

GRESE – Micropolluants, la parole aux exploitants

Retour d'expérience de la STEP de Porrentruy



Stéphane Crelier, chef d'exploitation STEP Porrentruy, SEPE

Jonas Margot, responsable du projet, RWB Groupe SA

Aquapro – Bulle, le 08.02.2024



Parole aux exploitants???

C'est eux!

Pas lui!

MICROPOLLUANTS



Traitement des micropolluants au SEPE

STEP de Porrentruy



Première STEP municipale à traiter les micropolluants par ozonation en Suisse romande

Taille: 25'000 EH

Débit max: 300 l/s

Traitement biologique par boues activées (1987)

Traitement des micropolluants par ozonation (2020)

Historique:

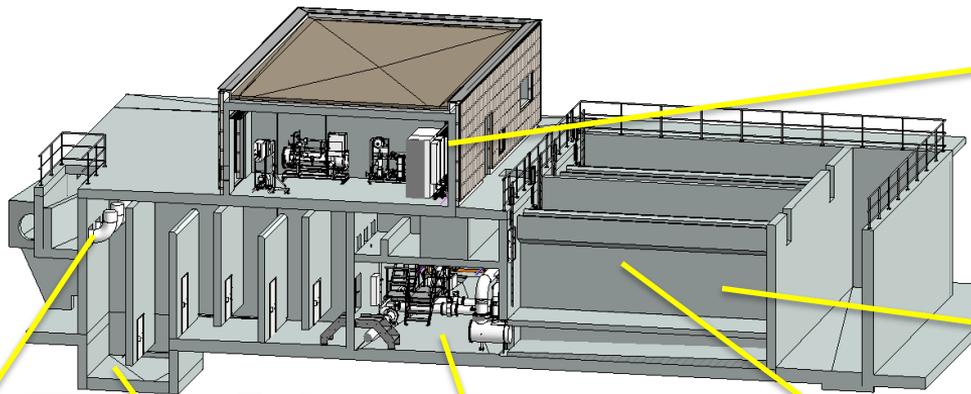
- 2015: début des études
- Novembre 2018: début des travaux
- Juin 2020: mise en service
- **3.5 ans d'exploitation**

Retour d'expérience: important que l'exploitant puisse suivre le chantier, et donner son avis sur la conception/réalisation



