

**Comment faire en sorte de pouvoir boire  
notre eau souterraine «telle quelle» ?**

**SCIENCE ET POLITIQUE**

*à table!*



**académies suisses  
des sciences**

# Programme

- **Eaux souterraines : origine, état et importance pour l'approvisionnement en eau potable**

Daniel Hunkeler, professeur, vice-recteur et directeur du domaine de recherche « Hydrochimie et polluants » à l'Université de Neuchâtel

- **L'importance des nutriments et des polluants dans les eaux souterraines suisses**

Alexandra Kroll, experte en évaluation des risques (environnementaux), Centre Ecotox

- **Comment préserver la pureté des eaux souterraines à long terme**

Adrian Auckenthaler, président de la Société suisse d'hydrogéologie, responsable du département Eau et géologie à l'Office de la protection de l'environnement et de l'énergie du canton de Bâle-Campagne

- **Discussion**

## Les eaux souterraines sont potables sans traitement complexe

### Pouvons-nous maintenir ce principe ?

- Une qualité élevée des eaux souterraines est essentielle pour la santé humaine et pour les écosystèmes.
- Un approvisionnement décentralisé en eau potable repose sur des eaux souterraines de haute qualité



**Dans trois présentations, nous examinerons des aspects clés de cette question et discutons des pistes de solution.**

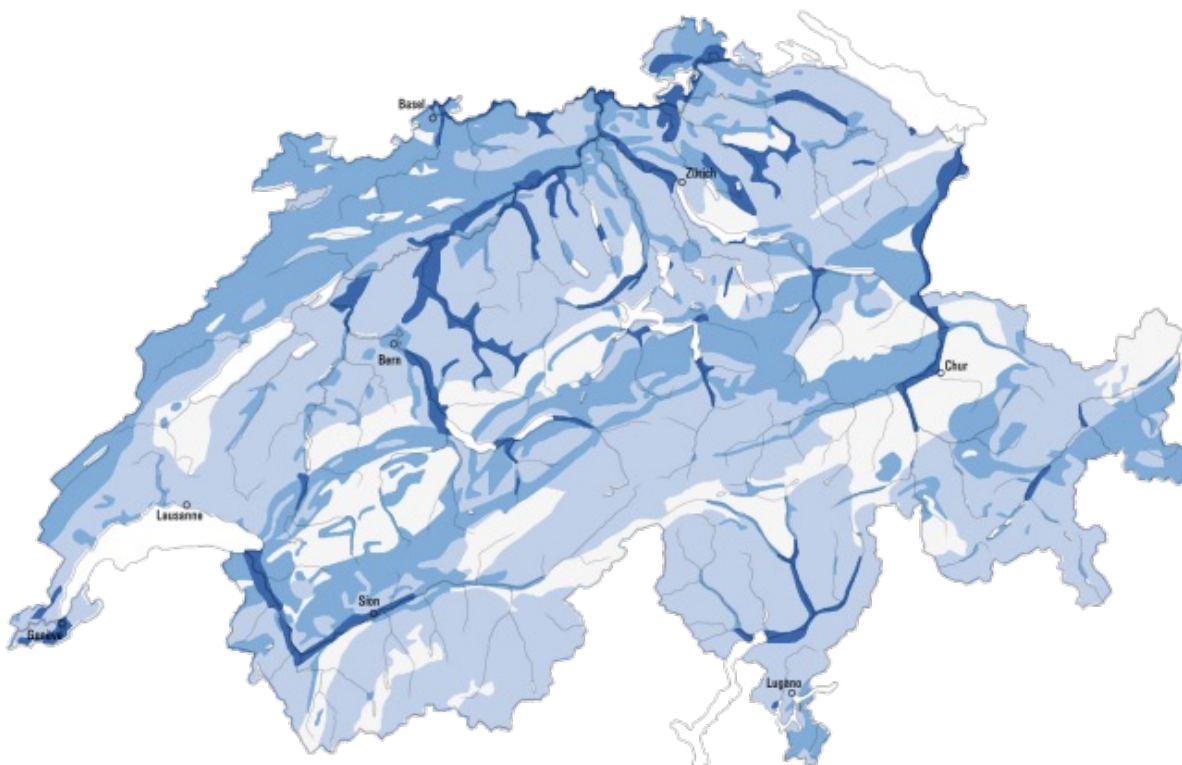
# Origine, état et importance des eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau potable

**Daniel Hunkeler**

Centre d'hydrogéologie et de géothermie

Université de Neuchâtel

## La Suisse dispose de ressources variées en eaux souterraines



- Sehr ergiebig in Lockergesteinen
- Ergiebig in Locker- und Festgesteinen
- Weniger ergiebig in Locker- und Festgesteinen
- Ohne ergiebige Grundwasservorkommen

- Les eaux souterraines sont disponibles dans toute la Suisse – un avantage stratégique à préserver.
- Les ressources les plus abondantes se trouvent dans les vallées fortement exploitées
- Environ 80 % de notre eau potable dépend directement d'eaux souterraines intactes.

