



InfoSTEP 2025

Partie 1 : Révision de la loi sur la protection des eaux et campagne de mesure de l'effet à large spectre dans les STEP

Partie 2 : Plan d'action PFAS dans le canton de Fribourg

Partie 3 : Azote dans les STEP

Partie 4 : STEP de Neugut

Partie 5 : Laboratoire du SEn

Partie 6 : Actualités protection des eaux 2025



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Wasser

Révision de la loi sur la protection des eaux et campagne de mesure de l'effet à large spectre dans le STEP

Sébastien Lehmann
Givisiez, 13 novembre 2025

Conférence InfoSTEP 2025 – Canton de Fribourg



Révision de la loi sur la protection des eaux

État actuel et perspectives

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG)	814.20
vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. August 2025)	
<i>Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft gesetzte auf Artikel 76 Absätze 2 und 3 der Bundesverfassung^{1,2} nach Einsicht in eine Befehl des Bundesrates vom 19. April 1987, beschliesst:</i>	
1. Titel: Allgemeine Bestimmungen	
Art. 1 Zweck Dieses Gesetz bewirkt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Es dient insbesondere: <ul style="list-style-type: none">a. der Sicherstellung und humantitären Nutzung des Trink- und Brauchwassers;b. der Sicherstellung und humantitären Nutzung des Tier- und Pflanzwassers;c. der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;d. der Erhaltung von Fischgewässern;e. der Erhaltung der Gewässer als Landschaftselemente;f. der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung;g. der Bebauung zur Erholung;h. der Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs.	
Art. 2 Geltungsbereich Dieses Gesetz gilt für alle ober- und unterirdischen Gewässer.	
Art. 3 Sorgfaltspflicht Jedermann ist verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.	
A5 1991 1860	
2	Fassung gemäss Ziff. II 2 des BG vom 19. März 2010, in Kraft seit 1. Aug. 2010
3	BSI 1997 II 166



Mandat du Parlement visant à renforcer la protection des eaux

Motion 20.4261 - Réduction **des apports d'azote** provenant des STEP

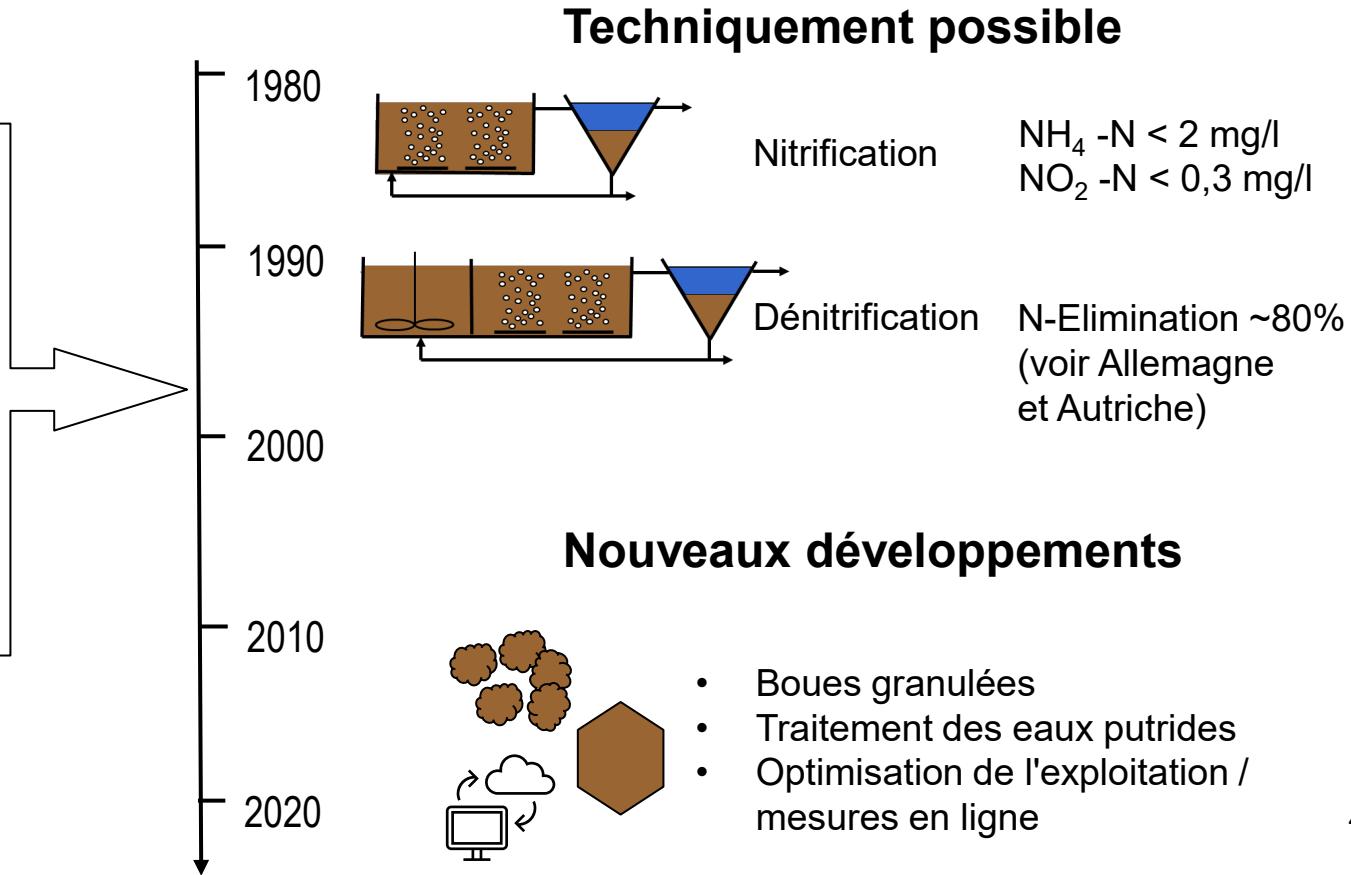
Motion 20.4262 - Réduction **des micropolluants** provenant des STEP



Que peuvent faire les STEP en matière d'azote ?

Exigences légales

- $\text{NH}_4\text{-N} < 2 \text{ mg/l}$
(en cas d'effets néfastes sur les eaux)
- $\text{NO}_2\text{-N} < 0,3 \text{ mg/l}$
(valeur indicative)
- **Élimination du N**
Aucune exigence quantifiée





Apports d'azote - Où en sommes-nous aujourd'hui?

Déficit d'exécution

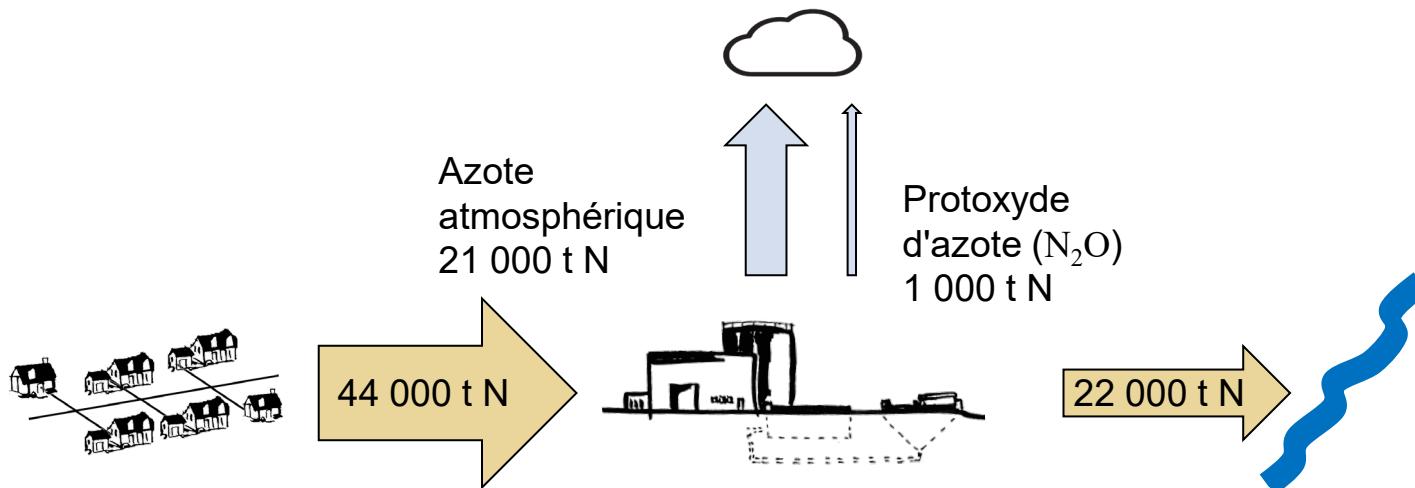
Rejet d'ammonium :
~80 STEP ne respectent
pas les exigences légales

Techniquement possible, mais non mis en œuvre

40 % des STEP sans nitrification

Nitrite → > 50 % de dépassement la valeur indicative

Nitrate → ~ 50 % d'élimination





Quelles en sont les conséquences ?

Nitrification insuffisante

- Impacts sur les organismes aquatiques de l'ammonium et des nitrites (toxiques pour les poissons)
- Entraîne des émissions de protoxyde d'azote :
 - Gaz à effet de serre : $265 \times \text{CO}_2$
 - Émissions des STEP : ~1 % des émissions de gaz à effet de serre CH

Dénitrification insuffisante

- Surfertilisation des eaux côtières
- Influence sur le rapport « azote / phosphore » (N/P) dans les lacs :
 - Influence négative sur l'écosystème aquatique
 - Prolifération de cyanobactérie (toxicité accrue)



Mandat du Parlement visant à renforcer la protection des eaux

Motion 20.4261 - Réduction des apports d'azote provenant des STEP

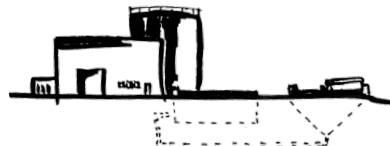
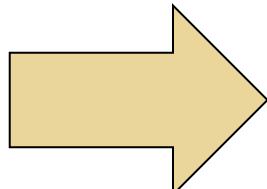
« Le Conseil fédéral est chargé **d'aborder rapidement** la problématique des **apports d'azote** provenant des stations d'épuration des eaux usées (STEP) dans les eaux et de prendre **des mesures pour les réduire**. »

Motion 20.4262 - Réduction des micropolluants provenant des STEP

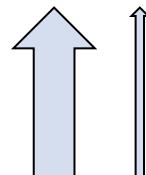


Apports d'azote - Quelles sont les nouveautés ?

**Détermination
du délai de mise en œuvre ;
Planification cantonale
(niveau LEaux)**



*Réduction
Protoxyde
d'azote :
70-80 %*

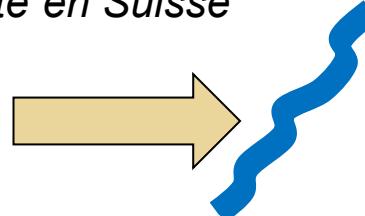


**Exigences visant à garantir le niveau
technique (niveau O'Eaux)**

- Ammonium
- Nitrite
- Élimination du N



- *50 % des STEP : moins d'ammonium, de nitrite*
- *Réduction de moitié des apports en azote en Suisse*





Réduction des micropolluants – Où en sommes-nous aujourd'hui ?

Depuis 2016, programme d'équipement* Elimination-MP

- D'ici 2040, environ 135 STEP prendront des mesures (120 seront agrandies, 15 seront regroupées)
- 37 STEP ont déjà mis en œuvre des mesures

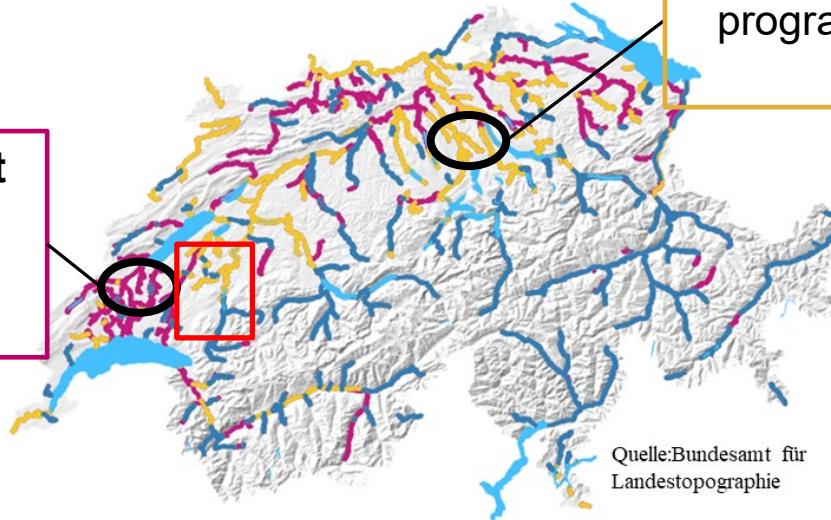
** Equipement de certaines STEP d'ici 2040 : grandes STEP ($> 80\,000$ habitants raccordés), STEP moyennes ($> 24\,000$ habitants raccordés) dans le bassin versant des lacs et STEP ($> 8\,000$ habitants raccordés) sur les cours d'eau avec une forte proportion d'eaux usées épurées*



Valeurs limites encore partiellement dépassées

- 5 000 km de cours d'eau avec des eaux usées épurées
- 3 000 km de cours d'eau avec dépassements des valeurs limites (>2 % de proportion d'eaux usées)

Allègement insuffisant
avec le programme
d'extension 2016 :
1 700 km



Allègement suffisant grâce au programme d'extension 2016 :
1 300 km

Gulde et al. 2024



Mandat du Parlement visant à renforcer la protection des eaux

Motion 20.4261 - Réduction des apports d'azote provenant des STEP

« Le Conseil fédéral est chargé d'aborder rapidement la problématique des apports d'azote provenant des stations d'épuration des eaux usées (STEP) dans les eaux et de prendre des mesures pour les réduire. »

Motion 20.4262 - Réduction des micropolluants provenant des STEP

« Le Conseil fédéral est chargé d'adapter les prescriptions relatives au déversement d'eaux usées dans les eaux de l'ordonnance sur la protection des eaux [...] de manière à ce que **toutes les STEP** dont les rejets entraînent des **dépassements des valeurs limites** soient tenues de mettre en œuvre **des mesures visant à éliminer les micropolluants.** »

« Afin de financer **ces mesures supplémentaires**, [...] le taux maximal de la taxe fédérale sur les eaux usées **est augmenté** dans la mesure nécessaire et le délai [...] est prolongé. »



Réduction MV – Quelles sont les nouveautés ?

Plus aucun dépassement des valeurs limites dans les eaux

- Adaptation des critères et des délais d'équipement
- Adaptation de la taxe sur les eaux usées
- Introduction d'une planification cantonal

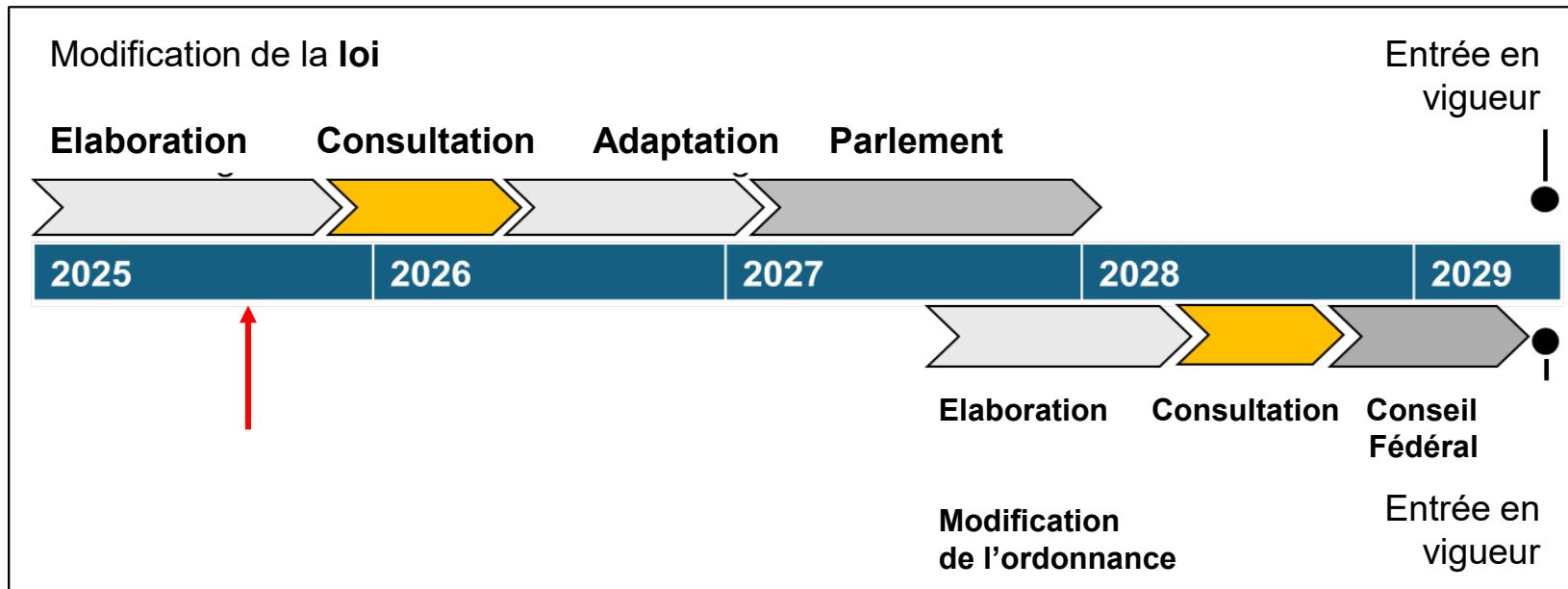


LEaux et OEaux – Qu'est-ce qui est réglementé, et où?

Loi	Ordonnance
<ul style="list-style-type: none">• Financement• Délais• Obligation cantonal de planification et de rapport	<ul style="list-style-type: none">• Exigences techniques (valeurs limites)



Calendrier





Conclusion

- **Une étape importante pour la protection des eaux**
- Des défis de taille, mais aussi une chance de participer à la **conception et à la mise en œuvre** du futur système d'évacuation des eaux usées.
- **L'aide de tous est nécessaire** pour réaliser ce projet générationnel !



Campagne de mesure de l'effet à large bande de l'étape de traitement visant à éliminer les micropolluants dans les STEP (2025-2027)

OFEV, Eawag, VSA



Près de 10 ans après le lancement du programme d'équipement des STEP : contrôle des résultats

Rapport d'audit de l'Administration fédérale des finances :

Recommandation relative à l'examen de l'efficacité du programme d'équipement des STEP sur les cours d'eau

EIDGENÖSSISCHE FINANZCONTROLE
CONTROLE FÉDÉRAL DES FINANCES
CONTROLLO FEDERALE DELLE FINANZE
SWISS FEDERAL AUDIT OFFICE

Umsetzung der Massnahmen zur
Reduktion der
Mikroverunreinigungen im
Abwasser
Bundesamt für Umwelt

EFK-18/261 | inkl. Stellungnahmen | 8. Januar 2019 | FinDel D1/2019

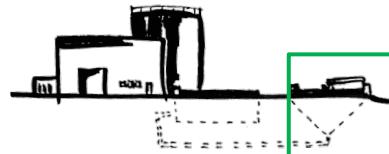


Concept de contrôle des effets de l'équipement des STEP

Contrôle des effets

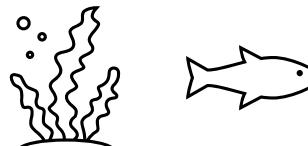
Contrôle de la mise en œuvre

- Equipement des STEP correctement mise en œuvre



Contrôle de l'efficacité

- Effet positif de l'équipement des STEP sur les eaux



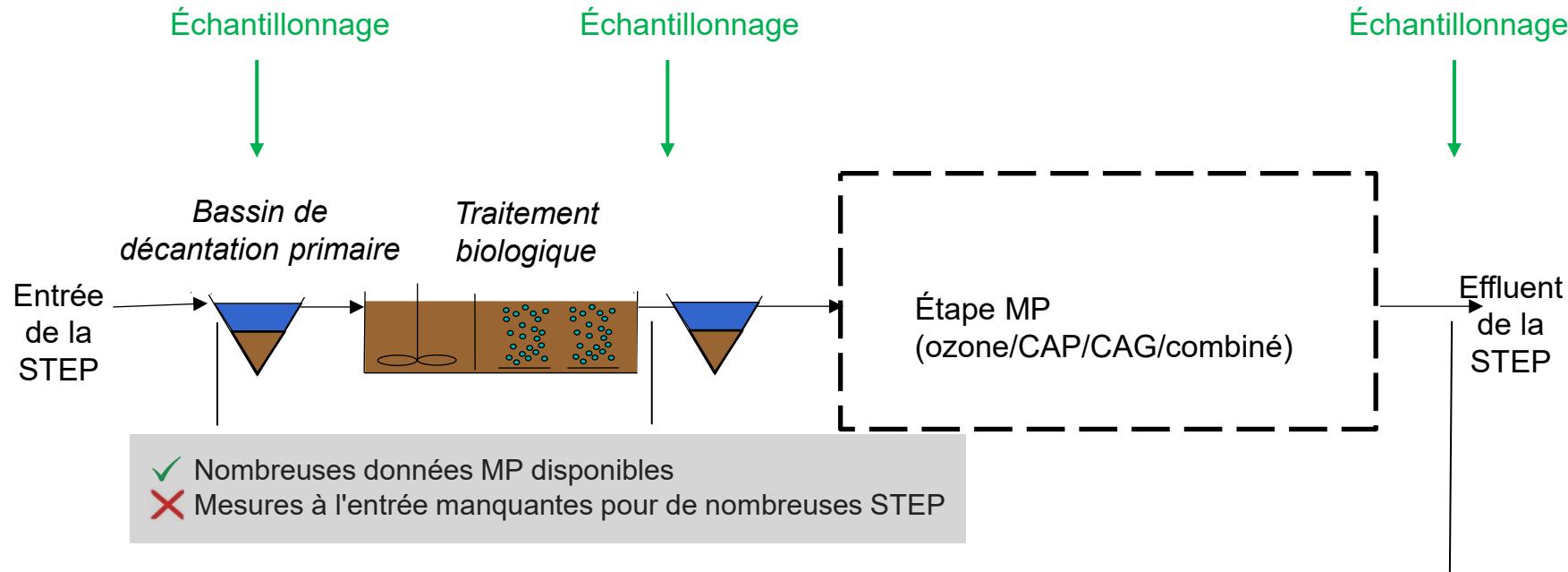


Objectifs de la campagne de mesure

- 1. Montrer l'effet à large spectre des étapes MP suisses**
 - Mesure de l'élimination d'une large gamme de MP à échelle réelle
 - Comparaison des procédés d'épuration
- 2. Réduction de la charge dans les eaux grâce aux étapes de traitement des micropolluants**
 - L'extension des STEP permet-elle d'atteindre l'objectif de réduction de 30 % des MP dans les eaux usées domestiques fixé par la CIPR ?
 - Existe-t-il des micropolluants qui nécessitent des mesures de réduction supplémentaires ?
- 3. Déterminer la capacité d'élimination des MP (potentiellement) écotoxiques**
 - Dans quelle mesure les étapes de traitement des micropolluants réduisent-elles le risque écotoxicologique dans les eaux ?



Données disponibles et lacunes





Concept de la campagne de mesure

Verfahrenstechnik		Kläranlage	Beprobungsschema	
			Grund- programm	PFAS Option
Ozonung	Ozonung	Werdhölzli	X	
	Ozonung	Bassersdorf	X	
	Ozonung	Birsig	X	X
PAK	Dosierung vor Sandfilter	Schönau	X	
	Ulmer Verfahren	Thunersee	X	
	Dosierung in Biologie	Wetzikon	X	X
GAK	Filter	Moos	X	X
	Schwebebett	Delémont	X	X
Kombiverfahren	Ozonung und GAK	Altenrhein	X	X
	Ozonung und GAK	Uhldingen (D)	X	X
Anzahl Kläranlagen			10	6
Probenahmepunkte pro Kläranlage			3	3
Probenahmezeitpunkte pro Kläranlage			2	2
Probenanzahl total			60	36

→ plus de 500 micropolluants mesurables



Conclusion

- Un concept visant à contrôler les résultats de l'équipement des ARA d'une étape d'élimination des micropolluants a été élaboré.
- Le contrôle des résultats comprend le contrôle de la mise en œuvre et le contrôle de l'efficacité
- Une grande partie des données sera analysée au cours des deux prochaines années
- Les résultats devraient être publiés mi-2027 dans *Aqua & Gas*
- Lorsque les cantons sont concernés, la partie est intégrée dans la planification cantonal, le reste relève des plateformes VSA et de l'OFEV



Merci beaucoup pour votre attention.

,

Plan d'action PFAS dans le canton de Fribourg : quelle contribution pour les stations d'épuration ?

Tony Merle et Aline Verlhac

Journée Info STEP

13.11.2025

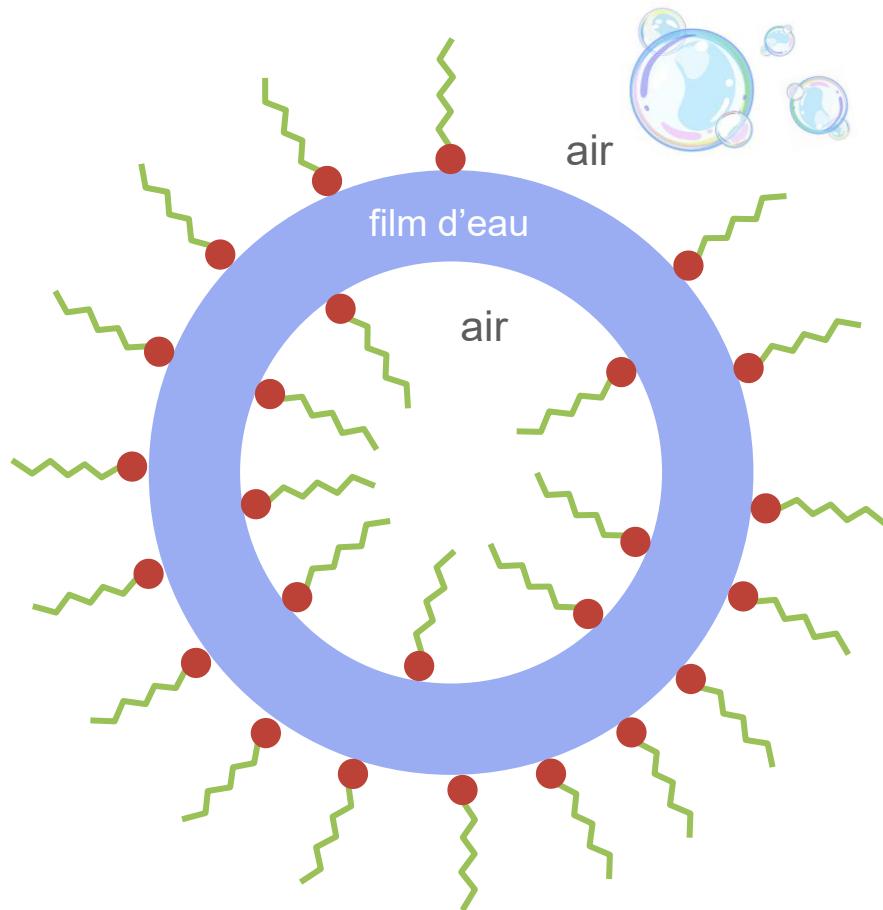
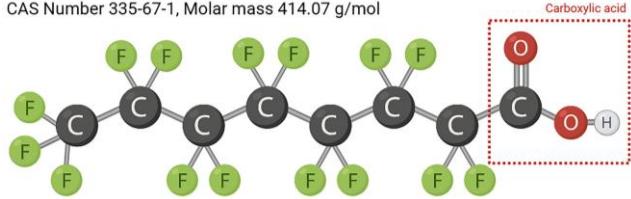


,

Des propriétés tensio-actives très intéressantes

Per- and PolyFluoroAlkyles Substances (PFAS)

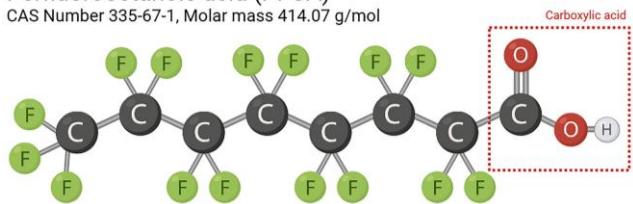
Perfluorooctanoic acid (PFOA)
CAS Number 335-67-1, Molar mass 414.07 g/mol



,

Une grande stabilité à la chaleur

Perfluorooctanoic acid (PFOA)
CAS Number 335-67-1, Molar mass 414.07 g/mol



,

Des applications diverses



Plan d'action PFAS du canton de Fribourg

ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

fr.ch

Français facile Contact Toutes les prestations Langue Français

Thèmes et prestations Activités de l'Etat

Accueil > Direction du développement territorial, des infrastructures, de la mobilité et de l'environnement > Service de l'environnement > Actualités

Un plan d'action pour maîtriser la diffusion des PFAS dans l'environnement

Communiqué de presse

Le Service de l'environnement a réalisé une première campagne d'analyses des PFAS dans les eaux souterraines en lien avec des sites pollués. Les résultats confirment le besoin d'un plan d'action pour limiter leur diffusion dans l'environnement.

