EPFL

Traitement et valorisation des eaux usées

Christof Holliger
EPFL - LBE

Lausanne, 6 mai 2021

Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Christof Holliger

Les eaux usées – une plaie pleine de ressources

Les composantes des eaux usées:

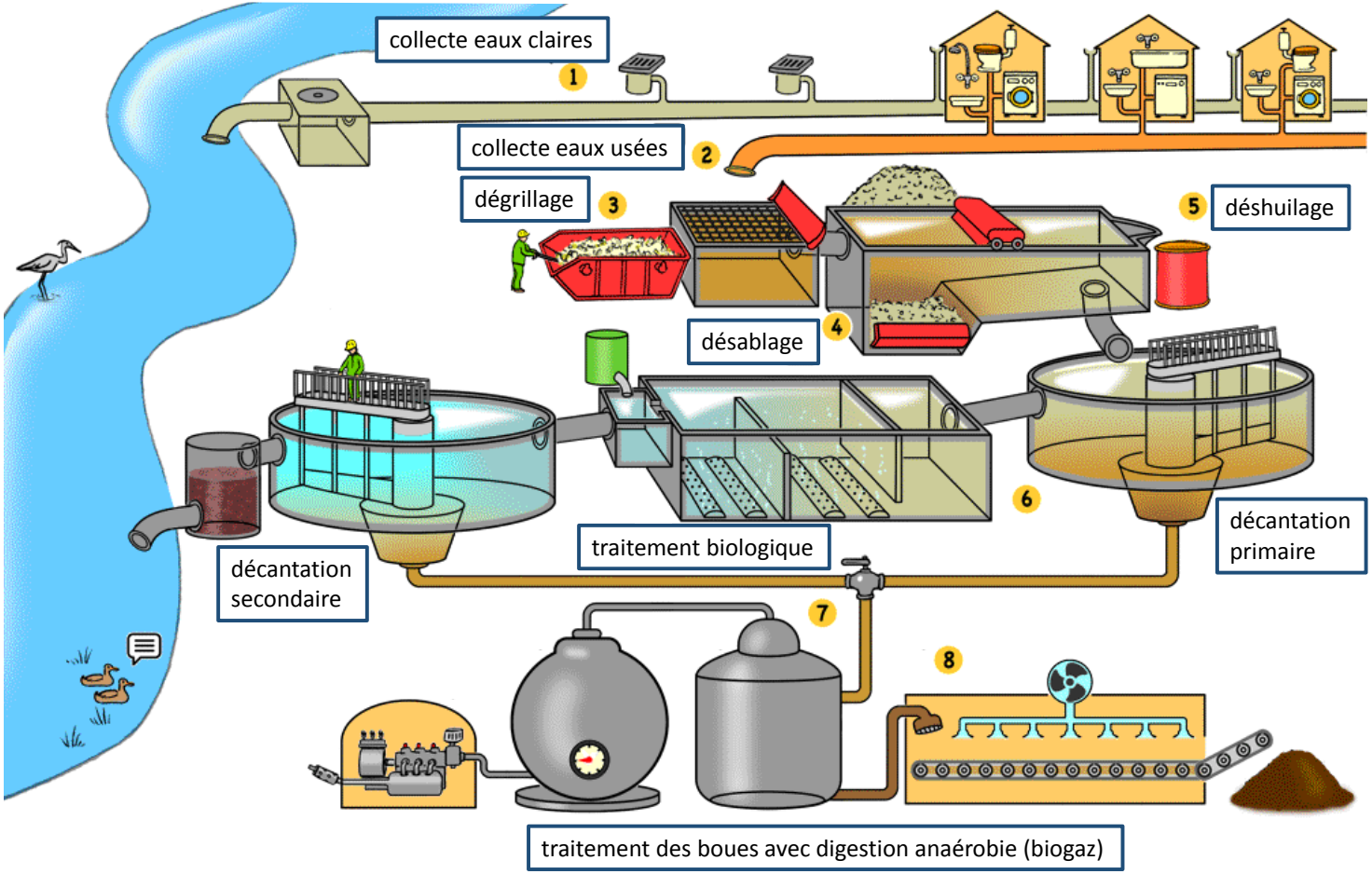
- matière en suspension (>0,45 µm)
- matière organique (particulaire, dissoute)
- azote & phosphore organique et inorganique
- micropolluants
- pathogènes

Impact environnemental et potentiel de valorisation des eaux usées

Christof Holliger

Composant	Impact environnemental	Potentiel de valorisation
Matière en suspension	Envasement des eaux de surface	Amendement pour sol, énergie, engrais
Matière organique	Asphyxie des eaux de surface	Énergie, transformation en produit de haute valeur ajoutée
Azote et phosphore	Eutrophisation des eaux de surface	Engrais
Micropolluants	Effet écotoxicologue comme p.ex. perturbateur endocrinien	aucun
Pathogènes	Grande danger pour la santé publique	aucun (traçage de virus comme SARS-CoV-2)

