, Weil am Rhein

Rejets agricoles

Concentration: 0.002 – 0.18 µg/L



Données: Rhine monitoring station bei Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel
Ruff et al (2013) Aqua & Gas 5, 16-25

Détection et dosage des micropolluants (polaires)

LC-HRMS (LTQ-Orbitrap)

FullScan haute résolution & fragmentation MSMS

Analyse ciblée

Sélection
10-500

substances
connues

- x Etalonnage standard
- x Evaluation manuelle
- x Quantification exacte



Analyse non ciblée

Autres masses
 ∞

profils horaires

analyse statistique

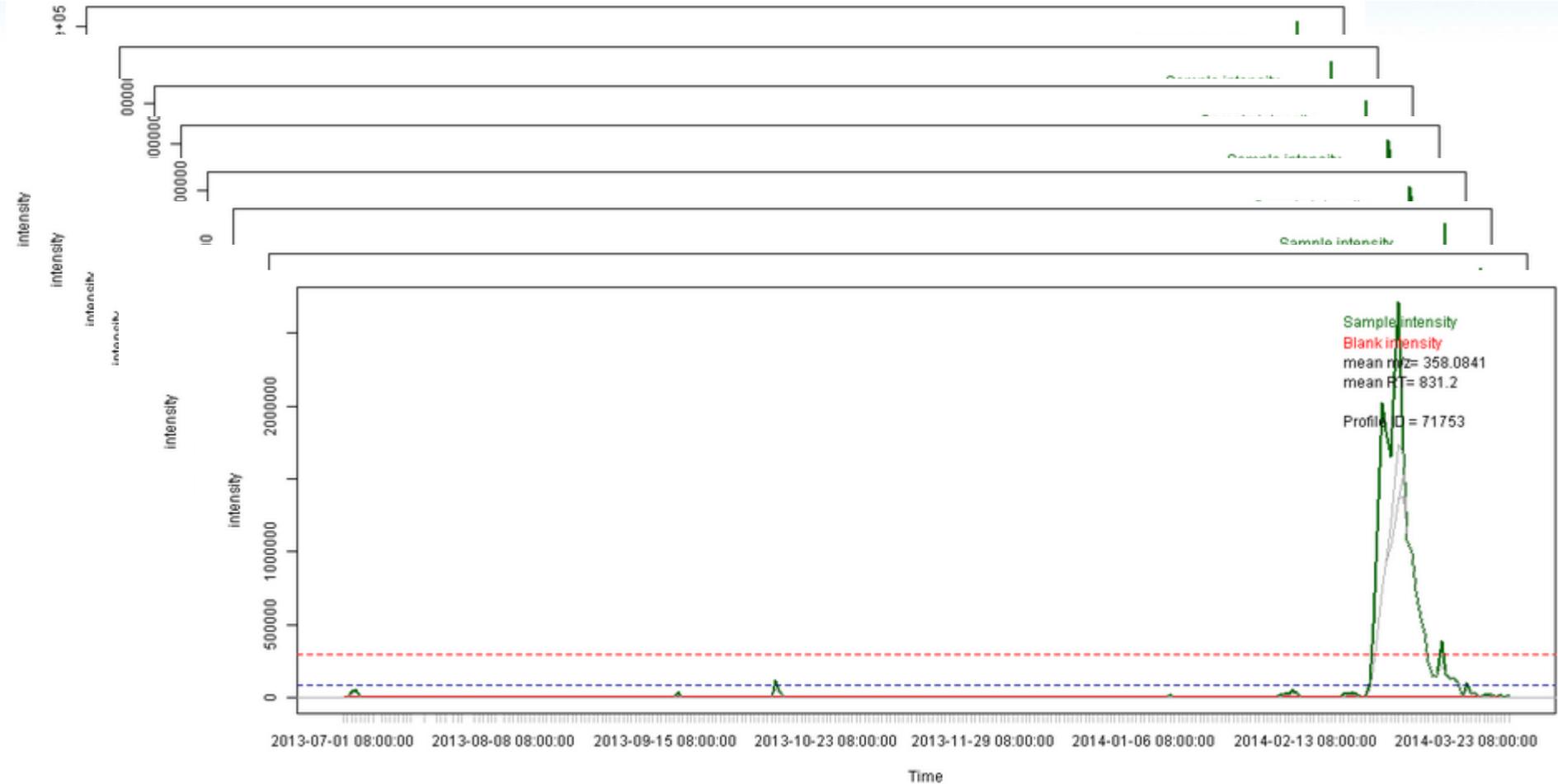
changements

priorisation

enviMass2

www.eawag.ch/en/departement/uchem/software/envimass/

Rejet ponctuel d'Indométacine, Weil am Rhein



March 2014 **1** 2 3 4 5 6 7 8

Concentration (max): > 0,4 $\mu\text{g/L}$
Charge (sur 14 jours): 170 kg

Données: Rhine monitoring station de Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel
Ruff et al (2013) Aqua & Gas 5, 16-25, Ruff et al. Wat. Res. submitted

Contribution des hôpitaux aux rejets de médicaments

Mesures à l'hôpital de Baden et à la STEP de Laufäcker (3 semaines en 2009)

Fraction d'eau usée de l'hôpital à la STEP: ~1%

**STEP de Laufäcker:
Charge Hôpital 41%
(2/3 produits de
contraste radiologiques)**

**Sur toute la Suisse:
Charge Hôpitaux 20%**

Screening des pesticides

Pesticides autorisés en Suisse:

~ 230 phytosanitaires synthétiques

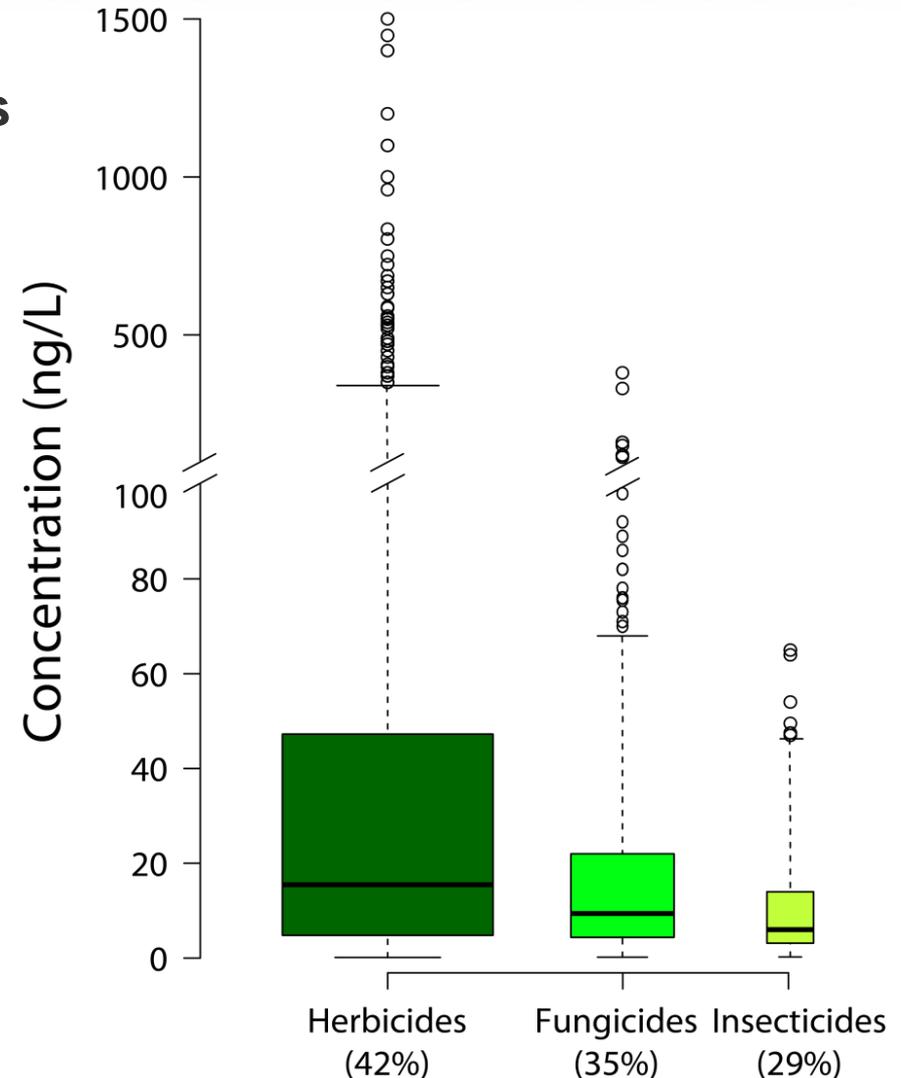
~ 160 biocides synthétiques

Les monitorings actuels portent sur 15 – 40 pesticides

Produits phytosanitaires:

200 analysés, 102 détectés

(5 cours d'eau, 9 échantillons chacun)



Evaluation de l'exposition & du risque

No Copyright for figure

→ **Dépassement des critères de qualité “chroniques” dans tous les cours d’eau de mars à juillet!**

Mesures prises en Suisse

- Conférence de M. Schärer, OFEV
- Le problème des micropolluants est pris en compte dans la nouvelle proposition d'ordonnance sur la protection des eaux (Oeaux):
 - 80% d'élimination des micropolluants dans les STEP mesuré par rapport aux eaux usées brutes sur une sélection de substances indicatrices (équipement de 100 STEP sur les 700 en Suisse)
- Première station d'épuration suisse avec traitement avancé:
ARA Neugut Ozonation lancée en mars 2014
www.neugut.ch
 - Détermination de la dose d'ozone appropriée pour éliminer les micropolluants (à l'aide des douze substances indicatrices proposées par l'OFEV)
 - Formation de produits de transformation / sous-produits d'ozonation (bromate et NDMA): voir conférence d'U. von Gunten
 - Tests biologiques d'écotoxicité: voir conférence de C. Kienle

Micropolluants à la STEP de Neugut avec ozonation

(2,7 mg/L Ozone = 0,55 gO₃/gCOD, deux échantillons composite de 48h)

- *Screening Eawag LC/MS/MS (550 composés, avec des métabolites)*

Élimination de l'entrée à la sortie de la STEP: > 90%

substances dans la sortie > 1 µg/L:
acésulfame, sucralose,
metformine, iopromide



Remerciements

Eawag collègues, notamment Mathias Rueff, Heinz Singer, Christian Stamm, Irene Wittmer, Hansruedi Siegrist, Rebekka Teichler, Marc Bourgin
Cornelia Kienle (Ecotox Center)

Merci pour votre attention



Rhin à Bâle