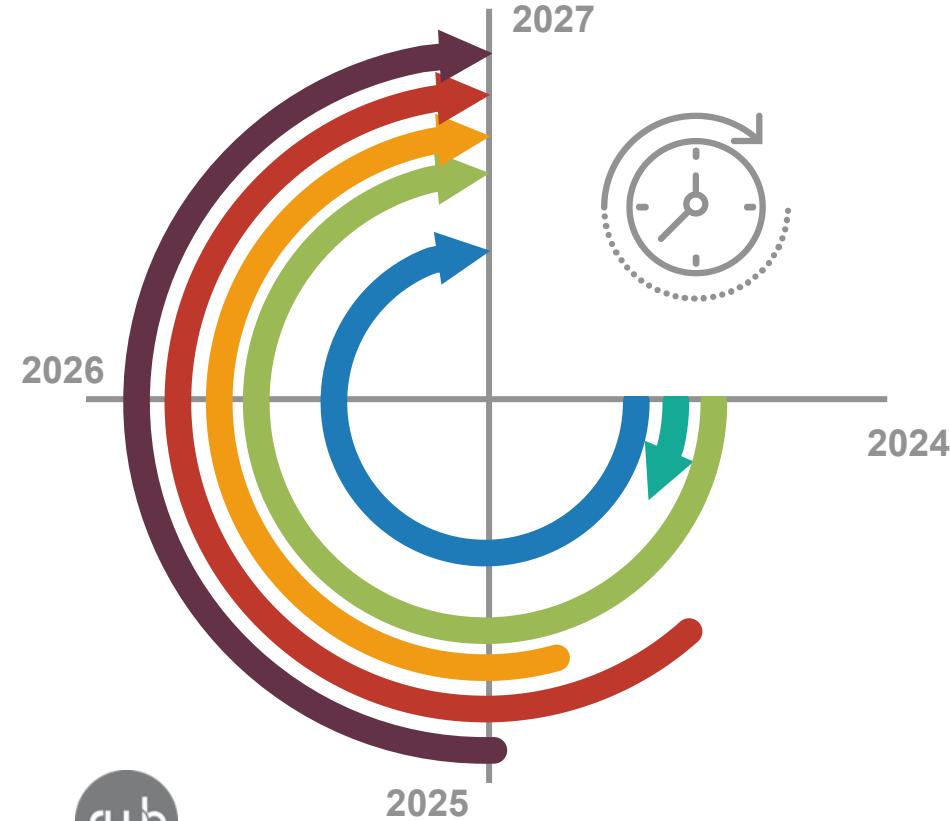
Publié le 15 Septembre 2023 - 11h11



<https://www.fr.ch/dime/sen/actualites/un-plan-daction-pour-maitriser-la-diffusion-des-pfas-dans-lenvironnement>



Plan d'action PFAS du canton de Fribourg

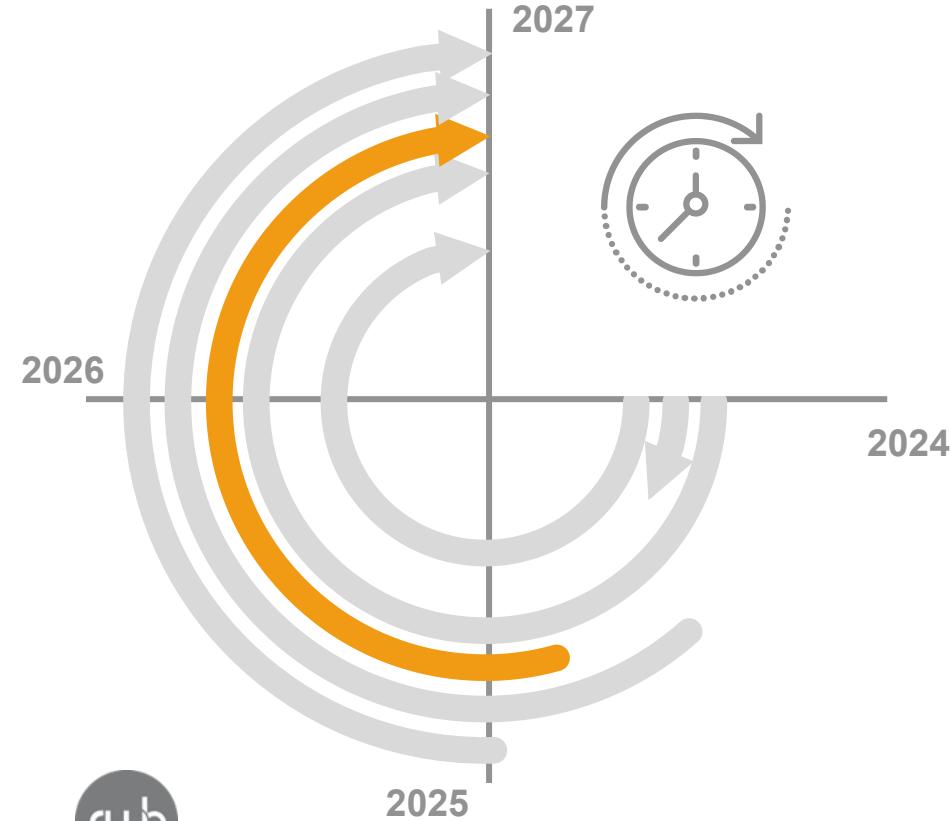


- 1 CAPTAGES PUBLICS, SECTEURS Au ET AQUIFÈRES PUBLICS**
- 2 UNITÉ INCINÉRATION ORDURES MENAGÈRES**
- 3 10 PRINCIPAUX CAPTAGES DU CANTON**
- 4 STEP ET MILIEUX RÉCEPTEURS**
- 5 INVENTAIRE DES PLACES D'EXERCICE POMPIERS**
- 6 INVENTAIRE AUTRES ACTIVITÉS PERTINENTES ET NOUVEAUX SITES**





Plan d'action PFAS du canton de Fribourg



- 1 CAPTAGES PUBLICS, SECTEURS Au ET AQUIFÈRES PUBLICS
- 2 UNITÉ INCINÉRATION ORDURES MENAGÈRES
- 3 10 PRINCIPAUX CAPTAGES DU CANTON
- 4 STEP ET MILIEUX RÉCEPTEURS**
- 5 INVENTAIRE DES PLACES D'EXERCICE POMPIERS
- 6 INVENTAIRE AUTRES ACTIVITÉS PERTINENTES ET NOUVEAUX SITES



,

Une étude en deux étapes



DIAGNOSTICS ET PLANIFICATION
NOVEMBRE 2024 – JUIN 2025

PRÉLÈVEMENTS, ANALYSES ET RÉSULTATS
JUILLET 2025 – DÉCEMBRE 2025



,

Une étude en deux étapes



DIAGNOSTICS ET PLANIFICATION
NOVEMBRE 2024 – JUIN 2025

PRÉLÈVEMENTS, ANALYSES ET RÉSULTATS
JUILLET 2025 – DÉCEMBRE 2025



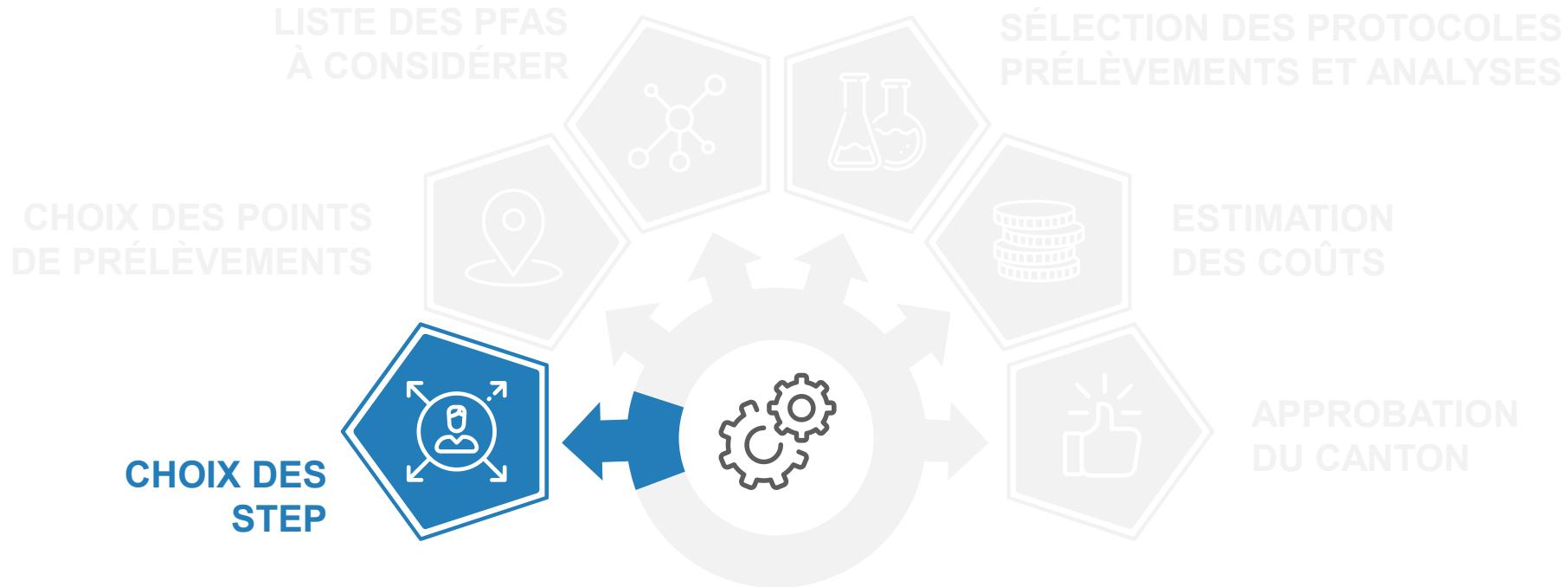
,

Déroulement de l'étape 1



,

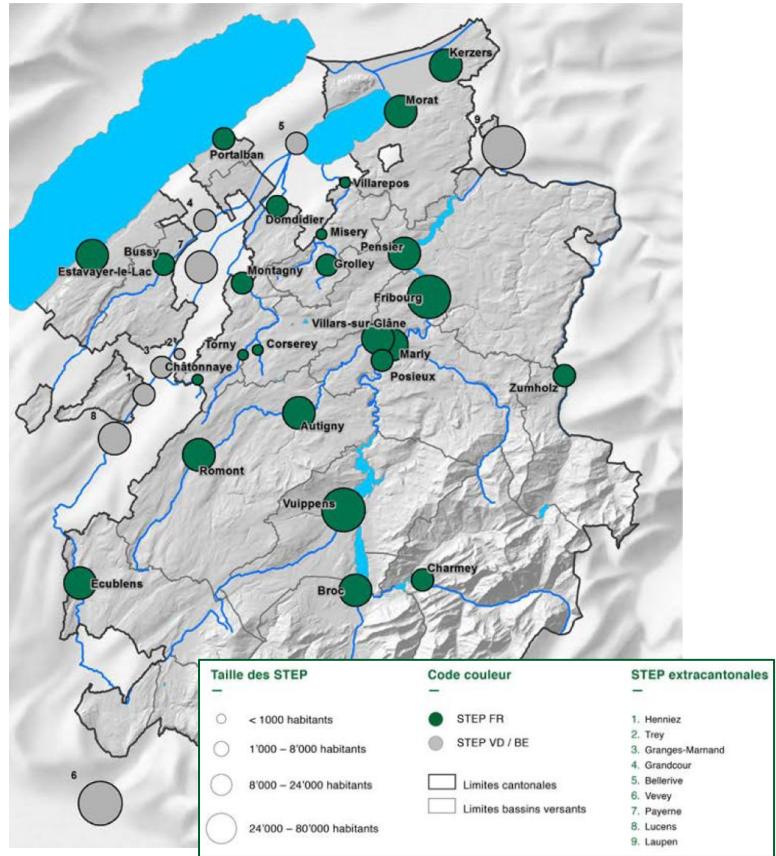
Déroulement de l'étape 1





Les STEP du canton de Fribourg

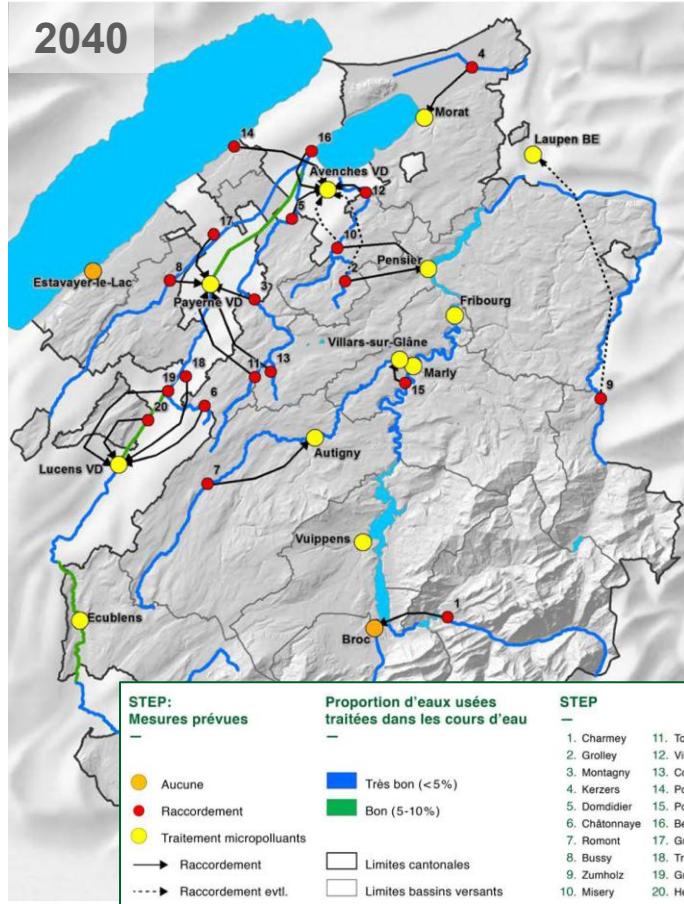
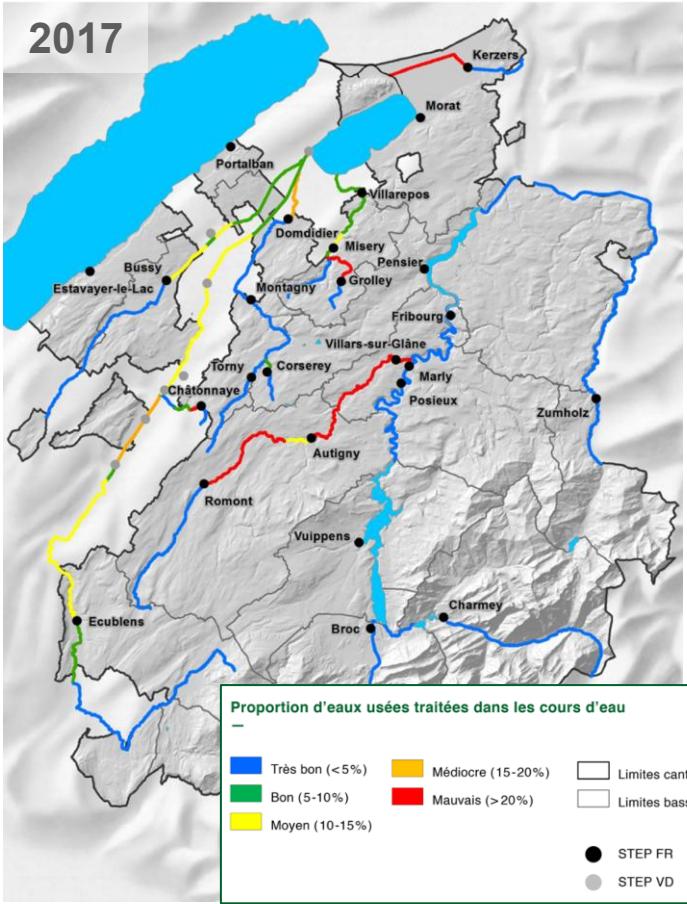
25 stations d'épuration
dans le canton de Fribourg



Source | Elimination des micropolluants dans les STEP fribourgeoises - Planification cantonale (mai 2017)

,

Situation STEP Fribourgeoises



,

Sélection des STEP

Analyses entrée/sortie STEP – 12 STEP

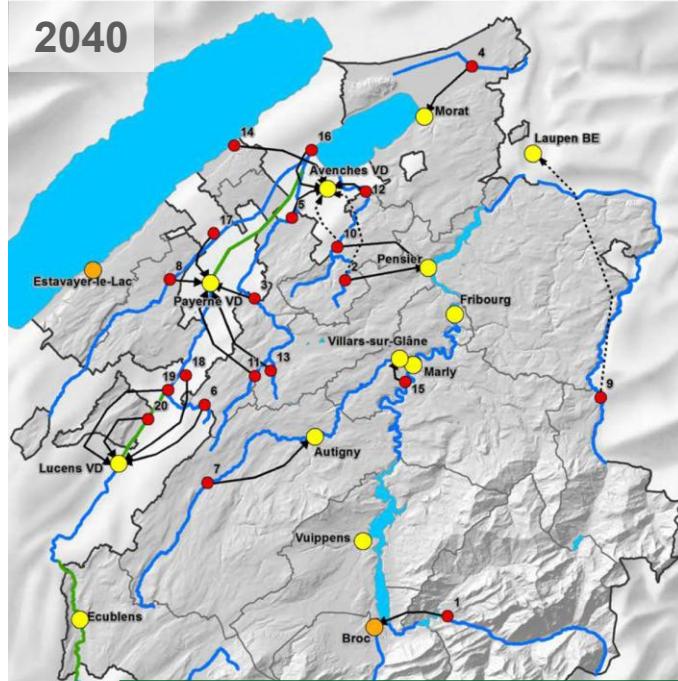
- 11 STEP restantes après projets régionalisation
- STEP de Bussy car suspicion d'exercices pompier à proximité

Analyses cours d'eau amont/aval STEP – 8 STEP

- STEP ne rejetant pas dans un lac

Analyses boues – 24 STEP

- Toutes les STEP exceptée celle de Corserey



STEP: Mesures prévues	Proportion d'eaux usées traitées dans les cours d'eau	STEP
— Aucune	— Très bon (<5%)	1. Charmey
● Raccordement	— Bon (5-10%)	2. Grolley
● Traitement micropolluants	— Limites cantonales	3. Montagny
— Raccordement	— Limites bassins versants	4. Kerzers
— Raccordement evtl.	—	5. Domdidier
		6. Châtonnaye
		7. Romont
		11. Torny
		12. Villarepos
		13. Corserey
		14. Portalaen
		15. Posieux
		16. Bellerive VD
		17. Grandcour VD
		18. Trey VD
		19. Granges-Marnand VD
		10. Misery
		20. Henniez VD



,

Sélection des STEP



Analyses effluent STEP + cours d'eau + boues

Analyses entrée/sortie STEP – 12 STEP

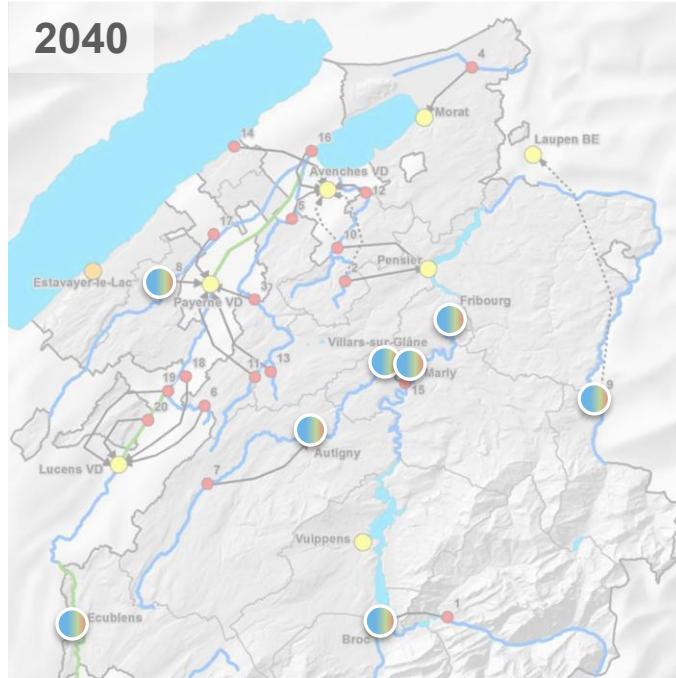
- 11 STEP restantes après projets régionalisation
- STEP de Bussy car suspicion d'exercices pompier à proximité

Analyses cours d'eau amont/aval STEP – 8 STEP

- STEP ne rejetant pas dans un lac

Analyses boues – 24 STEP

- Toutes les STEP exceptée celle de Corserey



STEP: Mesures prévues	Proportion d'eaux usées traitées dans les cours d'eau	STEP
—	—	—
● Aucune	■ Très bon (<5%)	1. Charmey
● Raccordement	■ Bon (5-10%)	11. Torny
● Traitement micropolluants	—	2. Grolley
—> Raccordement	—	12. Villarepos
—> Raccordement evtl.	—	3. Montagny
	□ Limites cantonales	13. Corserey
	□ Limites bassins versants	4. Kerzers
		5. Domdidier
		6. Châtonnaye
		7. Romont
		17. Grandcour VD
		8. Bussy
		18. Trey VD
		9. Zumholz
		19. Granges-Marnand VD
		10. Misery
		20. Henniez VD





Sélection des STEP

Analyses entrée/sortie STEP – 12 STEP

- 11 STEP restantes après projets régionalisation
- STEP de Bussy car suspicion d'exercices pompier à proximité

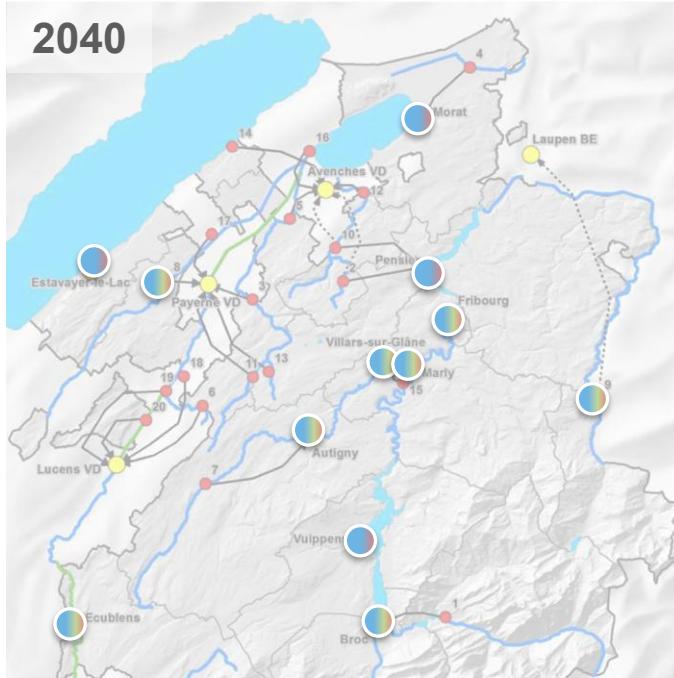
Analyses cours d'eau amont/aval STEP – 8 STEP

- STEP ne rejetant pas dans un lac

Analyses boues – 24 STEP

- Toutes les STEP exceptée celle de Corserey

- Analyses effluent STEP + cours d'eau + boues
- Analyses effluent STEP + boues



STEP: Mesures prévues	Proportion d'eaux usées traitées dans les cours d'eau	STEP
● Aucune	■ Très bon (<5%)	1. Charmey
● Raccordement	■ Bon (5-10%)	2. Grolley
● Traitement micropolluants		3. Montagny
→ Raccordement		4. Kerzers
→ Raccordement evtl.		5. Domdidier
	□ Limites cantonales	6. Châtonnaye
	□ Limites bassins versants	7. Romont
		8. Bussy
		9. Zumholz
		10. Misery
		11. Torny
		12. Villarepos
		13. Corserey
		14. Portalaen
		15. Posieux
		16. Bellerive VD
		17. Grandcour VD
		18. Trey VD
		19. Granges-Marnand VD
		20. Henniez VD





Sélection des STEP

Analyses entrée/sortie STEP – 12 STEP

- 11 STEP restantes après projets régionalisation
- STEP de Bussy car suspicion d'exercices pompier à proximité

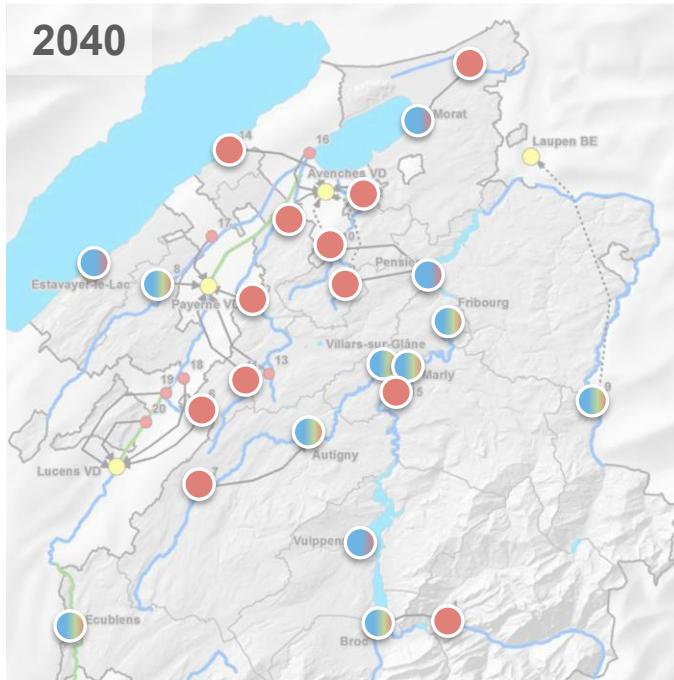
Analyses cours d'eau amont/aval STEP – 8 STEP

- STEP ne rejetant pas dans un lac

Analyses boues – 24 STEP

- Toutes les STEP exceptée celle de Corserey

- Analyses effluent STEP + cours d'eau + boues
- Analyses effluent STEP + boues
- Analyses boues



