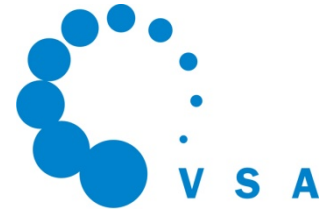


Verband Schweizer  
Abwasser- und  
Gewässerschutz-  
fachleute

Association suisse  
des professionnels  
de la protection  
des eaux

Associazione svizzera  
dei professionisti  
della protezione  
delle acque

Swiss Water  
Association



# Elimination des micropolluants dans les STEP- Facteurs influençant le choix du procédé

Pour représentants communaux et autres décideurs



Michael Rindlisbacher, STEP de Thunersee

Février 2018, Plateforme «Techniques de traitement des micropolluants»

# Objectif de la présentation



Cette présentation s'adresse aux représentants communaux et autres décideurs dans le domaine du traitement des eaux usées.

La présentation a pour but une compréhension approfondie. Elle peut être réutilisée.

En cas de questions ou remarques concernant la présentation, la plateforme «Techniques de traitement des micropolluants» du VSA se tient à disposition: [contact](#)

# Plan de la présentation



- Objectifs
- Liste des abréviations
- Contexte:
  - Que sont les micropolluants et pourquoi sont-ils nocifs?
  - Comment arrivent-ils dans les cours d'eau?
- Dispositions légales pour le traitement des micropolluants (p.ex. Quelles STEP doivent s'en équiper?)
- Déroulement optimal d'un projet et sources d'information?
- Techniques de traitement
- Coûts
- Choix du procédé – ozone ou charbon actif?
- Effets sur les cours d'eau

# Objectifs



- Vous savez ce que sont les micropolluants (MP) et pourquoi il faut éviter qu'ils ne finissent dans les cours d'eau
- Vous connaissez les dispositions légales concernant l'équipement des STEP avec un traitement des micropolluants
- Vous savez où se trouvent les informations nécessaires si la STEP de votre commune est concernée

Des sources d'information importantes sont caractérisées par un cadre bleu

- Vous connaissez les questions pertinentes lors du choix du procédé de traitement et êtes bien préparé lors des discussions avec les ingénieurs, le canton et les autres acteurs

# Liste des abréviations 1



| Abréviation | Explication   |
|-------------|---|
| STEP        | Station d'épuration des eaux usées  |
| COD         | Substances organiques dissoutes   |
| H           | Habitantes/habitants raccordés à la station d'épuration   |
| EH          | Equivalent-habitant, somme des habitants raccordés à la STEP et charge issue de l'industrie et artisanat convertie en équivalents-habitants |
| CAG         | Charbon actif en grains   |
| MES         | Matières en suspension, matières solides  |
| UIOM        | Usine d'incinération des ordures ménagères  |
| MP          | micropolluants  |
| Etape MP    | Etape de traitement des micropolluants  |

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

## Liste des abréviations 2

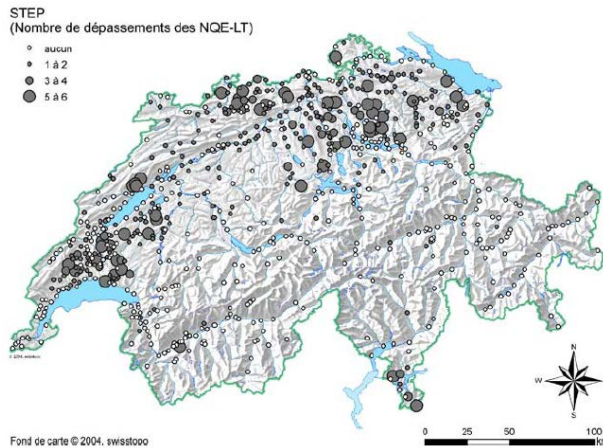


| Abréviation   | Explication   |
|---------------|---|
| NDMA          | N-Nitrosodiméthylamine, possible sous-produit d'oxydation lors de l'ozonation             |
| Radical OH    | Radical hydroxyle, se forme lors de la réaction d'ozone avec les eaux usées, très réactif |
| $Q_{\max,MP}$ | Quantité maximale d'eau usée traitée par l'étape MP                                       |
| CAP           | Charbon actif en poudre   |

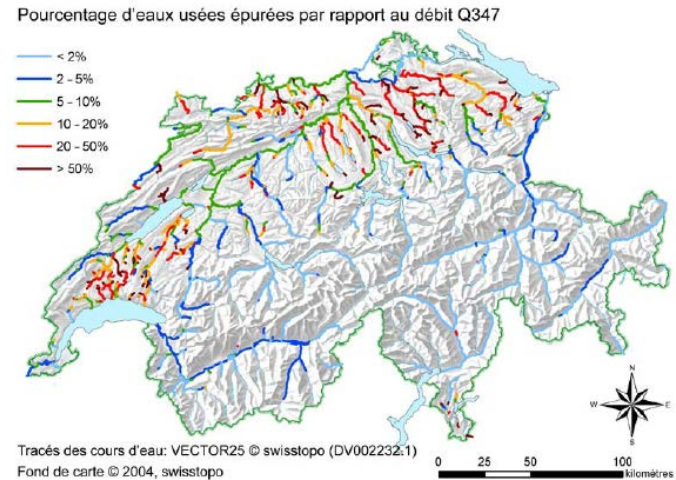
# Déficits dans la qualité de l'eau



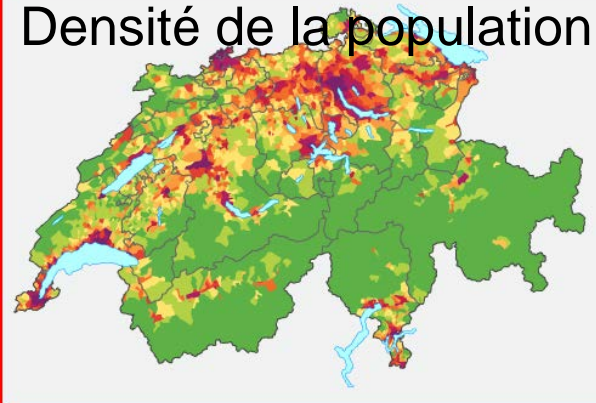
## Ecosystèmes perturbés



## Ressources en eau potable contaminées



## Densité de la population



## Pression sur les eaux:

- ▶ Augmentation population
- ▶ Augmentation de la «chimie» dans le quotidien, micropolluants finissent dans les eaux

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Que sont les micropolluants (MP)?



- Produits pharmaceutiques
- Cosmétiques
- Produits d'entretien
- Agents ignifuges
- Pesticides
- ...

- Environ 30'000 substances utilisées en Suisse
- Utilisés pour leur effet biologique
- Mais ils ont aussi des effets dans l'environnement: effets nocifs possibles même à de faibles concentrations

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Comment les MP finissent-ils dans les eaux?