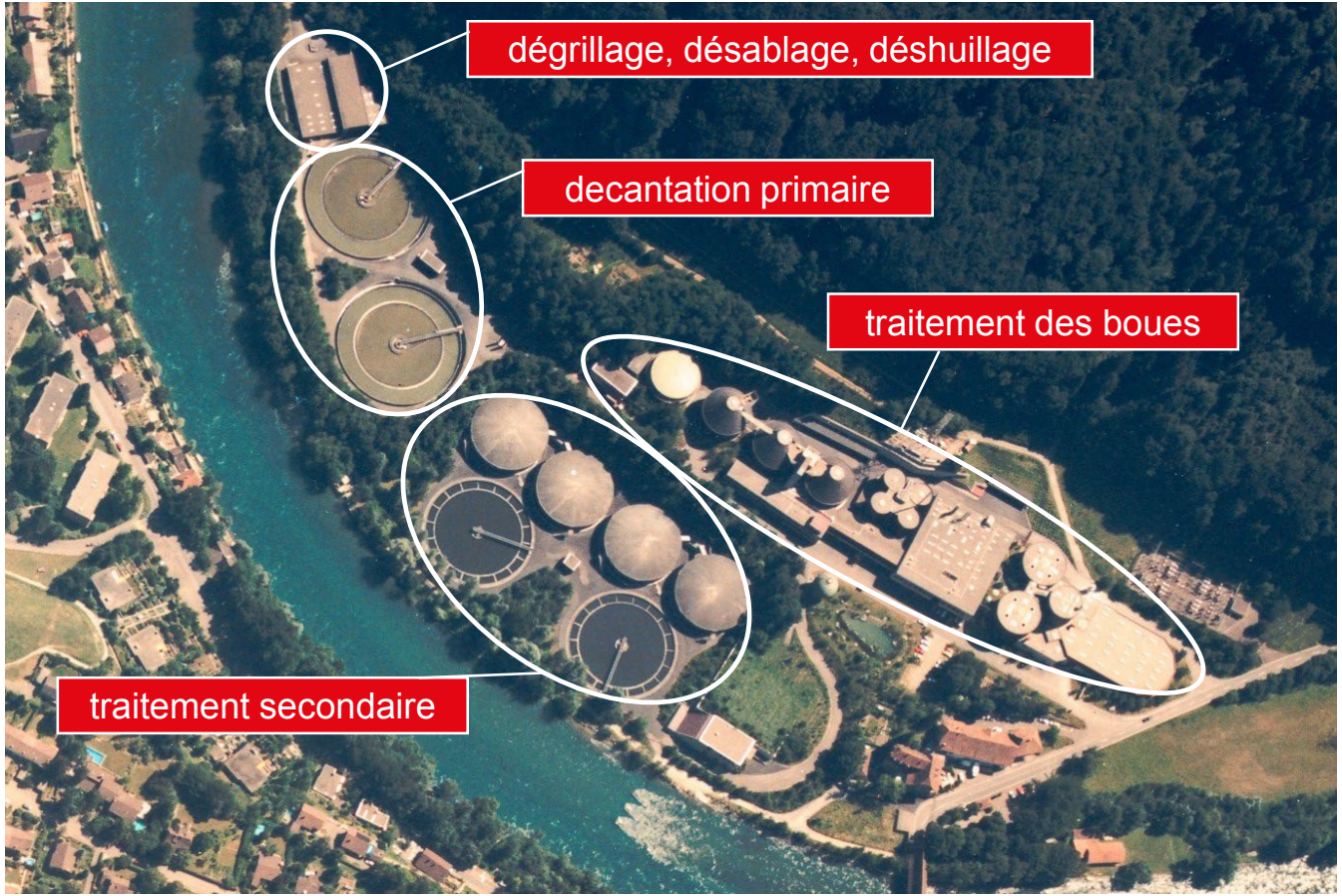
Schéma d'une STEP



Christof Holliger

https://www.energie-environnement.ch/maison/eau-potable-et-eaux-usees/station-d-epuration?tmpl=component