STEP: Mesures prévues	Proportion d'eaux usées traitées dans les cours d'eau	STEP
—	—	—
● Aucune	■ Très bon (<5%)	1. Charmey
● Raccordement	■ Bon (5-10%)	2. Grolley
● Traitement micropolluants	■ Limites cantonales	3. Montagny
→ Raccordement	■ Limites bassins versants	4. Kerzers
→ Raccordement evtl.	—	5. Domdidier
	—	6. Châtonnaye
	—	7. Romont
	—	11. Torny
	—	12. Villarepos
	—	13. Corserey
	—	14. Portalaen
	—	15. Posieux
	—	16. Bellerive VD
	—	8. Bussy
	—	18. Trey VD
	—	9. Zumholz
	—	19. Granges-Marnand VD
	—	10. Misery
	—	20. Henniez VD



,

STEP par bassin versant

#	STEP	Nombre EH	Bassin versant
1	Fribourg	187'500	Sarine
2	Estavayer (ERES)	88'750	Lac de Neuchâtel
3	Villars-sur-Glâne	47'500	Sarine
4	Vuippens	80'000	Lac de Gruyère
5	Pensier	37'500	Sonnaz-Crausaz
6	Morat (Seeland Süd)	33'500	Murtensee
7	Marly	34'000	Gérine
8	Broc	27'500	Haute Sarine
9	Ecublens (VOG)	42'500	Haute Broye
10	Autigny	13'000	Glâne-Neirigue
11	Zumholz	13'750	Obere Sense
12	Bussy	4'700	Broye



,

Déroulement de l'étape 1



,

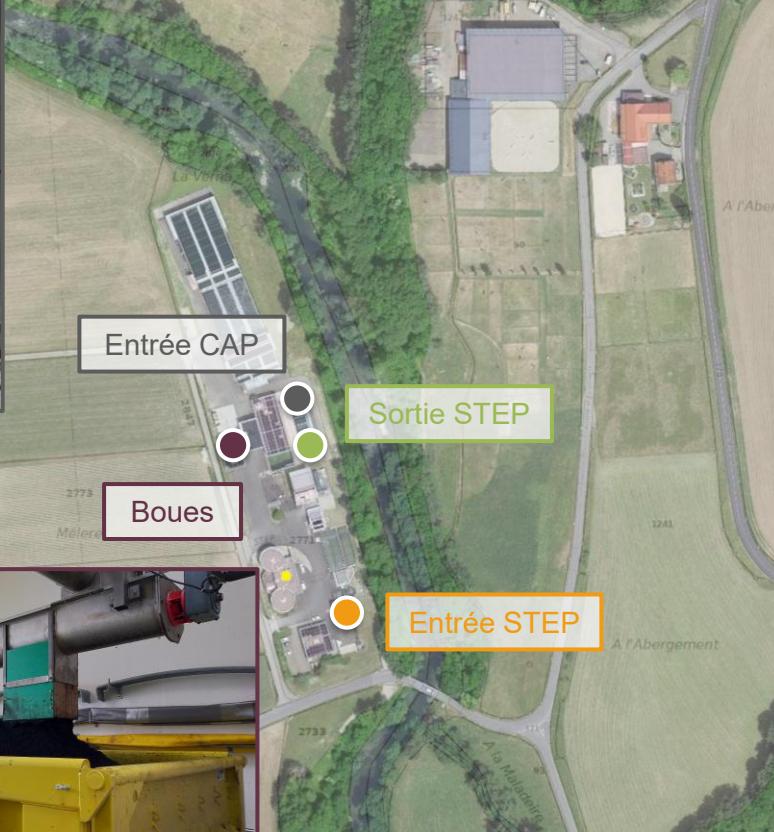
Visites des STEP | contacts et déroulement

#	STEP	Date de visite
1	Fribourg	09.12.2024
2	Estavayer (ERES)	13.12.2024
3	Villars-sur-Glâne	02.12.2024
4	Vuippens	02.12.2024
5	Pensier	05.12.2024
6	Morat (Seeland Süd)	16.12.2024
7	Marly	05.12.2024
8	Broc	12.12.2024
9	Ecublens (VOG)	29.11.2024 (début)
10	Autigny	03.12.2024
11	Zumholz	16.12.2024
12	Bussy	19.12.2024 (fin)



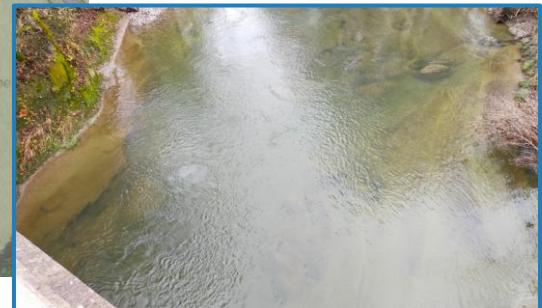
,

Exemple du VOG | prélèvements STEP



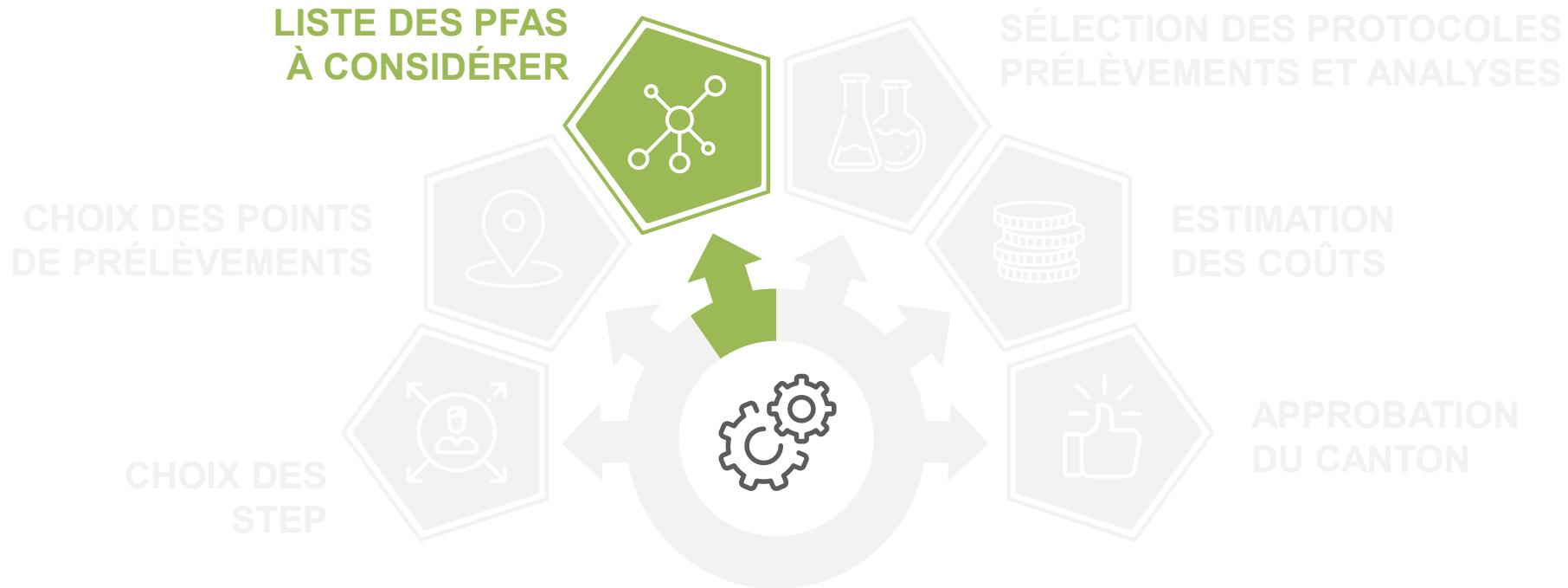
,

Exemple du VOG | prélèvements cours d'eau



,

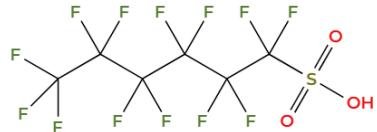
Déroulement de l'étape 1



,

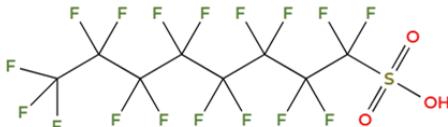
PFAS «ancestraux»

PFHxS
[C6]



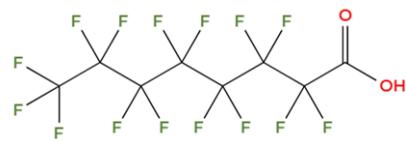
Interdit en Suisse depuis 2022

PFOS
[C8]



Interdit en Suisse depuis 2011

PFOA
[C8]



Interdit en Suisse depuis 2021
(même si exception depuis 2022)

PFNA
[C9]



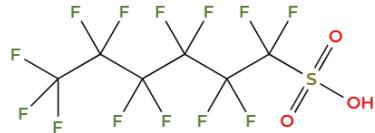
Interdit en Suisse depuis 2022



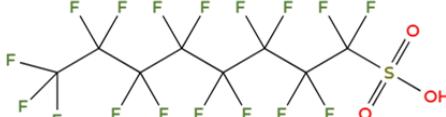
,

PFAS «ancestraux» mais pas que...

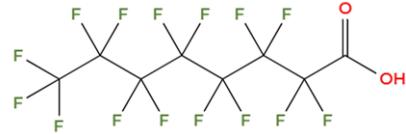
PFHxS
[C6]



PFOS
[C8]



PFOA
[C8]



PFNA
[C9]



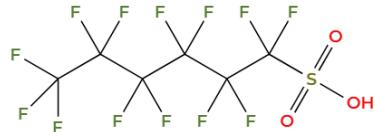
4700, 10'000, 12'000... substances différentes identifiées en fonction de la littérature



,

Le grand remplacement des années 2000

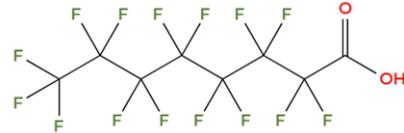
PFHxS
[C6]



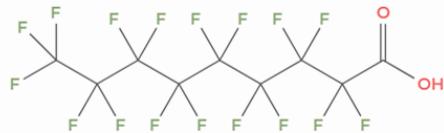
PFOS
[C8]



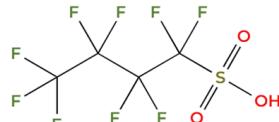
PFOA
[C8]



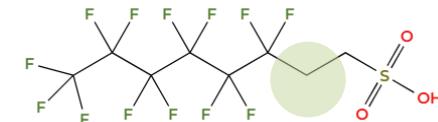
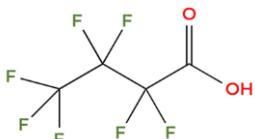
PFNA
[C9]



PFBS
[C4]



PFBA
[C4]



6:2 FTS
[C8]

Nouveaux PFAS plus mobiles dans
l'environnement et dans le corps humain
donc potentiellement moins toxiques

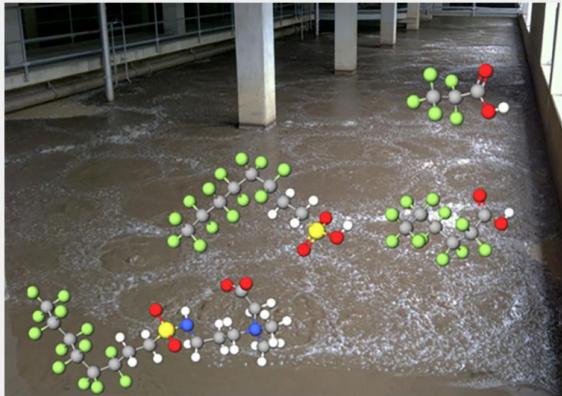


,

Liste des PFAS analysés



Occurrence of PFASs in Swiss Wastewater Treatment Plants



Project team



Dr. Steven Chow
Scientist
Tel. +41 58 765 5665
[✉ Send Mail](#)



Prof. Dr. Juliane Hollender
Senior scientist / Group leader
Tel. +41 58 765 5493
[✉ Send Mail](#)



Dr. Christa McArdell
Senior scientist / group leader
Tel. +41 58 765 5483
[✉ Send Mail](#)

Sélection de **21 PFAS** sur les 44 PFAS analysés dans l'étude de l'eawag

Famille	PFAS	
PFCA	PFBA	Perfluorobutanoic acid
	PFPeA	Perfluoropentanoic acid
	PFHxA	Perfluorohexanoic acid
	PFHpA	Perfluoroheptanoic acid
	PFOA	Perfluorooctanoic acid
	PFNA	Perfluorononanoic acid
	PFDA	Perfluorodecanoic acid
	PFUdA	Perfluoroundecanoic acid
	PFDoA	Perfluorododecanoic acid
PFSA	PFTeA	Perfluorotetradecanoic acid
	PFBS	Perfluorobutanesulfonic acid
	PPPeS	Perfluoropentanesulfonic acid
	PFHxS	Perfluorohexanesulfonic acid
FASA	PFOS	Perfluorooctanesulfonic acid
	FBSA	Perfluorobutanesulfonamide
FTS	FHxSA	Perfluorohexanesulfonamide
	6:2 FTS	6:2 Fluorotelomersulfonic acid
FTCA	8:2 FTS	8:2 Fluorotelomer sulfonic acid
	5:3 FTCA	5:3 Fluorotelomer carboxylic acid
	6:2 FTCA	6:2 Fluorotelomer carboxylic acid
FTAB	6:2 FTAB	6:2 Fluorotelomer sulfonamide betaine (Capstone B)



,

Déroulement de l'étape 1



,

Validation des consignes de prélèvement



Préleveurs automatiques utilisés sans modification



Flacons de prélèvements exclusivement en plastique (adsorption PFAS sur du verre)



Echantillonnage 7 jours consécutifs par temps sec (min. 5 jours)



,

Choix du laboratoire



Choix d'un laboratoire pratiquant des analyses similaires à celles de l'eawag

Développement de méthodes d'analyses spécifiques à notre étude



,

Campagne test sur la STEP du VOG

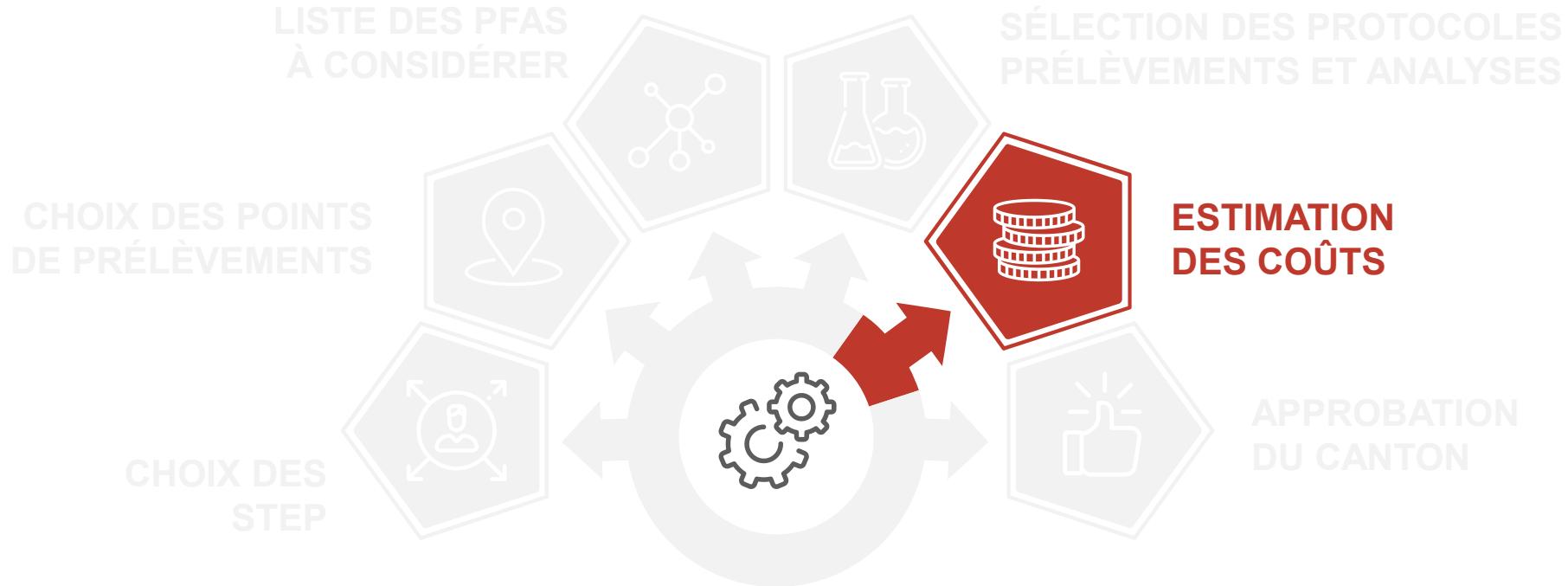


Réalisation d'une campagne test
pour valider l'organisation
entre les STEP, le laboratoire et RWB
ainsi que la précision des analyses



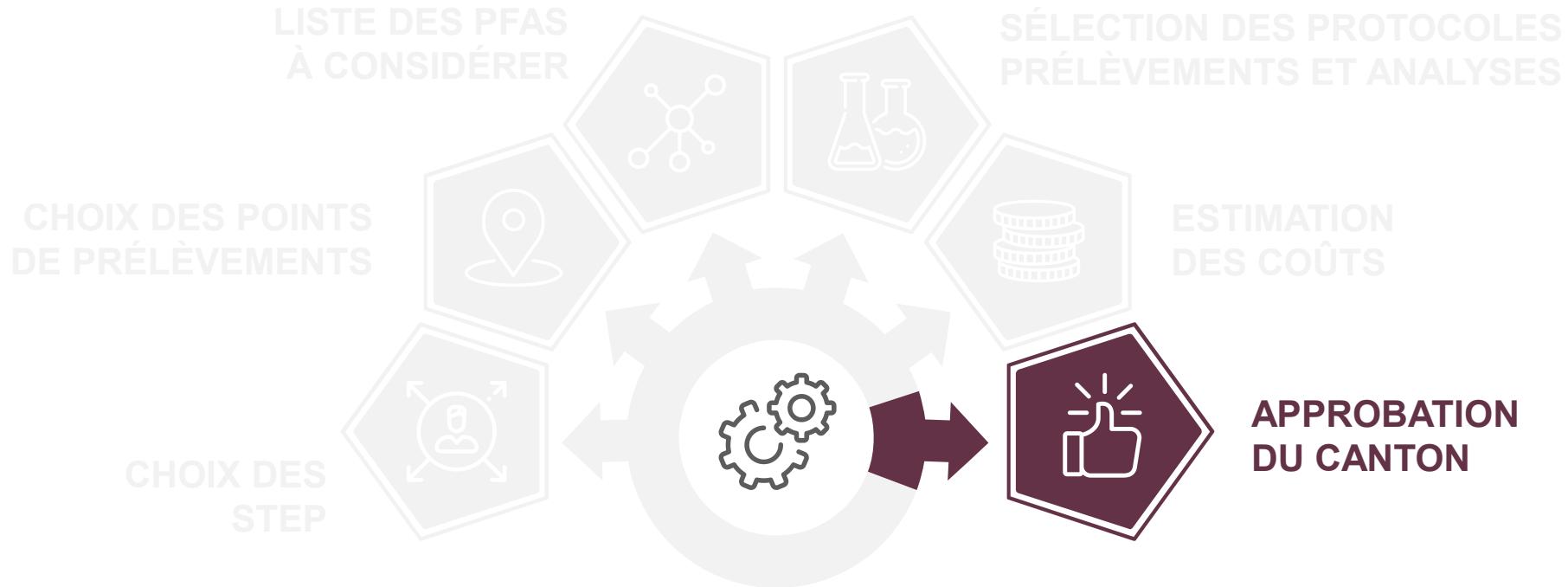
,

Déroulement de l'étape 1



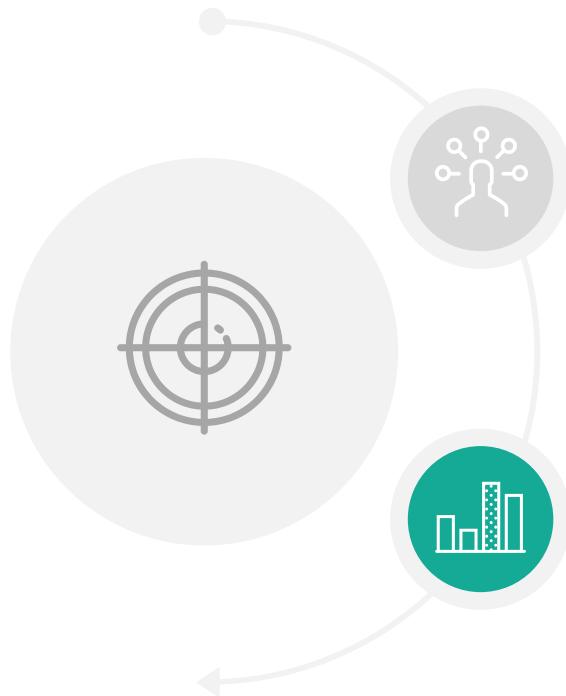
,

Déroulement de l'étape 1



,

Une étude en deux étapes

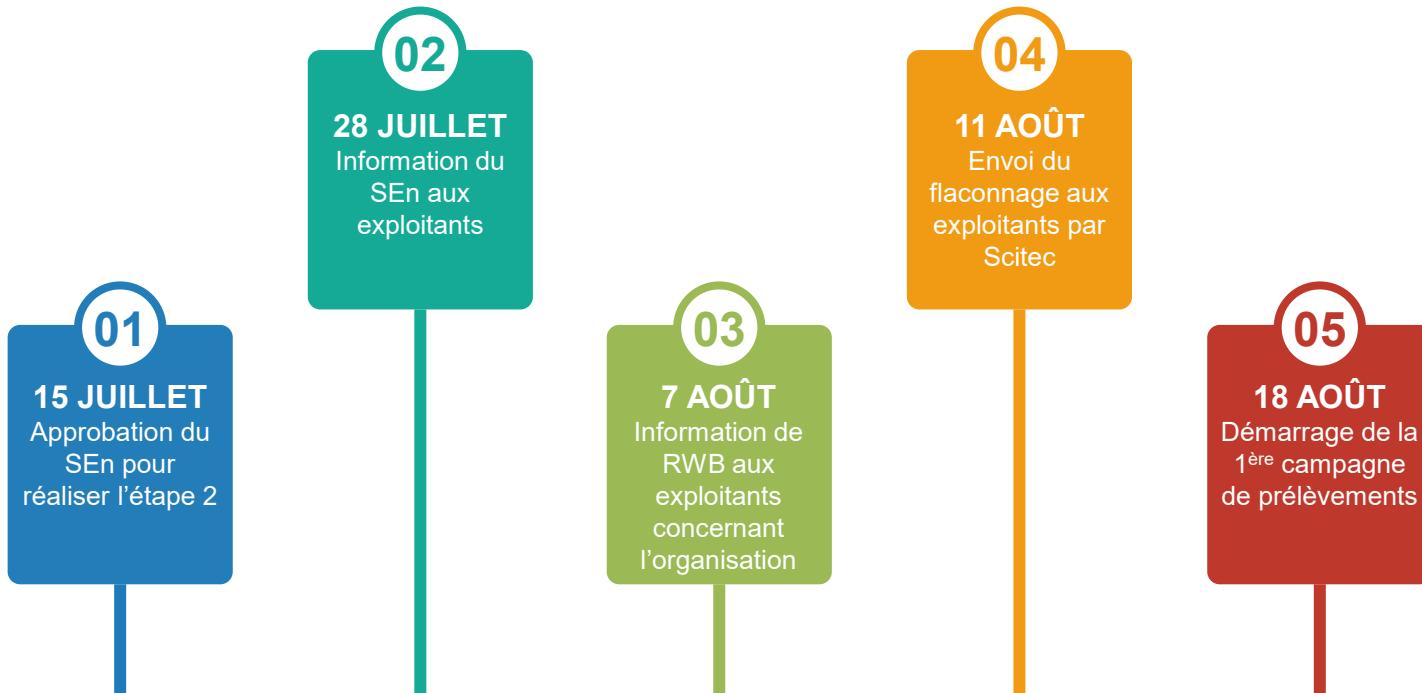


DIAGNOSTICS ET PLANIFICATION
NOVEMBRE 2024 – AVRIL 2025

PRÉLÈVEMENTS, ANALYSES ET RÉSULTATS
JUILLET 2025 – DÉCEMBRE 2025

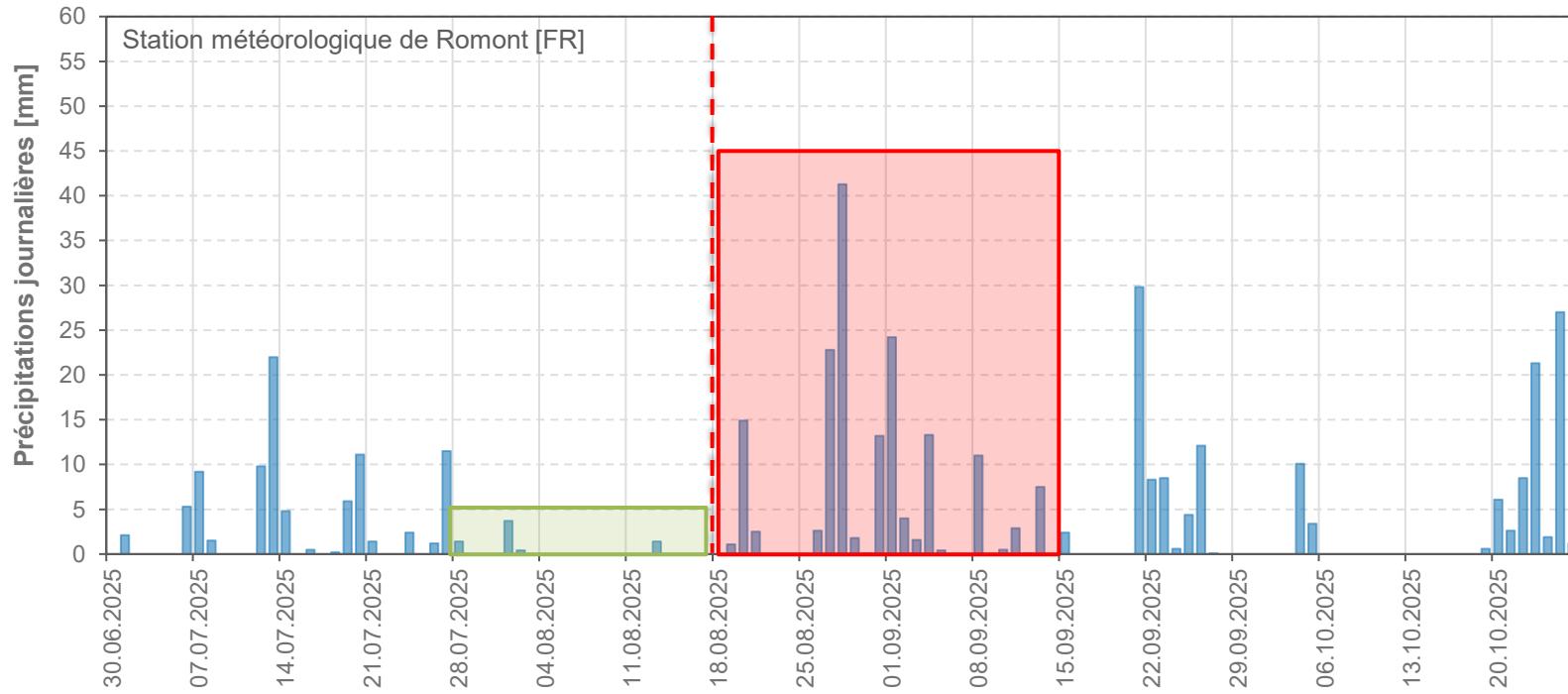


Mise en place de l'étape 2



,

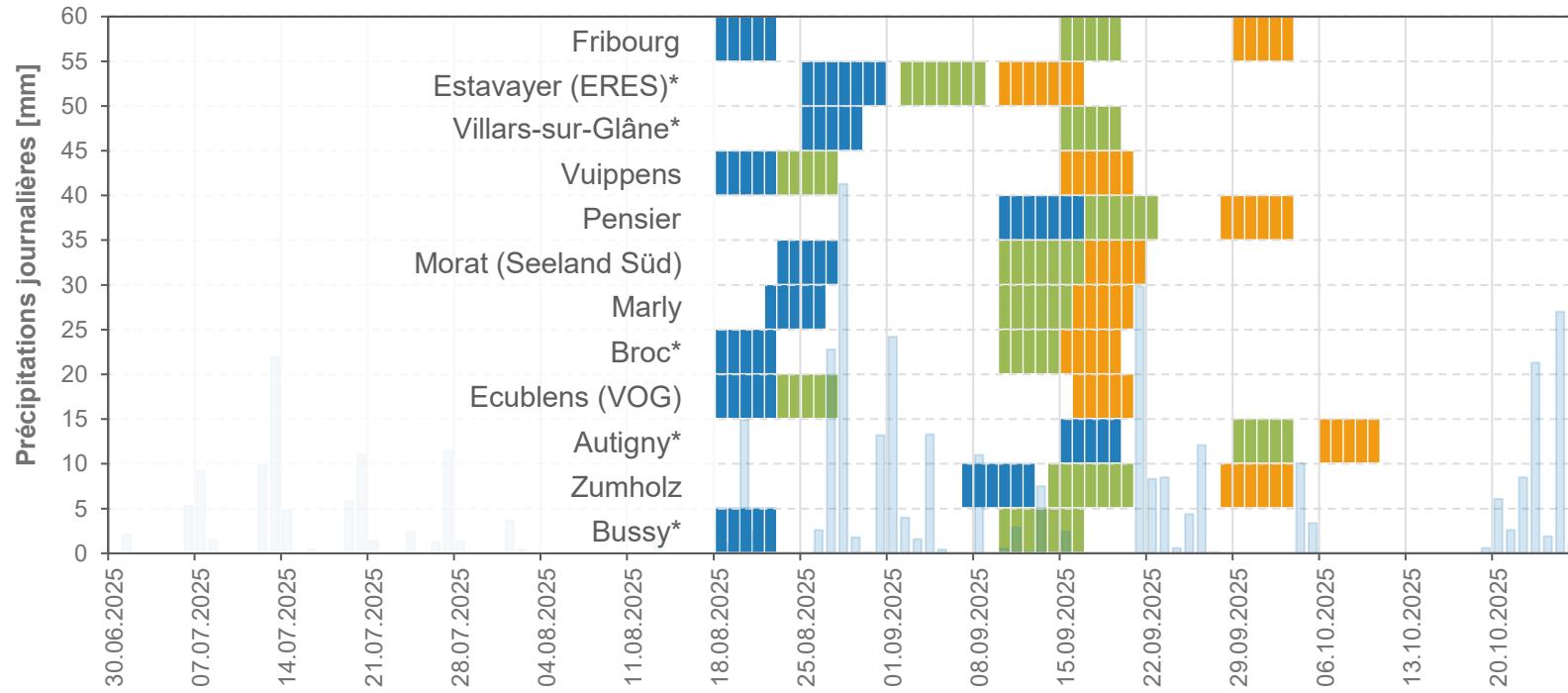
Précipitations juillet-octobre 2025 à Romont [FR]