Stations d'épuration des eaux usées (STEP) sont une voie d'apport importante de MP

# Dispositions légales pour le traitement des MP



- MP insuffisamment éliminé dans les STEP actuelles
- Pour cela, des STEP définies devront construire un traitement des MP dans les 25 années à venir
- Modification correspondante de la Loi sur la protection des eaux et de son ordonnance en vigueur depuis le 1.1.2016
- Taux d'épuration attendu de >80% (à l'aide de 12 substances à mesurer)
- 70% des eaux usées communales seront traitées à l'avenir

**Loi fédérale  
sur la protection des eaux  
(LEaux)**

814.20

du 24 janvier 1991 (Etat le 1<sup>er</sup> janvier 2016)

**Ordonnance  
sur la protection des eaux  
(OEaux)**

814.201

du 28 octobre 1998 (Etat le 2<sup>e</sup> février 2016)

# Quelle STEP doit construire un traitement des MP?

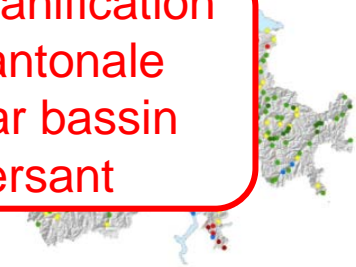
## 3 objectifs → Là où la nécessité est la plus grande



### Protection des écosystèmes aquatiques

- STEP > 8'000 H. qui déverse dans un cours d'eau avec un taux d'eaux usées élevé (>10%)

Planification cantonale par bassin versant



### Protection des ressources en eau potable

- STEP > 24'000 H. dans le bassin versant d'un lac
- STEP > 8'000 H. dans une région karstique

Pourcentage d'eaux usées épurées par rapport au débit Q347



Tracés des cours d'eau: VECTOR25 © swisstopo (DV002232.1)  
Fond de carte © 2004, swisstopo

### Réduction de la charge

- STEP > 80'000 H.

La STEP de notre commune doit-elle s'équiper d'un traitement des MP? → demander au canton



Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Financement des mesures



## Coûts:

- Coûts d'investissement: 1.2 Mrd CHF
- Coûts des capitaux et d'exploitation: env. 17 CHF/habitant par an
- Augmentation des coûts du traitement des eaux de 10-15% (national)

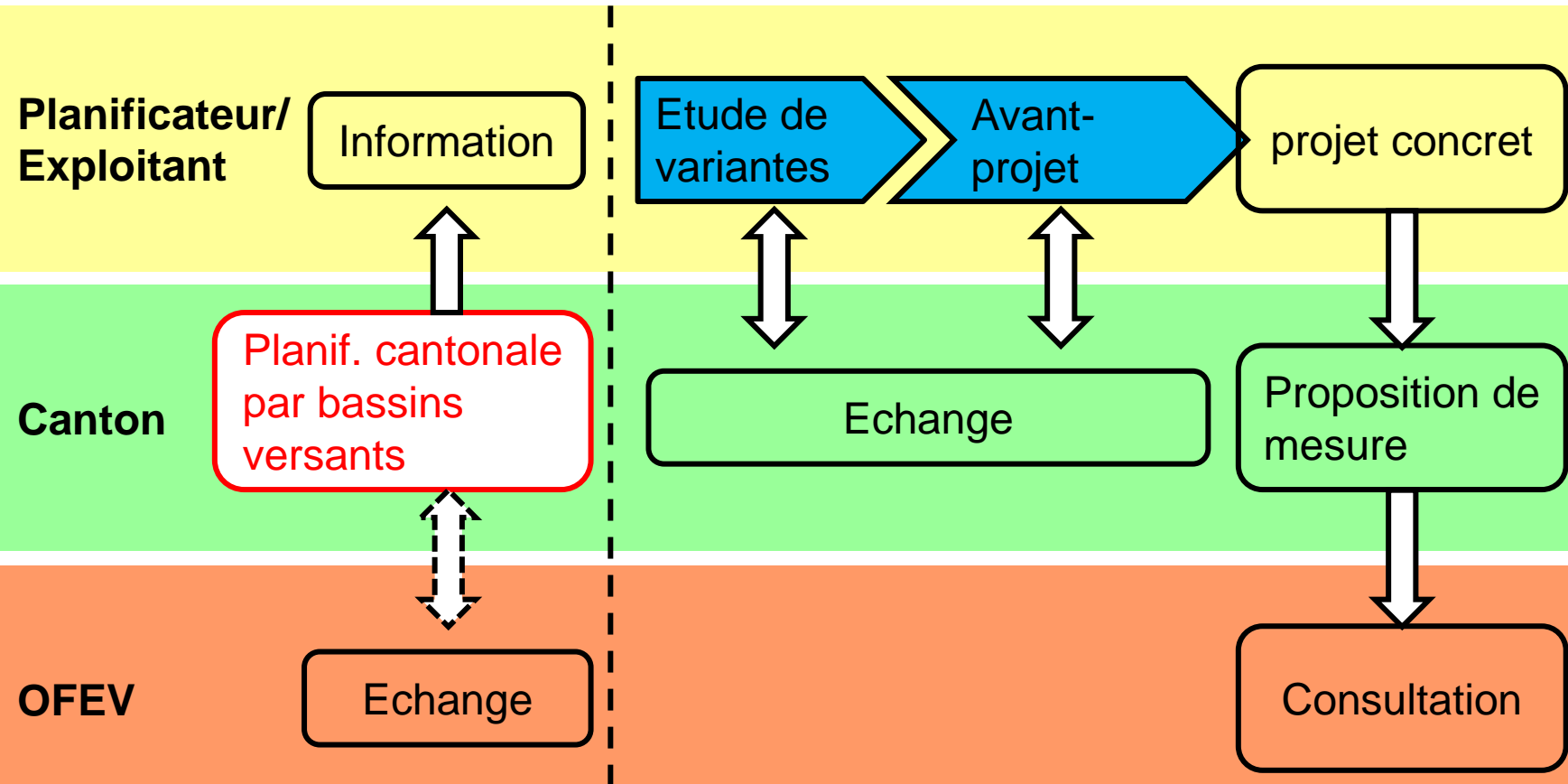
## Financement:

- La Confédération prélève une taxe auprès des STEP communales
- 9 CHF par habitant et par an alimentent le fonds
- Indemnisation de 75% des premiers coûts d'investissement de l'étape MP des STEP concernées (étape de traitement supplémentaire ou canalisation pour réduire l'apport de micropolluants)

Recommandation VSA/OIC «Imputation de la taxe sur les eaux usées», [Lien](#)

Etant donné que les coûts d'exploitation sont plus élevés après la construction du traitement des MP, la STEP est libérée de la taxe  
Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