Photo de l'ancienne STEP de Berne



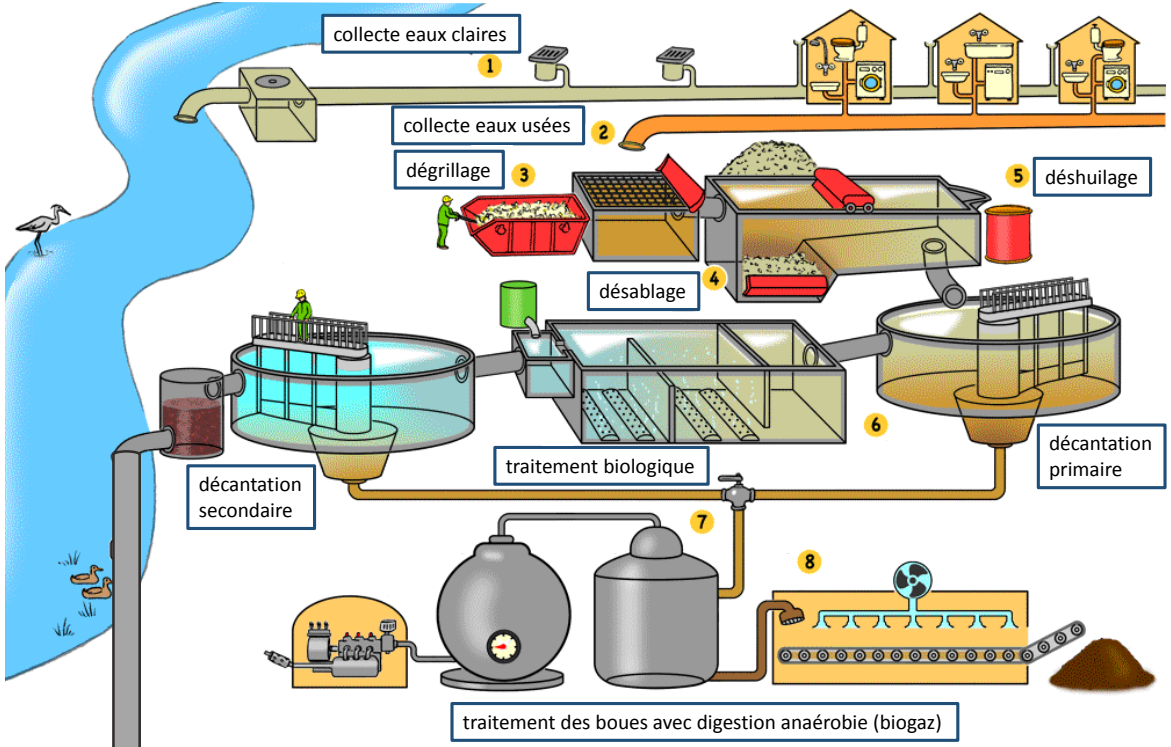
La STEP de Berne en 2015

Christof Holliger

nouvelles installations depuis 2000:

- biofiltres pour traitement biologique
- biofiltres pour traitement de l'air
- épuration du biogaz et injection dans le réseau
- nouvelle installation pour séchage des boues
- nouveau traitement des eaux putrides
- installation pour recuperation d'énergie de l'effluent avant rejet dans l'Aare