## L'approvisionnement décentralisé en eau présente de nombreux avantages

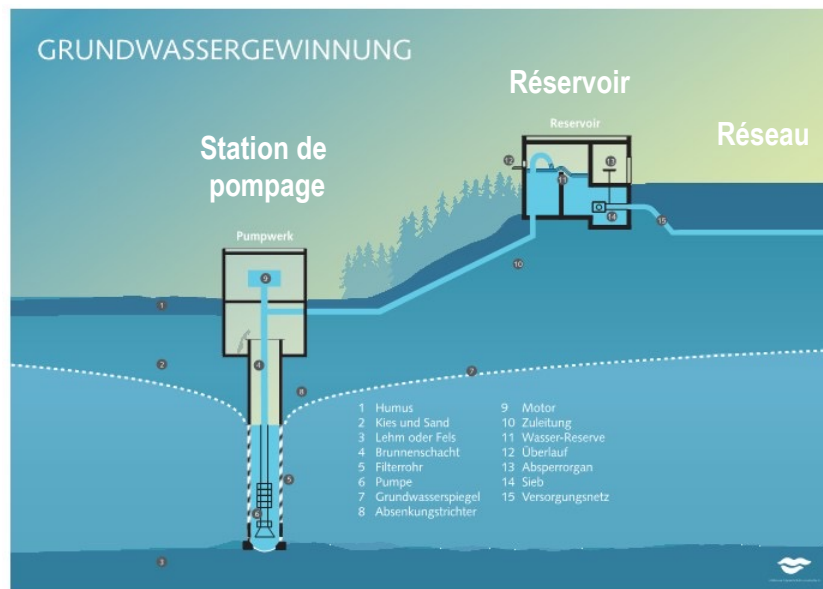
**12'000 captages des eaux souterraines**



**2'400 distributeur d'eau**

- Des trajets de transport courts assurent une distribution efficace
- Faible consommation d'énergie (souvent systèmes gravitaires)
- Grande sécurité d'approvisionnement grâce à de nombreux systèmes indépendants
- La diversité augmente la résilience face au changement climatique
- L'ancrage local renforce la confiance et une utilisation responsable

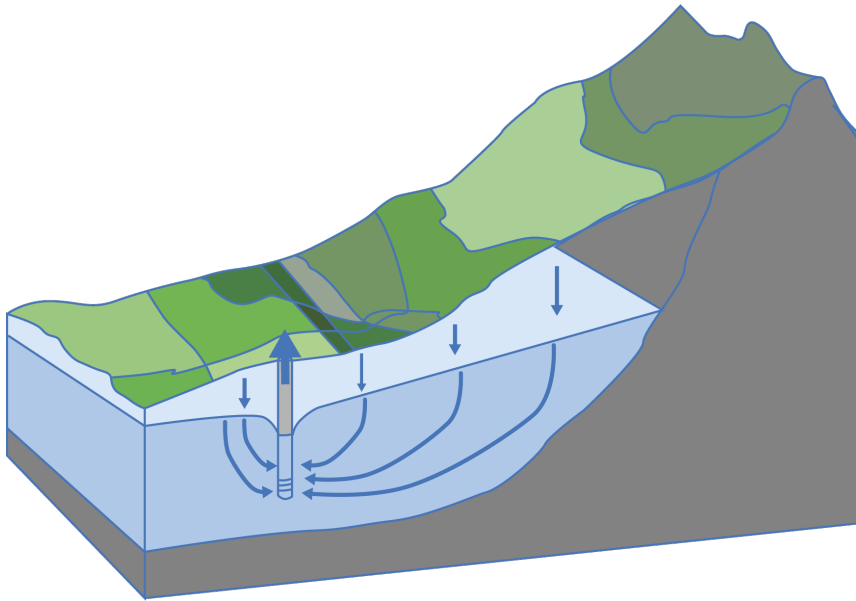
## Le chemin direct des eaux souterraines vers l'eau potable



- Le traitement se fait déjà dans le sol et le sous-sol
- Généralement aucun traitement technique ou seulement un traitement simple (UV, chlore)
- Dans les grandes zones urbaines, traitement parfois plus poussé
- Faible coût et faible complexité de traitement, éléments clés du système décentralisé

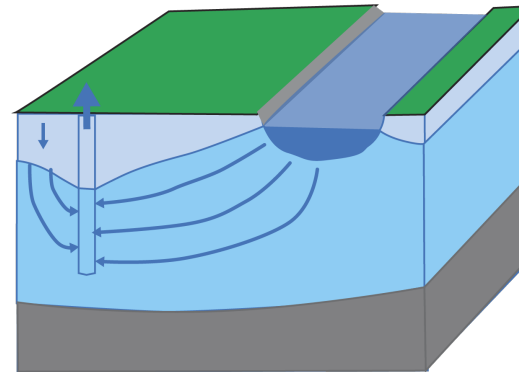
## Les eaux souterraines se renouvellent parfois seulement sur des décennies