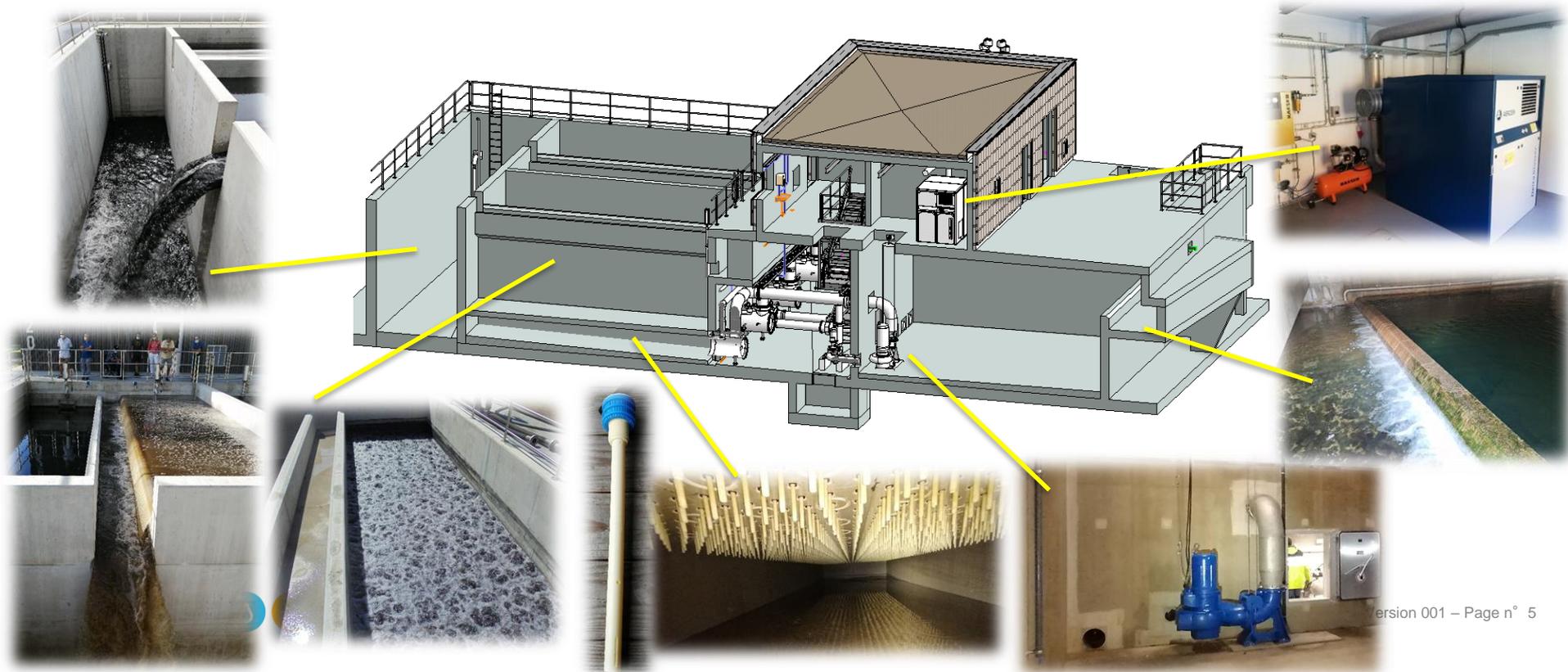
Traitement des micropolluants au SEPE

Ozonation suivie d'une filtration sur sable



Traitement des micropolluants au SEPE

Ozonation suivie d'une filtration sur sable

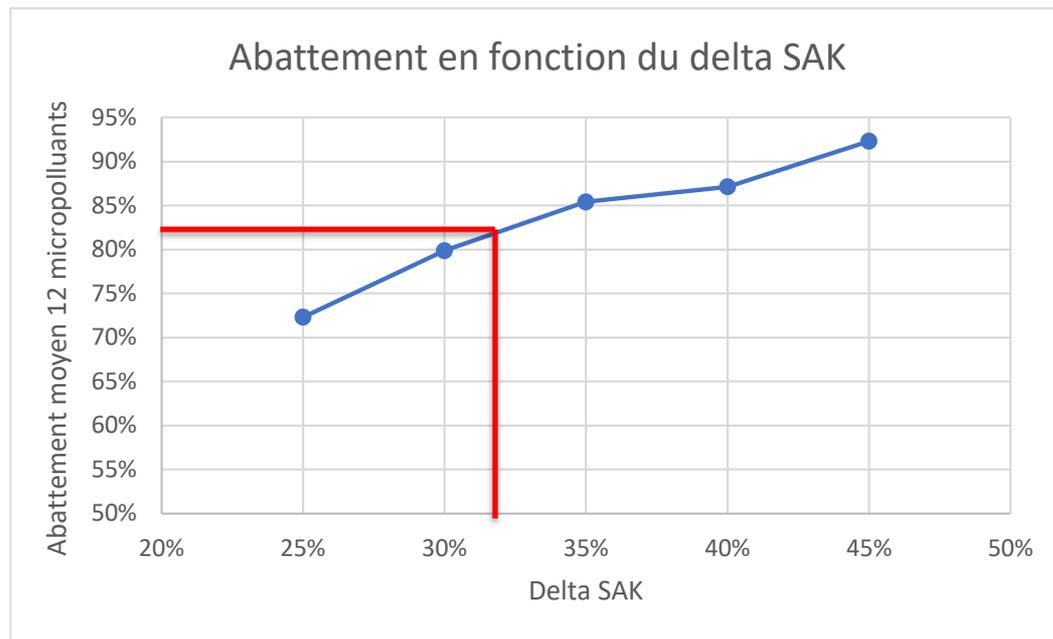


Retour d'expérience

Abattement des micropolluants – Régulation du dosage d'ozone

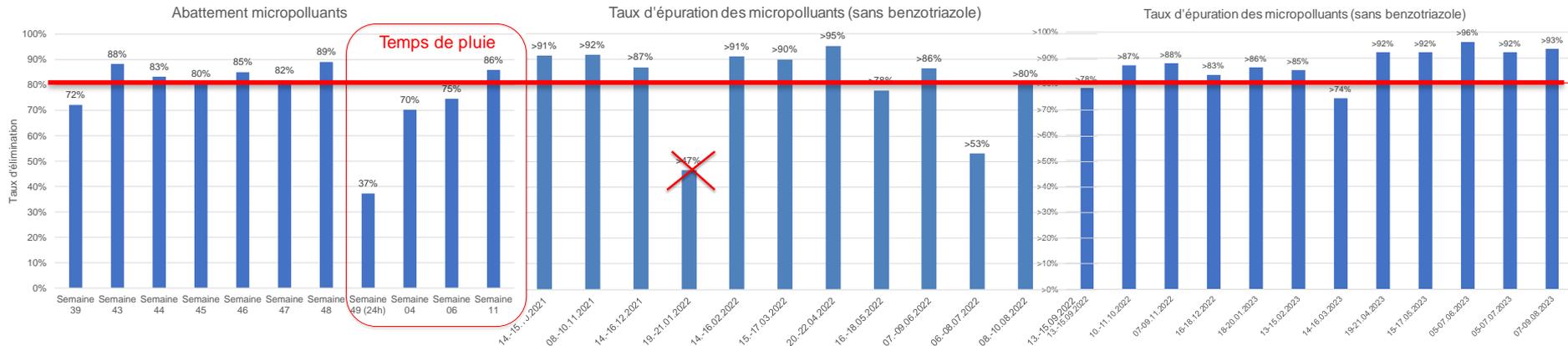