Schéma d'une « future » STEP



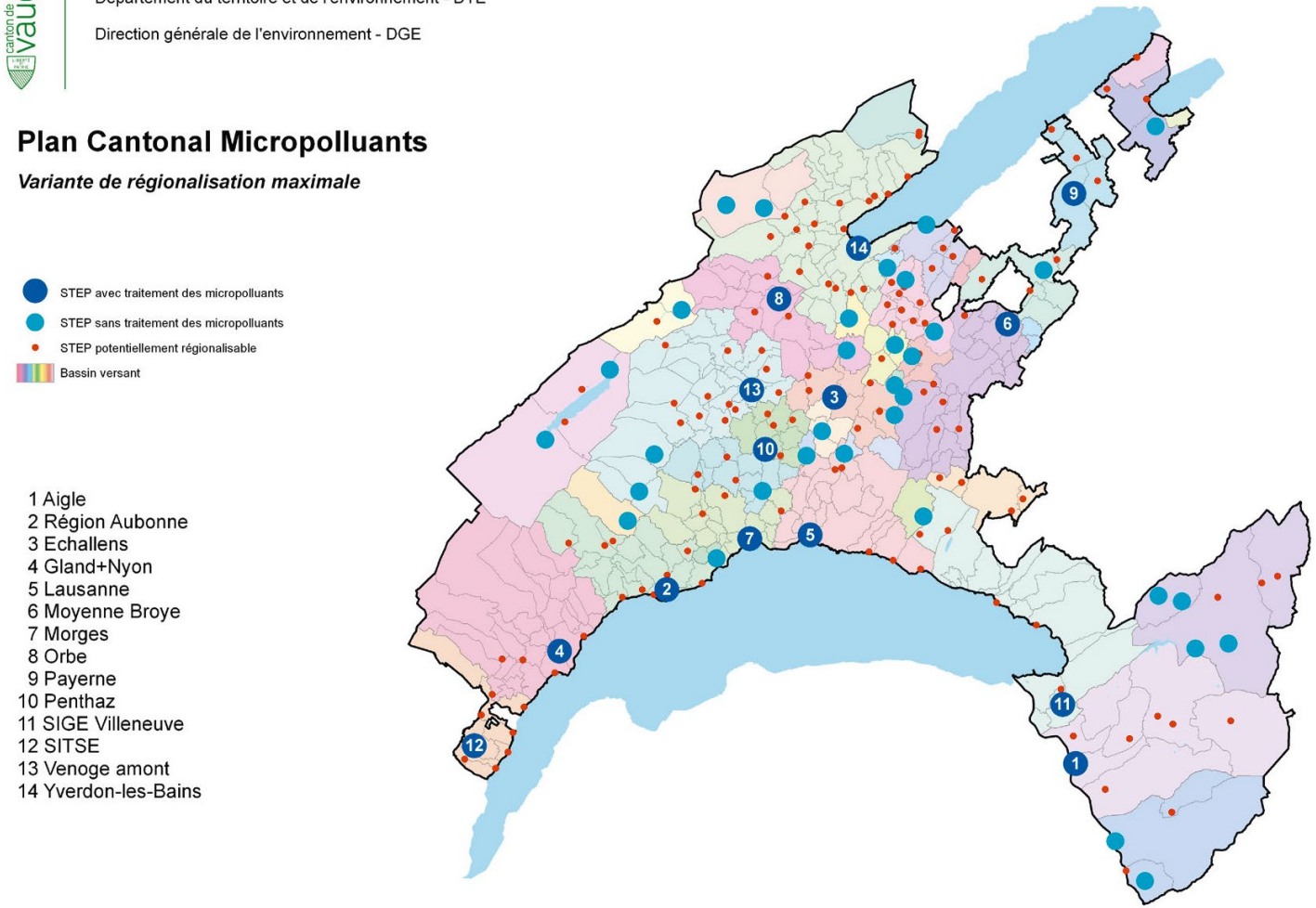
Traitement des micropolluants & **(Désinfection de l'effluent)** → **rivière, lac**

Département du territoire et de l'environnement - DTE

Direction générale de l'environnement - DGE

Plan Cantonal Micropolluants

Variante de régionalisation maximale



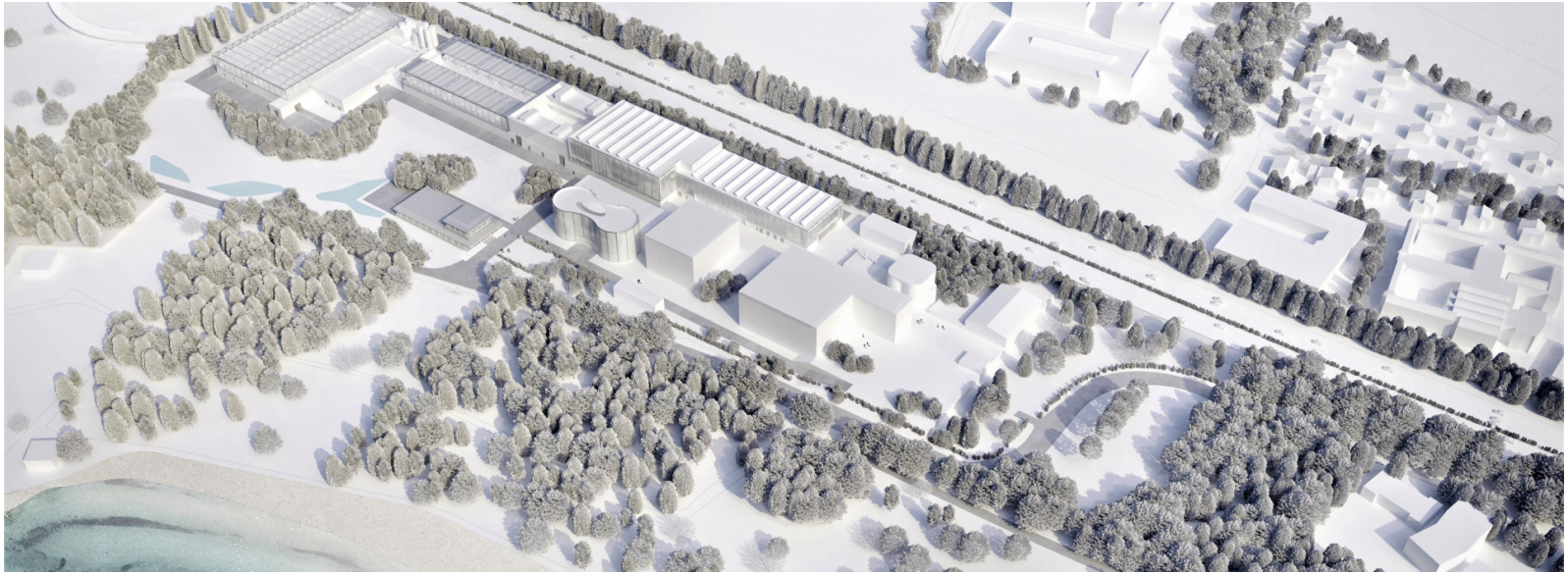
Direction de l'environnement industriel, urbain et rural, Juillet 2015 / ga