### Infiltration des précipitations



-> Mois à années, parfois décennies

### Infiltration de l'eau des rivières

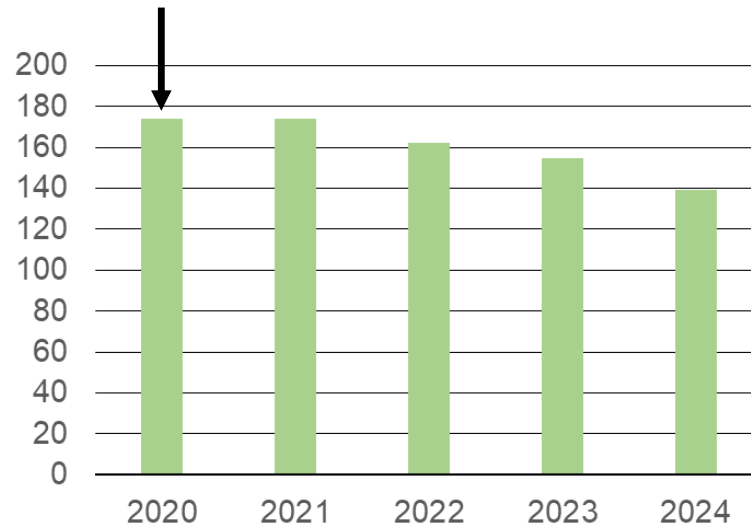


-> Jours à semaines

## Les polluants restent pendant des années ou décennies dans les eaux souterraines

Exemple : fin de l'autorisation du chlorothalonil

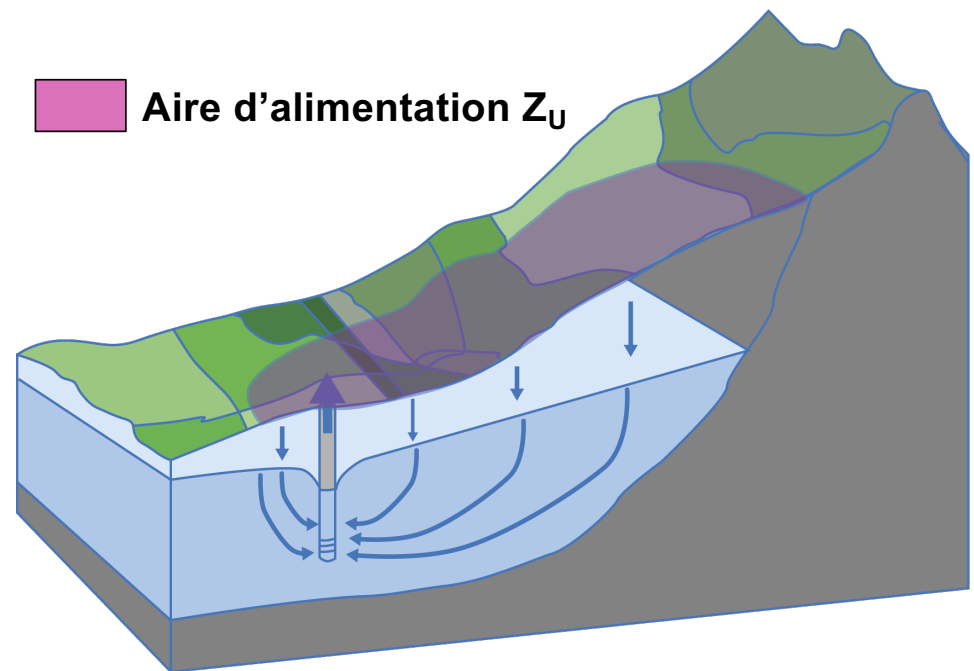
Nombre de sites  
Chlorothalonil R471811  
>0.1µg/L



- **Effets retardés** : les mesures ne produisent des résultats qu'après plusieurs années ou décennies
- **Principe de précaution central** : prévenir plutôt que corriger

## Pour préserver durablement les eaux souterraines, il faut connaître leur “lieu de production”

- **Prévenir les pollutions à la source**  
Prévenir l’infiltration de substances plutôt que recourir ensuite à un assainissement coûteux.
- **Identification des sources de pollution**  
Les sources de pollution peuvent être rapidement identifiées et des mesures ciblées mises en place.
- **Gestion des risques par les distributeurs d’eau**  
Les distributeurs d’eau connaissent les dangers locaux et les intègrent dans leur gestion des risques.