- Mesure en continu de l'absorbance UV(CAS) entrée/sortie réacteur d'ozonation
- Abattement des micropolluants proportionnel à l'abattement du CAS (delta CAS)
- 32% abattement CAS = >80% abattement MP
- Régulation automatique du dosage d'ozone pour maintenir 32% delta CAS



Retour d'expérience

Abatement des micropolluants

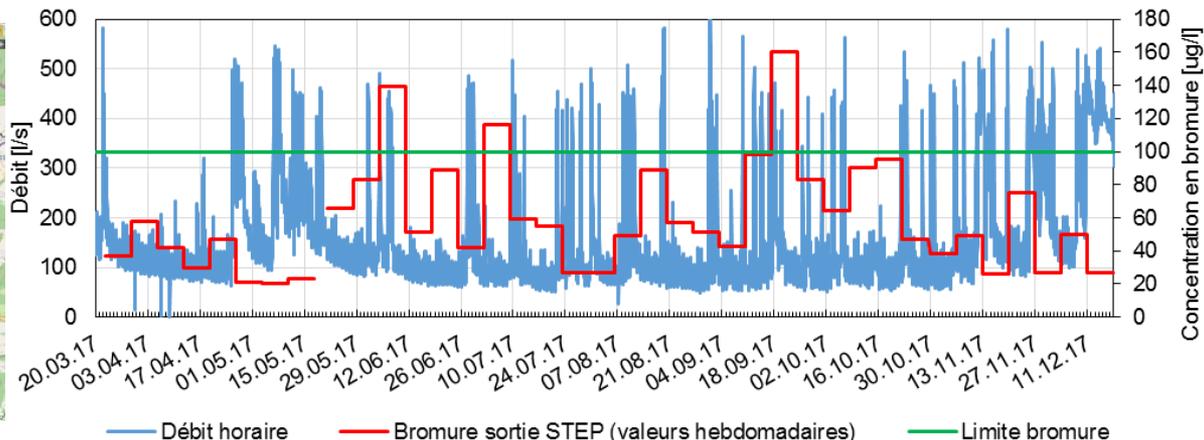
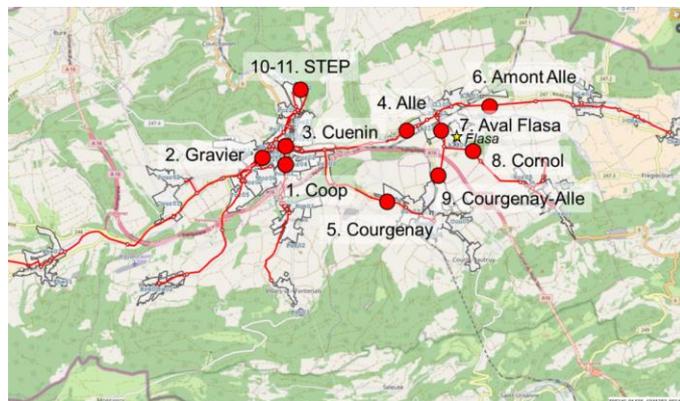