Traitement des polluants des eaux usées

Christof Holliger

Polluant	Traitement	Phénomène
Matière en suspension	• décantation (rajout de coagulants)	physique (chimique)
Matière organique	• (décantation), dégradation aérobie	biologique
Azote	• nitrification (NH_4>NO_3) & dénitrification (NO_3>N_2)	biologique
Phosphore	• précipitation avec fer ferrique • élimination à l'aide des bactéries spécialisées	chimique (physique) biologique
Micropolluants	• oxydation avec ozone • adsorption au charbon actif	chimique physico-chimique
Pathogènes	• désinfection avec chlore ou UV	chimique (biologique)
Boues en excès	• digestion anaérobie (biogaz) • incinération	biologique physico-chimique
(Odeurs)	• biofiltres	biologique

La transformation de la STEP de Vidy pour traiter les micropolluants (2015-2023, coûts 350 Mio CHF)



https://www.bg-21.com/references/step-de-lausanne-vidy-nouvelle-station-de-traitement

La transformation de la STEP de Vidy pour traiter les micropolluants (2015-2023, coûts 350 Mio CHF)

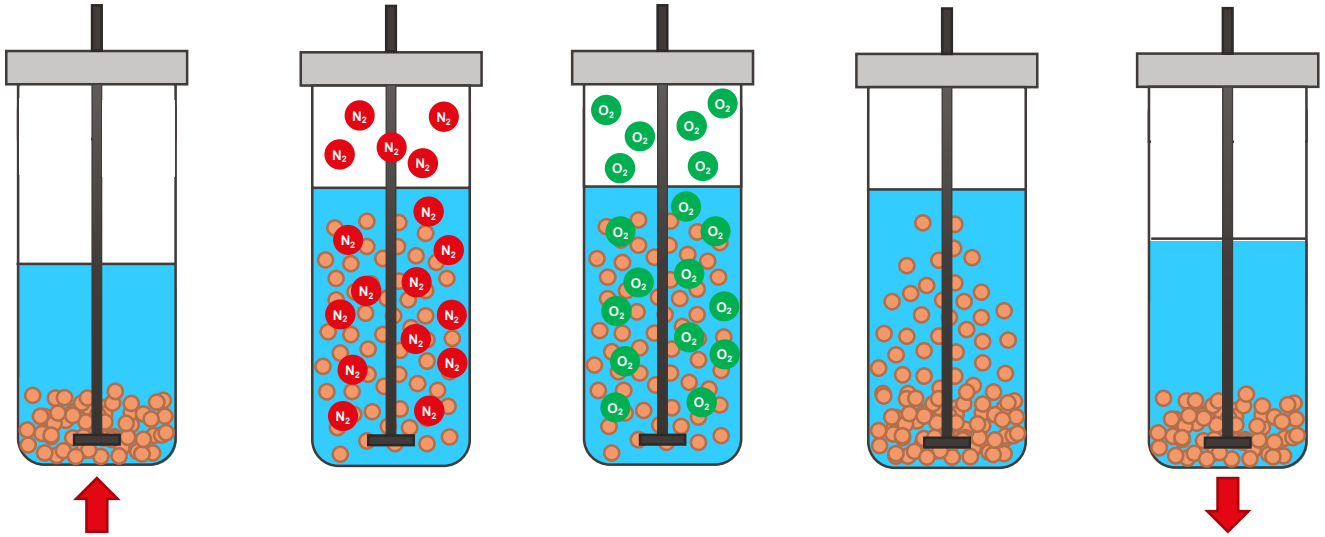
https://www.lausanne.ch/officiel/grands-projets/epura.html7

- un traitement poussé de la matière en suspension
- introduction de la nitrification-dénitrification (nécessite de dédoubler le volume de traitement)
- traitement des micropolluants
- traitement des boues par digestion anaérobie et la valorisation du biogaz par traitement et réinjection dans le réseau de gaz naturel
- une hygiénéisation des eaux
- une optimisation énergétique générale

