

Projet CoMinGreat

Traitement additif des micropolluants en sortie de station
d'épuration urbaine

Fanny GRITTEN - CEBEDEAU

Tribune de l'eau – Projet CoMinGreat



Oratrice : Fanny Gritten

Date : 13-12-2022

Le projet CoMinGreat

CoMinGreat = **C**ompetence platform for **m**icro-pollutants in the **G**reat Region

Programme transfrontalier de coopération territoriale européenne 2014-2020
INTERREG V A « Grande Région ». La Grande Région est un espace composé par la Lorraine, la Wallonie, le Luxembourg, certaines régions de Rhénanie-Palatinat et la Sarre.

Durée

01.01.2021 – 31.12.2022

Coûts totaux du projet

1.953.993,13 Euros

Dont fonds du FEDER :

1.172.395,86 Euro (60 %)

+ co-financements :



Le projet CoMinGreat – Les partenaires

Les partenaires principaux:



+ partenaires stratégiques :

Commissions internationales pour la protection de la Moselle et de la Sarre (IKSMS)
 Association Luxembourgeoise des Services d'Eau (ALUSEAU)
 association régionale de Hesse/Rhénanie-Palatinat/Sarre
 Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE)
 Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple de l'Alzette (SIVOM de l'Alzette, Lothringen)
 Association des communes et des villes de Rhénanie-Palatinat
 Natur&Umwelt (Luxemburg)
 Intercommunale IDELUX Eau (Belgique)

Le projet CoMinGreat – Ses objectifs

Les actions :

Action 1 et 2 : Gestion de projet et communication

Action 3 : Analyse de la situation

Collecte de données (micropolluants, cadre juridique, procédés)

Action 4 : Démonstrateur

Conception et exploitation d'un démonstrateur
Elaboration d'un guide

Responsable
de l'action



Le projet CoMinGreat – Ses objectifs

Les actions :

Action 5 : Modélisation

Devenir des micropolluants dans la station d'épuration
Développement d'un modèle de bilan des eaux sur
bases des données d'immissions

Action 6 : Centre d'information et de demonstration

Action 7 : Plateforme Internet

Responsable
de l'action



Action 3 et Action 7 : Plateforme internet

La plateforme internet

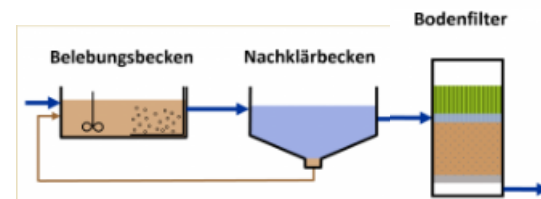
- reprend les données compilées et traitées de l'action 3, les résultats de l'action 4 et
- vise principalement les acteurs du traitement de l'eau de la Grande Région
 - Données générales (définition, proceeds, technologies, cadre juridique,...) et aperçu de la situation
 - Données techniques de dimensionnement et retour d'expérience (Guide)
- fournit les informations "générales" en accès libre et direct, et permet l'accès aux données chiffrées via un Wiki (sur demande)
- est implémentée et accessible pendant minimum 5 ans

[Page d'accueil - CoMinGreat](https://comingreat.eu/)

<https://comingreat.eu/>

Action 4 : Le démonstrateur

Les technologies étudiées



4 technologies ont été testées dont : Trois technologies démontrées

Filtre planté



Composition :

80 – 90 cm : agile 4 à 10 mm

15 – 80 cm : mélange sable expansé (85%) +
charbon végétal biologiquement activé (15%)

5 – 15 cm : Argile 4 à 10 mm

0 – 5 cm : Argile 2 à 5 mm

Plantes :

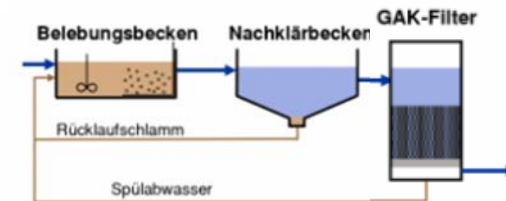
30 plants. 15x *Phragmites australis* (P) et 15x *Iris pseudacorus* (I)

Alimentation:

400 l/m².jour (3x par jour, tous les jours)

Action 4 : Le démonstrateur

Les technologies étudiées



4 technologies ont été testées dont : Trois technologies démontrées

Charbon actif



Fournisseur :

Charbon actif en grain
Carbotech DGF 8x30 GL

Densité apparente : $350 \pm 30 \text{ kg/m}^3$
taille des particules : 0.6 - 2.36 mm
indice d'iode : 1000 mg/g



Paramètre de fonctionnement :

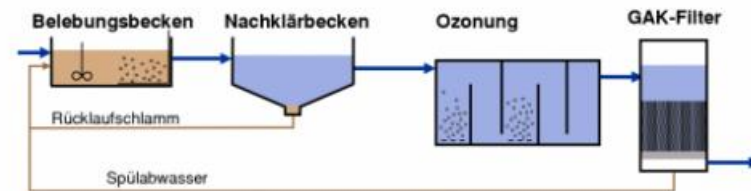
Temps de contact (EBTC) = 60 min
Hauteur de CA = 1.25 m
Vitesse = 3.7 m/h
 $BV_{fin} = 5\,381$

Alimentation:

4.3 m³/jour (en continu)

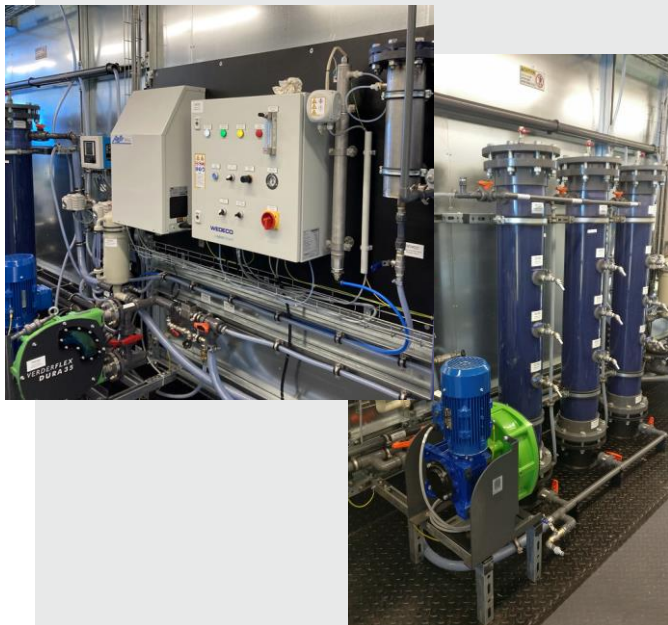
Action 4 : Le démonstrateur

Les technologies étudiées



4 technologies ont été testées dont : Trois technologies démontrées

Ozone + Charbon actif



Fournisseur :

Ozone : Wedecco Modular HC4

Charbon actif en grain : Carbotech DGF 8x30 GL

Paramètre de fonctionnement :

Charbon : IDEM ligne précédente

$$BV_{fin} = 4\,584$$

Ozone :