- **84% d'abatement des micropolluants en moyenne sur 3 ans** (sept. 2020-sept. 2023)
- Très bons résultats dès la mise en service (temps sec)
- Péjoration des résultats lors des premiers temps de pluie → régulation CAS UV non fonctionnelle → différentes solutions recherchées
- Mauvais résultats lors de certaines campagnes liés à une pollution non identifiée (suspicion d'un retour de polymère de la déshydratation (surdosage))
- Contamination au benzotriazole dans le réacteur (source non identifiée)

Retour d'expérience

Gestion des bromures – formation de bromate

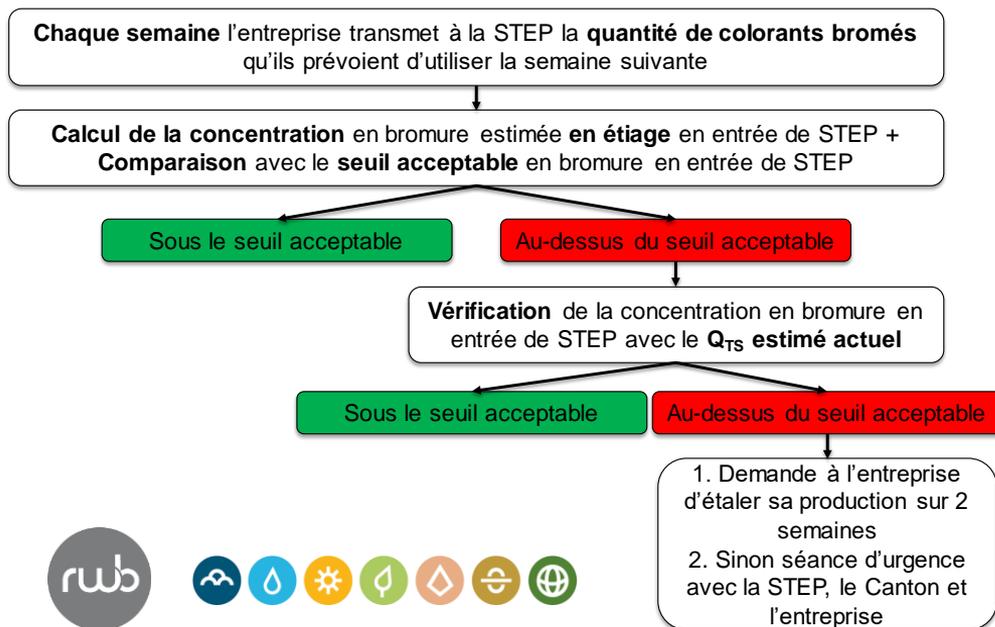
- Concentrations périodiquement élevées de bromure dans les eaux usées (>100-450 $\mu\text{g/l}$)
- Source localisée et identifiée sur le réseau (campagnes d'analyses) : industrie du textile
- Bromure + ozone = **bromate** (cancérogène probable)
- Concentration maximale admissible de bromate en sortie de STEP: **10 $\mu\text{g/l}$**
- Concentration maximale admissible de bromure en entrée de STEP: **360 $\mu\text{g/l}$** (2.8 g $\text{BrO}_3/100\text{gBr}$ pour 85% abattement MP)