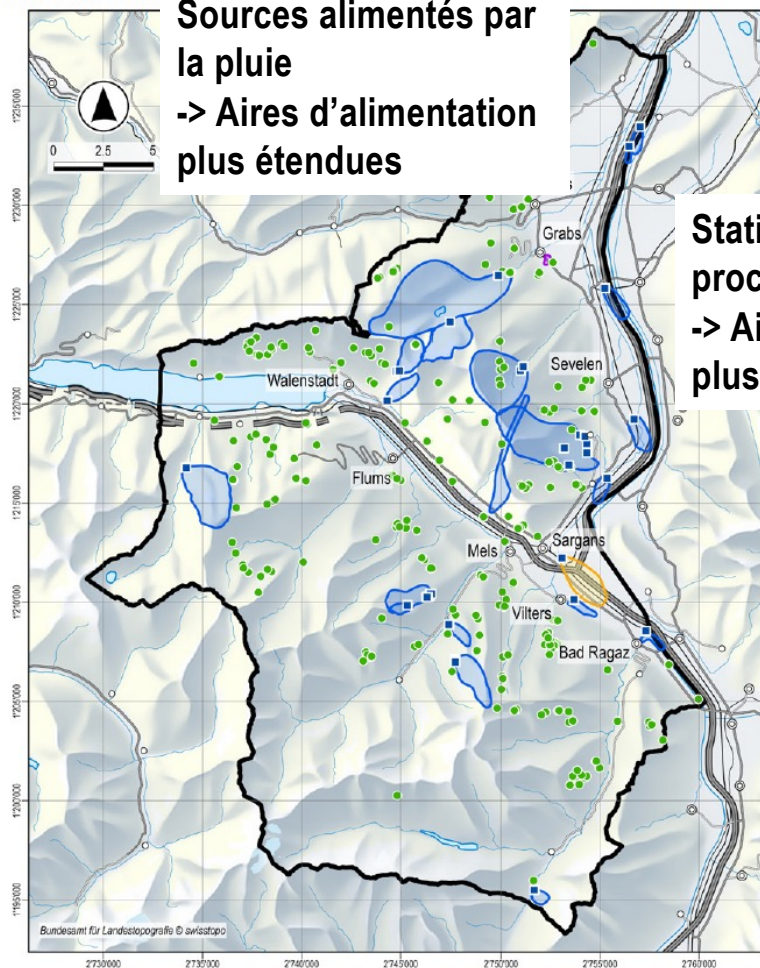


## Aire d'alimentation - Suisse

- **Aires d'alimentation de toutes les captages: 6'200**
- **Nombre d'aires d'alimentation à délimiter selon la révision proposée de la loi sur la protection des eaux: 1'500**
  - **En raison de pollution:** 800 (déjà actuellement, mais seulement 70 délimités)
  - **En raison d'un grand danger de pollution** (Agriculture, zones urbanisées, installations): 300 (déjà actuellement)
  - **Importance régionale** (sans pollution): 400
- **6% des surfaces consacrées aux grandes cultures et aux cultures spéciales (25'000 ha)**

## Aire d'alimentation – Région modèle

Abb. 2: Zuströmbereiche






### Région modèle Werdenberg/Sarganserland

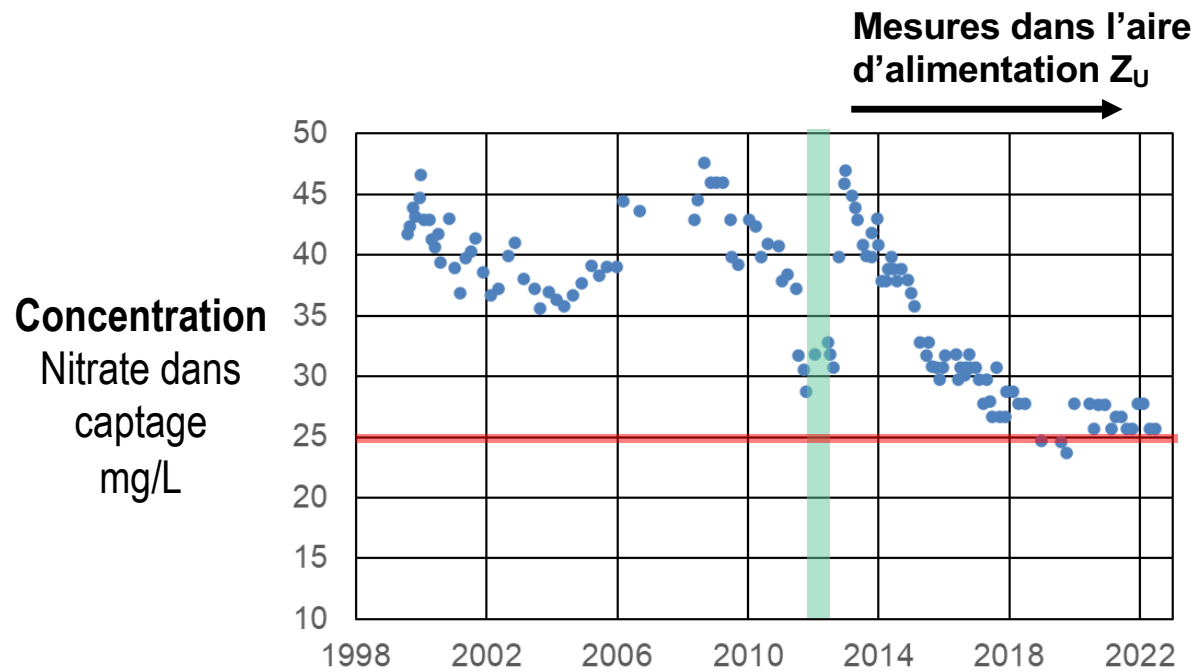
- Les tailles varient fortement selon l'origine de l'eau