Campagne de prélèvements

Campagne #1
Campagne #2
Campagne #3

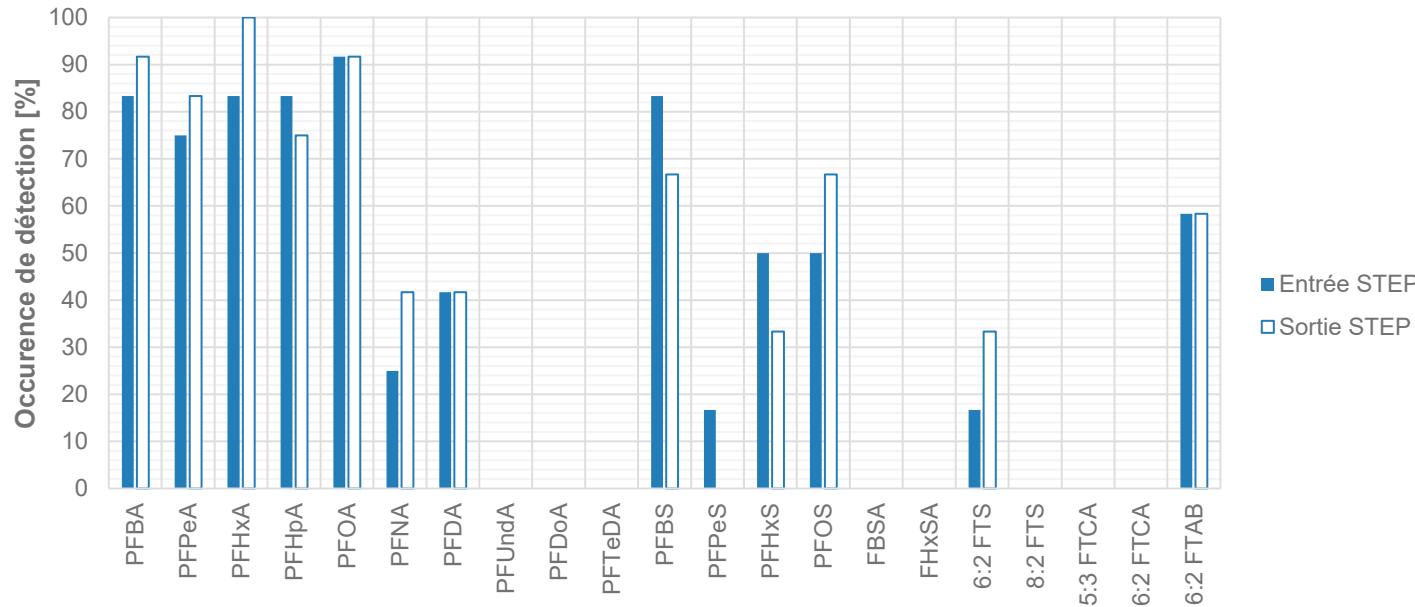


* dates précises en attente de confirmation

,

Occurrence de détection pour la campagne #1

Comparaison entrée et sortie de STEP





Suite de cette étude

NOVEMBRE 2025

Collecte des dernières analyses
auprès de Scitec



NOVEMBRE 2025

Compilation des données
entrées/sortie STEP, boues
et cours d'eau



,

DÉCEMBRE 2026

Séance entre RWB et le SEn pour la restitution des résultats



JANVIER 2026

Remise du rapport final au SEn



2026

Diffusion des conclusions générales



,



Porrentruy · Delémont · La Chaux-de-Fonds · Bienne · Prêles · Neuchâtel · Marly ·
Broc · Payerne · Yverdon-les-Bains · Aclens · Lavey-les-Bains · Martigny · Sierre



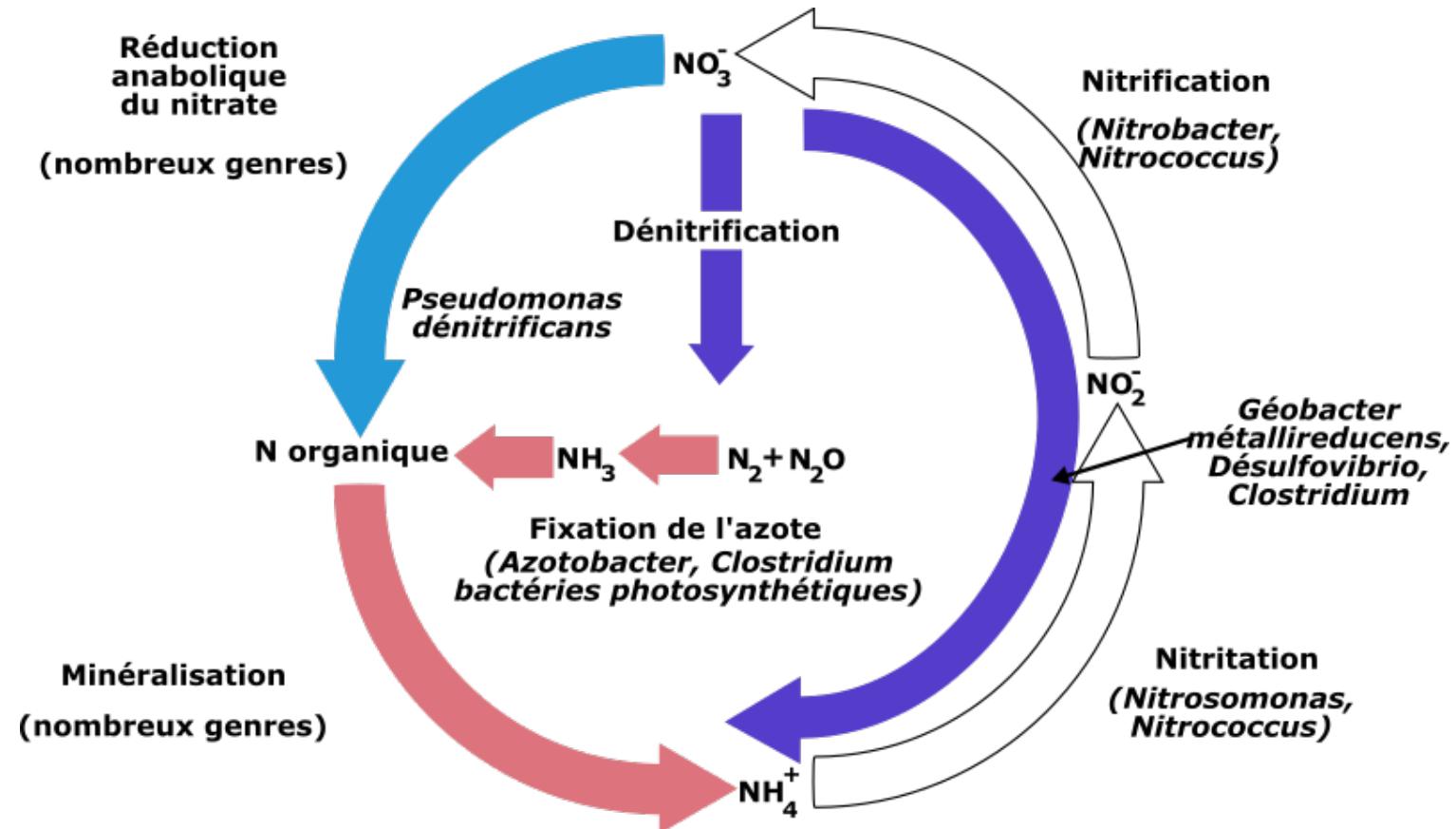
RWB Vaud SA
Route de Lausanne 17
1400 Yverdon-les-Bains



Azote dans les STEPs: pourquoi doit-on faire mieux ?

Alexandra Kroll

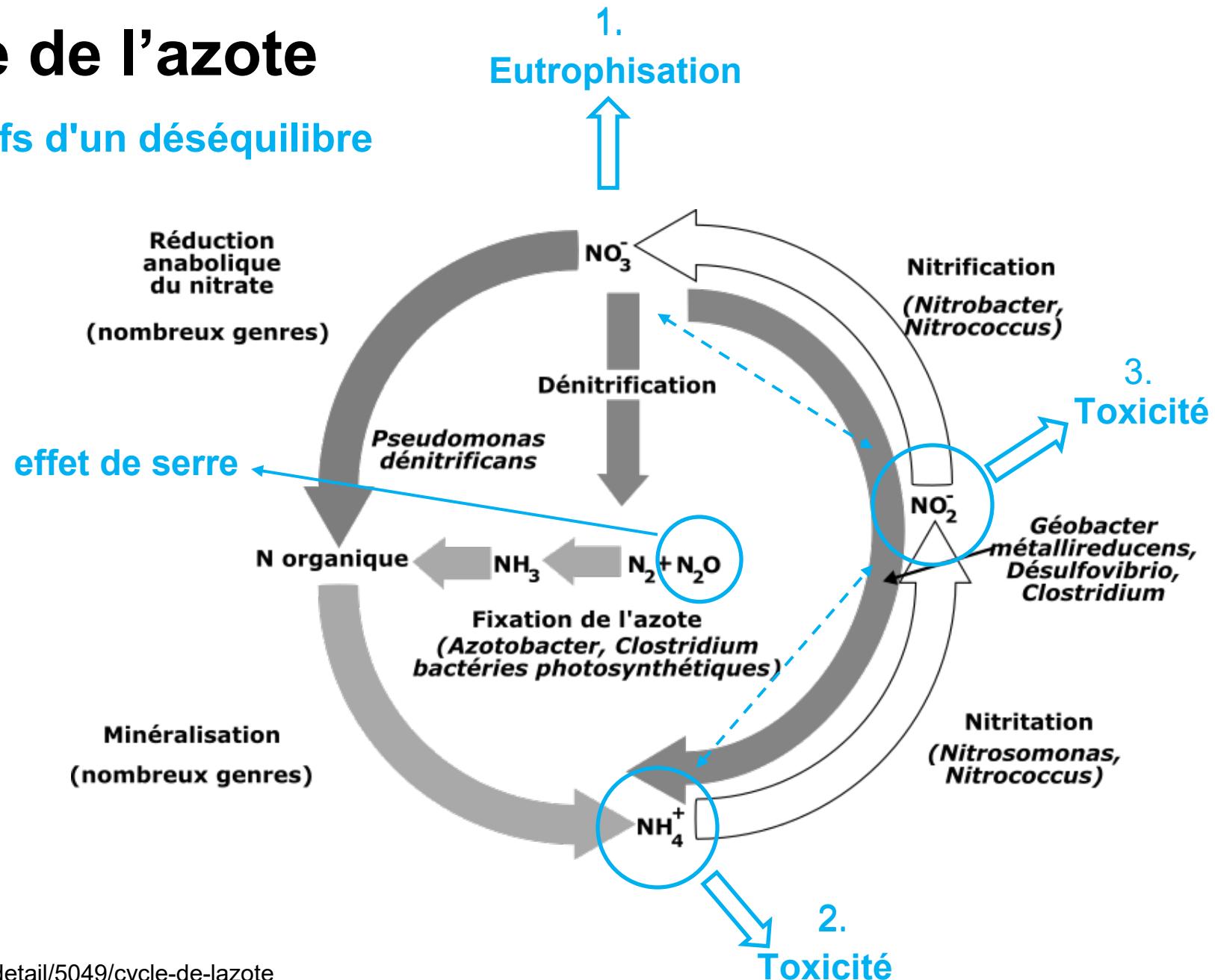
Le cycle de l'azote





Le cycle de l'azote

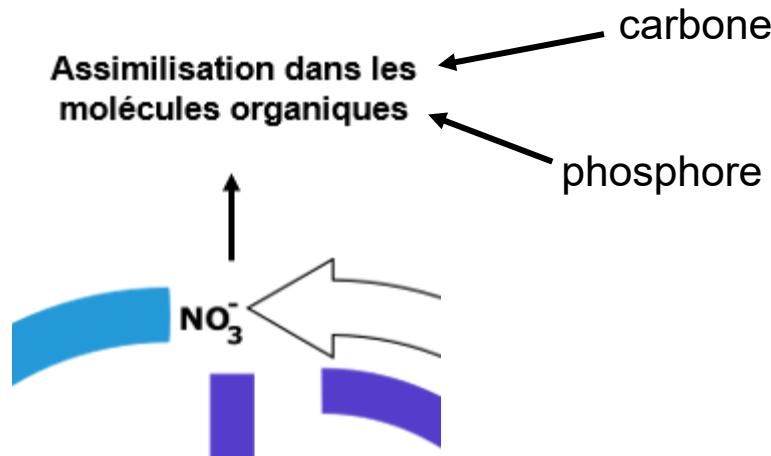
Effets négatifs d'un déséquilibre





1. Eutrophisation, rapport N/P

Le rôle du nitrate en tant que nutriment



Perturbation des cycles de l'azote et du phosphore : Carence ou **eutrophisation**

Concentrations élevées de nitrate ou de phosphore peuvent déclencher un processus qui se renforce lui-même:

- la prolifération d'algues
- manque d'oxygène, de lumière, de nutriments
- dégradation aérobies et anaérobies des algues mortes

- l'asphyxie des poissons
- acifidification

Loi de Liebig

Milieu marin:	l'azote est limitant, N:P<10
Eau douce:	le phosphore est limitant, N:P>20





Eutrophisation des eaux de surface en CH

- Dans les lacs et les cours d'eau suisses, le **phosphore** est le nutriment limitant
- Les apports d'azote n'entraînent donc pas de problèmes d'eutrophisation

Rapport de l'OFEV, référence OFEV-447.42-274710

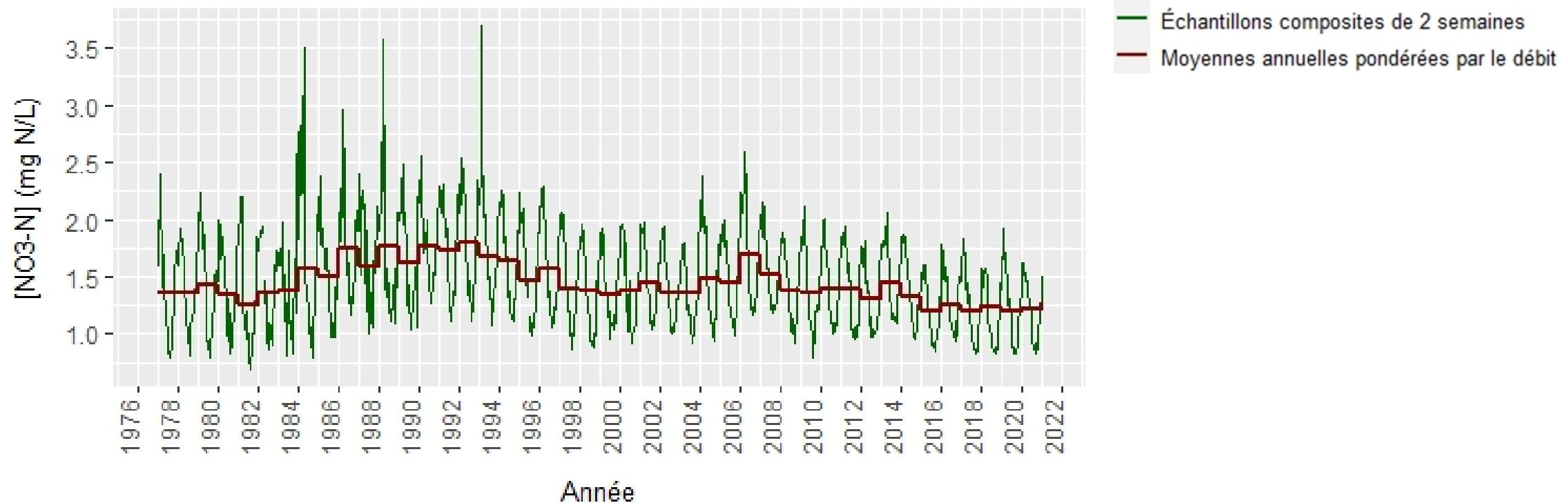
Apport d'azote dans la mer du nord

- Les apports d'azote dans la mer du Nord **sont encore trop élevés**.
- L'objectif de la Commission OSPAR de réduire de moitié les apports d'azote par rapport à 1985 n'a pas été atteint.
- CH 2020: 47'126 – 51'588 t/an (Rhin) correspond à **5.3-5.8 kg/an/p**  **19% STEP**
- D 2021: 130'000 t/an (tous les cours d'eau se jetant dans la mer du Nord) correspond à **1.5 kg/an/p**

<https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/52904>

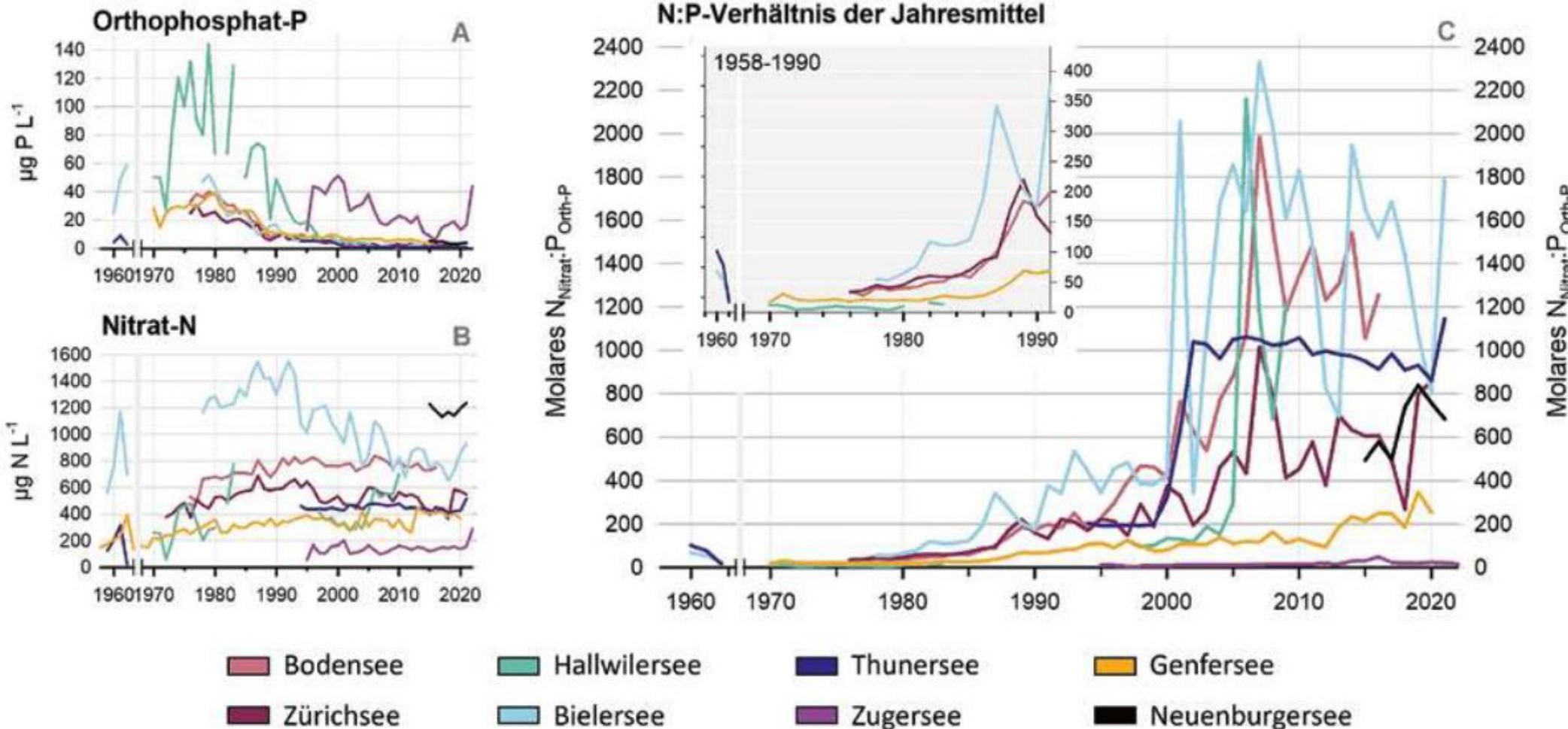
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/nordsee/flusseintraege-direkte-eintraege-in-die-nordsee#weniger-nahrstoffe-gelangen-in-die-nordsee>

Évolution temporelle du nitrate dans le Rhin à Bâle: peu d'amélioration depuis les année 1970



Évolution temporelle des concentrations en nitrate dans le Rhin à Bâle. Si elles ont diminué dans les années 1990 grâce au développement des STEP, à la baisse des émissions d'oxydes d'azote dues au trafic (>1990) et à une nouvelle loi sur l'agriculture (en 1993), la charge totale en nitrate est encore trop élevée. Source des données : NADUF. Le lieu exact d'échantillonnage a changé en 1995 (<1995 : Village Neuf et ≥ 1995 : Weil).

Rapport N/P non naturel dans les lacs en CH: développement historique



Rapport N/P non naturel dans les lacs en CH



- Répercussions de la teneur élevée en nutriments enregistrée dans les années 1970 et 1980
- Rapport N/P anormalement élevé dans les lacs suisses (un phénomène global dans les lacs d'influence anthropique)
- Les quantités d'algues n'ont retrouvé un niveau proche de l'état naturel que dans un tiers des grands lacs
- Les conséquences écologiques à long terme font l'objet de recherches actuelles



<https://www.zh.ch/de/gesundheit/lebensmittelgebrauchsgegenstaende/gebrauchsgegenstaende/bade-duschwasser/blaualgen.html>

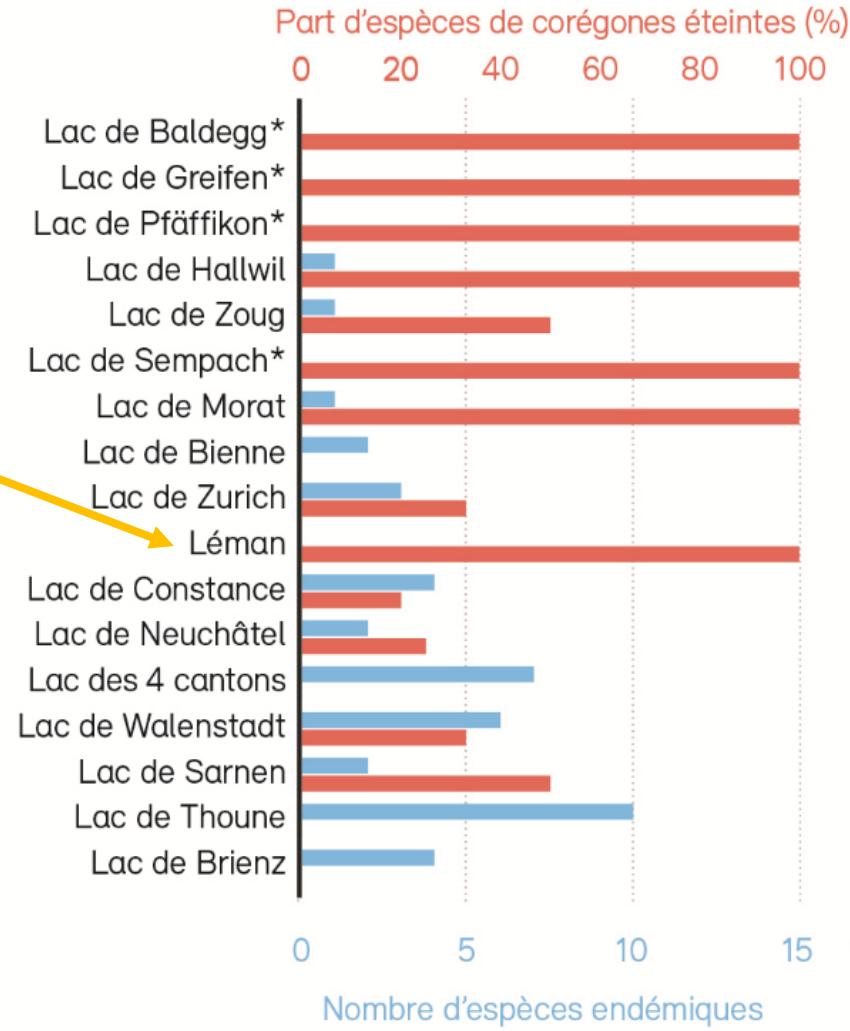
Rapports de l'OFEV

OFEV-447.42-2747 et https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/externe-studien-berichte/veraenderung-der-stickstoff-zu-phosphor-verhaeltnisse-in-seen.pdf.download.pdf/NP_in_CH_Seen_Abschlussbericht.pdf

Rapport N/P non naturel dans les lacs en CH: effets sur les communautés d'organismes aquatiques



- Influence la composition des espèces d'algues et leur rapport N/P se répercute sur l'ensemble de la chaîne alimentaire dans le lac, **par ex. par un changement de la qualité de l'alimentation**
- la pénurie d'oxygène dans le fond des lacs a entraîné **la disparition fréquente de poissons**, notamment diverses espèces de corégones
- **les cyanobactéries ont eu tendance à proliférer, en plus à des températures plus élevées**
- les études indiquent que les cyanobactéries produisent **plus de toxines lorsque le nitrate est plus élevée**



<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/lacs/qualite-de-l-eau-des-lacs.html>

Cyanobactéries, rapport N/P, température, toxicité:

Paerl, H. W., et al. (2016). Environmental Science & Technology, 50(20), 10805–10813.