Dose = $0.012 \text{ gO}_3/\text{l}$ ou $0.688 \text{ gO}_3/\text{g DCO}$

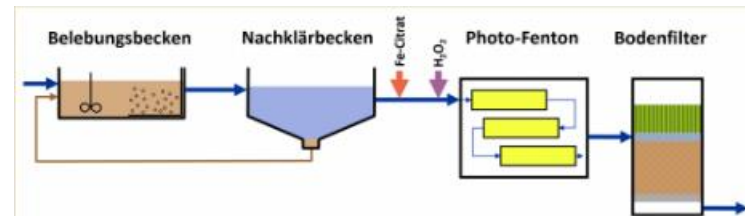
Temps de contact = 34 min

Alimentation:

$4.3 \text{ m}^3/\text{jour}$ (en continu)

Action 4 : Le démonstrateur

Les technologies étudiées



4 technologies ont été testées dont : Trois technologies démontrées

Photo-Fenton + Filtre planté



Composition :

Identique que la ligne “Filtres plantés” seule

Plantes :

30 plants. 15x *Phragmites australis* (P) et 15x *Iris pseudacorus* (I)

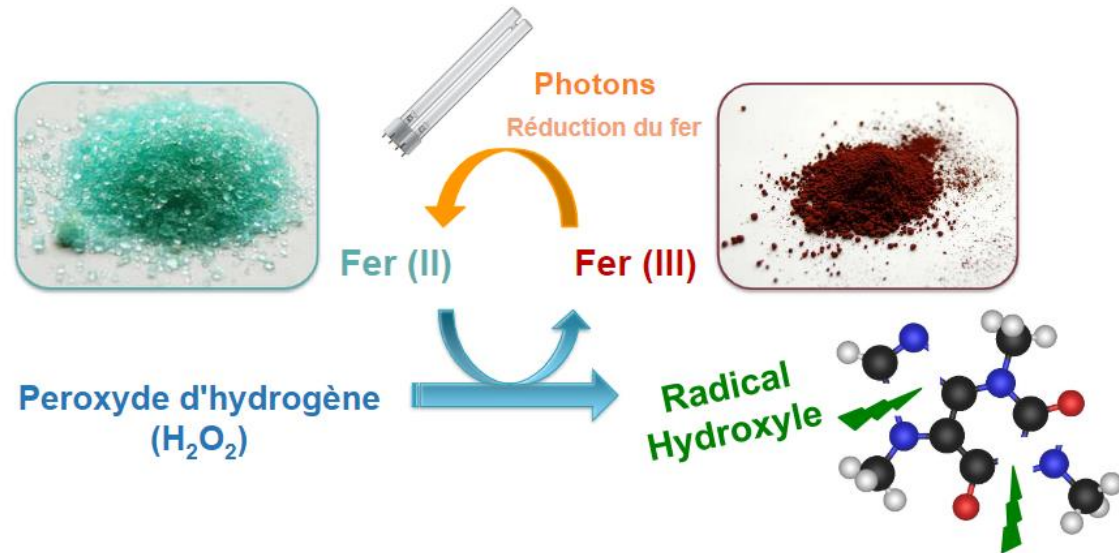
Alimentation:

400 l/m².jour (3x par jour, tous les 2 jours)

Action 4 : Le démonstrateur

Les technologies étudiées

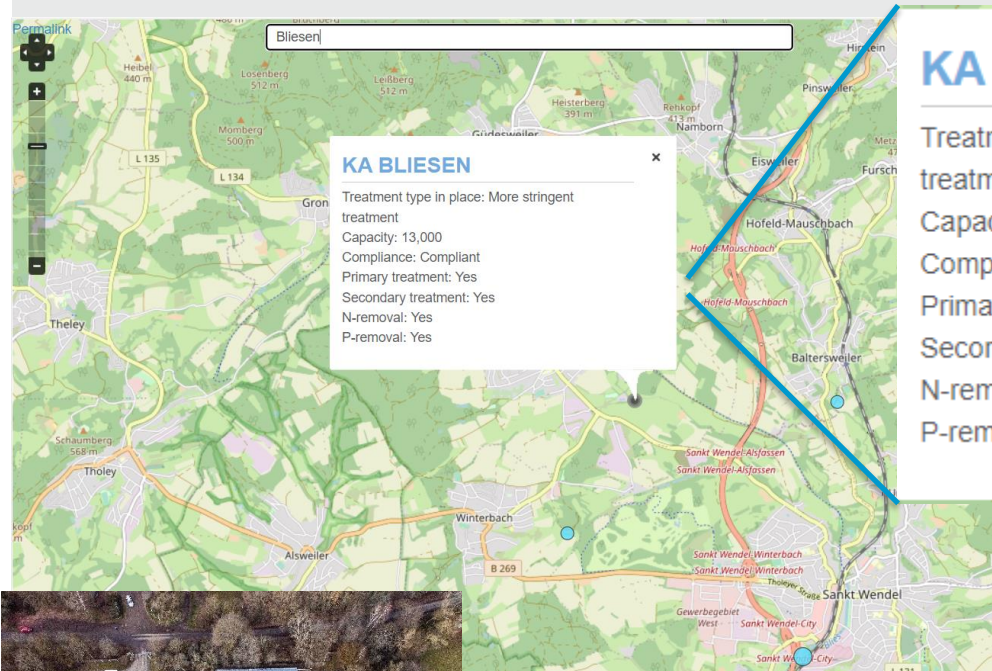
Photo-Fenton +
Filtre planté



Period	Line 2
Janvier 22	Fe:NTA ratio molaire 1:1
Février – Juillet 22	Fe:Citric acid ratio molaire 1:1
Août 22	Fe:Citric acid ratio molaire 1:2
Août – Octobre 22	Pas de dosage de Fer Seulement 20 mg/L H_2O_2 (procédé POA classique UVC/ H_2O_2)