**Captages sans aire d'alimentation: 172**

**Captages avec aire d'alimentation: 22**

-  Importance régionale
-  Danger provenant des zones urbanisées
-  Danger de pollution par nitrate ou produits phytosanitaires

## Les aires d'alimentation: un instrument efficace Exemple Nitrate



- La valeur cible est atteinte environ 6 ans après la mise en œuvre des mesures



# L'importance des nutriments et des polluants dans les eaux souterraines suisses

Dr Alexandra Kroll

Évaluation des risques environnementaux

# Agriculture : situation



## Substances pertinentes

- Nitrates provenant de la fertilisation et du lisier
- Produits phytosanitaires
- Formation de produits de dégradation dans l'environnement, qui sont souvent plus solubles dans l'eau et plus mobiles

**Apport principalement par lessivage**, en particulier lors **d'épisodes pluvieux**, mais aussi par les cours d'eau

## Surveillance des eaux souterraines (NAQUA) et recherche :

- Sur 35 % des surfaces, forte probabilité de dépasser la **valeur indicative** de 25 mg/L pour les nitrates
- Résidus de **produits phytosanitaires** (substances actives + produits de dégradation) dans plus de 50% de tous les points de mesure, et dans plus de 90% des zones d'agriculture intensive
- Tous **les produits de dégradation** mesurés dépassent les concentrations prévues dans l'homologation des produits phytosanitaires
- La surveillance sous-estime la pollution des systèmes sensibles (karst)

# Agriculture : réglementation actuelle



## Nitrate

Combinaison de la législation sur la protection des eaux, de la protection de la santé, des prescriptions en matière de fertilisation/bilans nutritifs (Suisse Bilanz), des prescriptions de stockage, de l'ordonnance sur les paiements directs/PER, des programmes de protection.

→ **Pas de « stratégie azote » globale**

Législation sur la protection des eaux et protection de la santé :

- OEaux, annexe 2 : 25 mg/L dans les eaux souterraines destinées à l'eau potable
- OPBD : 40 mg/L dans l'eau potable

Exemple :  
plans de réduction  
des émissions aux  
Pays-Bas

## Produits phytosanitaires/produits de dégradation

Combinaison de conditions d'utilisation/d'homologation et de la législation sur la protection des eaux.

→ **Pas d'évaluation pour l'ensemble du système, mais par champ/application**

Législation sur la protection des eaux et la protection de la santé :

- OEaux annexe 2 : 0,1 µg/l par pesticide, pas d'augmentation constante des substances visées au ch. 22
- OPBD : 0,1 µg/l par pesticide, 0,5 µg/l pour la somme des pesticides
- « Mécanisme de rétroaction » art. 48a OEaux → PSMV et OAP/autorisation
  - OEaux Annexe 2 / Valeurs limites pour les eaux de surface
  - OEaux 0,1 µg/l par pesticide dans les eaux souterraines destinées à l'eau potable

# Industrie, agglomérations, espaces urbains : situation



## Substances pertinentes

- Produits de nettoyage, biocides, médicaments, l'avaloire de chaussée
- Résidus issus de la production chimique et pharmaceutique

**Apport principalement par infiltration à partir de cours d'eau** chargés d'eaux usées épurées ou non traitées (débordements pluviaux).

## Surveillance des eaux souterraines (NAQUA) et recherche :

- Environ un tiers des bassins versants des STEP suisses abritent des sites industriels problématiques.
- De nombreuses substances d'origine anthropique n'ont pas encore été identifiées

# Industrie, agglomérations, espaces urbains : réglementation actuelle



Combinaison de la réglementation des produits chimiques (produits chimiques industriels, médicaments/médicaments vétérinaires, biocides, produits phytosanitaires), de la législation sur la protection des eaux et de la protection de la santé

→ **Pas d'évaluation pour l'ensemble du système, mais par application**

## Réglementation des produits chimiques

Beaucoup de progrès depuis les années 1970, mais diverses limites :

- De nombreux produits chimiques industriels ne sont pas caractérisés, enregistrement uniquement dans l'UE
- Lenteur des procédures d'autorisation, voir par exemple la deltaméthrine
- La protection des eaux souterraines n'est pas une priorité pour les médicaments

## Législation sur la protection des eaux et la protection de la santé :

OEaux Annex 2

pas d'augmentation constante du nombre de substances visées au ch. 22 ; exigences pour 5 groupes de substances organiques