Une STEP basée sur des boues granulaires pour traiter les micropolluants

- une STEP qui traite les micropolluants doit nitrifier l'azote ammoniacal
- ceci nécessite de dédoubler le volume du traitement secondaire
- un manque d'espace crée une demande pour des procédés de traitement plus compact
- des solutions sont:
  - des biofiltres (example STEP de Vidy)
  - le procédé Nereda® basé sur des boues granulaires

Le traitement des eaux usées dans des réacteurs en batch séquentiel et des boues granulaires



Alimentation avec les eaux usées (12 min)

Mélange avec N_2 (60-90 min)

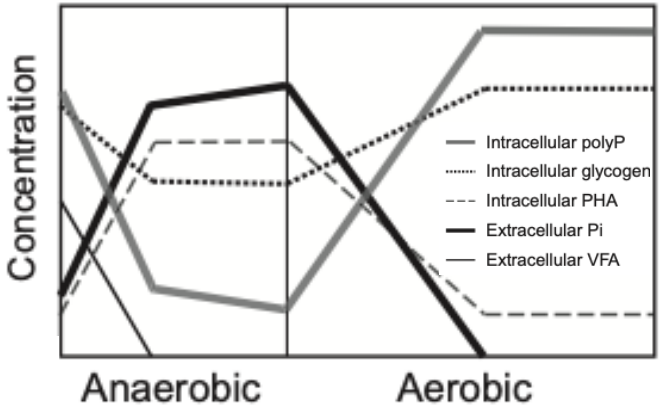
Alternance aération-non aération (10-10 min) 18-36 cycles

Sédimentation (2-10 min)

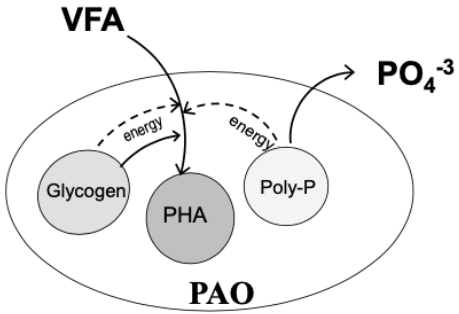
Extraction de l'eau traitée (5 min)

Christof Holliger

La déphosphatation biologique par des PAO
(Phosphate-accumulating organisms)