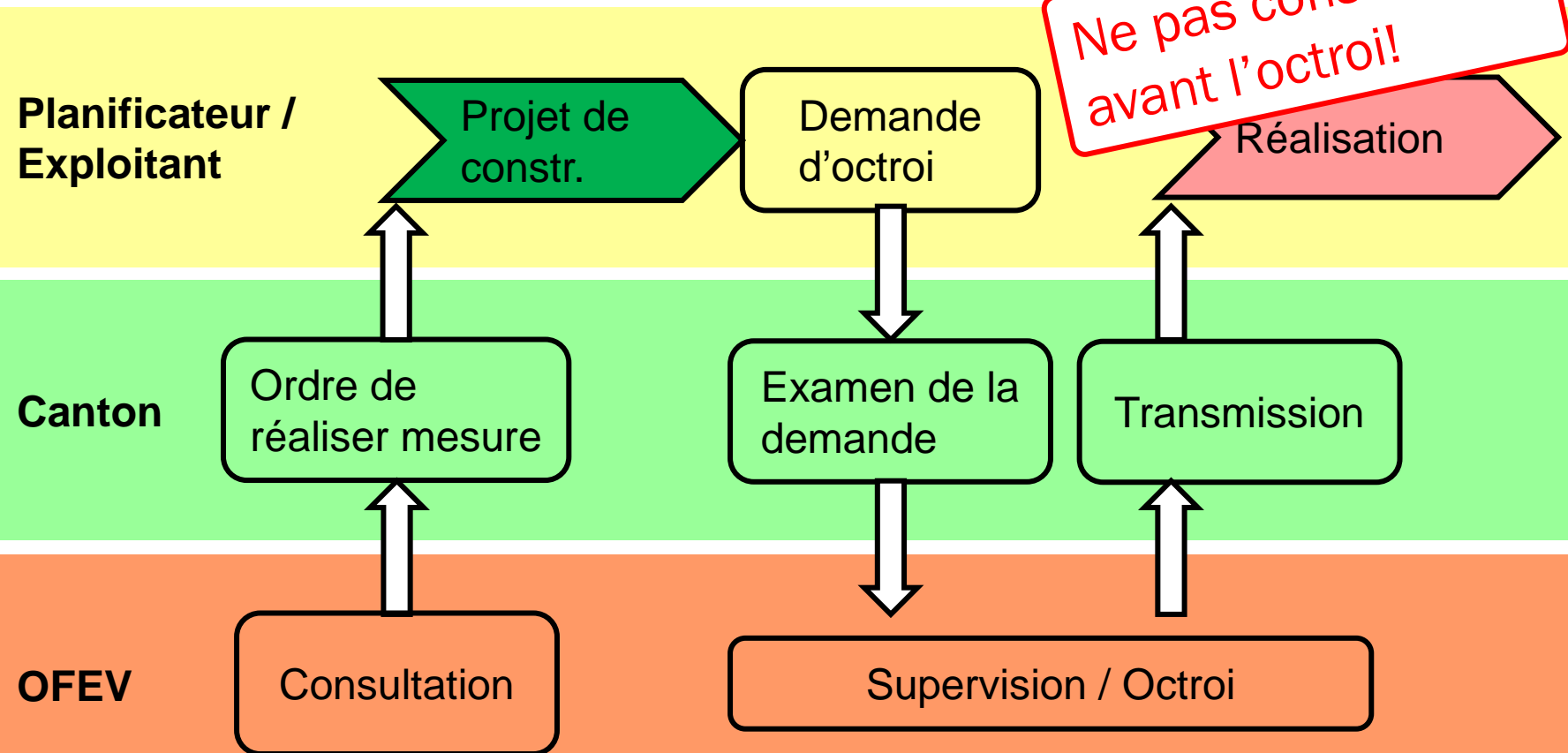
# Démarche pour l'octroi d'indemnités - Consultation



Instructions dans l'aide à l'exécution, [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch), [Lien](#)

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

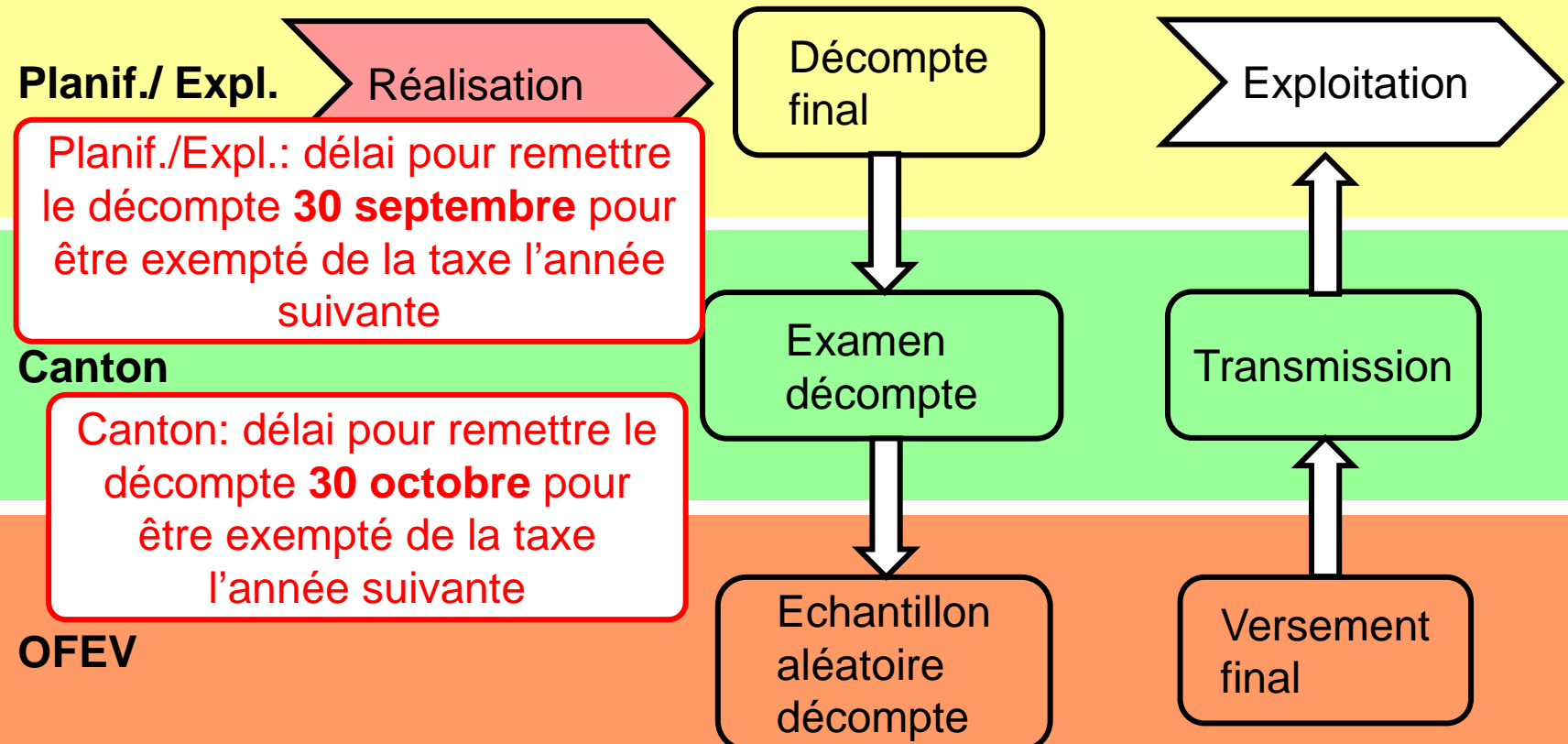
# Démarche pour l'octroi d'indemnités - Octroi