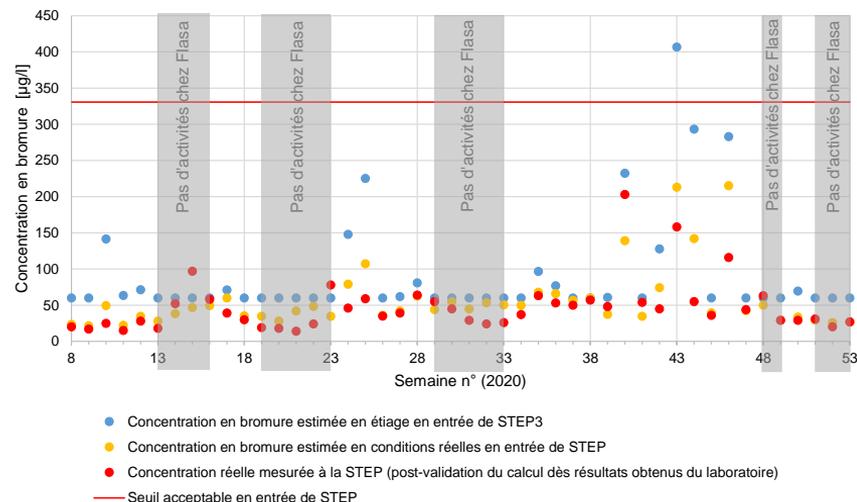
Retour d'expérience

Gestion des bromures – communication proactive entre la STEP et l'entreprise chaque semaine

Procédure – mesure organisationnelle



Simulation prédictive hebdomadaire de la concentration de bromure à la STEP



Retour d'expérience

Points d'attention

Accès et manutention :

- Prévoir un accès camion à proximité des filtres pour la livraison et le remplacement du média filtrant, curage des fosses, etc.
- Echelles pour accéder dans les filtres avec système de sécurité adapté (anti-chute)
- Portes étanches pour accéder aux réacteurs et bâches
- Trappes et palans pour sortir les équipements, avec sécurité adaptée

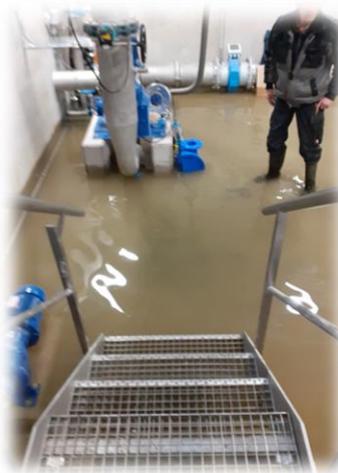


Retour d'expérience

Points d'attention

Inondation de la galerie technique :

- Clapet anti-retour à battant sur pompage poste toutes eaux
 - Fermeture obstruée par des déchets
 - Inondation de la galerie (refoulement)
- Remplacé par clapet anti-retour avec levier



Retour d'expérience

Points d'attention

Problème de gel sur les vannes batardeau pneumatiques extérieures des filtres:

- Nécessaire de pouvoir isoler rapidement les filtres → vannes pneumatiques
 - Par grands froids, blocage de la vanne:
 - humidité qui gèle dans l'actionneur pneumatique → échappement plus assez rapide
- Ajout d'un raccord à échappement plus rapide