Müller B., et al. (2019). Scientific Reports, 9:18054.

Monchamp, M. E. et al. (2018). Nature Ecology and Evolution, 2(2), 317–324.

Hellweger, F. L., et al. (2022). Science, 1005(May), 1001–1005.

* aucune information sur les espèces endémiques



2. Toxicité de l'ammonium



Toxicité de l'ammonium via l'ammoniac

- L'ammoniac (NH_3) est directement toxique pour les poissons.
- NH_3 est formé à partir de l'ammonium (NH_4).
- **Plus la température et le pH sont élevés, plus la quantité de NH_3 produite.**
- Des concentrations d'ammonium proches des valeurs de l'OEaux ont déjà entraîné la mort d'individus de plusieurs espèces de poissons indigènes dans le cadre de différentes études écotoxicologiques.

Les symptômes

la perte d'équilibre, l'hyperexcitabilité, l'augmentation de la respiration, du débit cardiaque et de l'absorption d'oxygène et, finalement, des convulsions, le coma et la mort

Le mécanisme principal

rompt l'équilibre de la capacité antioxydante, provoque des dommages oxydatifs, affecte la réponse immunitaire et provoque une neurotoxicité, endommagent l'épithélium des branchies et provoquent l'asphyxie



Toxicité de l'ammonium via l'ammoniac

- L'ammoniac (NH_3) est directement toxique pour les poissons.
- NH_3 est formé à partir de l'ammonium (NH_4^+).
- **Plus la température et le pH sont élevés, plus la quantité d'ammoniac dissous est élevée.**
- Des concentrations d'ammonium proches des valeurs de mort d'individus de plusieurs espèces de poissons ont été trouvées dans différentes études écotoxicologiques.

Les symptômes

la perte d'équilibre, l'hyperexcitabilité, l'augmentation de la respiration, finalement, des convulsions, le coma et la mort

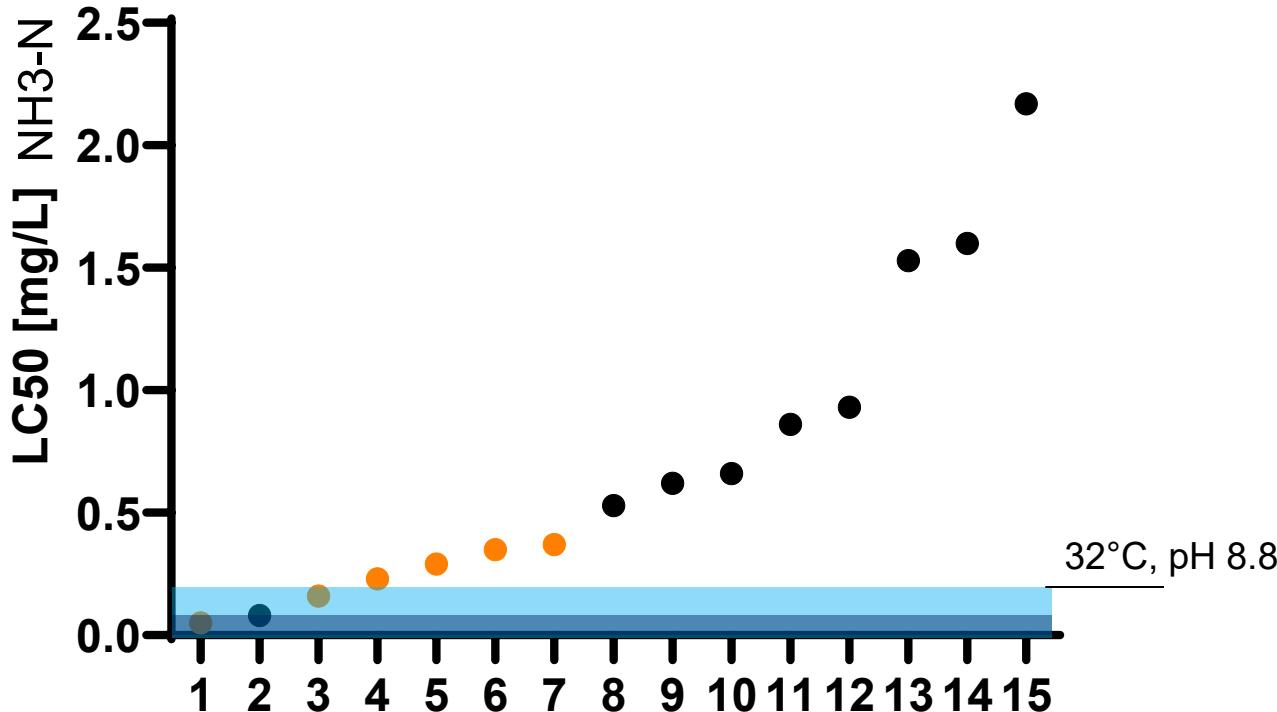
Le mécanisme principal

rompt l'équilibre de la capacité antioxydante, provoque des dommages à une neurotoxicité, endommagent l'épithélium des branchies et provoquent l'asphyxie

Table 1: Percentage of TAN in the toxic unionised form NH_3 at different temperature and pH levels. Boyd (1982) "Water quality management for pond fish culture".

pH	Temperature °C						
	8	12	16	20	24	28	32
7.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0
8.0	1.6	2.1	29.	3.8	5.0	6.6	8.8
8.2	2.5	3.3	4.5	5.9	7.7	10.0	13.2
8.4	3.9	5.2	6.9	9.1	11.6	15.0	19.5
8.6	6.0	7.9	10.6	13.7	17.3	21.8	27.7
8.8	9.2	12.0	15.8	20.1	24.9	30.7	37.8
9.0	13.8	17.8	22.9	28.5	34.4	41.2	49.0
9.2	20.4	25.8	32	38.7	45.4	52.6	60.4
9.4	30.0	35.5	42.7	50.0	56.9	63.8	70.7
9.6	39.2	46.5	54.1	61.3	67.6	73.6	79.3
9.8	50.5	58.1	65.2	71.5	76.8	81.6	85.8
10.0	61.7	68.5	74.8	79.9	84.0	87.5	90.6
10.2	71.9	77.5	82.4	86.3	89.3	91.8	93.8

Toxicité de l'ammonium – concentrations létales/poissons



1. **Oncorhynchus mykiss (salmonid; sac fry/alevins)**
2. **Oncorhynchus gorbuscha (salmonid; fry)**
3. **Oncorhynchus mykiss (salmonid; sac fry/alevins)**
4. **Salmo salar (salmonid; fry)**
5. **Perca fluviatilis (percoid; fry)**
6. **Rutilus rutilus (cyprinid; fry)**
7. **Oncorhynchus mykiss (salmonid; sac fry/alevins)**
8. **Salmo gairdneri stonei (salmonid; fry)**
9. **Curimbatá Prochilodus lineatus**
10. **Stizostedion vitreum**
11. **Ictalurus punctatus**
12. **Salmo gairdneri (salmonid)**
13. **Catastomus commersoni**
14. **Galaxias maculatus**
15. **Pimephales promelas**

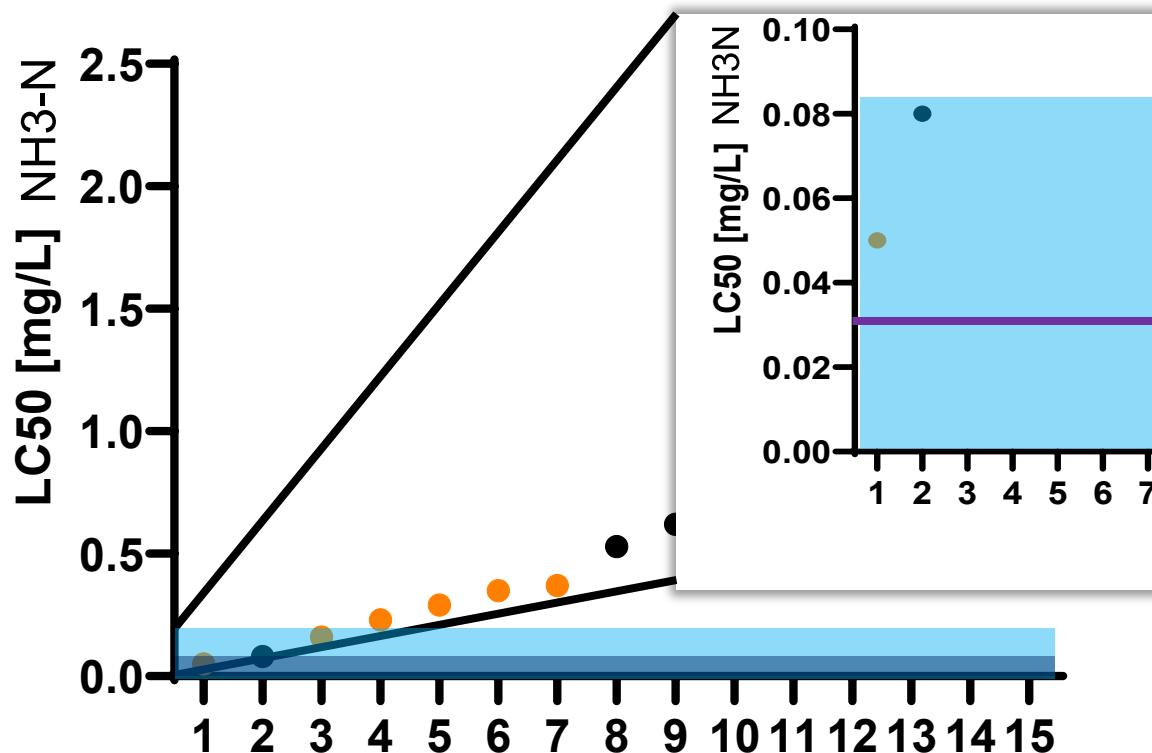
Ammonium/OEaux

0.2 mg N/L (> 10°C); [0.2-40 % NH3 (pH 7-8.8)]*

0.4 mg N/L (< 10°C); [0.2-10 % NH3 (pH 7-8.8)]*

*d'après Boyd 1982

Toxicité de l'ammonium – concentrations létales/poissons



Belgique:
AA-EQS 30 $\mu\text{g}/\text{L}$

Ammonium/OEaux
0.2 mg N/L ($> 10^\circ\text{C}$); [0.2-40 % NH3 (pH 7-8.8)]*
0.4 mg N/L ($< 10^\circ\text{C}$); [0.2-10 % NH3 (pH 7-8.8)]*

*d'après Boyd 1982



3. Toxicité du nitrite



Toxicité du nitrite

- Le nitrite est directement toxique pour les poissons.
- La toxicité du nitrite dépend du pH et de la concentration en Cl-.
- **Plus le pH et la concentration en Cl- sont élevés, moins le nitrite est toxique.**
- Si les valeurs cibles du module SMG sont respectées, toxicité est improbable.

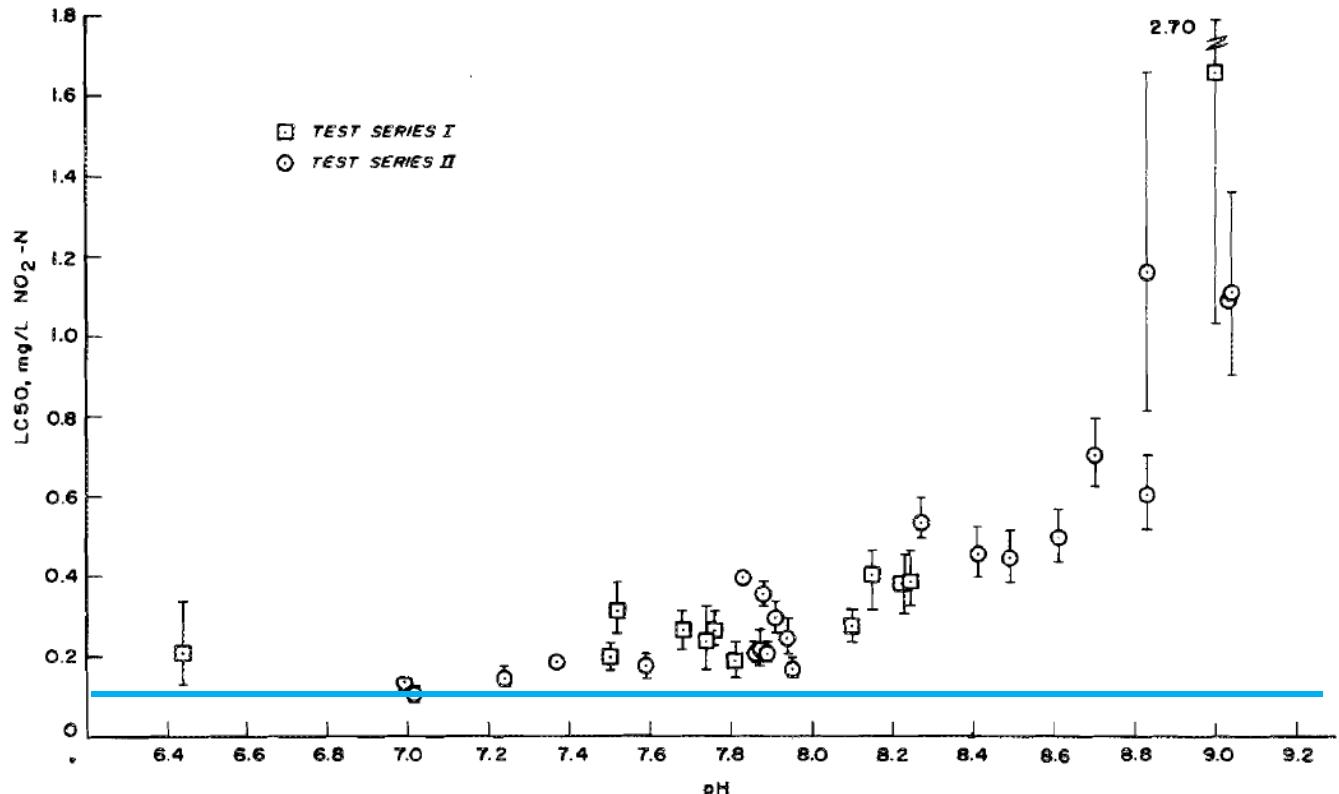
Le mécanisme principal

Conversion des molécules porteurs d'oxygène en des formes incapables de transporter l'oxygène → hypoxie, mort

Autres effets

- épuisement des niveaux extracellulaires et intracellulaires de Cl-, provoquant un grave déséquilibre électrolytique
- épuisement du K+ intracellulaire et élévation des niveaux de K+ extracellulaire affectant les potentiels membranaires, la neurotransmission, les contractions des muscles squelettiques et la fonction cardiaque
- formation de composés N-nitrosés mutagènes et cancérogènes
- endommagement des mitochondries dans les cellules du foie, entraînant une pénurie d'O₂ dans les tissus
- répression du système immunitaire diminuant la tolérance aux maladies bactériennes et parasitaires.

Toxicité du nitrite - truite arc-en-ciel, dépendant du pH



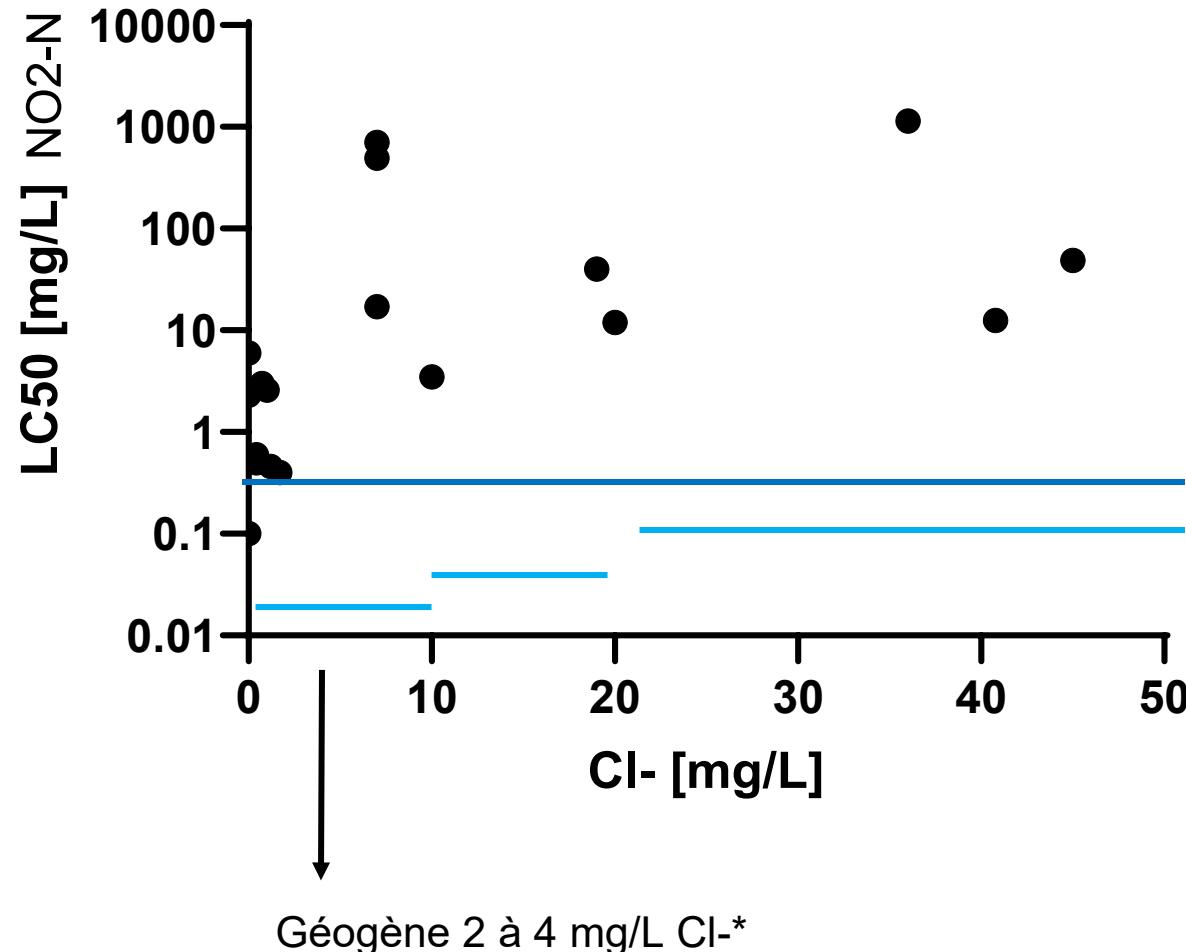
0.1 mg N/L: Valeur cible pour les eaux selon le SMG (dépend de la concentration en Cl⁻)

FIG. 1. Acute toxicity to rainbow trout of nitrite over the pH range 6.4–9.0, LC50 as $\text{NO}_2\text{-N}$ vs. pH. (Error bars are 95% confidence intervals.)

Figure taken from Russo et al. (1981).



Toxicité du nitrite – concentrations létales/poissons



valeur l’Oeaux, déversement d’eaux polluées communales dans les eaux

0.3 mg/L

valeurs cibles du module SMG

(système modulaire gradué),

appréciation: « moyen »:

0,02 à < 0,03 mg/L N, <10 mg/L Cl-

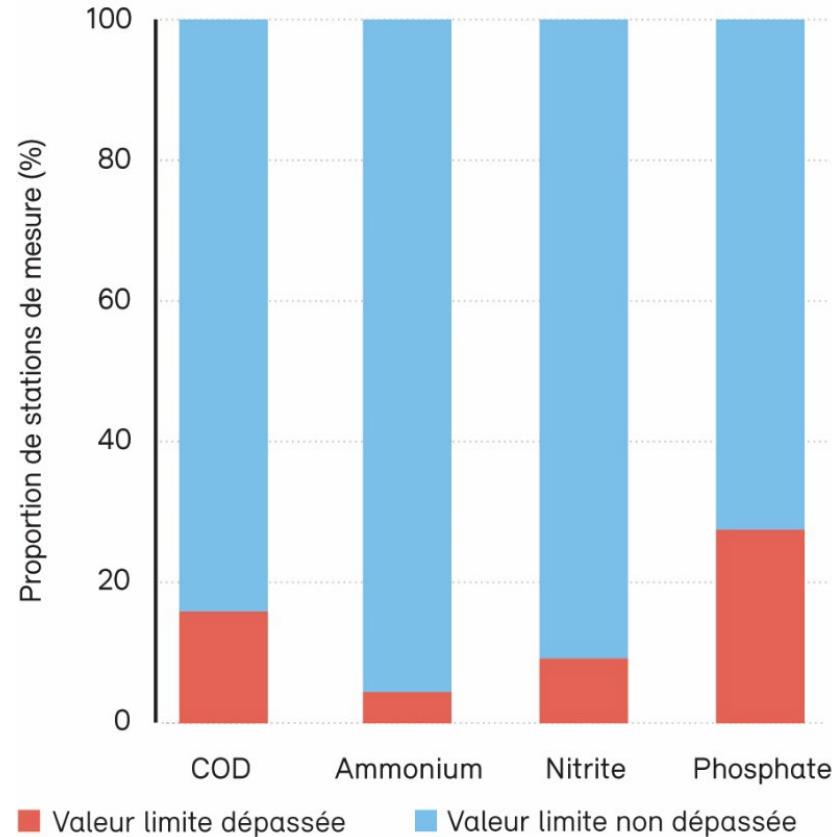
0,05 à < 0,075 mg/L N, 10 à 20 mg/L Cl-

0,10 à < 0,15 mg/L N, >20 mg/L Cl-



Dépassements des valeurs limites: 2011-2020

Les nutriments dépassent encore leurs valeurs limites au niveau de 5 à 30 % des stations de mesure NAWA.



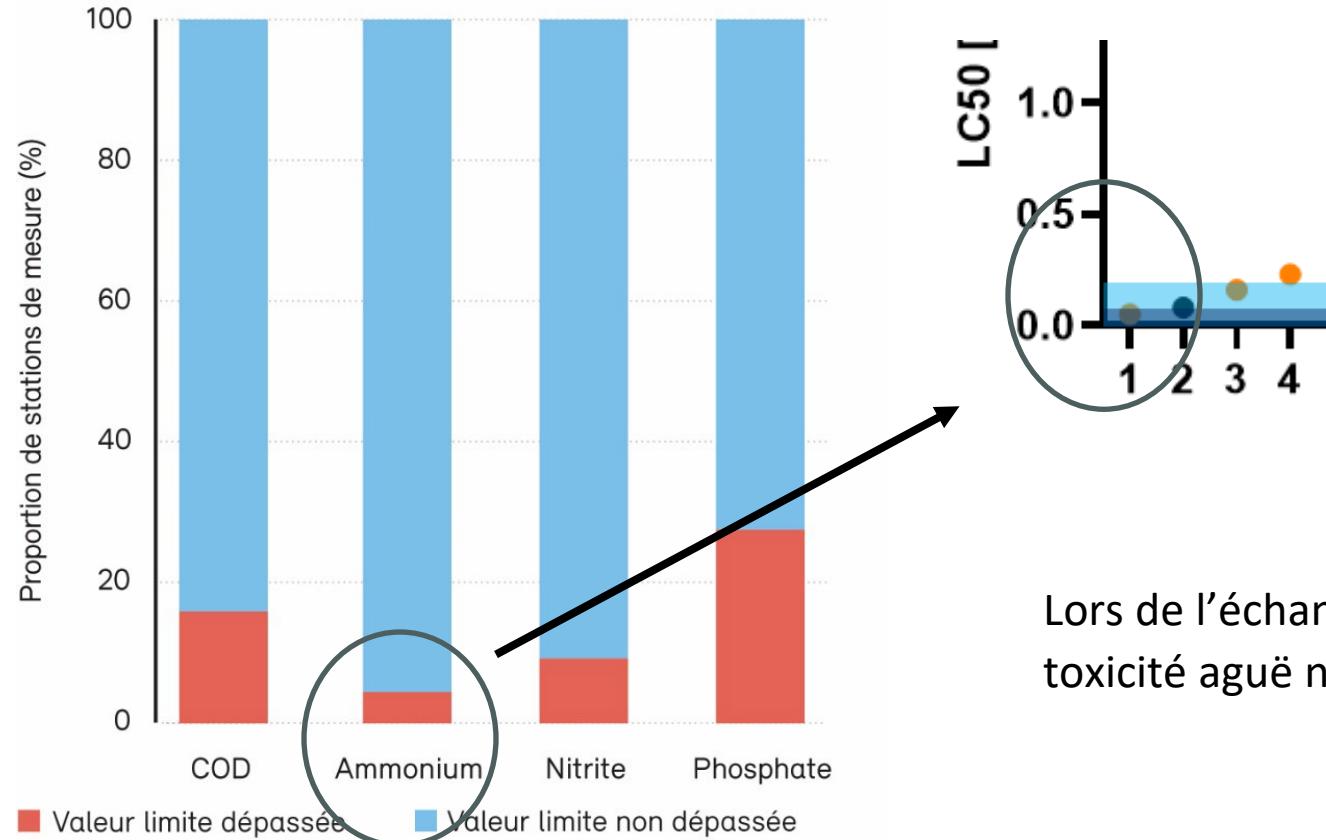
Données : NAWA

valeur moyenne sur les périodes de mesure 2011 à 2020. Nombre de stations : COD, 95 ; ammonium et nitrites, 105 ; phosphate, 31 dans des affluents de lac.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/cours-d-eau/qualite-des-cours-deau/substances-nutritives-dans-leau.html>

Dépassements des valeurs limites: 2011-2020

Les nutriments dépassent encore leurs valeurs limites au niveau de 5 à 30 % des stations de mesure NAWA.