Action 4 : Le démonstrateur

Le site expérimental

**KA BLIESEN**

Treatment type in place: More stringent treatment

Capacity: 13,000

Compliance: Compliant

Primary treatment: Yes

Secondary treatment: Yes

N-removal: Yes

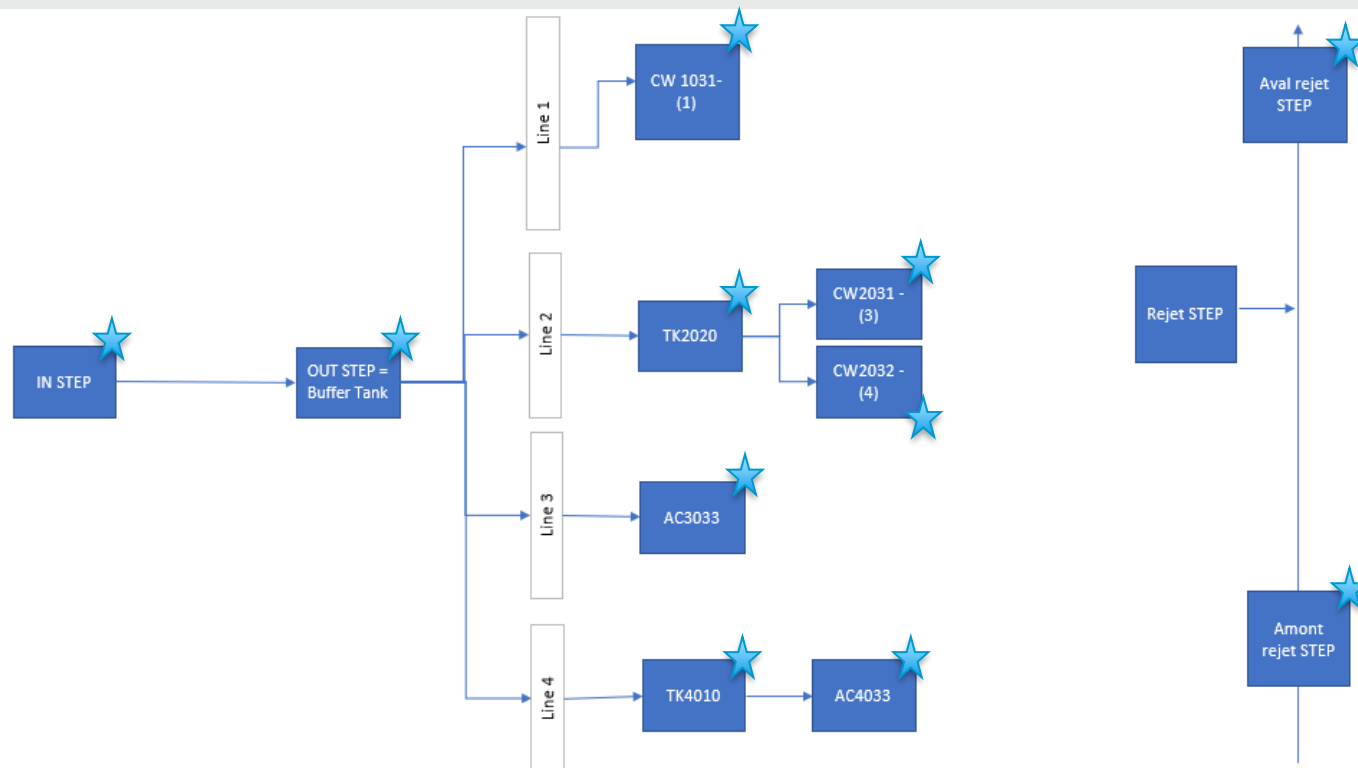
P-removal: Yes



Action 4 : Le démonstrateur

Le protocole d'échantillonnage

- 13 campagnes de performance réalisées dont 4 campagnes intensives (éch. moy 72h) et 9 campagnes light (éch. Moy 24h)
- 9 points d'échantillonnage : échantillon moy 24 ou ponctuels
- 4 campagnes effectuées sur le milieu récepteur (amont et aval du rejet de la STEP)



Action 4 : Le démonstrateur

Le protocole d'échantillonnage

- **13 CAMPAGNES DE PERFORMANCE RÉALISÉES DONT 4 CAMPAGNES INTENSIVES (ÉCH. MOY 72H) ET 9 CAMPAGNES LIGHT (ÉCH. MOY 24H)**
- **Exploitation de décembre 2021 à octobre 2022**
- **3 campagnes par temps secs et 10 par temps de pluies**
- **3 campagnes en hiver, 4 au printemps, 4 en été et 2 en automne**

	mean	min	max	ST
Temperature	14.8	8.9	21.2	4.4
pH	6.7	5.8	7.1	0.3
Turbidity	45	7.9	137.9	39.1
Conductivity	505	267	714	151.1
Redox	381	112	522	138.4

	OUT WWTP	
	Mean	max
TOC	5.30	7.6
TSS (105°C)	4.23	16.0
TSS (525°C)	3.77	13.0
N-NH4+	0.76	2.3
N-NO2-	0.22	0.58
N-NO3-	1.88	3.62
P-PO4 o	0.31	0.56
Ptot	0.42	0.74
ST-COD	18.05	25.30

Action 4 : Le démonstrateur

Les résultats - Macropolluants

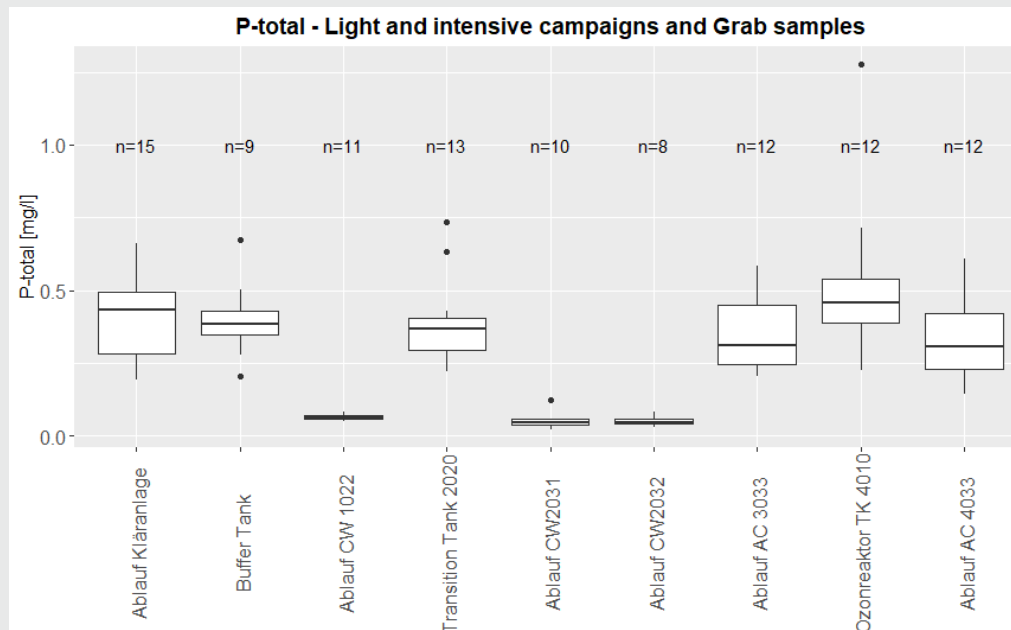
		FP	PF + FP	CA	O3 + CA
TOC	mg/l	< 10			
N	mg N/l	< 2.5			
NH4	mg N/l	0.1 – 1			
NOx	mg N/l	1 – 2			