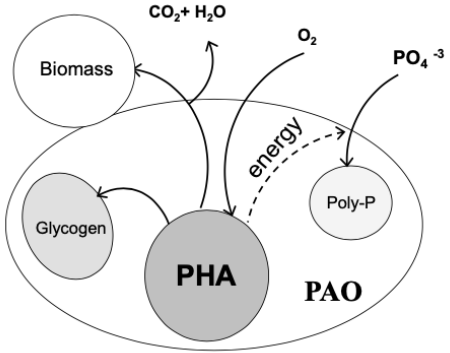


Anaerobic



VFA = volatile fatty acids
PHA = polyhydroxyalkanoates
poly-P = poly-phosphate

Aerobic



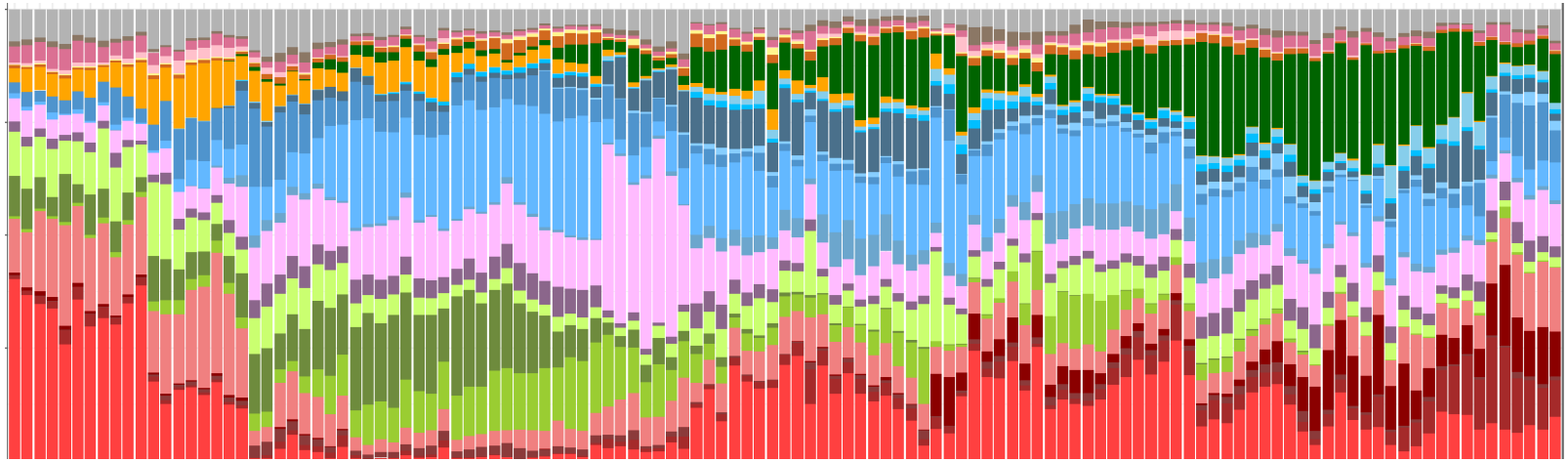
He & McMahon, Microb Biotechnol, 2011

Christof Holliger

Christof Holliger

L'étude des communautés microbiennes avec des approches moléculaires

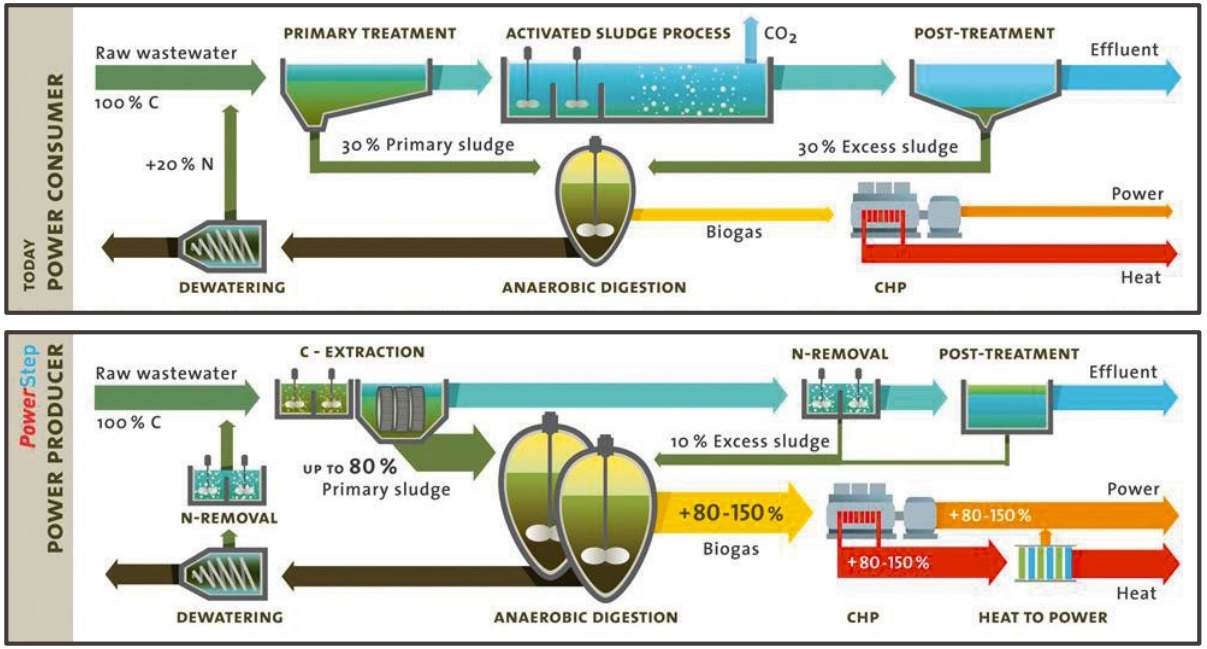
- composition avec le temps en séquençant un amplicon du gène 16S
- assemblage des génomes à partir d'ADN méta-génomique
- étude de l'activité des différentes populations de la communauté avec des approches méta-transcriptomique et méta-protéomique



De la “STEP” à la “StaRRE” dans le cadre de l’économie circulaire

Christof Holliger

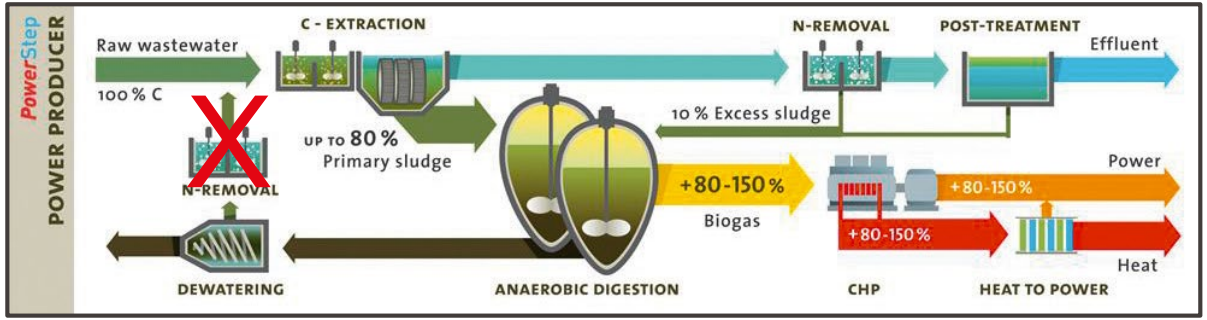
- STEP - Station d’épuration des eaux usées
- StaRRE – Station de récupération des ressources de l’eau