L'origine de l'azote dans les eaux de surface

Total ~70'000 t/an en 2020, correspond à ~7.7% de moins par rapport à 2010 (moins d'agriculture et déposition)

Sources principales	t/an	proportion
STEP & décharges d'eaux mixtes	22'189 + 630	32%
Agriculture	32'433	46%

Autres sources diffuses:

Apport indirect de l'urbanisation et du trafic, sources naturelles

Conclusions



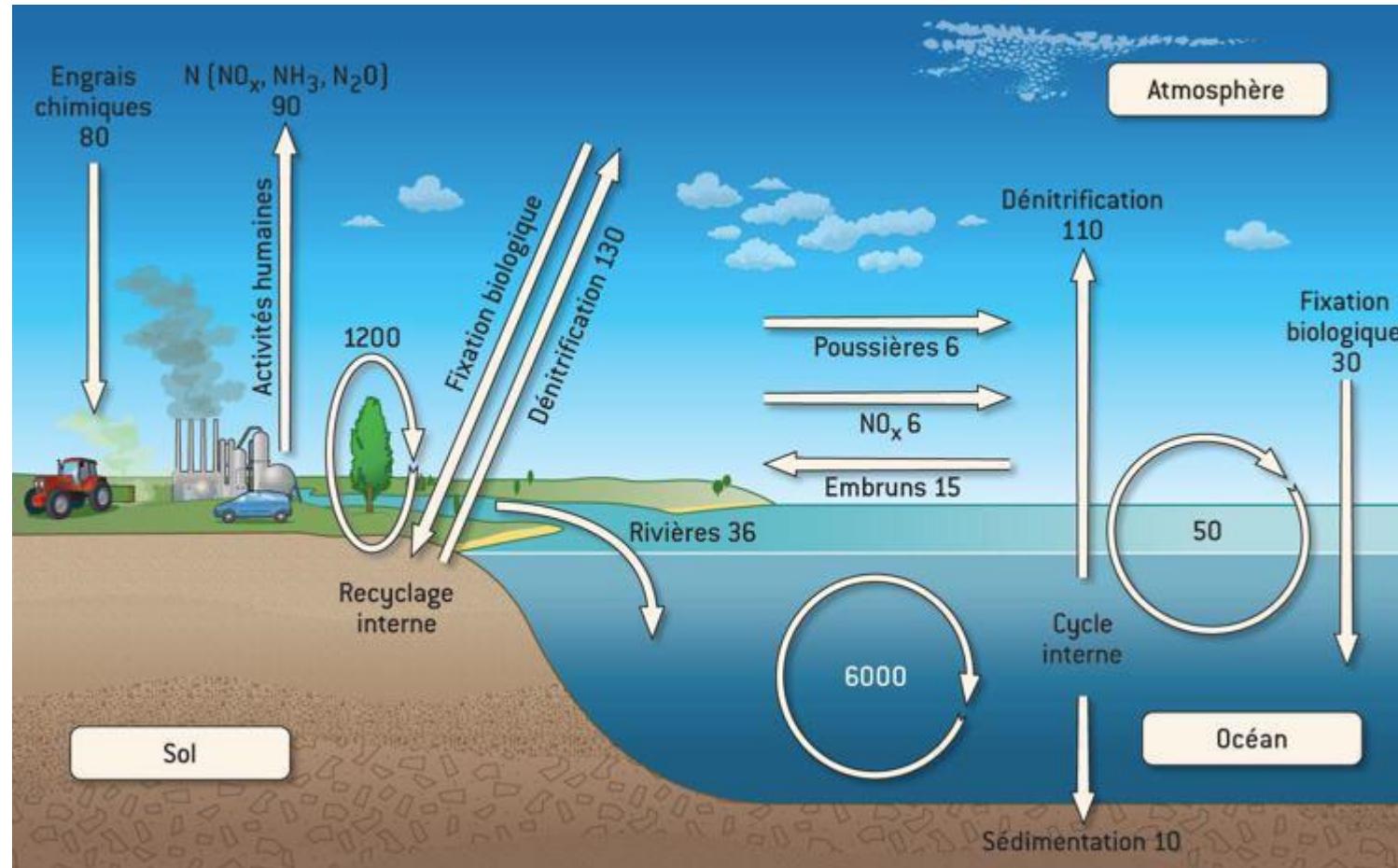
Les principaux problèmes liés à l'azote dans les eaux surface:

- Exportation d'azote dans les mers - la suisse exporte de manière disproportionnée
- Ratio N/P dans les lacs – impact sur tout l'écosystème du lac
- Concentrations problématiques de nitrite et d'ammonium dans les cours d'eau – les valeurs limites ne contiennent pas de facteurs de sécurité, effets du mélange inconnus
- Les problèmes augmenteront avec la hausse de la température des eaux

Annexe



Le bilan de l'azote global



<https://omer7a.obs-mip.fr/malette/fiches/Cycle-de-l-azote.html>

Toxicité de l'ammonium



Species	CH	Effect concentrations [mg NH ₃ -N/L]	Reference
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (salmonid; fry)	no	0.08 (96 h LC50)	Rice and Bailey (1980)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (salmonid; sac fry/alevins)	yes	0.16–0.37 (96 h LC50) 0.05 (72 d LC50)	Calamari et al. (1997)
<i>Salmo salar</i> (salmonid; fry)	yes	0.23 (24 h LC50)	Herbert and Shurben (1965)
<i>Perca fluviatilis</i> (percoid; fry)	yes	0.29 (96 h LC50)	Ball (1967)
<i>Rutilus rutilus</i> (cyprinid; fry)	yes	0.35 (96 h LC50)	Ball (1967)
<i>Salmo gairdneri stonei</i> (salmonid)	no	0.53 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)
<i>Curimbatá Prochilodus lineatus</i>	no	0.62 (96 h LC50)	Zuffo et al. (2021)
<i>Stizostedion vitreum</i>	no	0.66 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)
<i>Ictalurus punctatus</i>	no	0.86 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)
<i>Salmo gairdneri</i> (salmonid)	no	0.93	EPA (1985)
<i>Catastomus commersoni</i>	no	1.53 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)
<i>Galaxias maculatus</i>	no	1.6 (96 h LC50)	Richardson (1991)
<i>Pimephales promelas</i>	no	2.17 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)

Non-exhaustive list of ammonia toxicity to freshwater fish

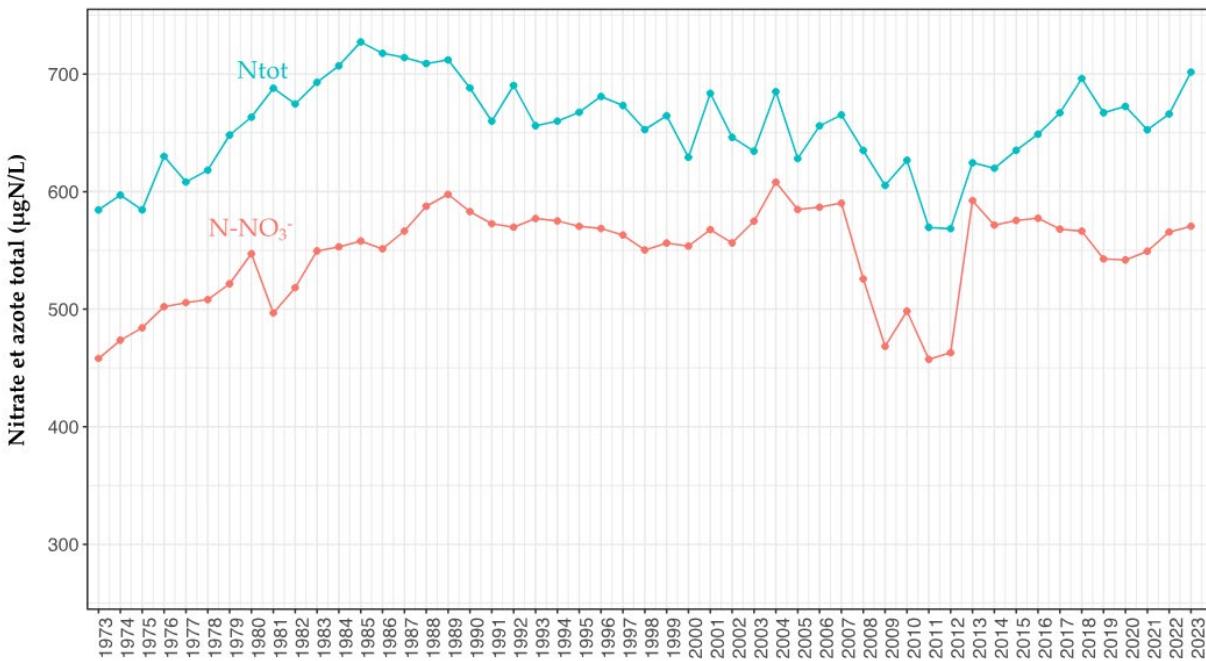
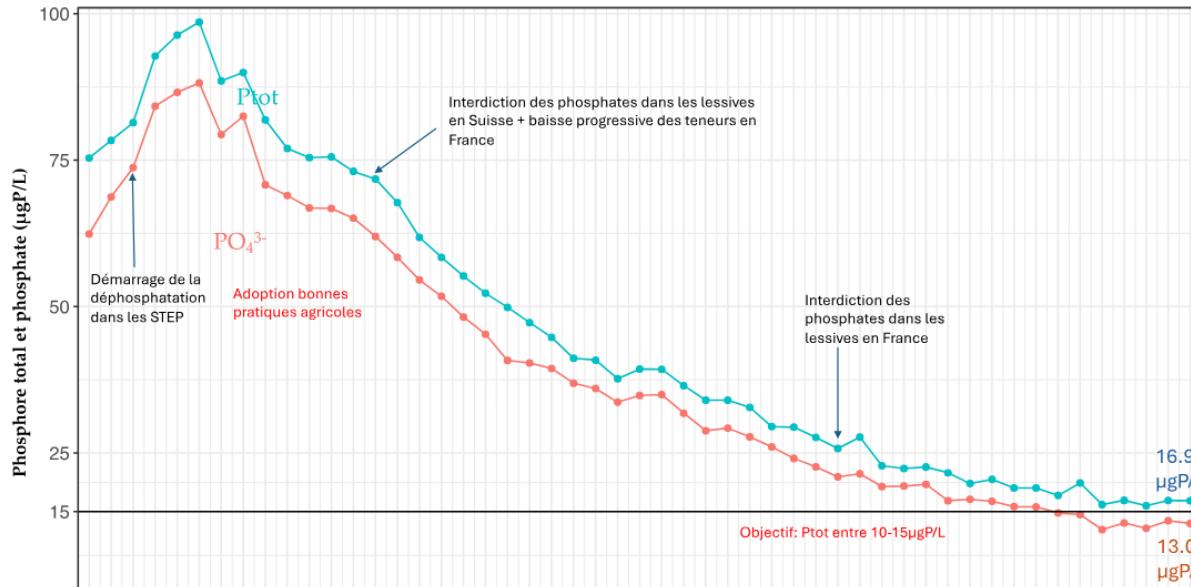


Toxicité du nitrite

Species (stage/size)	CH	Cl- [mg/L]	LC50 (96h) [mg NO ₂ -N/L]	Reference
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (salmonid, adult)	yes	0.00-1.71	0.1-0.4	Russo et al. (1981)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (salmonid, adult)	yes	10	3.5 -5.3	Russo et al. (1981)
<i>Salmo clarki</i> (salmonid; fry)	no	0.44	0.5-0.6	Thurston et al. (1978)
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i> (salmonid; fry)	no	n.r.	0.9	Westin (1974)
<i>Pimephales promelas</i> (cyprinid; fry)	no	0-0.74	2.3-3.0	Russo and Thurston (1977)
<i>Salmo gairdneri</i>	no	1.2-40.8	0.46-12.5	Russo and Thurston (1977)
<i>Anguilla anguilla</i> (59-138 g)	yes	0-36	6-1140	Saroglia et al. (1981)
<i>Rutilus rutilus</i> (6.9 cm)	Yes	20	12	Solbe et al. (1985)
<i>Perca fluviatilis</i> (20-40 g)	Yes	7	17	Williams and Eddy (1986)
<i>Cyprinus carpio</i> (0.22-0.29 cm)	yes	1-45	2.6-48.7	Hasan and Macintosh (1986b)
<i>Cyprinus carpio</i> (5.6 cm)	yes	19	40	Solbe et al. (1985)
<i>Cyprinus carpio</i> (2-78 g)	yes	7	490	Williams and Eddy (1986)
<i>Cyprinus carpio</i> (40.51 ± 5.8 g)	yes	n.r. (described as higher)	513	Molayemraftar et al. (2022)
<i>Tinca tinca</i> (113-168 g)	yes	7	700	Williams and Eddy (1986)

Non-exhaustive list of nitrite toxicity to freshwater fish

Example: Lac Léman



<https://www.cipel.org/wp-content/uploads/2025/03/rs-2024-chap1-evolution-physico-chimique-des-eaux-du-leman-et-donnees-meteorologiques.pdf>

InfoSTEP 2025

13. novembre 2025

Nathalie Hubaux, directrice



Agenda

Innovations couronnées de succès dans notre STEP :

1) Cyclone

- Meilleure décantation des boues
- Augmentation de la capacité d'élimination

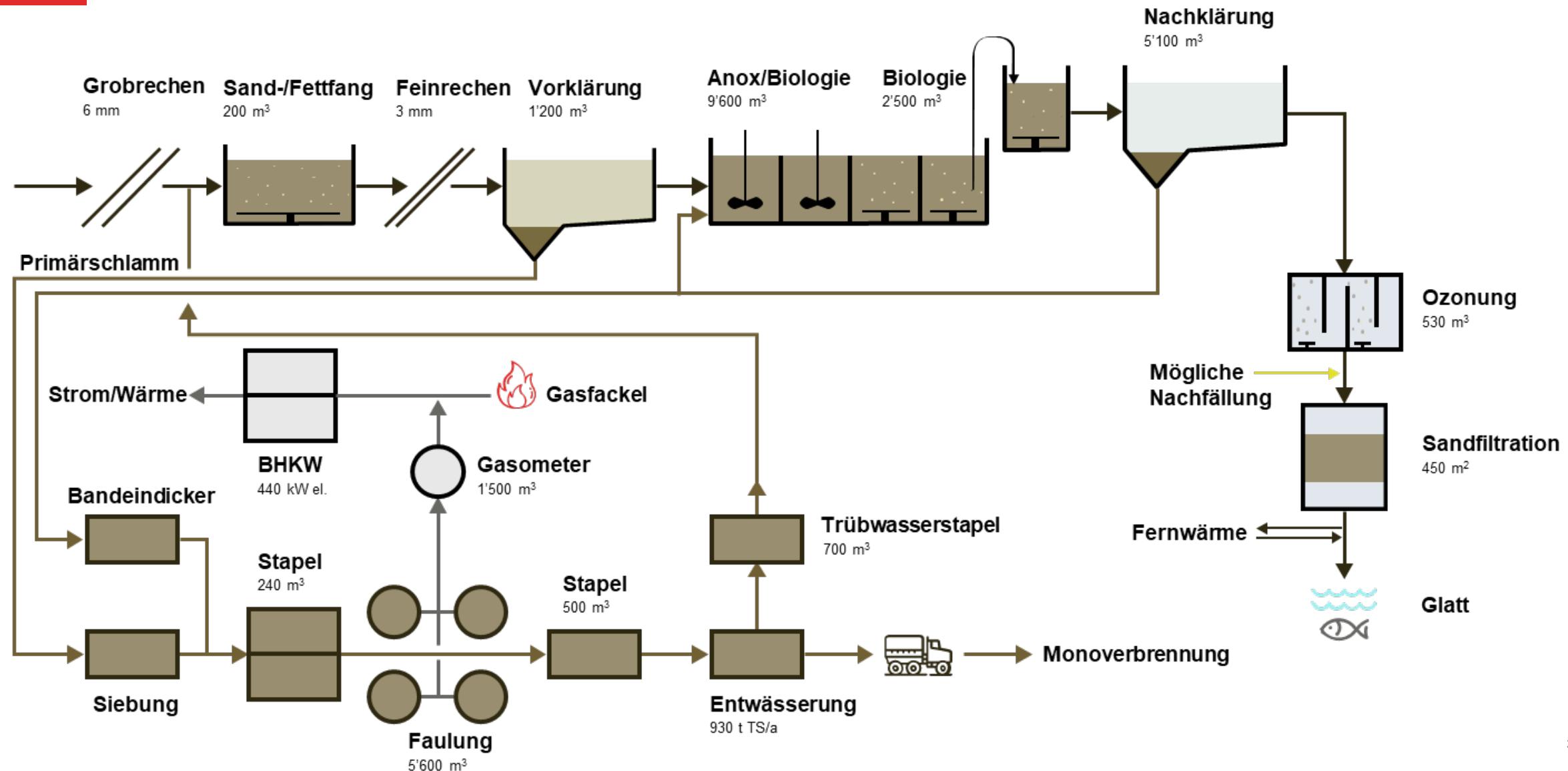
2) Installation photovoltaïque pliable au-dessus des bassins

- Bilan énergétique de la STEP
- Avantages et inconvénients par rapport à une installation PV fixe

3) Flocmix

- Installation compacte de traitement polymères
- Plus de temps de maturation, moins d'espace nécessaire, moins de polymères

Aperçu de l'installation



Chiffres clés et performances

Chiffres clés

Quantité d'eau

- Moyenne : env. 200 l/s
- Max. (pluie) : 660 l/s
- 7-9 mio. m³ / année

Charge

- 100'000 EH
- 50% communal
- 50% industrie (alimentaire)

Ressources

- 7 mio. CHF/ année
- 9 collaborateurs & collaboratrices

Caractéristiques

- Biologie à 2 étages
- Env. 70% Bio-P



Performances

Eau propre

- Performance d'élimination :
 - 95.2% DCO
 - 72% azote
 - 94.3% phosphore
 - 84% micropolluants

Utilisation de la chaleur résiduelle

- Chauffage du Zwicky Areal
- 1000 logements – (3.3 M)
- Bonus pour la Glatt

Énergie

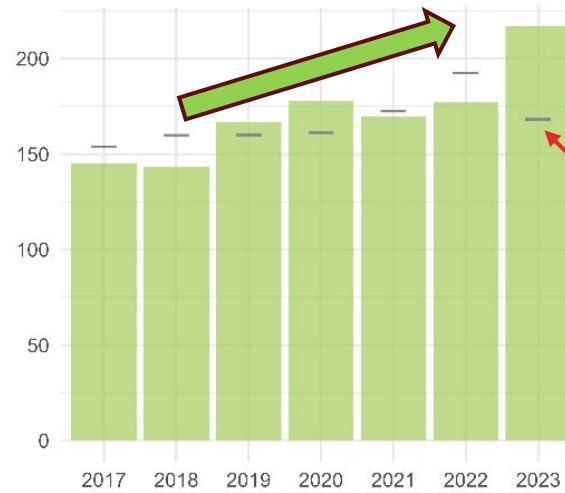
- Biogaz centrale de cogénération : jusqu'à 54%
- Énergie solaire : en moyenne 17%
- 3 GWh / année
- Dont env. 70% produite sur place

1) Cyclone – boues densifiées

1) Cyclone – pourquoi

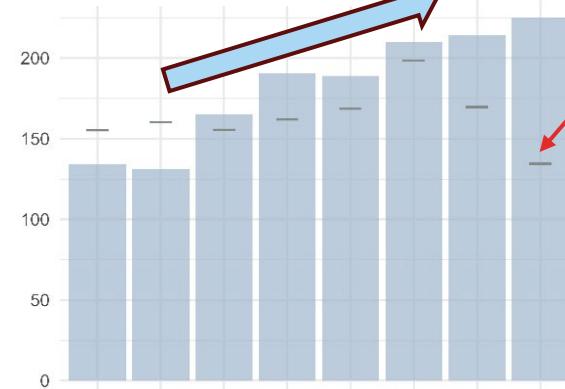
Décantation –
IVB (ml/g)

Ligne 2



Biologie
Polymère

Ligne 4



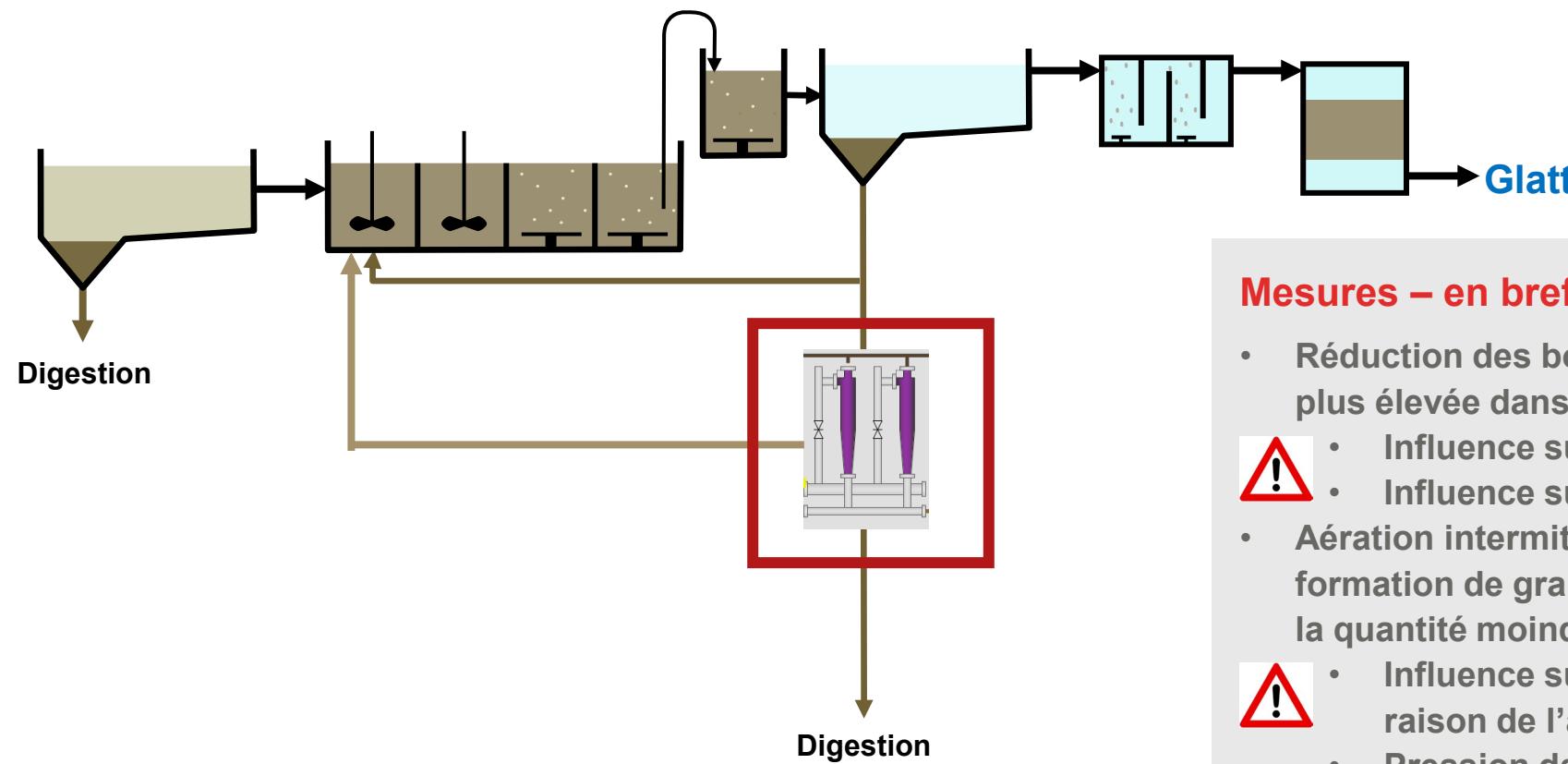
Décision Cyclone

- Mauvaise décantation
- Nouveaux agents floculants ne semblent pas aider

Cyclone

- Pour une sélection des bonnes boues – sans produits chimiques, purement mécanique
- STEP Neugut = prometteur, car :
 - Bio-P
 - Zone anoxique / anaérobie
 - Beaucoup de sucre dans le flux entrant
 - 1 ligne entièrement séparée = situation idéale pour un projet pilote
 - Bonne collaboration avec l'eawag

1) Cyclone – comment



Mesures – en bref

- Réduction des boues recirculées → concentration DCO plus élevée dans la zone anoxique
 - ! • Influence sur la commande de la vanne d'admission
 - ! • Influence sur les pompes dans la biologie
- Aération intermittente → réduction de l'O₂ soutient la formation de granulés et compense la perte de NO₃ due à la quantité moindre de boues recirculées
 - ! • Influence sur les pompes dans la biologie (niveau en raison de l'activation/la désactivation dans la bio)
 - Pression dans les conduites d'aération
 - Décantation dans la zone biologique
- Agitateurs internes dans la zone anoxique
 - ! • Décantation dans les bassins

Amont → digestion

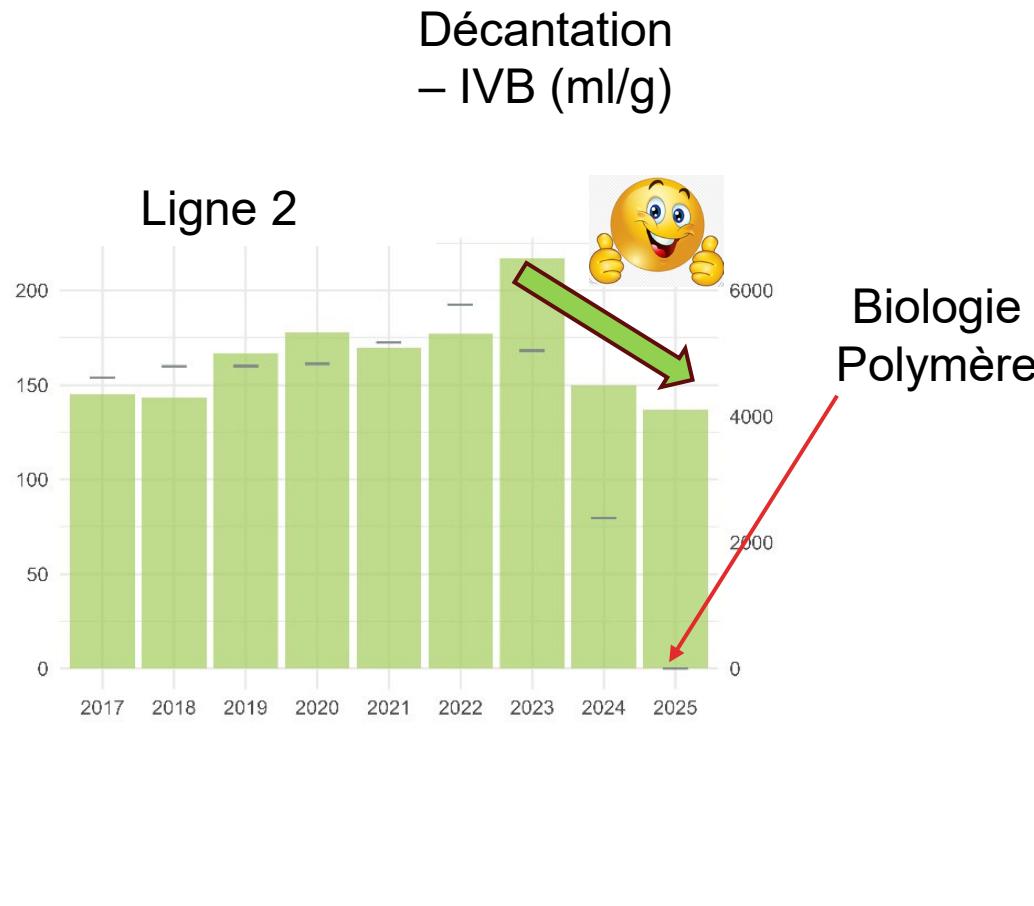
Alimentation
Cyclone =
boues en
excès

Aval → biologie

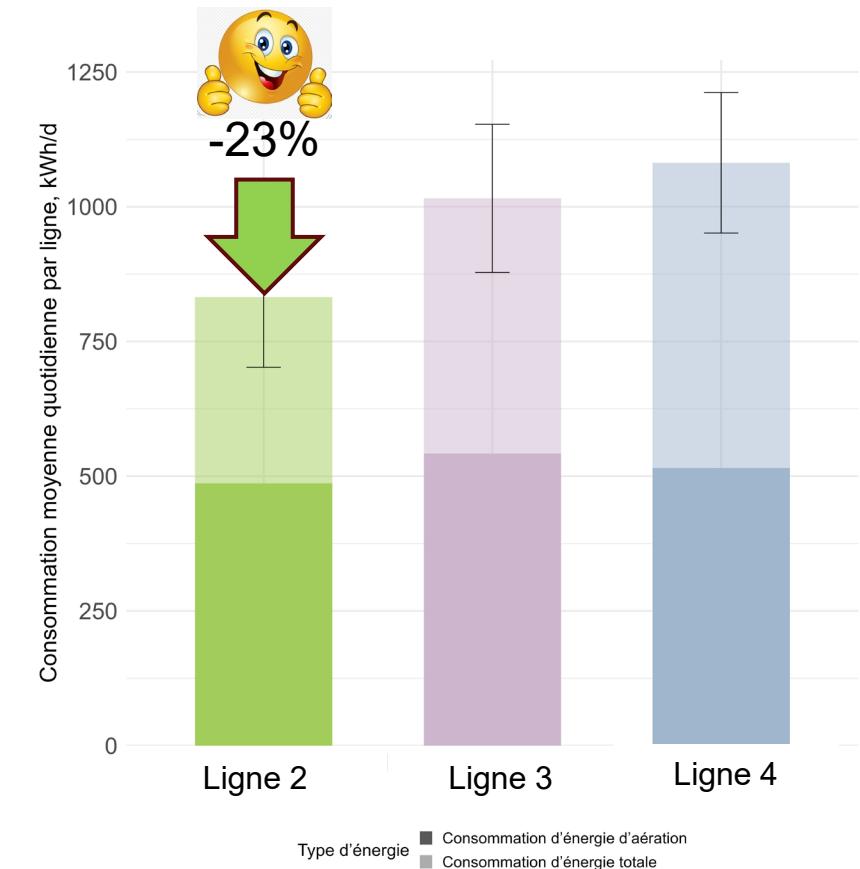
Pompe →
2 bars

MID + P

1) Cyclone - résultats



Consommation d'énergie par ligne (kWh/d)