Nitrification

Action 4 : Le démonstrateur

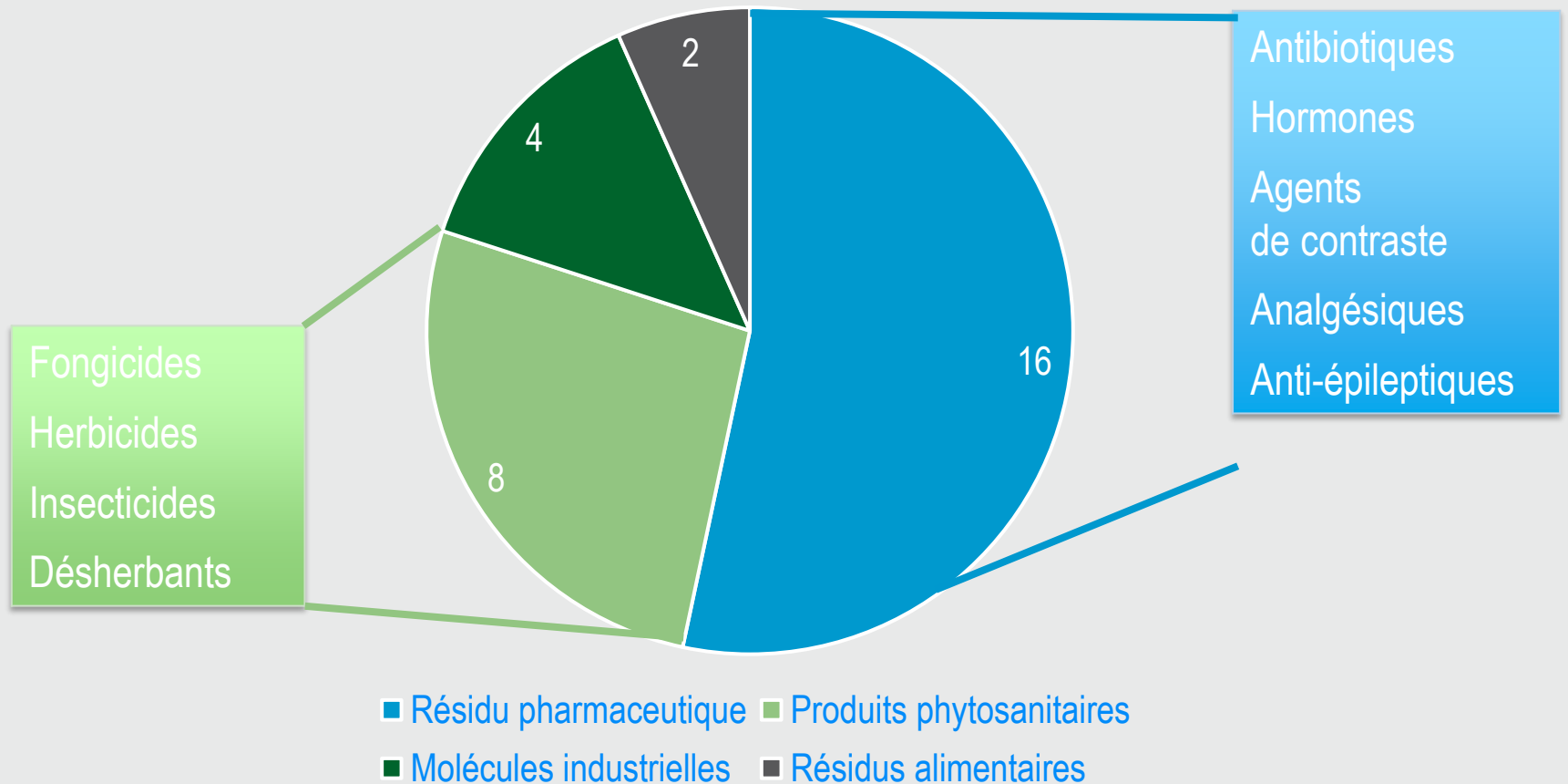
Les résultats - Macropolluants

		FP	PF + FP	CA	O3 + CA
P	mg P/l	< 0.1	< 0.1	< 0.5	< 0.5
		↘	↘	→	→



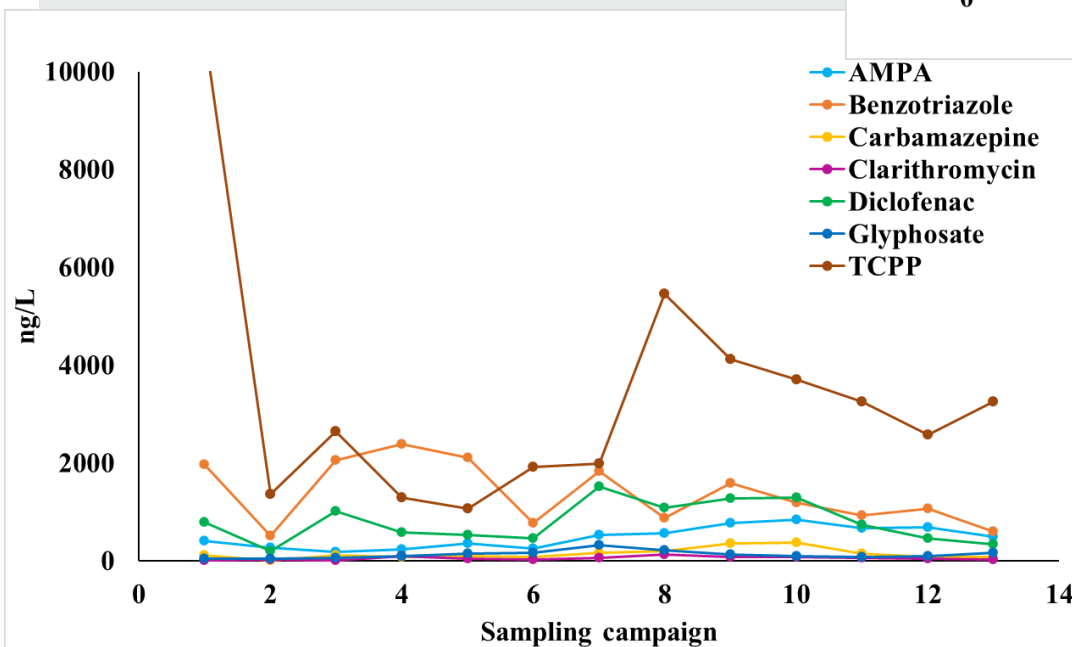
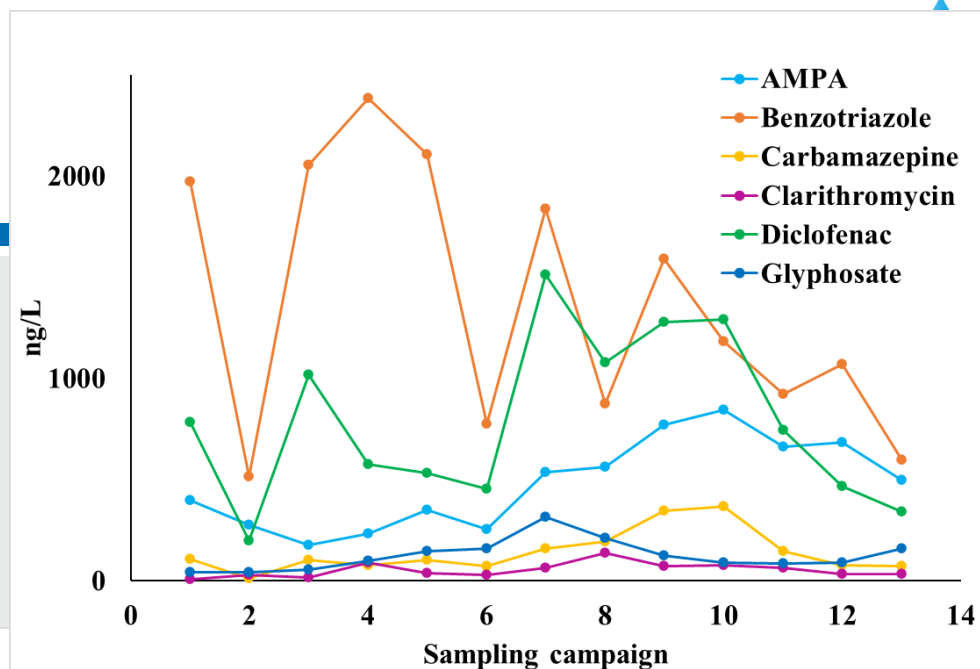
Action 4 : Le démonstrateur