Instructions dans l'aide à l'exécution, [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch), [Lien](#)

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Démarche pour l'octroi d'indemnités - Paiement



Instructions dans l'aide à l'exécution, [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch), [Lien](#)

# Déroulement optimal du projet



## Moment de la construction du traitement MP:

- Coordination avec les autres projets d'agrandissement
- Réflexion sur les coûts exemption de la taxe/ coûts d'exploitation et des capitaux supplémentaires
- Le canton décide en général de la date-butoir pour traiter les MP

## Management du projet:

- Prévoir suffisamment de temps, projet dure plusieurs années
- Structure claire et compétence décisionnelle dans le projet
- Prévoir suffisamment de réserves dans l'estimation des coûts vu qu'il s'agit de procédés nouveaux
- Prévoir assez de ressources personnelles, spécialement pour la mise en service et la première année d'exploitation
- Communication proactive

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Déroulement optimal du projet – Où puis-je obtenir telle information?



**Canton:** accompagne le projet depuis le début, discuter ensemble le déroulement du projet, lien avec la Confédération (indemnités)

**Planificateur:** établit une étude de variantes, avant-projet et projet de construction, réalise les travaux et met l'étape MP en service (gén. ils sont aussi impliqués dans la phase d'optimisation durant la première année)

**Experts externes:** conseillers neutres pour les techniques de traitement, à qui poser des questions par mail/téléphone ou qui participent aux séances si nécessaire

- Plateforme «Techniques de traitement des micropolluants» du VSA
- Eawag, département Technologie des procédés
- International: [Centre de compétences du Bade-Wurtemberg](#) (spécialisé dans le charbon actif en poudre), [Centre de compétences micropolluants de Rhénanie-du-Nord-Westphalie](#)

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Déroulement optimal du projet – Qui est la plateforme «Techniques de traitement des micropolluants» ?



- Un interlocuteur compétent et indépendant pour les questions techniques concernant l'élimination des MP dans les STEP
- 3 collaborateurs (travaillant à 180%), dirigés par C. Abegglen (Responsable du CC-ARA VSA), collaboration avec différents acteurs
- Une coopération entre
  - VSA (employeur, stratégie, réseau)
  - Office fédéral de l'environnement (financement, stratégie)
  - Eawag (lieu de travail, échanges techniques)

## Objectifs:

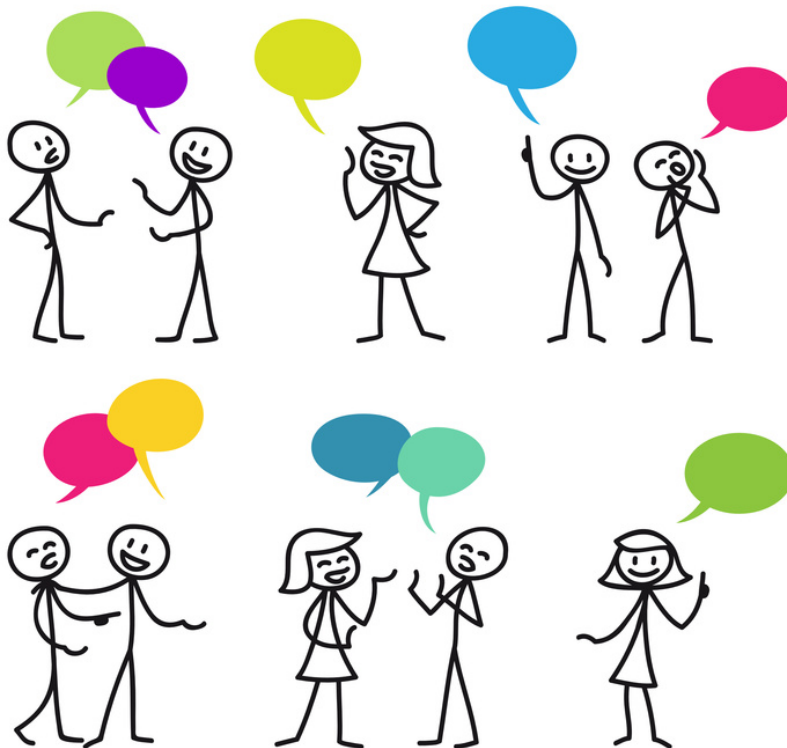
- Élaborer des compétences techniques (documents sur [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch))
- Encourager les échanges d'expérience
- Répondre aux questions ouvertes

# Déroulement optimal du projet – Informations pour les exploitants de STEP



Formations du VSA pour les exploitants de STEP: module «micropolluants» (niveau de formation A7)

1<sup>ère</sup> rencontre des groupes d'échange d'expériences pour exploitants planifiée le 14 juin 2018 (organisé par Plateforme du VSA, si intéressé contacter par e-mail [info@micropoll.ch](mailto:info@micropoll.ch))



<http://www.ines-werner.de/erfahrungsaustausch/>

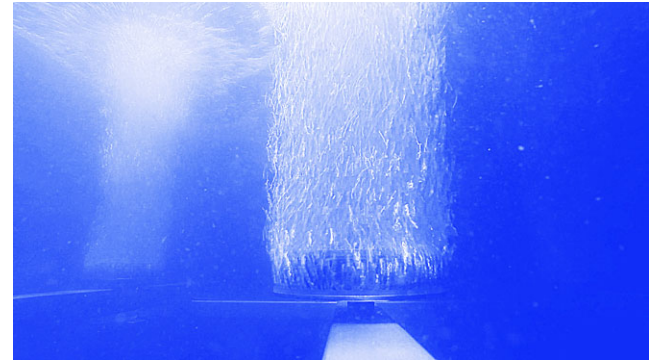
Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Techniques de traitement