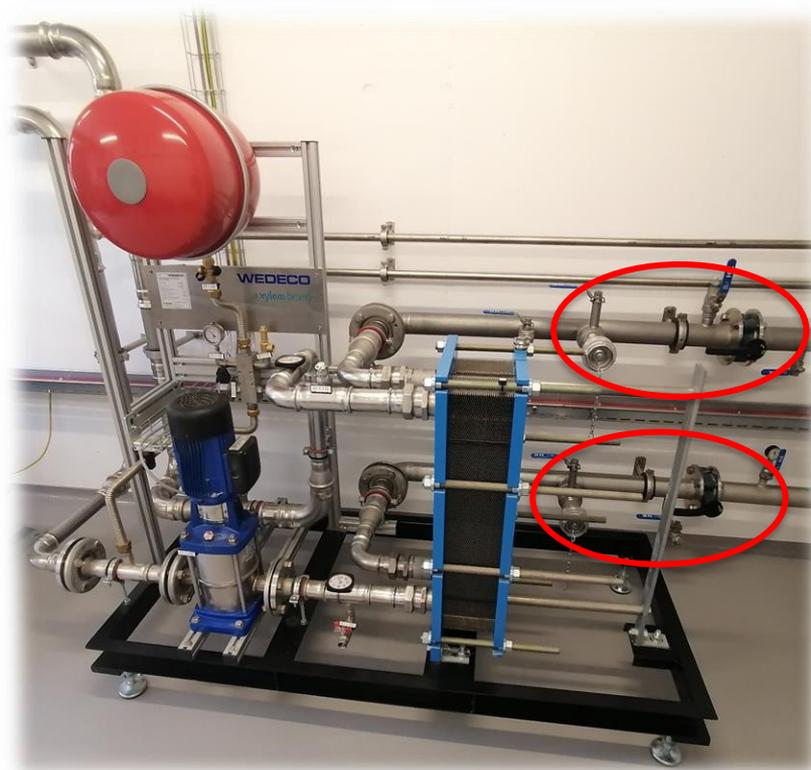


Retour d'expérience

Points d'attention

Colmatage de l'échangeur de chaleur
(refroidissement générateur d'ozone à l'eau traitée) :

- Accumulation de biofilm/MES dans l'échangeur à plaque
- Ajout des piquages avec vannes pour pouvoir faire des rinçages à l'eau
- Rinçage dans un sens puis dans l'autre 1-2x/an



Retour d'expérience

Points d'attention

Sous-dimensionnement du compresseur pour injection d'air dans l'oxygène :

- Nécessaire de sécher l'air (sécheur à absorption) pour garantir la qualité nécessaire pour l'ozoneur
 - Consommation importante d'air pour la régénération du sécheur à absorption
 - Fonctionnement quasi en continu du compresseur → serrage du moteur 1x
- Remplacement par un compresseur de capacité supérieure
- Alternative: se connecter au réseau d'air comprimé de la STEP



Retour d'expérience

Points d'attention

Accumulation de boues par temps sec dans le réacteur d'ozonation (décantation) :

- Remise en suspension des boues par temps de pluie (à-coup hydraulique) → forte turbidité en sortie
- Impact sur la mesure d'absorbance UV (CAS) en sortie → surdosage d'ozone
- Vidange régulière (1-2x/an) du réacteur pour le nettoyer
- Amélioration de la décantation secondaire pour limiter les pertes de boues (anticipation prédictive des pics de débit)
- Changement du système de régulation du dosage d'ozone par temps de pluie (régulation sur l'ozone résiduel)



Retour d'expérience

Points d'attention

Mesures CAS UV et régulation du dosage d'ozone :

- Analyse UV très sensible à la présence de turbidité
 - Fausse la valeur, régulation du dosage d'ozone fortement perturbée (surdosage)
 - Mise en place d'un système de filtration à cartouche inox 50 μm avec rinçage automatique (chaque 3h)
 - Stabilisation du dosage d'ozone
 - Nettoyage manuel du filtre chaque 3 semaines
 - Analyse comparative CAS UV au labo 1-2x/semaine
 - si variation, nécessaire d'intervenir sur le photomètre



Retour d'expérience

Points d'attention

Mesures ozone résiduel et régulation du dosage d'ozone :

- Mesure en continu de la concentration d'ozone résiduel en sortie/dans le réacteur d'ozonation
- Par temps de pluie (temps de séjour court, eau diluée): présence d'ozone en sortie du réacteur → surdosage, dégazage en filtration. **Actions menées:**
 - Dès que concentration dans la 5^{ème} chambre > 0.08 mg/l d'ozone, **basculement sur une régulation « ozone résiduel»** (maintien d'une concentration stable)
 - Limitation du temps de séjour dans les tuyaux d'échantillonnage (dégradation de l'ozone): augmentation du débit, purge régulière des tuyaux à l'air comprimé pour enlever biofilm et dépôts
 - Augmentation du débit dans l'analyseur d'ozone (modification de la chambre de mesure)



Retour d'expérience

Points d'attention

Sécurité: attention, travail avec un gaz mortel (ozone) !