Les résultats - Micropolluants



Action 4 : Le démonstrateur

Les résultats - Micropolluants

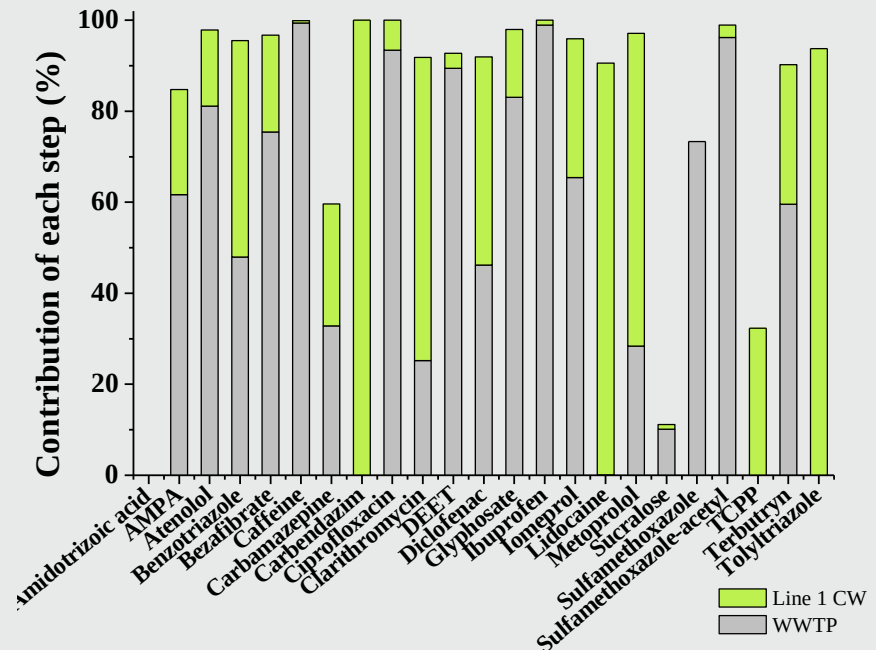
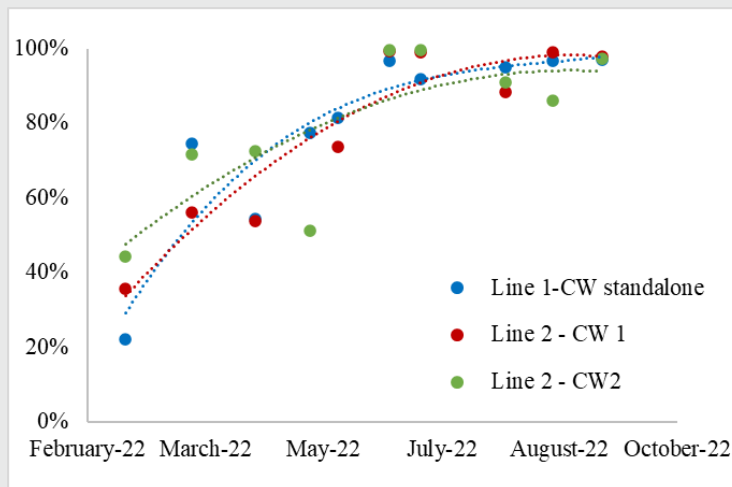


Action 4 : Le démonstrateur

Les résultats – Micropolluants Ligne 1 – Filtres plantés (FP)

Stabilisation des filtres plantés

Tendance de l'élimination du diclofenac durant les premiers mois d'exploitation (élimination sur base de l'effluent de la STEP)



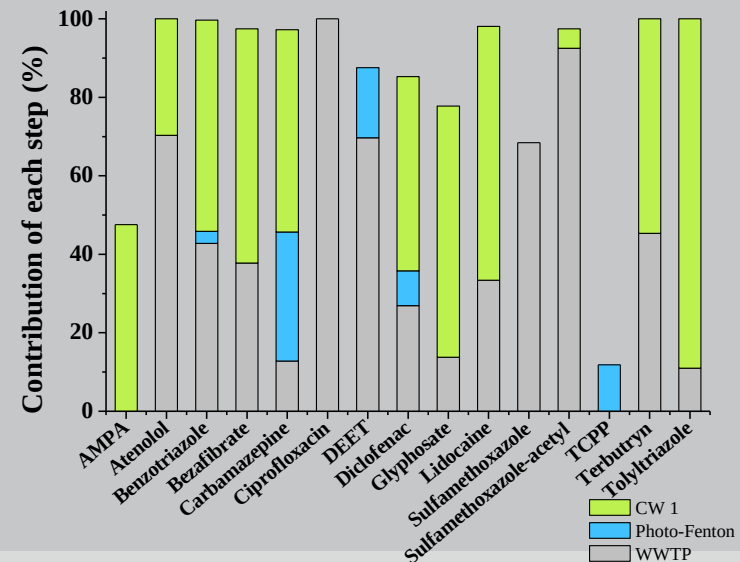
Il a fallu plusieurs mois pour avoir un système développé et stable. Cela influence les résultats comme l'analyse porte sur l'entièreté de l'année. Malgré tout, le CW permet d'éliminer à des degrés variables les MP. Le sucralose est présent à de très hautes concentration (>10ppb), on n'obtient pas un rendement très élevé

Action 4 : Le démonstrateur

Les résultats – Micropolluants Ligne 2 – Photo-Fenton + FP

Fe:NTA molar ratio 1:1 (Janvier 2022)

Une élimination élevée des MP a été atteinte à la fin de la ligne, mais principalement grâce aux CW (toujours dans la stabilisation). Le Photo-Fenton a montré une efficacité plus faible que dans la littérature, principalement en raison de l'utilisation de réactifs commerciaux au lieu de réactifs analytiques. Le NTA a été écarté en raison de sa précipitation et de l'obstruction du système d'injection



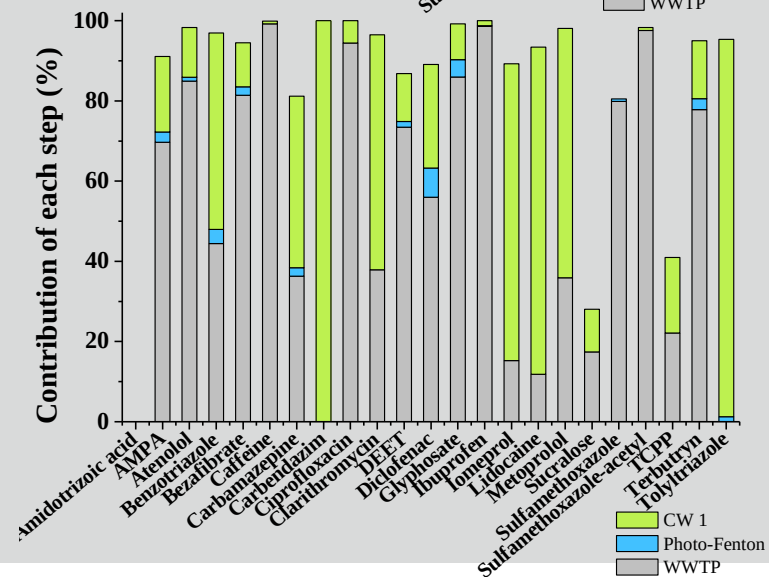
Fe:Citric acid molar ratio 1:1 (Février – Juillet 22)

Fe:Citric acid (1:1) : L'agent chélateur a été remplacé par de l'acide citrique, mais l'efficacité du photo-Fenton était encore plus faible. Probablement que le fer précipite et entrave également la transmission du rayonnement à travers la solution.