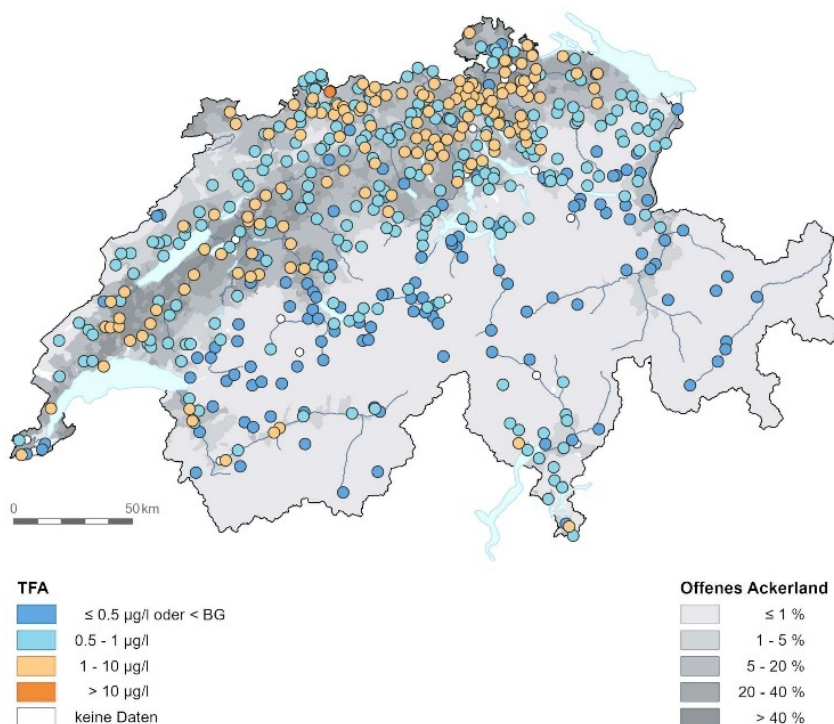
OPBD

Au total, 61 entrées pour des substances/groupes de substances

# Cas particulier de l'acide trifluoroacétique (TFA)



Substance industrielle et de dégradation des PFAS extrêmement persistante et très mobile ; s'accumule à l'échelle mondiale dans le cycle de l'eau ; également détectable en Suisse dans les précipitations, les eaux de surface et les eaux souterraines



**Dépôts atmosphériques** : modélisation pour la Suisse : environ **25 t/an** d'apports de TFA par la pluie et la poussière.

**Produits phytosanitaires** : les produits phytosanitaires à base de PFAS peuvent former des TFA dans le sol ; pour la Suisse, on estime un apport supplémentaire de **3 à 12 t/an**, jusqu'à 2 à 3 fois supérieur à l'apport atmosphérique dans les terres arables.

**Industrie/eaux usées** : des exemples internationaux montrent des points chauds avec >20 µg/L dans les rivières et >20 µg/L dans l'eau potable issue du filtrat de rive provenant de rejets industriels et de STEP ; formation de TFA possible lors de l'ozonation/de la dégradation d'autres PFAS

# Risques pour la santé et l'environnement



- Nitrates : formation de nitrites dans l'organisme humain et dans l'environnement ; les jeunes enfants sont particulièrement touchés
- Produits phytosanitaires, autres micropolluants : effets variables selon les substances  
(cancers, toxicité de la reproduction et du développement, effets immunologiques ou neurologiques, ainsi que dégradation des écosystèmes aquatiques)
- TFA : évaluation en cours de la toxicité pour la reproduction dans l'UE

# Conclusion



- L'agriculture reste la principale source de nitrates et de nombreux produits de dégradation des PPP
- Les sources urbaines et industrielles fournissent un large éventail d'autres micropolluants, dont les effets sont en partie encore inconnus
- **Les substances organiques persistantes et mobiles** posent un problème particulier, difficiles à éliminer, peuvent polluer les ressources en eau potable pendant des décennies
- Les lacunes de connaissances les plus importantes concernent les produits chimiques industriels et les sources ponctuelles
- **Le TFA** est déjà mesurable dans le cycle de l'eau en Suisse, difficile à éliminer techniquement et continue d'augmenter en raison de sources mondiales et agricoles – le principe de base selon lequel l'eau souterraine reste potable est-il toujours valable ?

# Bilan intermédiaire



## Principales mesures :

- Stopper ou réduire les sources (réglementation des produits chimiques, agriculture) afin de ne pas surcharger le système
- Les valeurs limites fonctionnent bien lorsqu'elles sont envisagées à l'échelle de l'ensemble du système, et non pas uniquement pour un compartiment

## Conflits d'objectifs :

- Production agricole
- Production industrielle
- Protection de la santé humaine (médicaments, biocides)

## Mesures complémentaires :

- Zones d'affluence, zones de protection des eaux souterraines

## Conflits d'objectifs :

- Utilisation des sols

## Uniquement de manière ponctuelle, car coûteuses :

- traitement, assainissement

## Conflits d'objectifs :

- Projets de construction, services d'approvisionnement en eau

# Comment préserver la pureté des eaux souterraines à long terme

Science et politique à table, 2 juin 2026, Berne

Dr Adrian Auckenthaler, président de la Société suisse d'hydrogéologie, chef du département Eau et géologie à l'Office de la protection de l'environnement et de l'énergie du canton de Bâle-Campagne



# Evolutions de la qualité des eaux souterraines et de la protection des eaux

## Substances bien connues : Nitrate

Renforcer la collaboration entre les administrations et l'agriculture.