- Installation fortement sécurisée (arrêt de la production d'ozone au moindre problème)
- Maintenance des équipements de sécurité (détecteur d'ozone, etc.) essentielle
- Procédure pour entrer dans le réacteur d'ozonation à suivre scrupuleusement:
 - Arrêt de la production d'ozone
 - Purge du ciel gazeux du réacteur avec injection d'oxygène pendant plusieurs heures (une nuit)
 - Ouverture de la trappe uniquement si 0 ppm d'ozone dans le gaz purgé en sortie du réacteur
 - Contrôler avec le détecteur d'ozone avant d'entrer dans le réacteur



Retour d'expérience

Points d'attention

Problème de joint défectueux sur la trappe d'accès au réacteur d'ozone :

- Joint mis en place non compatible avec ozone
- Remplacement du joint avec un matériel compatible



Retour d'expérience

Points d'attention

Arrêt non volontaire du générateur d'ozone :

- Equipements électroniques du générateur très sensibles aux microcoupures électriques
- Mise en place d'un enregistreur sur le réseau électrique du GRD pour identifier la cause
- Signalement au GRD de la problématique
- Amélioration de la situation



Retour d'expérience

Points d'attention

Problème de décollement des étanchéités béton dans réacteur d'ozonation :

- Bande d'étanchéité type combiflex avec colle époxy et protection minérale utilisée pour les joints de bétonnage
- Protection minérale pas assez épaisse → époxy attaqué par l'ozone → décollement de la protection minérale
- Revêtement minéral refait en garantie
- Couche de surface du béton devient poreuse/friable (se gratte à l'ongle)
- A surveiller



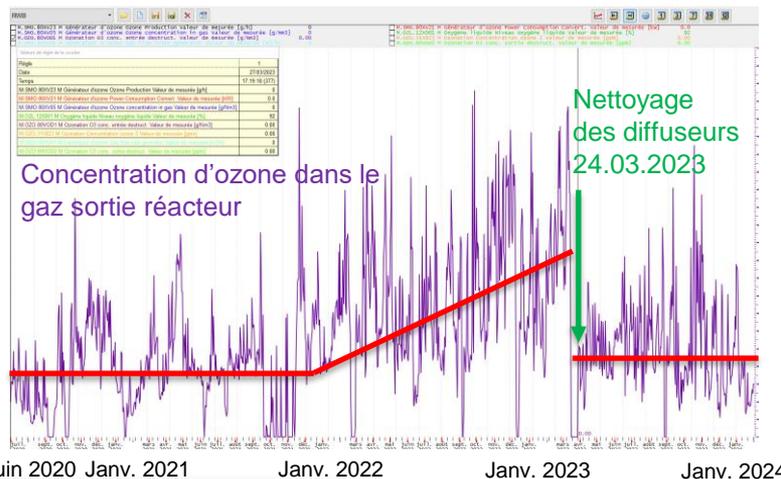
Retour d'expérience

Nettoyage des diffuseurs d'ozone

- Démontage et 1^{er} nettoyage des diffuseurs après presque 3 ans
- Diffuseurs pas colmatés mais observation d'une augmentation progressive de la concentration d'ozone dans le gaz sortie réacteur après 1.5 ans → indication d'un moins bon transfert d'ozone

Retour d'expérience:

- Vérification et nettoyage des diffuseurs chaque 1-2 ans
- Avoir 2 jeux de diffuseurs pour remplacer les diffuseurs sales et prendre le temps de faire les lavages sans stress (bain à l'acide)
- Remplacer les joints lors du changement des diffuseurs
- Test avec air comprimé pour vérifier le bullage avant montage (dans un bac)



Retour d'expérience

Besoins en suivi et maintenance

- **Maintenance et suivi en 2023:** environ 7h/semaine, 30h/mois (estimation projet 2018: 20h/mois)
→ 15-20% EPT pour suivi et maintenance traitement des micropolluants



Retour d'expérience

Besoins en suivi et maintenance

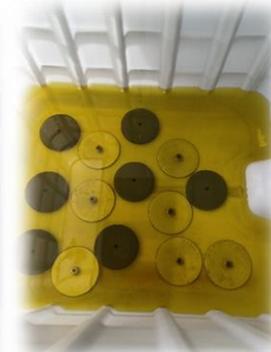
- 1 x/jour: tournée de 15 min, vérification visuel (filtre, débit panneau analyse, local ozonation)
- 1 x/semaine : nettoyage au jet des parois des filtres pour enlever les algues + nettoyage fosse eau sale
- 1 x/semaine: contrôle absorbance UV (CAS) en labo
- Chaque 3 semaines: nettoyage manuel filtres amont photomètres
- 1 x/mois: rinçage/purge (air comprimé) des conduites d'échantillonnage (eau pour appareils de mesure)
- 1 x/mois: campagne d'analyse des micropolluants