Concernant le MP :

- L'acide amidotrizoïque n'a pu être éliminé dans aucune des étapes.

Le CW a de nouveau joué le rôle principal pour atteindre 80% d'élimination.



Action 4 : Le démonstrateur

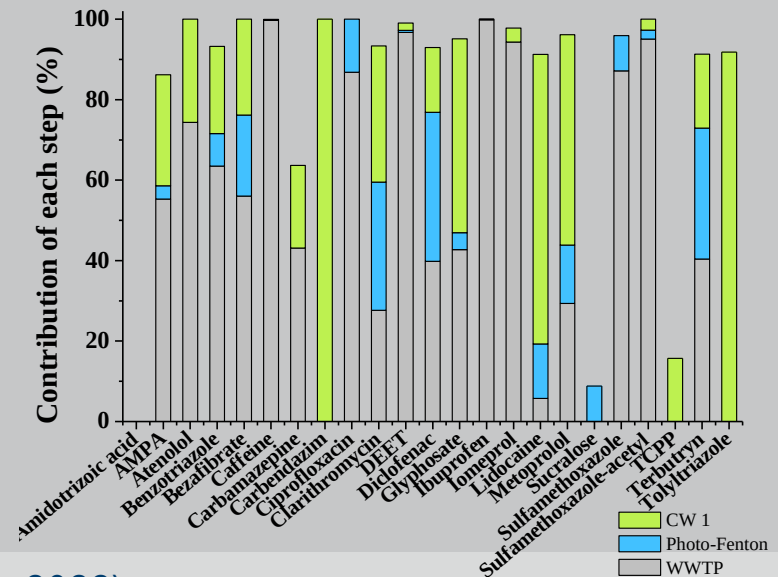
Les résultats – Micropolluants Ligne 2 – Photo-Fenton + FP

Fe: **Citric acid** molar ratio 1:2 (Août 22)

Amélioration significative l'efficacité. Le complexe était plus stable et permettait de maintenir le fer en solution et disponible pour la réaction ; ainsi, plus de radicaux OH étaient générés.

En ce qui concerne le MP :

- Acide amidotrizoïque aucune élimination
- Chloritromycine, Diclofenac et Terbutryne ont été principalement éliminés par PF.
- Le CW a été crucial pour l'élimination du Carbendazim, de la Lidocaine et du Tolytriazole.

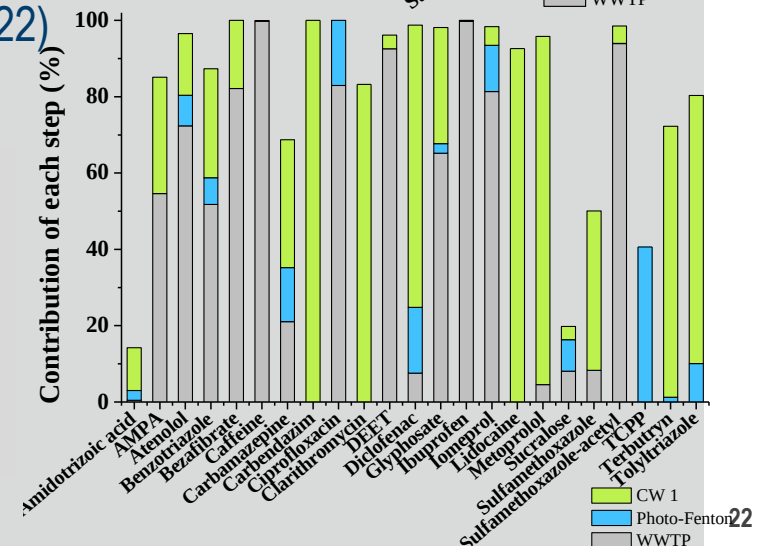


Peroxyde uniquement 20 mg/l H_2O_2 (Août – octobre 2022)

L'efficacité supérieure à celle de l'acide citrique 1:1, mais inférieure à celle de l'acide citrique 1:2. Cela confirme que le rapport 1:1 n'est pas stable et que la précipitation du fer entrave le processus.

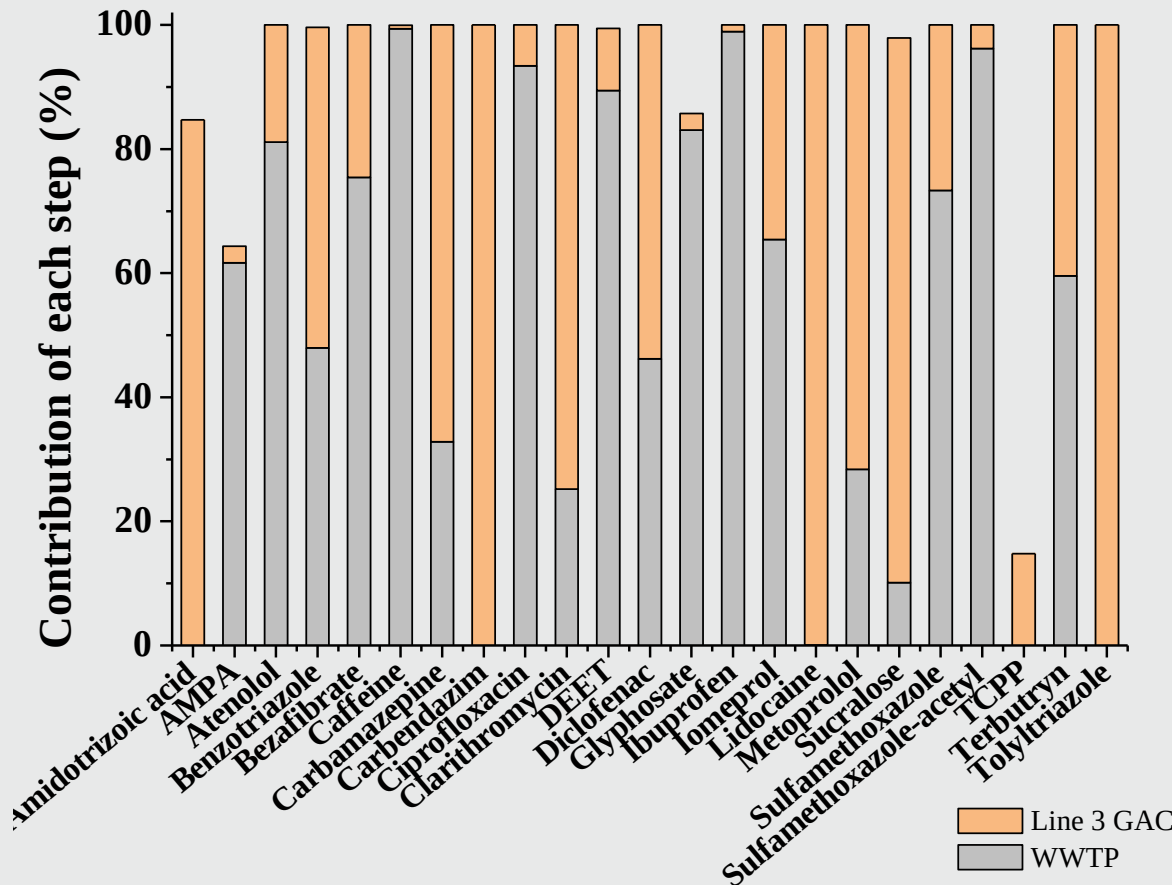
A noter : L'effluent contenait une quantité élevée de bicarbonates (>120 mg/L) qui sont des piègeurs de radicaux OH !