## « Nouvelles » substances : PFAS, TFA, métabolites

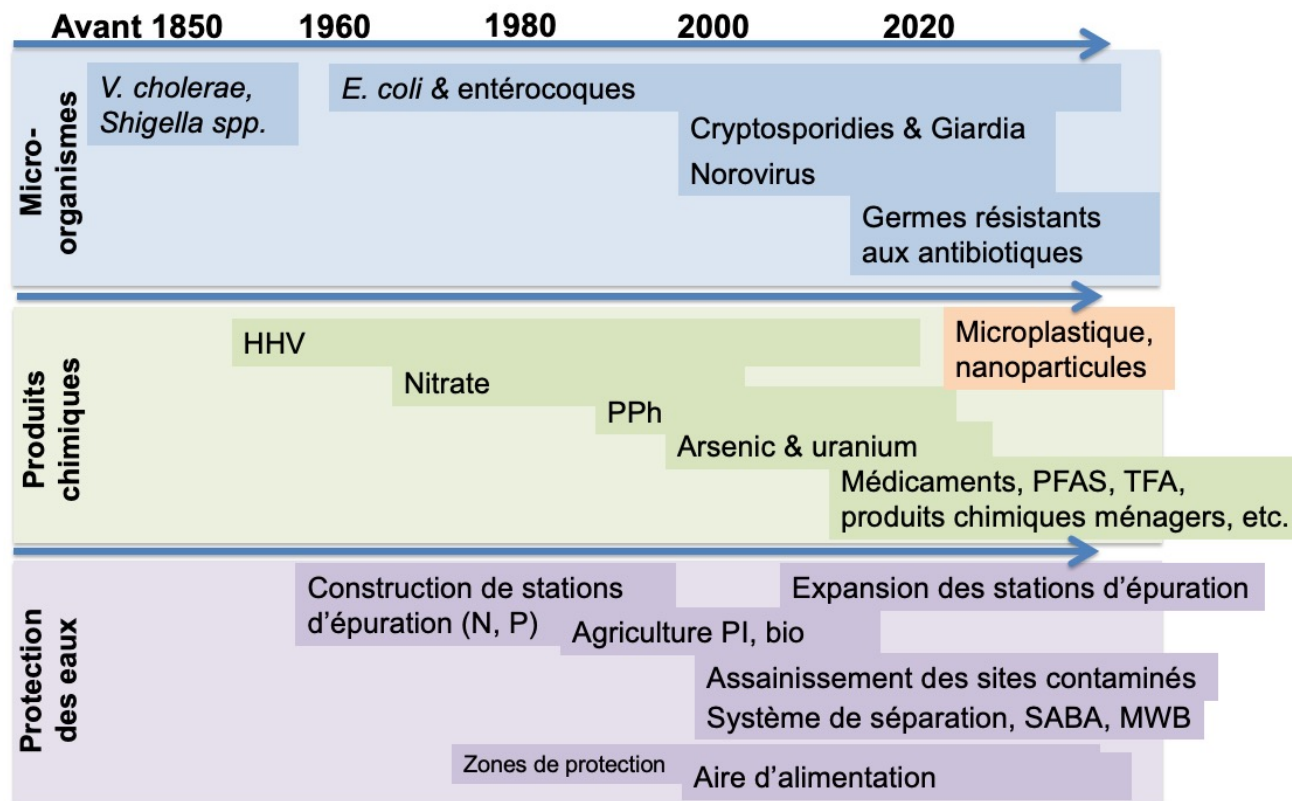
Apprendre des solutions aux problèmes existantes, définir clairement les responsabilités et donner aux autorités de surveillance les compétences pour les résoudre.

## Substances encore « inconnues » : ???

Substances déjà présentes dans l'eau, mais pas encore détectées. Pour découvrir d'éventuels « blind spots », une analyse approfondie des eaux souterraines est nécessaire (surveillance NAQUA de l'OFEV).