## Ozone ou charbon actif

- Avec les deux procédés un taux d'épuration de 80% peut être atteint, ainsi un large spectre de micropolluants est éliminé
- Les deux procédés sont déjà bien établis et il existe diverses installations en service
- Les deux procédés ont des avantages et désavantages
- Aucun procédé n'est préféré



Diffuseur d'ozone, <http://www.neugut.ch/index.php/21/Homet>



Charbon actif, <http://www.aks-heimann.de/aktivkohle>

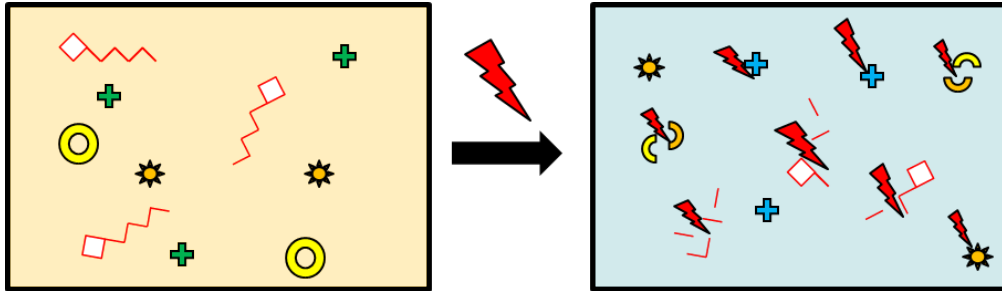
Explication des procédé : [Lien](#)

Quelle STEP a choisi quel procédé?

Carte des STEP: [Lien](#)

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Techniques de traitement – ozonation



- Les composés traces sont détruits par l'ozone et les radicaux OH
  - Il reste des fragments de composés traces qui n'ont plus d'effets
- 
- Les autres composants des eaux usées (organiques ou inorganiques) réagissent également avec l'ozone et les radicaux OH
  - La plupart de ces produits de réaction n'ont cependant pas d'effets
- 
- Dans les eaux usées problématiques, des produits toxiques peuvent être produits
  - Certains sont décomposables biologiquement mais d'autres pas!

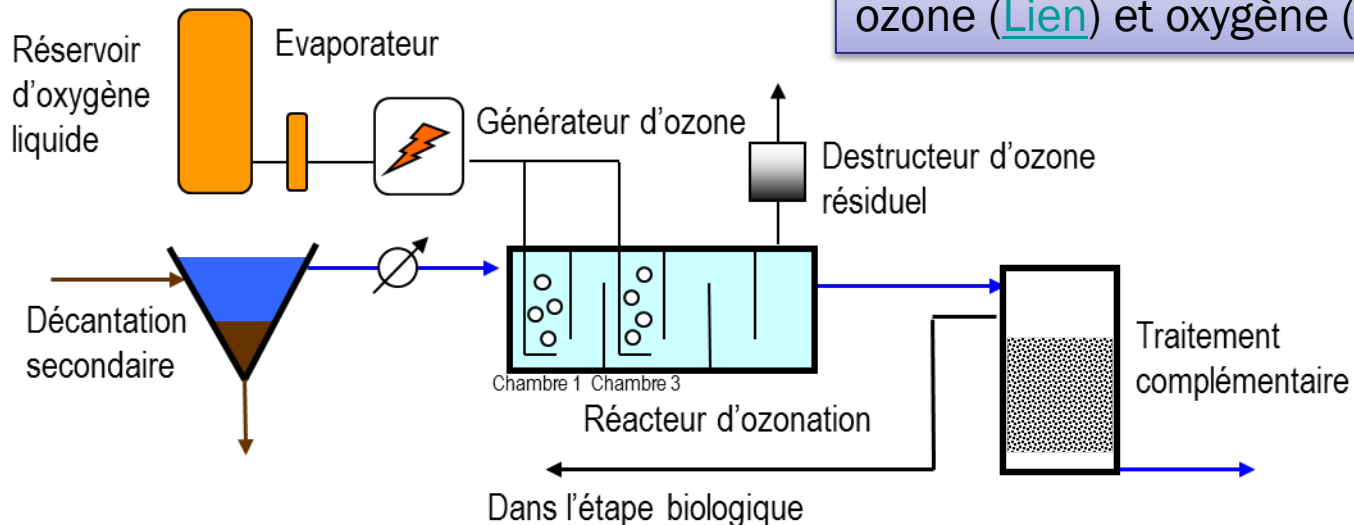
# Techniques de traitement – ozonation



Pour éliminer les produits de réaction labiles un traitement biologique complémentaire est nécessaire

Le rapport «Aperçu des procédés destinés au traitement biologique complémentaire lors de l'ozonation» avec explications des procédés sur [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch) sous fiches d'information

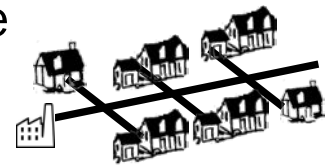
Fiches d'information sur la sécurité ozone ([Lien](#)) et oxygène ([Lien](#))



Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

## Techniques de traitement - ozonation

- Procédé stable et économique qui s'est bien établi
- S'intègre bien dans les installations existantes
- Consommation en ozone plus élevée lors de concentrations élevées en nitrite et COD dans l'affluent
- Effets supplémentaires positifs: désinfection partielle, moins d'odeurs, ...
- Composition des eaux usées → vérifier, si eaux usées adéquate pour ozonation → calculer min. 6 mois, but: formation minimale de sous-produits d'oxydation
- Concept de surveillance pour l'exploitation nécessaire (p.ex. Mesures de bromate etc.), discussion avec le canton

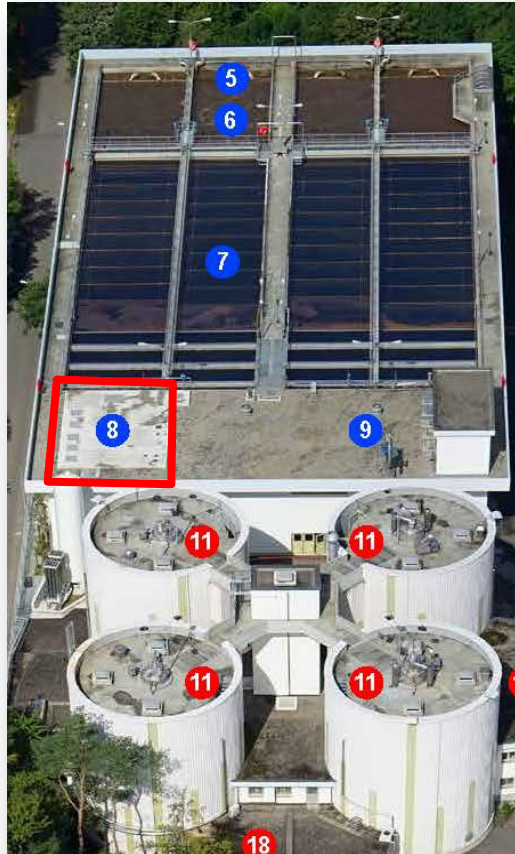


Recommandation du VSA «Vérifications relatives à l'adéquation du processus d'ozonation» [Lien](#)