Boues totales



Fraction 200–500 µm



Fraction 100–200 µm

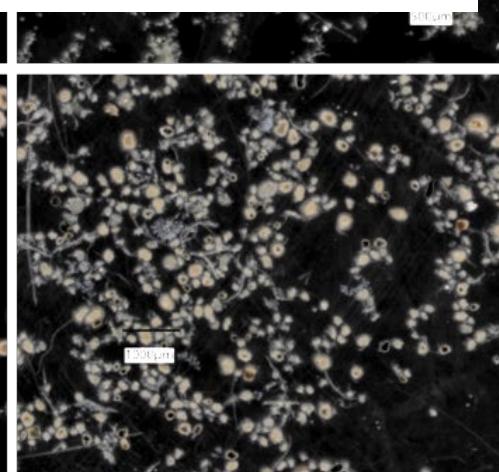
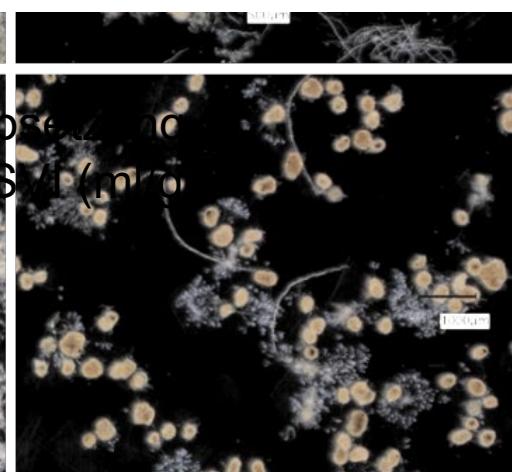
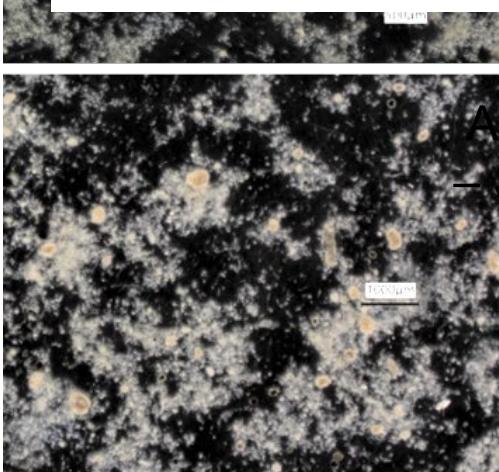


Ligne 2

Ligne 4

Ligne 3

Ligne 2



1) Cyclone – recommendations

Un cyclone est utile pour les STEP...

- ... présentant une mauvaise décantation
- ... souhaitant améliorer leurs performances biologiques (p. ex. élimination plus importante de l'azote)
- Pour les STEP présentant une bonne décantation, la granulation semble plus simple
- Pour les STEP avec une très faible décantation, la granulation n'apporte pas grand-chose
- La zone non aérée est très importante pour la granulation
- Dans certaines STEP, cela demande beaucoup de patience et de nombreux ajustements

Plus d'informations à ce sujet dans Aqua & Gas fév. 2026

2) Installation PV pliable

2) Installation PV pliable – pourquoi

Avantages installation pliable

Structure légère en acier

- Préservation du béton des bassins
- Diminution de moitié de l'énergie grise
- Prix de l'acier (2023)

Protection contre la grêle

Réactivité de l'entreprise

- Offre envoyée (2023)

Flexibilité d'exploitation

- Grâce au stockage
- Accessibilité grue

Utilisation efficace de la surface

- Pas de chemin d'entretien

Esthétique

- Bon effet visuel
- Pas de réflexion (trafic aérien)

Production d'énergie

- Semblable à une installation fixe (2023)
- Meilleure en cas de neige



Inconvénients installation pliable

Dépendance

- Qu'une seule entreprise – DHP
- Modules PV spécifiques
 - Combien de temps seront-ils produits ?
 - Développement de la performance?

Problèmes potentiels

- Groupes électrogènes mobiles
- Éventuels problème en cas de rafales de vent soudaines et violentes
- Complexité du système de commande

Coûts annuels

- Contrat de service – DHP exploite l'installation PV
- Maintenance des groupes électrogènes mobiles

Orientation

- Est donnée

Maturité du produit

- En cours d'optimisation (2023-2024)

2) Installation PV pliable – combien

Solaire toit pliable	théorie	réalité
Puissance maximale <i>kWp</i>	400	350
Production annuelle <i>MWh/année</i>	300	400
Superficie PV <i>m²</i>	2'600	2'600
Puissance maximale <i>kWp/m²</i>	0.15	0.14
Production annuelle <i>kWh/m²/a</i>	115	155

Bilan énergétique	Énergie <i>GWh/année</i>	Pourcentage %
Production propre	2.08	70%
Achat d'électricité	0.92	30%
Consommation totale	3.0	100%

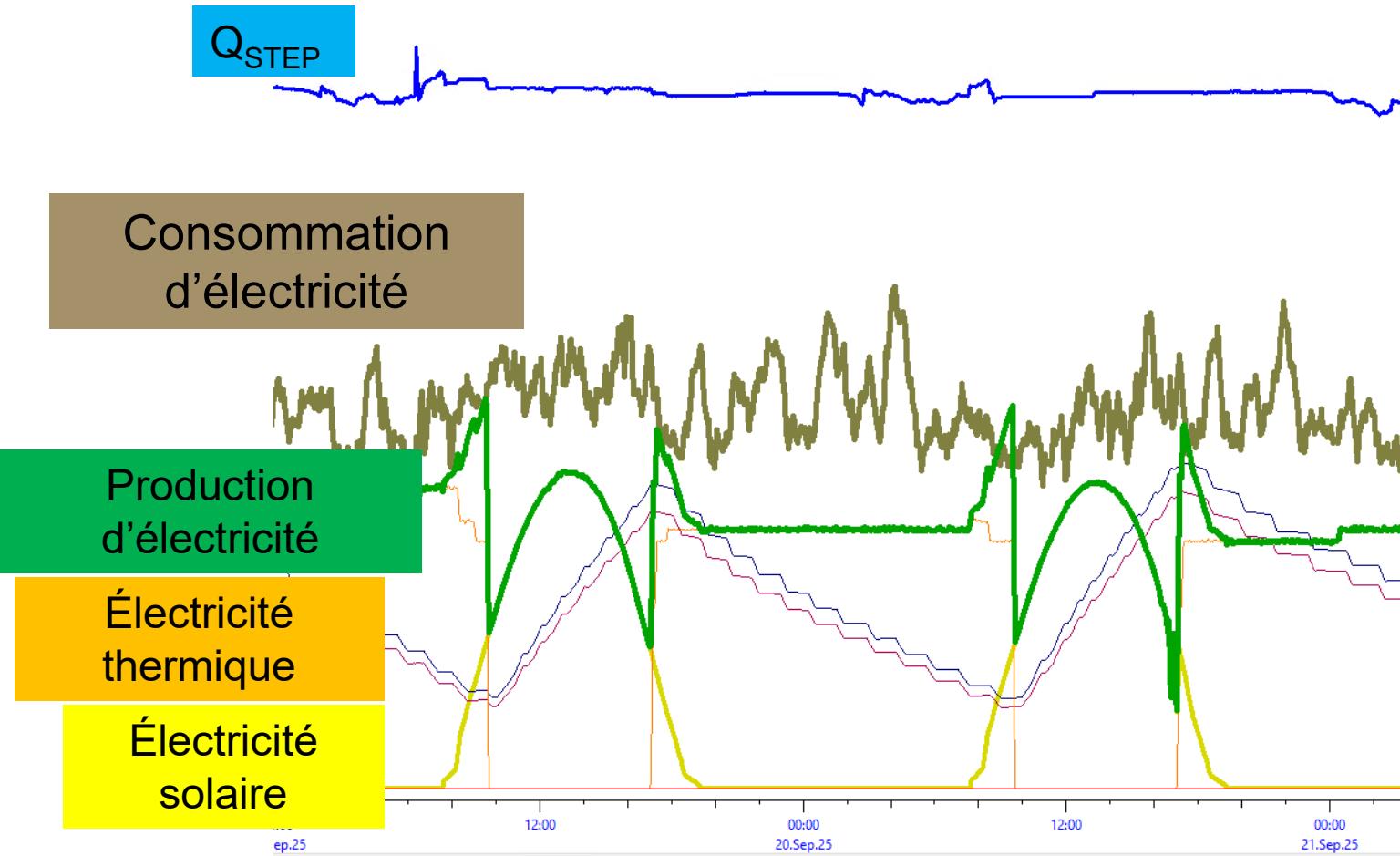
Production/ Consommation	Énergie <i>GWh/année</i>	Puissance <i>kW</i>
PV (fixe + pliable)	0.55	0 - 400
Thermique	1.53	0 - 280
Total	3.0	280 - 650

Coûts d'investissement : 1 mio. CHF (2023)

Coûts d'exploitation : env. 3'000 CHF/année

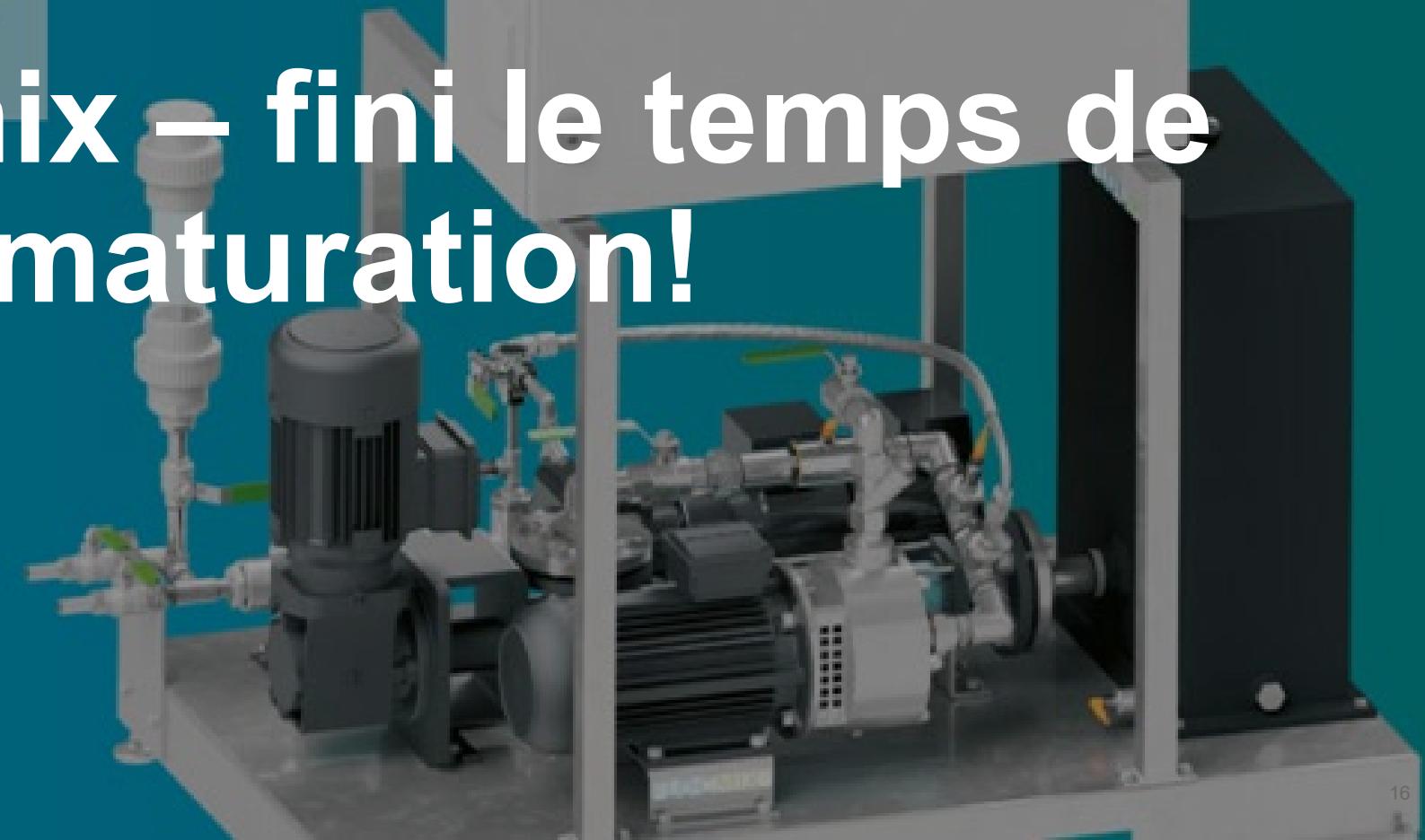
Env. 11 Ct./kWh (sans inflation/intérêts)

2) Installation PV pliable – au quotidien



FLOCMIX®

3) Flocmix – fini le temps de maturation!



3) Flocmix



Avantages Flocmix

- Compact
- Flexibilité d'exploitation (pas de caisson, pas de temps de maturation)
- Consommation moindre d'agents floculants
- « Groupe électrogène normaux » – seul le mélangeur est « nouveau »
- Particulièrement intéressant pour les décanteurs
- Contrôlé en fonction de la MS

Inconvénients Flocmix

- Vendu avec son propre système de commande





Merci pour votre attention !

Des questions?



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn
Amt für Umwelt AfU

Section Laboratoire et substances

InfoSTEP 2025

Givisiez, 13 novembre 2025



On va parler d'assurance qualité!



On va parler d'assurance qualité

Plus sérieusement

L'assurance qualité, c'est « l'art de bien faire du premier coup » grâce à une organisation rigoureuse, des procédures claires et un suivi constant.

→ Prévenir les erreurs plutôt que les corriger

Avantages:

- Confiance accrue (bénéficiaires, hiérarchie, réputation, etc...)
- Réduction des erreurs et des coûts
- Amélioration continue
- Traçabilité
- Sécurité pour les responsables et employé·e·s
- Etc...

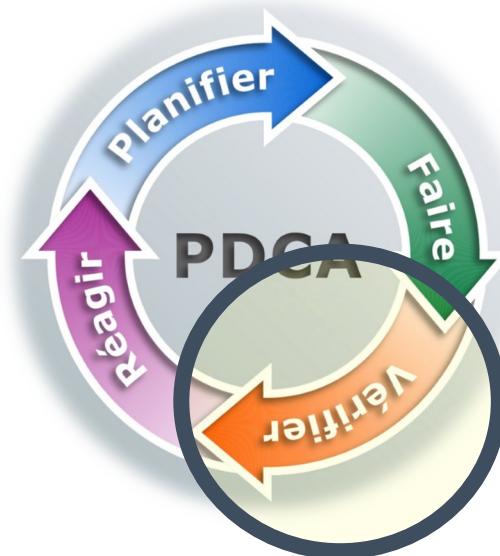
Amélioration continue

Toujours faire mieux

Planifier et agir ne suffisent pas toujours:

- Gagner en efficacité
- Réduire les erreurs futures
- Innover
- Meilleure prise de décision

→ Connaître ses forces et faiblesses



Essai interlaboratoire

Outil ultime pour l'amélioration continue au laboratoire

Ces essais permettent d'évaluer la justesse, la précision et la reproductibilité des mesures effectuées par chaque laboratoire.

Pour simplifier la lecture des résultats: Z-score!

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Valeur mesurée → x

Moyenne de tous les participants → μ

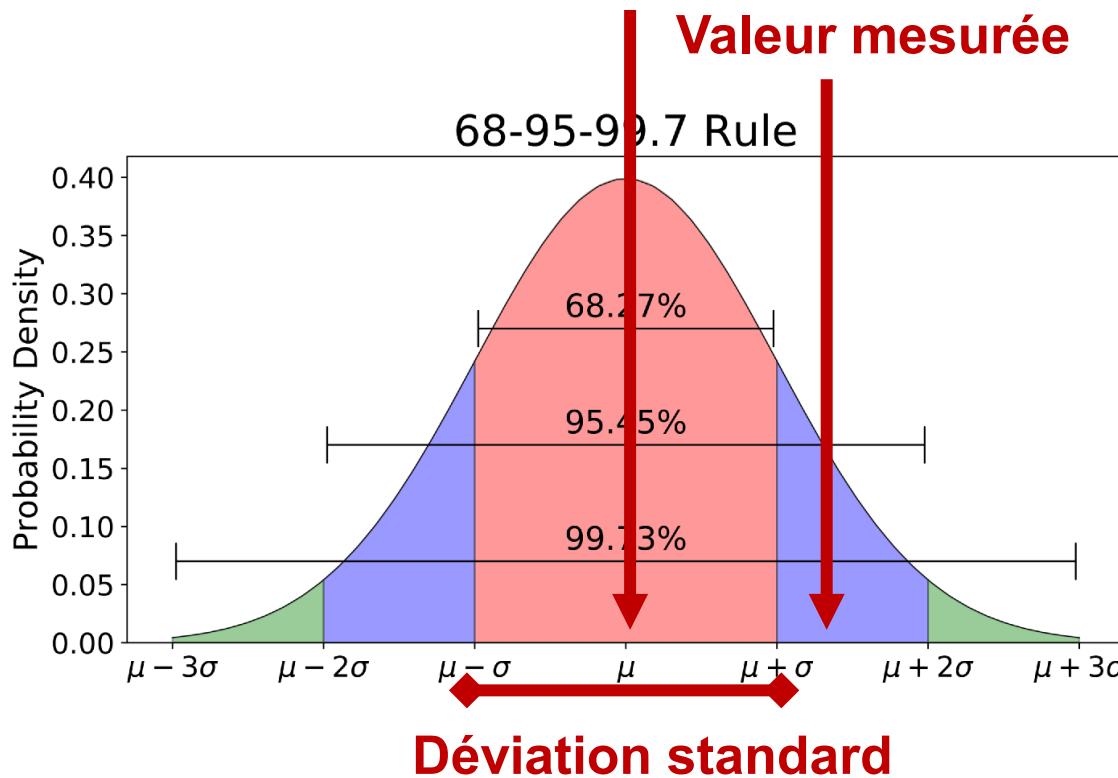
Déviation standard → σ

Essai interlaboratoire

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Exemple

Moyenne de tous
les participants

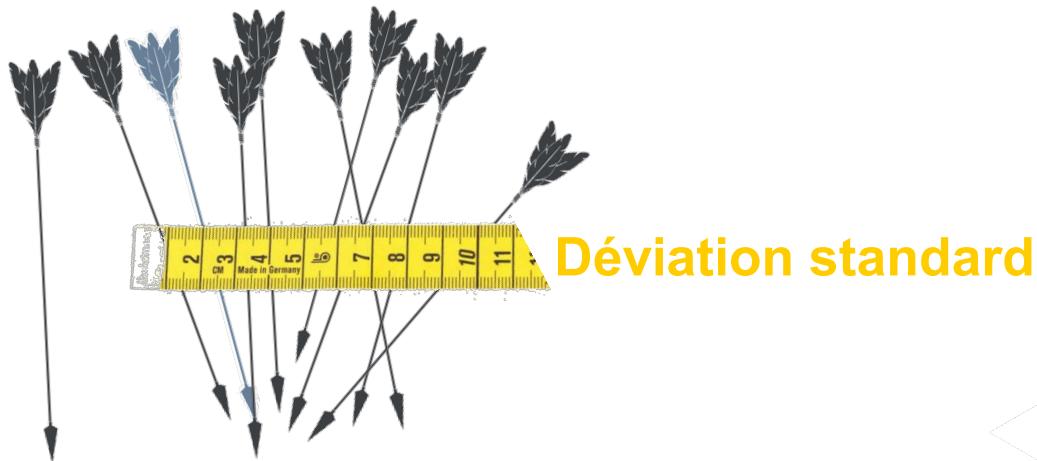


Essai interlaboratoire

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Exemple

Valeur mesurée



Moyenne de tous
les participants

Essai interlaboratoire

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

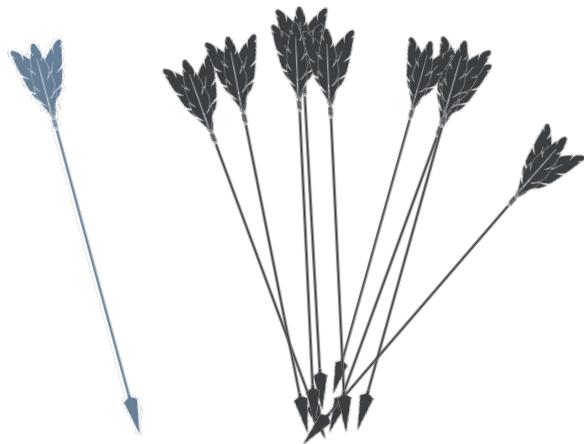
Exemple



Essai interlaboratoire

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Exemple



Essai interlaboratoire

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Exemple



InterSTEP 2025

Résultats

	Z-Score	>2	>3													
NH4-N Ablauf	0.28	0.93	0.5	-0.14	0.4	-6	0.87	-2.7	-1.7	0.95	0.52	-0.053	0.33	1	1	
NH4-N VKB	0.32	0.51	-0.01	-0.098	-3.6	-1.2	-0.31	2.1	-4.6	-1.1	-3.7	0.45	-0.58	1	3	
NO3-N Ablauf	-0.35	-0.42	1.6	0.99	0.04	0.82	0.52	-0.71	-1.6	2.3	-2.3	2.6	-0.81	3		
NO2-N Ablauf	0.4	-1.7	0.5	-0.064	-0.25	3.3	0.32	0.093	-3.4	0.45	0.97	-0.96	0.26		2	
Ntot Ablauf				0.24	-0.26	40		4	0.41		-0.25	-0.12	-1.1		2	
Ntot VKB				-0.41	0.11			1.4	-1.4		9.2	0.87	-1.1		1	
Ptot Ablauf	-0.26	0.39	-0.74	0.39	-0.24	-0.84	7.8	2.4	0.83	3.4	-1.7	-0.9	-0.13	1	2	
Ptot VKB	-4.4	1.1	-0.18	0.063	0.45	8.7	-0.21	0.17	-0.66	1.1	-13	0.078	-0.98		3	
CSBtot Ablauf	-0.047	-0.064	0.61	-1.5	-0.11	-0.26	-1.3	1	-1.4	-0.43	-0.012	-0.081	2			
CSBtot VKB	0.37	1.3	0.22	0.13	-0.8	2.4	1.3	1.1	-0.62	0.62	2.7	-0.37	0.38	2		
CSBgelöst Ablauf	2.2	0.055	0.32	-1.1	-0.072		0.38	1.5	-0.69	-0.15	-0.079	-0.73	0.65	1		
CSBgelöst VKB	1.4	1.1	-0.7	-1	-0.15		-0.54	1.7	0.43	0.068	6.1	-0.96	0.48		1	
DOC Ablauf	4.2	0.43	0.49	0.79	-0.74	0.7	0.2	0.026	0.12	0.84		-0.65	1.2		1	
DOC VKB	2.7	4.6	-0.22	0.78	-0.32	6.4	-0.32	0.46	4.5	0.005		4.5	0.056	1	4	
TOC Ablauf	0.31	0.96	-0.059	3.4	-0.84		0.065	-0.38	-0.32	0.26	0.21	-0.17	13		2	
TOC VKB	-0.42	0.6	-0.45	-1.1	0.04		0.088	0.6	2.2	-0.059	0.85	0.38	1.1	1		
GUS Ablauf	3.6	1.5	1.3	-2.2	-0.59		0.12	0.58	0.8	0.23	10	0.14	-0.19	1	2	
LF Ablauf	1	-4.8	0.13	-15	0.57	-3.1	0.56	-0.46	-0.87	2.1	0.6	0.39	-1.2	1	3	
LF VKB	0.82	-3.8	0.24	-12	-0.21	-0.21	0.6	-0.97	-1.2	1.6	0.55	0.45	-0.55		2	
>2	2			1		1		3	1	2	2	1				
>3	3	3		3	1	6	1	1	3	1	5	1	1			

- Organisation par le laboratoire GBL (canton de Bern)
- 63 participants, beaucoup de STEP
- Organisation future à revoir

InterSTEP 2025

Résultats

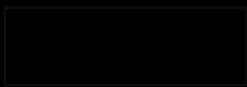
	Z-Score	>2	>3													
NH4-N Ablauf	0.28	0.93	0.5	-0.14	0.4	-6	0.87	-2.7	-1.7	0.95	0.52	-0.053	0.33	1	1	
NH4-N VKB	0.32	0.51	-0.01	-0.098	-3.6	-1.2	-0.31	2.1	-4.6	-1.1	-3.7	0.45	-0.58	1	3	
NO3-N Ablauf	-0.35	-0.42	1.6	0.99	0.04	0.82	0.52	-0.71	-1.6	2.3	-2.3	2.6	-0.81	3		
NO2-N Ablauf	0.4	-1.7	0.5	-0.064	-0.25	3.3	0.32	0.093	-3.4	0.45	0.97	-0.96	0.26		2	
Ntot Ablauf					0.24	-0.26	40	4	0.41		-0.25	-0.12	-1.1		2	
Ntot VKB					-0.41	0.11		1.4	-1.4		9.2	0.87	-1.1		1	
Ptot Ablauf	-0.26	0.39	-0.74	0.39	-0.24	-0.84	7.8	2.4	0.83	3.4	-1.7	-0.9	-0.13	1	2	
Ptot VKB	4.4	1.1	-0.18	0.063	0.45	17	-0.21	0.17	-0.66	1.1	-13	0.078	-0.98		3	
CSBtot Ablauf	-0.047	-0.064	0.61	-1.5	-0.11	-0.26	-1.3	1	-1.4	-0.43	-0.012	-0.081			2	
CSBtot VKB	0.37	1.3	0.22	0.13	-0.8	2.4	1.3	1.1	-0.62	0.62	2.7	-0.37	0.38	2		
CSBgelöst Ablauf	2.2	0.055	0.32	-1.1	-0.072		0.38	1.5	-0.69	-0.15	-0.079	-0.73	0.65	1		
CSBgelöst VKB	1.4	1.1	-0.7	-1	-0.15		-0.54	1.7	0.43	0.068	8.1	-0.96	0.48		1	
DOC Ablauf	4.2	0.43	0.49	0.79	-0.74	0.7	0.2	0.026	0.12	0.84	-0.65	1.2			1	
DOC VKB	2.7	4.6	-0.22	0.78	-0.32	34	-0.32	0.46	4.5	0.005	4.5	0.056	1	4		
TOC Ablauf	0.31	0.96	-0.059	3.4	-0.84		0.065	-0.38	-0.32	0.26	0.21	-0.17	0.3		2	
TOC VKB	-0.42	0.6	-0.45	-1.1	0.04		0.088	0.6	2.2	-0.059	0.85	0.38	1.1	1		
GUS Ablauf	3.6	1.5	1.3	2.2	-0.59		0.12	0.58	0.8	0.23	16	0.14	-0.19	1	2	
LF Ablauf	1	-4.9	0.13	-15	0.57	3.1	0.56	-0.46	-0.87	2.1	0.6	0.39	-1.2	1	3	
LF VKB	0.82	3.8	0.24	12	-0.21	-0.21	0.6	-0.97	-1.2	1.6	0.55	0.45	-0.55		2	
>2	1	2		1		1		3	1	2	2	1				
>3		3	3		3	1	6	1	1	3	1	5	1		1	

- La participation aux interSTEP est une opportunité d'évaluer ces méthodes d'analyse
- Il ne s'agit pas d'une évaluation par rapport aux autres, mais pour soi-même
- Les frais de participation pris en charge par le SEn
- Un Z-score élevé ne doit pas être pris comme un échec mais comme un alarme, un voyant qui s'allume, une piste d'amélioration.