Une possibilité d'augmenter l'efficacité pourrait être de les réduire en ajoutant de l'acide.



Action 4 : Le démonstrateur

Les résultats – Micropolluants Ligne 3 – Charbon actif

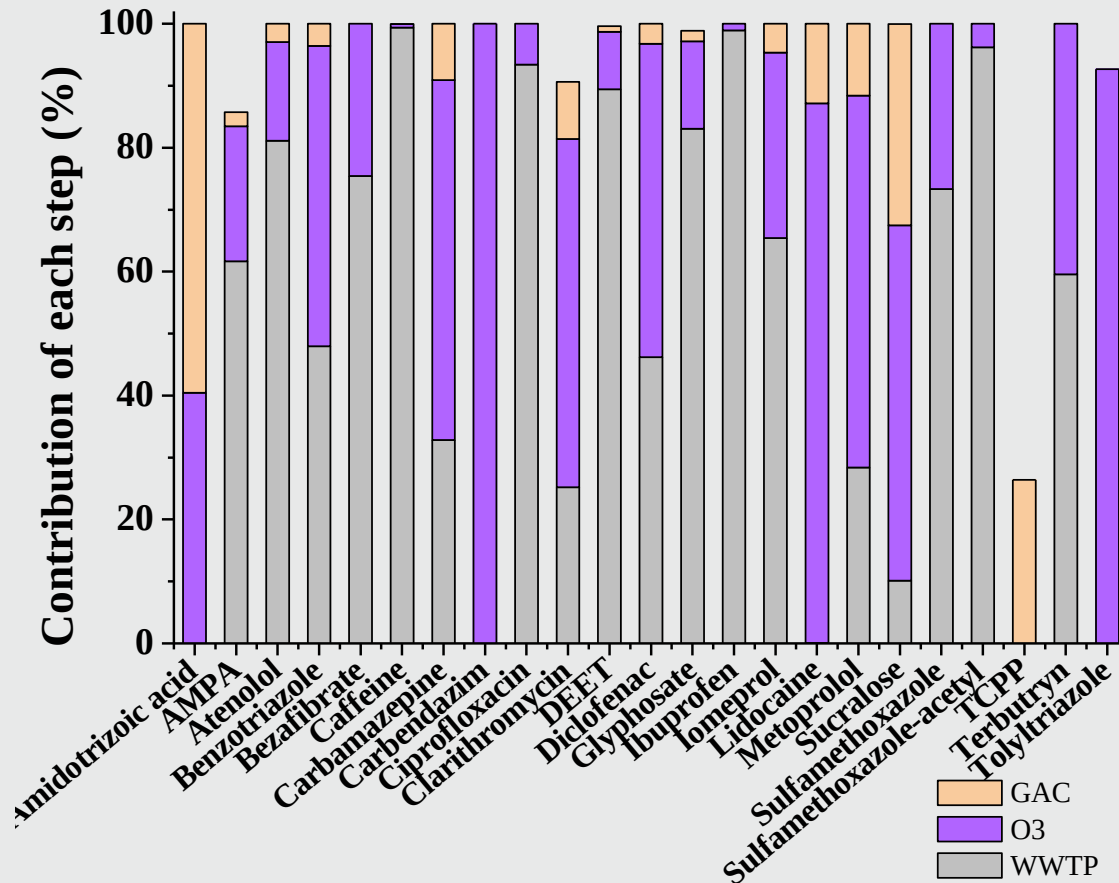


La plupart des composés ont atteint une élimination de 100 % avec le CAG.

- **L'acide amidotrizoïque** est éliminé à plus de 80%.
- **L'AMPA et le glyphosate** présentent les taux d'élimination les plus faibles par rapport aux autres technologies. (Lignes 1, 2 et 4)

Action 4 : Le démonstrateur

Les résultats – Micropolluants Ligne 4 – Ozone + Charbon actif



La plupart des composés ont atteint une élimination de 100%. L'application de l'O₃ comme première étape présente un avantage considérable puisqu'il s'agit du processus principal.

- Acide amidotrizoïque est entièrement éliminé avec la combinaison
- L'élimination de l'AMPA et du glyphosate augmente significativement par rapport au CAG seul.

Action 4 : Le démonstrateur

Synergie

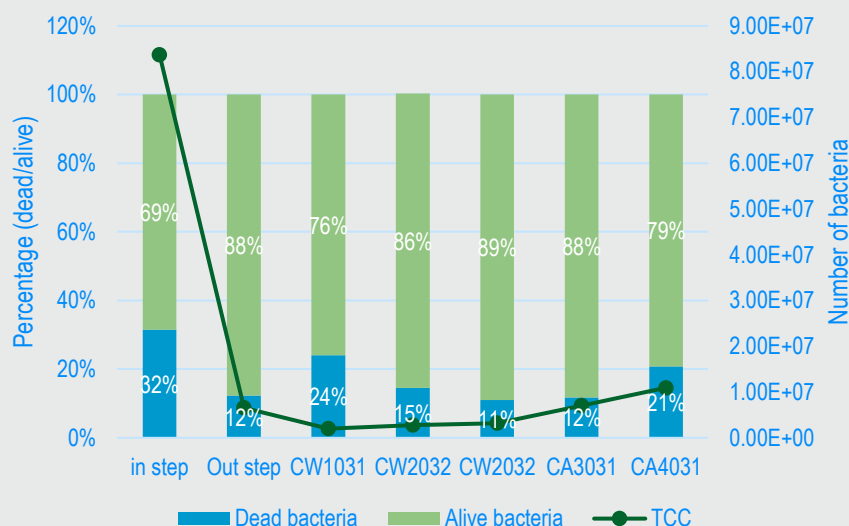
Analyse des effets de synergie entre l'élimination du phosphore / la présence de germes de résistance aux antibiotiques sur les performances d'élimination des micropolluants

Cytométrie de flux

qPCR

Métagénétique

Plaques



Action 4 : Le démonstrateur

Synergie

Analyse des effets de synergie entre l'élimination du phosphore / la présence de germes sur les performances d'élimination des micropolluants

Cytométrie de flux

qPCR

Métagénétique

Plaques

qPCR, analyse de la quantité et du type de gènes de résistances aux antibiotiques (ARG), du nombre total de bactéries (ARN16S) et les capacités de transferts des gènes de résistance entre les bactéries (int1)

ARG = AmpC, ermB, qnrA, tetW, sul1 , sul2

Action 4 : Le démonstrateur

Synergie

Analyse des effets de synergie entre l'élimination du phosphore / la présence de germes sur les performances d'élimination des micropolluants

Cytométrie de flux

qPCR

Métagénétique

Plaques



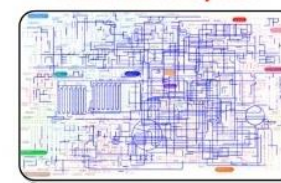
MinION :
séquençage ADN à haut débit

Phylogenetic classification
Who is there?