# Techniques de traitement – ozonations en service en Suisse



STEP Neugut, Dübendorf (depuis 2014)



STEP de Neugut, source: [www.neugut.ch](http://www.neugut.ch)

STEP Reinach, Oberwynental (depuis 2017)

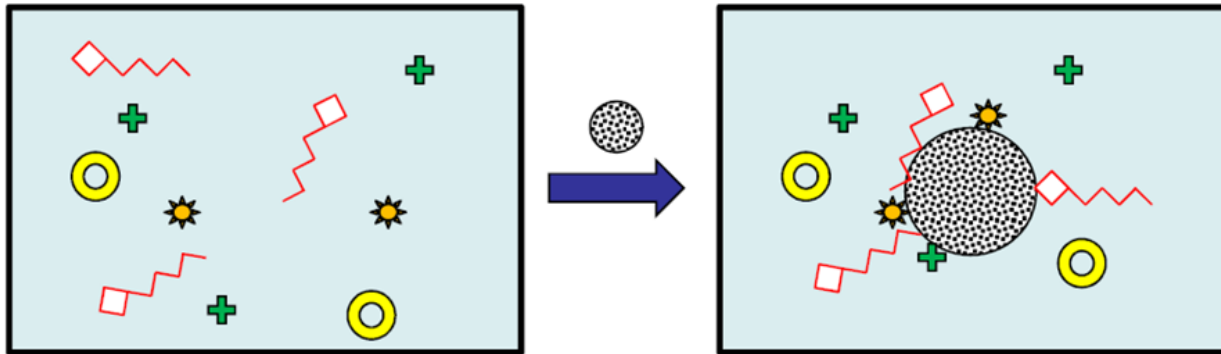


STEP de Reinach, photo de la plateforme

Dès l'été 2018: STEP de Werdhölzli et de Bassersdorf

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Techniques de traitement – charbon actif



- Les composés traces s'adsorbent au charbon actif **(adsorption)**
- Charbon actif est **(i)** recirculé dans la biologie et **incinéré** avec les boues ou **(ii) régénéré et réutilisé**

# Techniques de traitement – charbon actif



- Procédé économique qui a fait ses preuves
- Exploitation stable possible, robuste
- Effets supplémentaires possibles:
  - Elimination du COD
  - Décoloration
  - ...
- Charbon actif en poudre (CAP) ou en grains (CAG)

Le charbon actif (CAP, CAG) doit être autant que possible complètement séparé de l'eau usée épurée: **les pertes de charbon actif sont à minimiser autant que possible**

# Techniques de traitement – charbon actif en poudre



- Beaucoup d'interfaces avec l'installation existante
- Elimination du CAP par incinération avec les boues (capacité du traitement des boues)
- Empreinte écologique en partie considérable (selon procédé, matière première, etc.)
- Recirculation du CAP en excès pour utilisation optimale de la capacité d'adsorption → capacité nécessaire dans la biologie (pas d'expérience avec les systèmes à biofilm)

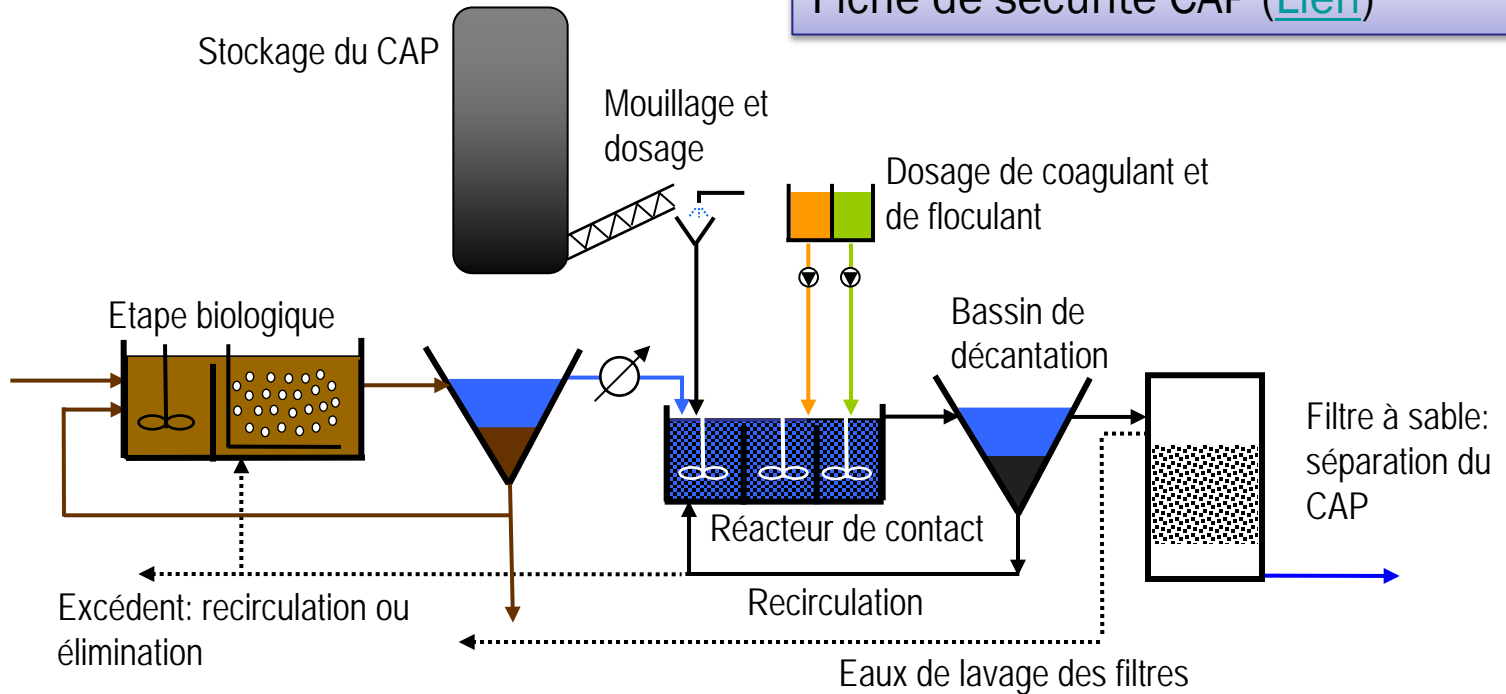


# Techniques de traitement - charbon actif



«Procédé Ulm»: Dosage de CAP avant sédimentation et filtration

Fiche de sécurité CAP ([Lien](#))



Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés



# Techniques de traitement – différentes utilisations du charbon actif

## Charbon actif en poudre (CAP)

- Dosage dans le réacteur de contact, séparation par sédimentation en filtration sur sable («procédé Ulm»)
- Dosage avant le filtre à sable
- Dosage dans le procédé boues activées existant

## Charbon actif en grains (CAG)

- Comme filtre à CAG
- Comme CAG en lit fluidisé

Des combinaisons ozonation et charbon actif sont aussi possibles

Explication sur les techniques de traitement: [Lien](#)

# Techniques de traitement – Etapes au charbon actif en service en Suisse



STEP Herisau (depuis 2015)



Dès  
l'automne  
2018:

- Thunersee
- Schönau

STEP de Herisau,  
source: Gemeinde  
Herisau, août 2015

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Coûts de projets déjà réalisés – ne pas comparer!