Retour d'expérience

Besoins en suivi et maintenance

- 2 x/an: nettoyage des algues dans le canal d'amenée
- 2 x/an: vidange du réacteur d'ozonation pour le nettoyer et contrôler l'état des diffuseurs (attention: remise en eau progressive, pas de chute sur les diffuseurs)
- 1-2 x/an: rinçage échangeur de chaleur (lors de vidange)
- 1-2 x/an: contrôle soupapes sur-sous pression (poussière, nids de guêpe)
- 1 x/an: contrat de maintenance générateur d'ozone et instrumentation
- 1 x/an: vidange de tous les ouvrages pour vérifier l'état sous les filtres à sable et nettoyer les bâches
- 1 x/an : nettoyage des diffuseurs d'ozone
- Tous les 3-4 ans : maintenance des pompes et surpresseurs



Retour d'expérience

Consommation d'électricité et de réactifs

- **Electricité:** 100'000 à 120'000 kWh/an → **0.03 kWh/m³ traité**
 - Estimation projet 2018: 164'000 kWh/an
- **Oxygène liquide:** 90'000 à 100'000 kg/an → **28 g/m³ traité** (dosage d'ozone d'environ 3 mg/l)
 - Estimation projet 2018: 100'000 kg/an



Retour d'expérience

Coûts 2023



- **Coûts d'investissement:**
4.56 mio CHF TTC
- **Coûts d'exploitation 2023:**
8.3 CHF/habitant
- **Coûts annualisés totaux 2023:**
13.4 CHF/habitant

Coûts d'exploitation [CHF/an]	2023	Prédictions 2018
Electricité	27'300	21'300
Oxygène liquide	47'900	27'500
Concept de surveillance	14'500	26'000
Personnel	19'500	19'200
Maintenance	18'000	17'000
Suivi externe	5'000	0
Total	132'200	111'000
Coût par habitant [CHF/hab/an]	8.26	6.94

– Prix 2023: électricité à 23 ct/kWh et oxygène à 40 ct/kg

– Estimation prix 2018: électricité à 13 ct/kWh et oxygène à 20 ct/kg

Coûts totaux		2023	Prédictions 2018
Coûts de maintien de la valeur (60%)	[CHF/an]	82'900	90'000
Coûts d'exploitation	[CHF/an]	132'200	111'000
Coûts annuels totaux SEPE (arrondi)	[CHF/an]	215'100	201'000
Coûts annuels totaux SEPE par habitants	[CHF/habitant/an]	13.4	12.6

Conclusions

- L'installation fonctionne à satisfaction de l'exploitant
- Mais demande un investissement personnel important pour comprendre, régler et optimiser l'installation
 - Optimisation par la pratique, peu de retour d'expérience d'autres exploitants
- Attention aux dangers de travailler avec de l'ozone: être prudent et ne pas prendre la sécurité à la légère
- Important de bien contrôler l'installation avant la fin des délais de garantie : tout vider et contrôler
- Excellente qualité de l'eau traitée, non seulement pour les micropolluants, mais également et surtout pour les MES grâce à la filtration sur sable → **nette amélioration de la qualité de la rivière Allaine**



Remerciements à toute l'équipe d'exploitation

MICROPOLLUANTS

Fabien

Stéphane

Mathieu

Florian

Et à vous pour votre attention !





Porrentruy · Delémont · Les Reussilles · Le Noirmont · Bienne ·
Prêles · Neuchâtel · Marly · Broc · Payerne · Yverdon-les-Bains ·
Aclens · Oron-la-Ville · Lavey-les-Bains · Martigny · Sierre



RWB Vaud SA
Route de Lausanne 117
1400 Yverdon-les-Bains

T +41 58 220 39 00
yverdon@rwb.ch
www.rwb.ch