Bacterium A
Bacterium B
...
Bacterium X



Functional classification
What can they do?



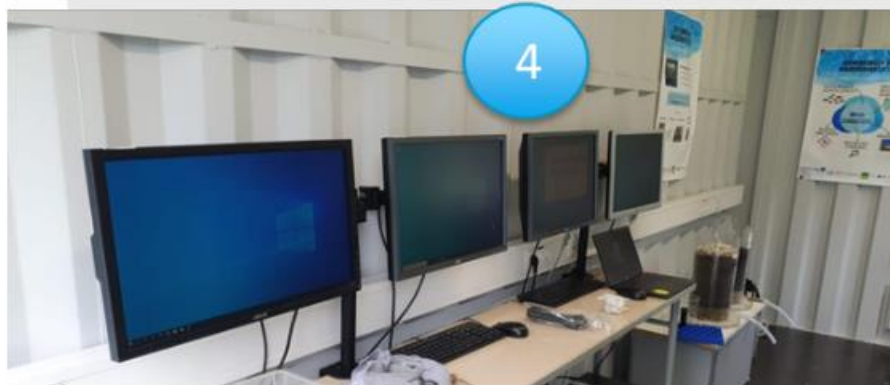
Gene A
Gene B
...
Gene X

Action 6 : Centre de démonstration



Cinq stations d'apprentissage dans le centre d'information :

1. Que sont les micropolluants ?
2. Voies d'entrée des micropolluants dans l'environnement
3. Effets des micropolluants
4. Elimination des micropolluants des eaux usées
5. Prévention des émissions de micropolluants



Différentes méthodes didactiques, toutes axées sur l'implication active du visiteur : petites expériences, tableaux magnétiques, etc.

Action 5 : Modélisation

Modélisation de la **station d'épuration** sur le programme MatLab

- Modèle hydrodynamique (plusieurs CSTR en série)
- Modèle cinétique (adsorption

STEP

$$r_{MP} = -k_{biol} \cdot C_{TSS} \cdot C_{MP}$$

r ($\mu\text{g.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$) : Vitesse d'élimination
 k_{biol} ($\text{L.gTSS}^{-1}.\text{h}^{-1}$) : Constante d'élimination
 C_{MPs} ($\mu\text{g.L}^{-1}$) : Concentration en micropolluants dissous
 C_{TSS} (gTSS.L^{-1}) : Concentration de biomasse totale

Lignes

Modèle hydrodynamique = CSTR

Filtres plantés : cinétique → adsorption + biod.

Photo-Fenton + Filtres plantés : (en cours)

Charbon actif : cinétique → adsorption isotherme (1er ordre)

Ozone + charbon actif : cinétique → destruction Mps par O_3 + transfert O_3

Action 5 : Modélisation

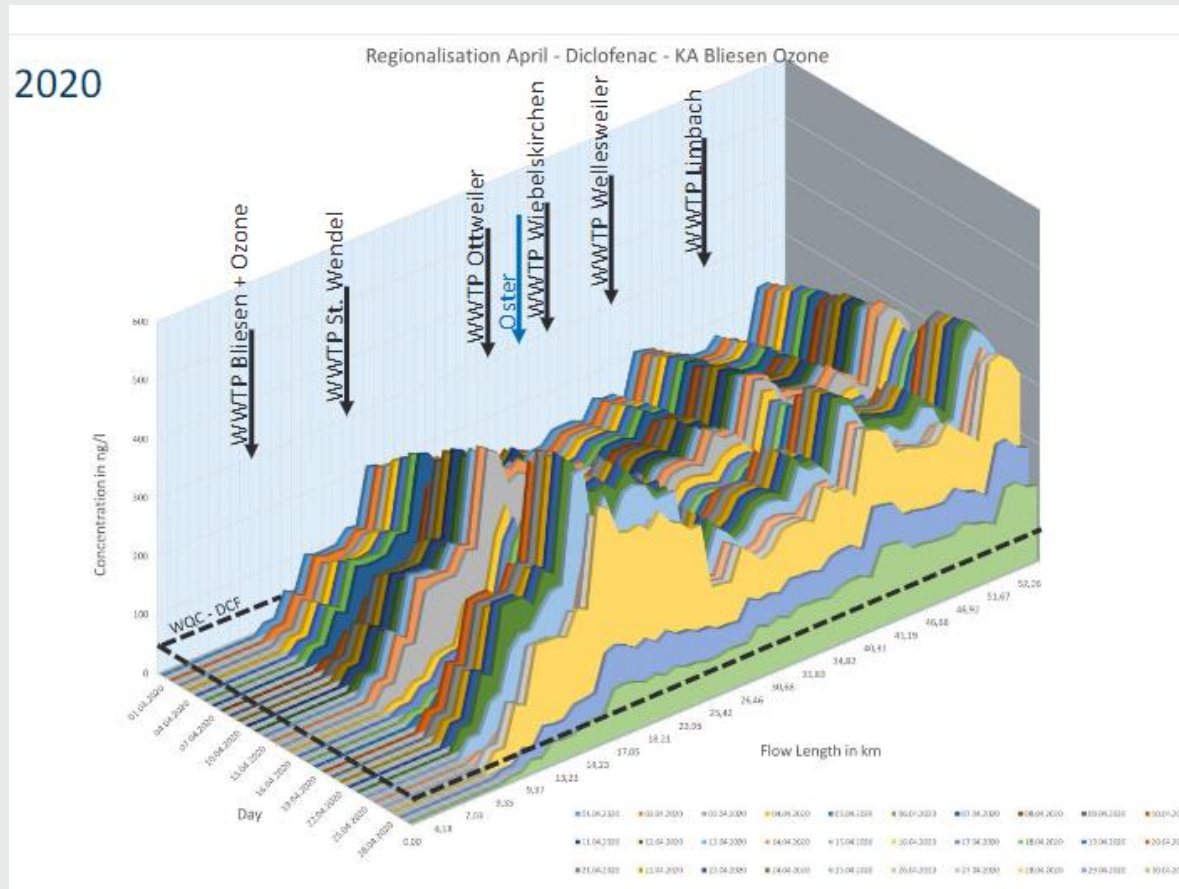
Modélisation de l'état de **qualité des eaux des rivières**

(3) Combined Approach

Consideration of regionalised gauge data:

- Concentration profile along the flow length
- + Spatial assessment
- Individual days can be considered
- + Temporal assessment

➤ Approach will be applied in the analysis tool



Suite du projet CoMinGreat

Ce qui est déjà prévu après le projet :

Mise à jour des données des stations d'épuration et de surveillance (MPs)

Déplacement du démonstrateur et du centre de communication à Heiderscheidergrund (Luxembourg) pour des essais de janvier à juillet 2023



Projet CoMinGreat – Take away message

- Une plateforme rassemblant les données concernant les micropolluants dans la GR (site internet)
- Les informations sur les performances et dimensionnement de solutions basées sur la nature pour le traitement des micropolluants
- La possibilité de modéliser le devenir des micropolluants dans la STEP et surtout dans milieux récepteur → identifier les investissements les plus efficaces
- Centre de démonstration et de communication sur la problématique des micropolluants à disposition.

Merci à tous



**N'hésitez pas à nous soumettre des sujets
& inscription à la Newsletter :**

info@tribunedeleau.be