## Etape MP STEP Neugut:

- Ozonation
- Capacité : 150'000 EH
- $Q_{\max,MP} = 660$  l/s
- Investissements bruts (sans indemnités): 3.27 mio CHF
- Coûts d'exploitation: 110'000 CHF/an

### Cas spécial:

Conditions optimales pour une ozonation (bâtiment existant), filtration sur sable existante, pas de pompage supplémentaire nécessaire

## Etape MP STEP Herisau:

- Dosage de CAP avec sédimentation et filtration
- Capacité: 34'000 EH
- $Q_{\max,MP} = 170$  l/s (total STEP 310l/s)
- Investissements bruts (sans indemnités): 5.30 mio CHF
- Coûts d'exploitation: 230'000 CHF/an (estimation)

### Cas spécial:

Influence industrielle importante et donc dosage de CAP élevé, terrain constructible difficile, filtration sur sable existante, traitement en flux partiel,...

# Coûts – comparer ce qui est comparable



Il n'est pas possible de comparer les coûts de projets en se basant sur ces chiffres (ce serait «comparer des pommes et des poires»). Les coûts sont influencés par différents facteurs.



Ainsi, il est nécessaire d'établir les limites du système et des méthodes de calcul, comme dans le projet Indicateurs des micropolluants de la plateforme (bientôt terminé)

Premières estimations générales sur les coûts du traitement des MP, [Lien](#)

Verband Schweizer Anwaltsvereine  
Associazione italiana dei professionisti della protezione ambientale  
Associazione italiana degli ingegneri chimici  
Associazione italiana ingegneri chimici  
Associazione italiana ingegneri chimici  
Associazione italiana ingegneri chimici  
Associazione italiana ingegneri chimici  
Associazione italiana ingegneri chimici  
Associazione italiana ingegneri chimici  
Associazione italiana ingegneri chimici

Europastrasse 3  
8152 Glattpfug  
sekretariat@vsa.ch  
www.vsa.ch  
T: 043 343 70 70  
F: 043 343 70 71

**Définition et standardisation  
d'indicateurs pour les procédés  
d'élimination des composés traces  
organiques dans les STEP**

**Recommandation**



Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Choix du procédé – considérer les conditions limites



Aucun procédé n'est privilégié. Chaque STEP est un cas unique et doit être considéré séparément. Les conditions cadres respectives sont déterminantes.

## Milieu récepteur

**STEP**



**Bassin versant**



## Traitement des micropolluants



Ozonation?



Charbon actif?



Combinaison de traitements

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

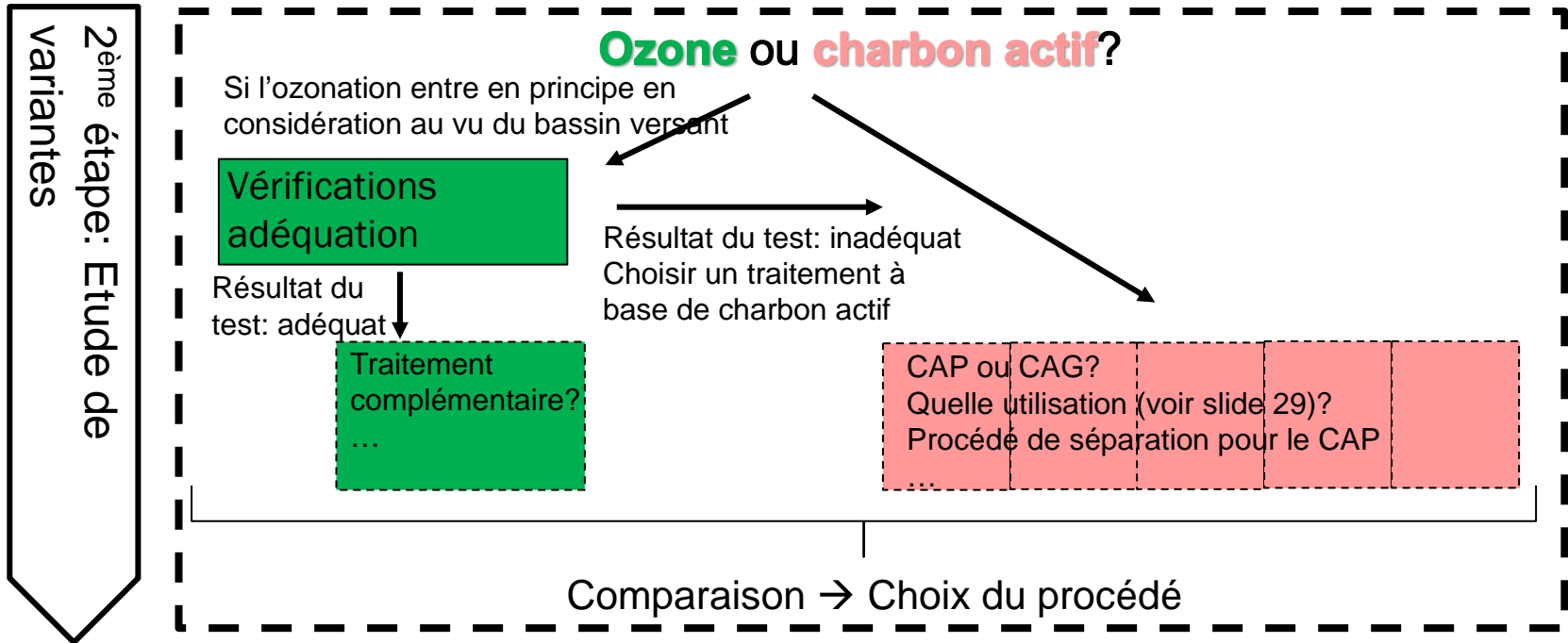
# Choix du procédé – Procédure possible



1<sup>ère</sup> étape, dans une phase précoce :

- Discussion avec canton (planification cantonale par bassins versants)
- Trouver les information (p.ex. Visite d'étapes MP déjà réalisées, contacter des experts,...)
- Réflexions sur le bassin versant (part d'industrie? Développement? Raccordements? ...) aussi utilisations en aval (p.ex. Eau potable)
- Le cas échéant un état des lieux de la biologie dans le milieu récepteur

# Choix du procédé – Procédure possible



3<sup>ème</sup> étape: avant-projet etc.