Powerstep (EU project 2015-2018)

De la “STEP” à la “StaRRE” dans le cadre de l’économie circulaire

- STEP - Station d’épuration des eaux usées
- StaRRE – Station de récupération des ressources de l’eau



Powerstep (EU project 2015-2018)

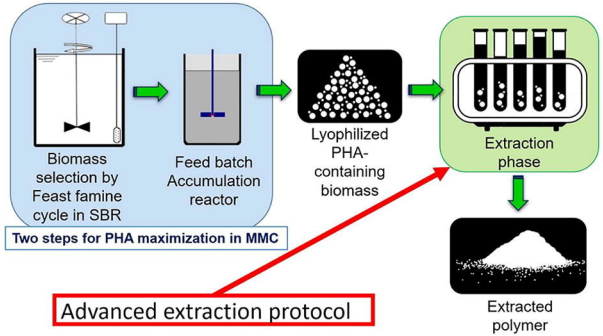
Christof Holliger

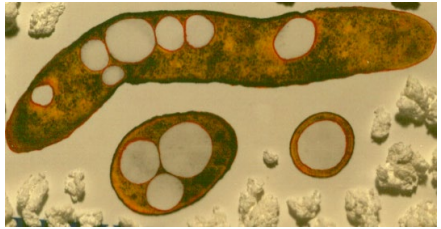
De la “STEP” à la “StaRRE” dans le cadre de l’économie circulaire

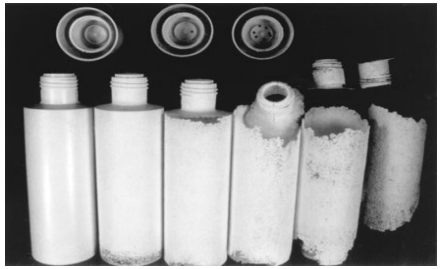
Christof Holliger

- STEP - Station d’épuration des eaux usées
- StaRRE – Station de récupération des ressources de l’eau

Bioplastic recovery from wastewater







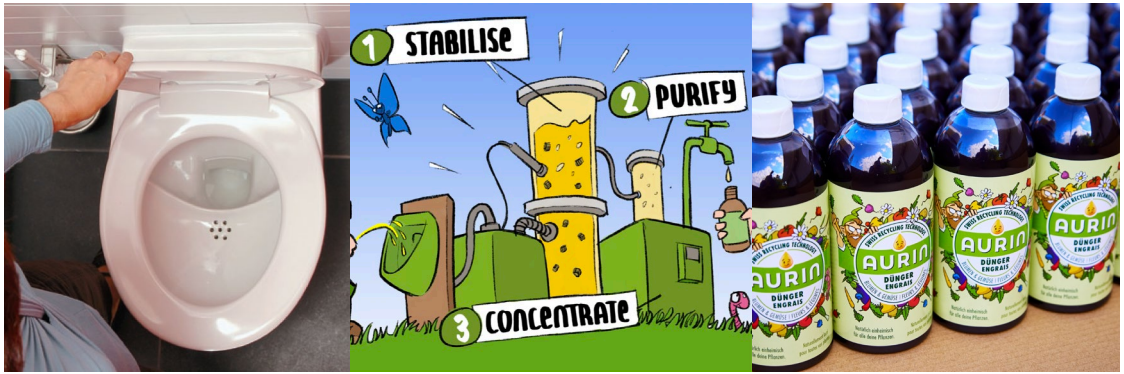
Mannina et al. 2019
Bioresource Technology, vol. 232

De la “STEP” à la “StaRRE” dans le cadre de l’économie circulaire

Christof Holliger

- STEP - Station d’épuration des eaux usées
- StaRRE – Station de récupération des ressources de l’eau

Aurin – un engrais à base d’urine



https://vuna.ch/fr/

vuna – une spin-off de l’eawag

Traitement et valorisation des eaux usées - Conclusions

- le traitement des eaux usées est plein de défis pour un ingénieur
- il nécessite une formation approfondie dans toutes les sciences naturelles, biologie, chimie, math et physique …
- mais aussi en informatique.
- dans le futur, ce traitement ne doit pas seulement protéger l'environnement des effets néfastes des eaux usées mais aussi permettre de valoriser les ressources qu'elles contiennent

Traitement et valorisation des eaux usées

Merci pour votre attention !

Des questions ?