L'équipe du labo du SEn est à votre disposition pour l'interprétation des résultats ou pour une visite au laboratoire en cas de besoin!

Laboratoire / Labor

Questions / Fragen





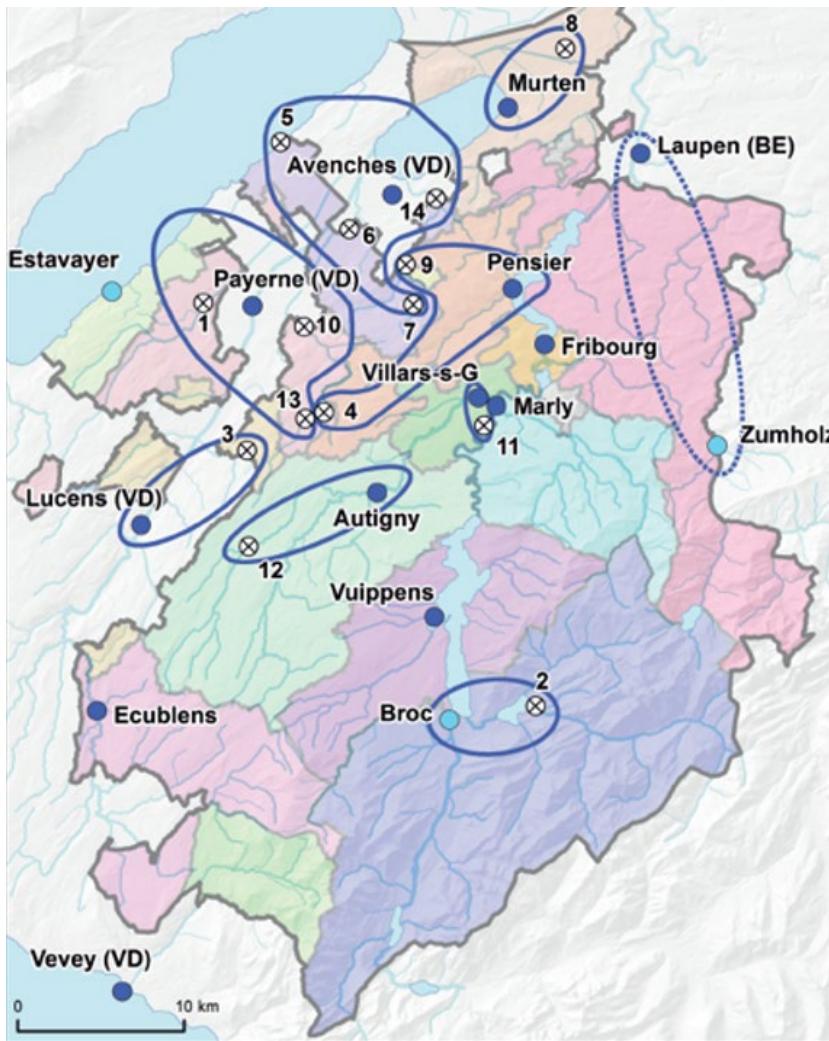
Actualités protection des eaux 2025

Actualités protection des eaux

> News planification cantonale :

- > Etat des **regroupements**
- > Etat **projets en cours**

Actualités protection des eaux



- STEP centrale d'importance cantonale avec élimination des micropolluants
- STEP centrale d'importance cantonale sans élimination des micropolluants
- ⊗ STEP à raccorder

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. Bussy | 8. Kerzers |
| 2. Charmey | 9. Misery |
| 3. Châtonnaye | 10. Montagny |
| 4. Corseroy | 11. Posieux |
| 5. Delley | 12. Romont |
| 6. Domdidier | 13. Tomy |
| 7. Grolley | 14. Villarepos |

- Regroupement
- Regroupement éventuel à long terme
- Périmètre d'épuration de la STEP

Actualités protection des eaux

Région Sarine

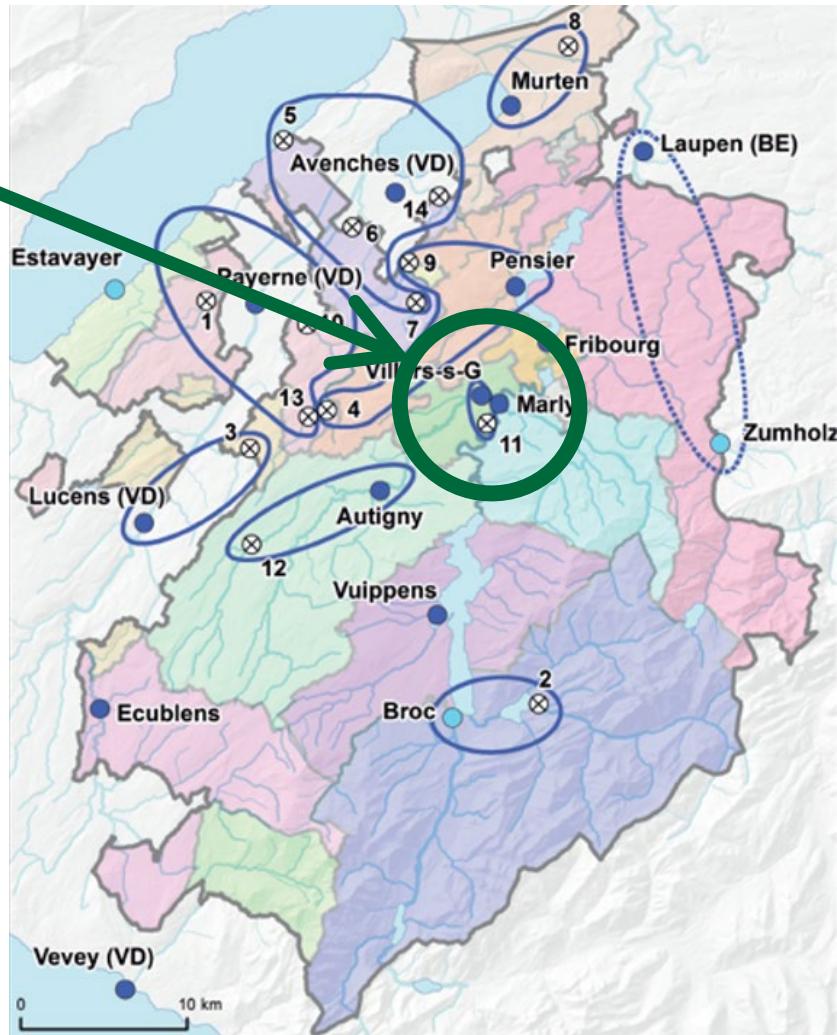
STEP Fribourg, Marly,
Posieux, Villars-s-Glâne

STEP Fribourg :

- Traitement MP par **ozonation et filtre à sable** (bicouche) mis à l'enquête
- Mise en service intentionnelle: **2028-2029**

STEP Villars-sur-Glâne (ASEV) :

- Projet d'extension et de réhabilitation **50'000 EH** avec un traitement MP par **charbon actif en poudre et filtre à sable** (bicouche) mis à l'enquête
- Mise en service intentionnelle: **~2031** (file eau)

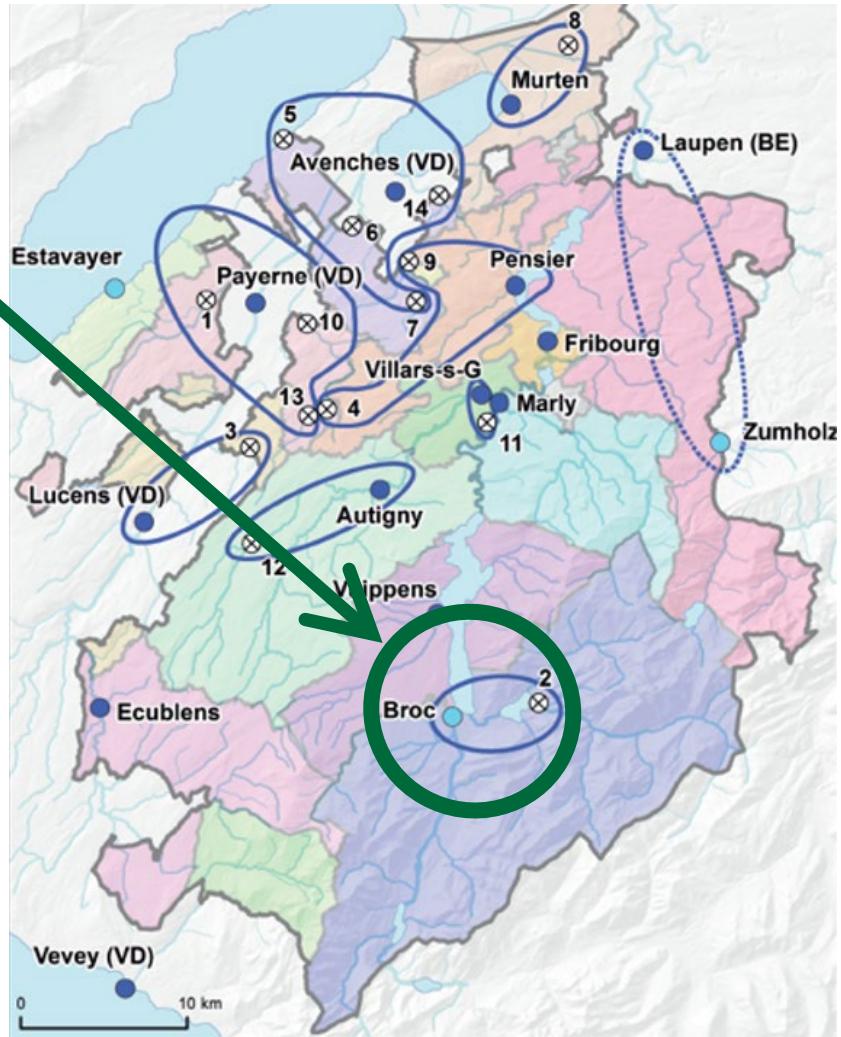


Actualités protection des eaux

Région Haute Gruyère
STEP Broc, Charmey

Association ABVH:

- Avant-projet en cours d'étude
- Projet de raccordement mis à l'enquête



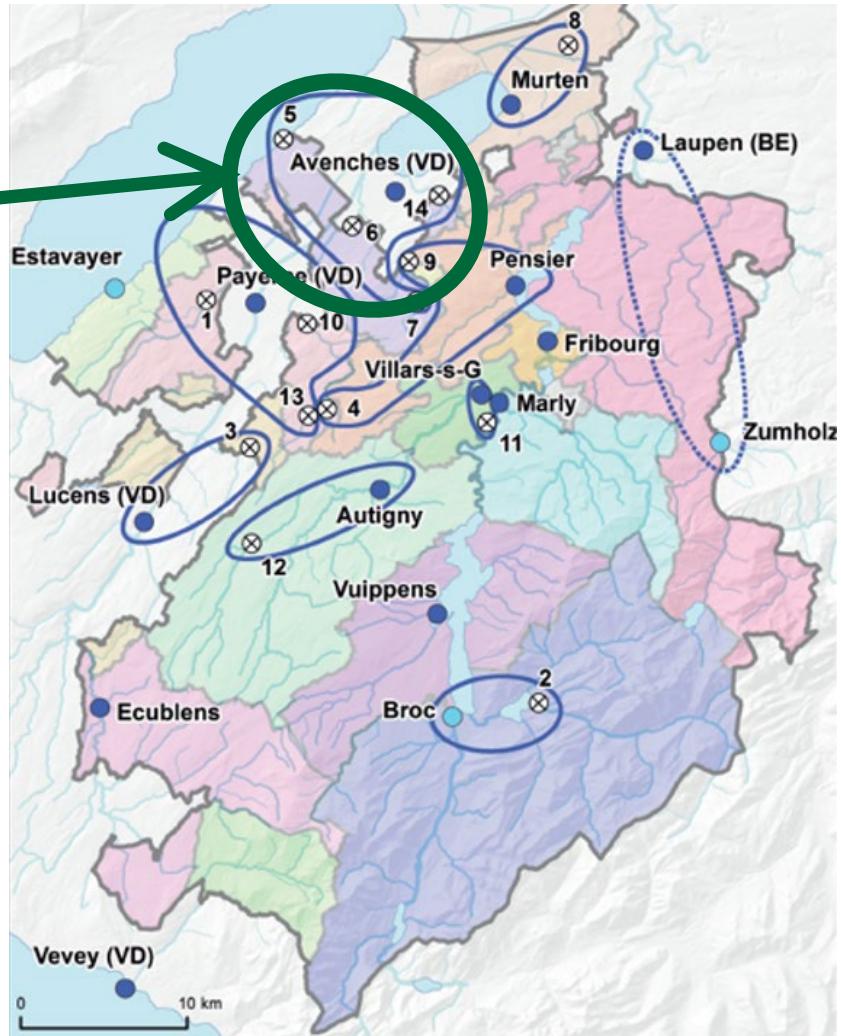
Actualités protection des eaux

Région Avenches

STEP Domdidier, Grolley,
Delley-Portalban,
communes VD

STEP Saint-Aubin (EBBV) :

- **71'300 EH** (horizon 2050) – mise à l'enquête déposée, **en cours d'instruction**
- Feu vert de l'OFEV pour le traitement des micropolluants **(phase A MP)**
- Mise en service intentionnelle: **2029-2030**



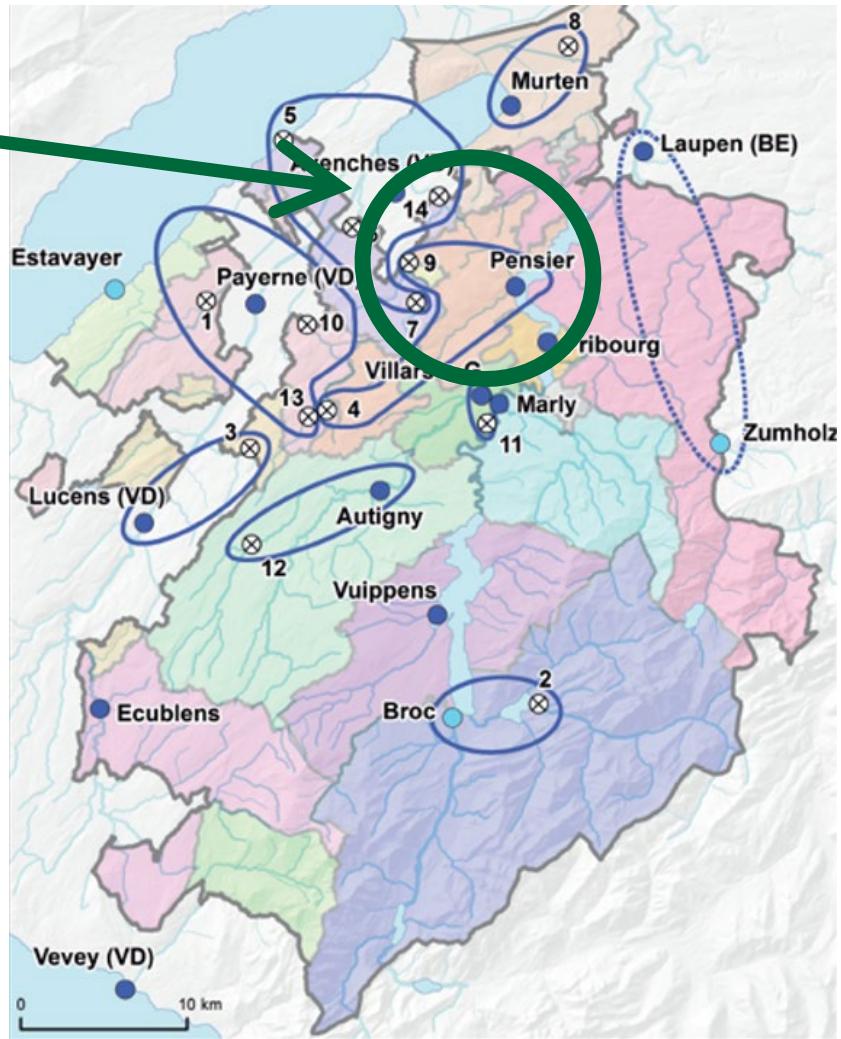
Actualités protection des eaux

Région Sonnaz-Crausaz

STEP Pensier, Misery-Courtion,
Villarepos (et Corserey)

STEP de Pensier :

- Projet d'agrandissement STEP (50'000 EH) **en cours**
(Autorisation anticipée de débuter les travaux octroyée)
- **Obtention** de l'octroi des subventions pour le traitement des micropolluants (Phase B)
- Mise en service intentionnelle: **2028-2029** (file eau)
- Raccordement STEP **de Corserey effectif** (mi-2025)
- Raccordement **STEP de Misery-Courtion** (demande préalable)



Actualités protection des eaux

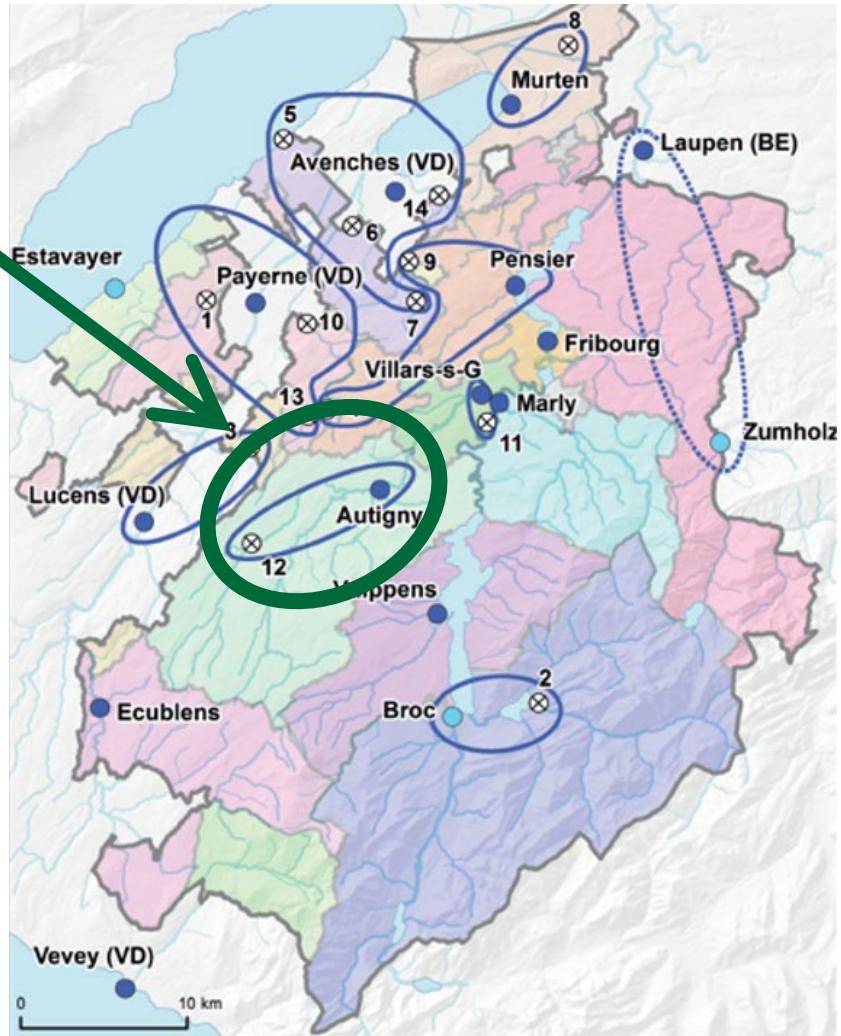
Région Glâne-Neirigue STEP Autigny, Romont

Association ABVGN :

- Statuts «3 en 1» **adoptés** par le législatif de l'association
- Les statuts doivent encore être adoptés par les communes membres

STEP régionale d'Autigny :

- Modification du **PAL** (examen préalable en cours)
- Raccordement STEP de **Romont** (examen préalable effectué)

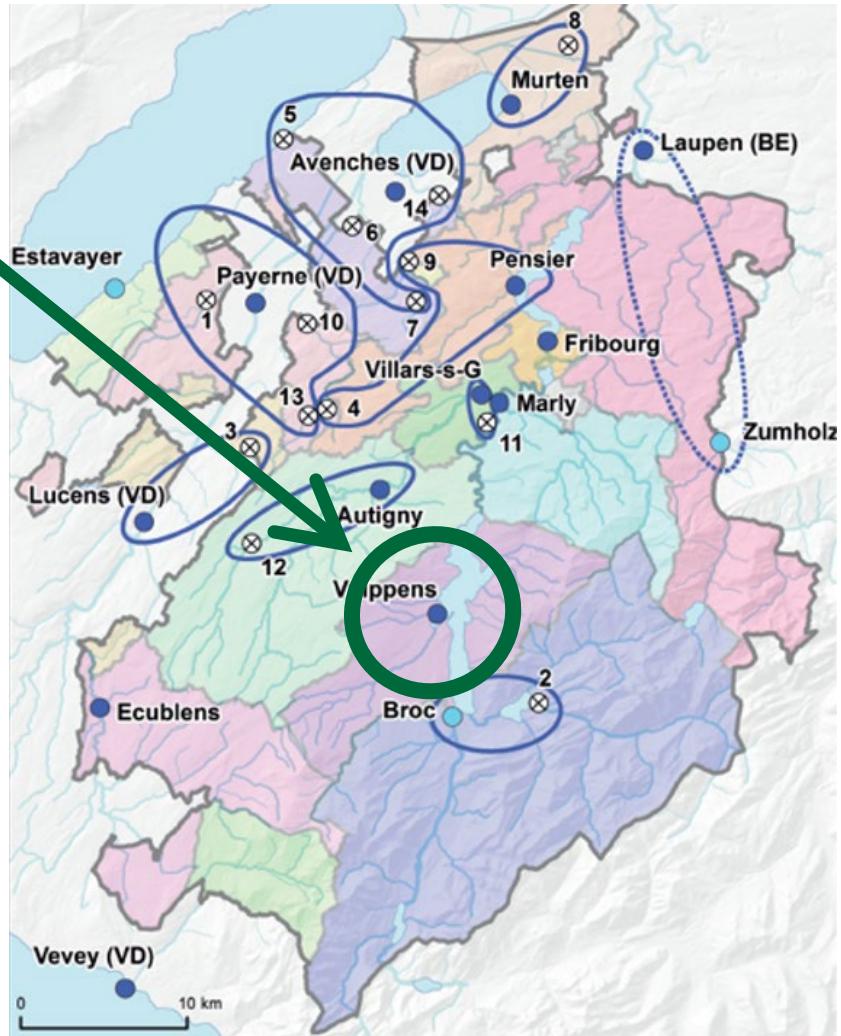


Actualités protection des eaux

Région Lac de Gruyère STEP de Vuippens

STEP de Vuippens :

- Phase A déposée auprès de la confédération, feu vert obtenu.
- Projet de traitement MP combiné **ozonation et charbon actif en poudre suivi d'une filtration à sable bicouche**
- Mise à l'enquête prévue **prochainement**
- Mise en service intentionnelle: **~2028**

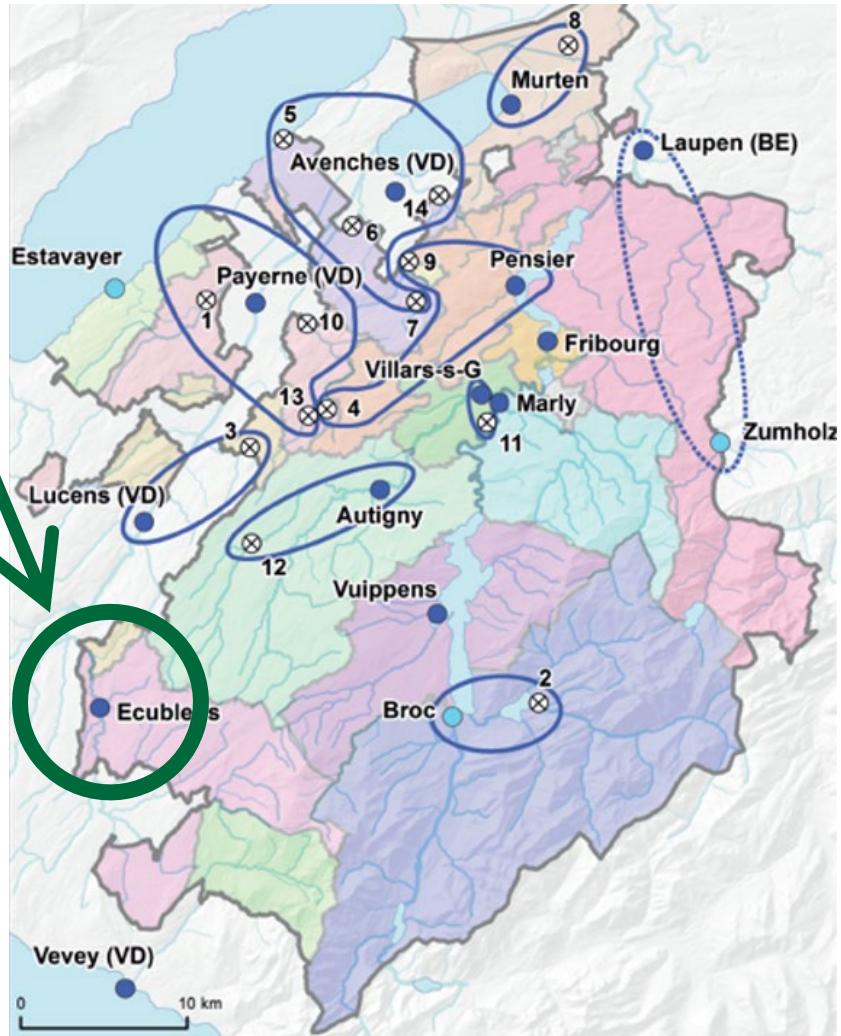


Actualités protection des eaux

Région Haute-Broye STEP d'Ecublens

STEP d'Ecublens :

- Agrandissement STEP (48'750 EH) et traitement des micropolluants terminés.
- **Traitement** biologique et des micropolluants **excellents**.
- [Inauguration de la STEP « La Verna » à Ecublens \(FR\), première du canton de Fribourg à traiter les micropolluants | Etat de Fribourg](#)



Questions ?