# Choix du procédé – questions générales importantes



Posez les questions pertinentes lors de discussion avec les ingénieurs et le canton

Par exemple:

- Quels procédé existent et avec quelle expérience, quels sont les avantages et inconvénients?
- Quelle influence a le bassin versant resp. la composition des eaux usées sur le choix du procédé?
- Quel rôle jouent les étapes de traitement déjà existantes?
- Jusqu'à quel point le milieu récepteur est-il pertinent pour le choix du procédé?
- ...

# Choix du procédé – exemples de critères d'évaluation



- Economie (coûts d'investissement et d'exploitation)
- Conditions limites (formation de substances indésirables?)
- Expérience à grande échelle (pilotage, mise en œuvre, exploitation)
- Place nécessaire
- Intégrabilité dans l'installation existante, interfaces
- Biologie existante: influence du procédé et capacité en réserve
- Consommation en ressources
- Possibilité d'agrandir dans le futur
- Effets supplémentaires (p.ex. Élimination du COD)
- Exploitation: comment procéder avec de nouvelles substances, aspects de sécurité ...

# Choix du procédé – influence du bassin versant 1



## Condition cadre

## Influence sur choix du procédé

**Présence de rejets de bromure/bromate, nitrosamines ou précurseurs de nitrosamines?**

- Industrie chimique
- UIOM avec lavage humide des gaz de fumée
- Décharges
- Incinération des déchets spéciaux

Des vérifications approfondies sont nécessaires, pour évaluer si une ozonation est adéquate à cet endroit, formation de sous-produits d'oxydation indésirables

**Les analyses en entrée du futur traitement des MP montrent:**

- Concentrations bromure > 100µg/l
- Concentrations NDMA > 5ng/l
- Concentrations de chrome > 1µg/l

Vérifications approfondies (voir ci-dessus)

# Choix du procédé – influence du bassin versant 2



## Condition cadre

Développements dans le bassin versant: dans le futur probablement que de nombreuses nouvelles installations industrielles ou artisanales s'installeront dans le bassin versant

## Influence sur choix du procédé

Vérifications approfondies (voir ci-dessus)

# Choix du procédé – Influence de l'installation existante 1



## Condition cadre

## Influence sur choix du procédé

|  |  |
|--|--|
| <b>Peu de place disponible</b>   | Plutôt pas de «procédé Ulm» car nécessite beaucoup de place (sédimentation)  |
| <b>Concentrations en nitrite élevées en entrée de l'étape MP planifiée</b> | Augmente massivement la consommation en ozone  |
| <b>Concentrations en MES élevées en entrée de l'étape MP planifiée</b>     | Filtration sur CAG plutôt inadaptée car il faudrait des rétrolavages fréquents   |
| <b>Les bassins existants peuvent être utilisés</b>                         | Peuvent surtout être réutilisés pour un traitement au charbon actif, pour les réacteurs d'ozone une hauteur de 5 à 6m est nécessaire |
| <b>Filtration sur sable existante</b>                                      | Peut être utilisée comme traitement complémentaire après ozonation ou comme procédé de séparation ou pour une filtration à CAG       |

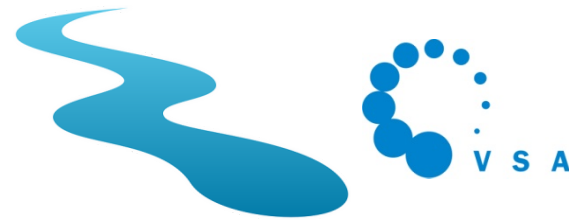
# Choix du procédé – Influence de l'installation existante 2



| Condition cadre  | Influence sur choix du procédé  |
|--|---|
| Traitement biologique existant est un lit fluidisé ou un biofiltre | Pas d'expérience concernant la recirculation de CAP dans ces procédés biologiques, sans recirculation → consommation de CAP plus élevée |
| Pas de réserve de capacité dans le traitement biologique           | Vérifier si recirculation de CAP est éventuellement problématique, dosage direct dans la biologie nécessite encore plus de capacité     |
| Pas de réserve de capacité dans le traitement des boues            | Vérifier si les boues supplémentaires générées par traitement au CAP sont problématiques  |
| Conditions hydrauliques un peu justes                              | Systèmes ouverts (ozone + lit fluidisé ou CAG en lit fluidisé) ont moins de pertes hydrauliques   |

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Choix du procédé – Influence du milieu récepteur



| Condition cadre                                 | Influence sur choix du procédé  |
|---|---|
| Exigences de rejet renforcées pour le COD       | Avec charbon actif possible d'éliminer plus de COD dans l'étape MP qu'avec l'ozone  |
| Utilisations en aval                            | p.ex. Captage d'eau potable → vérifications adéquation ozonation, s'assurer qu'aucune substance pertinente pour l'eau potable n'est formée en grand quantité<br>p.ex. Eaux de baignade → désinfection |
| Exigences de rejet renforcées pour le phosphore | Procédé avec filtration   |
| Exigences de rejet renforcées pour les MES      | Procédé avec filtration   |

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés

# Choix du procédé - divers



## Condition cadre

## Influence sur choix du procédé

**Seuls des procédés qui ont fait leurs preuves entrent en considération**

Ozone et CAP «procédé Ulm» sont bien établis, «CAP avant filtre à sable» et «CAP dans biologie» en bonne voie pour devenir des procédés standard, expériences supplémentaires nécessaires (projets pilotes en cours) pour CAG et combinaisons

**Empreinte écologique importante, durabilité, consommation en énergie**

- Bilan écologique de l'ozone actuellement meilleur que pour le charbon actif
- Matières premières, provenance et part de réactivat important pour écobilan du CAP

Guide «Energie dans les stations d'épuration: Elimination des micropolluants» sur [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)

# Effets sur les cours d'eau



- Les effets des MP sur les cours d'eau sont actuellement étudiés de manière détaillée (projet de recherche EcolImpact de l'Eawag).
- Dans le cadre du projet EcolImpact, l'exemple de la STEP de Herisau a montré qu'une demi-année après la mise en service de l'étape MP l'amélioration de la qualité de l'eau dans la Glatt a diminué le risque sanitaire pour les poissons.



Ch. Stamm, Eawag

# Merci pour votre attention



Ozonation STEP Werdhölzli fin 2017, U. Müller, ERZ

Pour d'autres questions:

[www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)

[FAQ](#)

[Contact](#) Plateforme «Techniques de traitement des micropolluants» du VSA

Elimination des MP – Facteurs influençant le choix des procédés