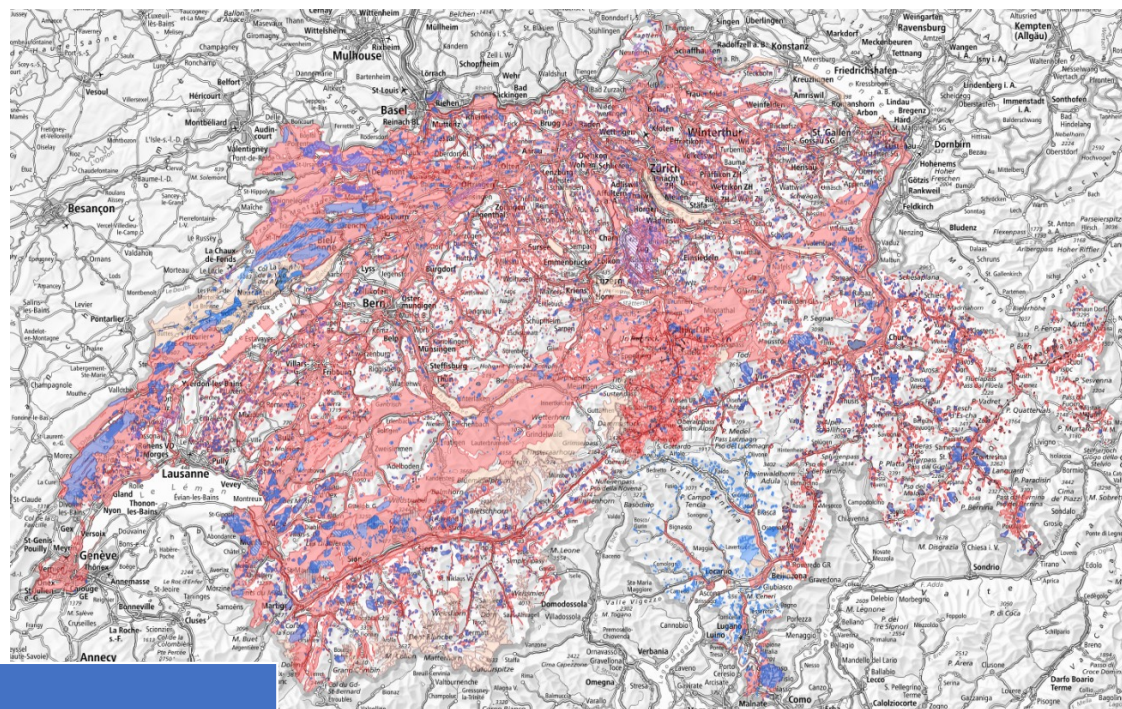
Le principe de précaution est essentiel.

**Aujourd'hui, la protection des eaux est à la traîne face aux défis à relever.**



# Planification de la protection des eaux souterraines

La Confédération définit les prescriptions légales, les cantons et les communes se chargent de leur mise en œuvre.



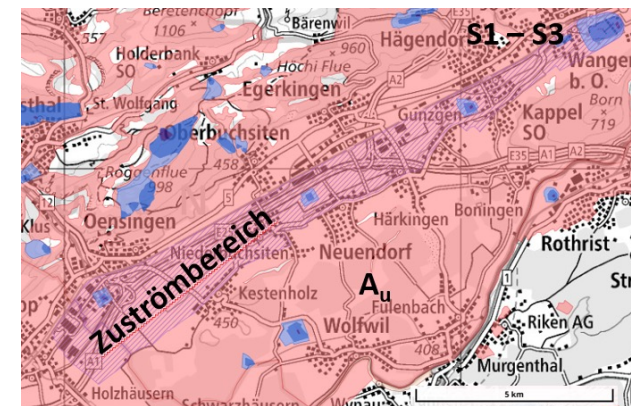
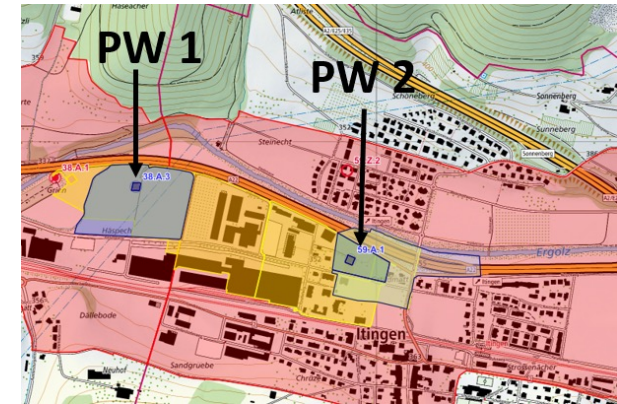
Élément	Niveau	Etendue spatiale	Impact
Zone de protection des eaux <sub>Au</sub>	Canton	Toute l'eau souterraine utilisable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taille des conteneurs de stockage</li> <li>Profondeur de construction des bâtiments</li> <li>Mise en œuvre de l'ordonnance sur les sites contaminés</li> </ul>
Aire d'alimentation	Canton	90 % des eaux souterraines d'un captage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agriculture (utilisation de pesticides et d'engrais, choix des cultures et traitement)</li> </ul>
Zones de protection des eaux souterraines S1 - S3 (s <sub>m</sub> et s <sub>h</sub> )	Commune	Protection immédiate du captage d'eau potable (temps de séjour de 10 jours)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction d'installations</li> <li>Conteneurs de stockage</li> <li>Utilisation de la chaleur du sous-sol</li> <li>Infiltration d'eaux usées</li> </ul>

Les éléments de la planification de la protection des eaux souterraines sont essentiels. Ils ne peuvent toutefois pas résoudre tous les problèmes. De plus, la mise en œuvre spatiale représente un défi de taille en raison de la forte densité de population.

## La mise en œuvre représente un défi de taille

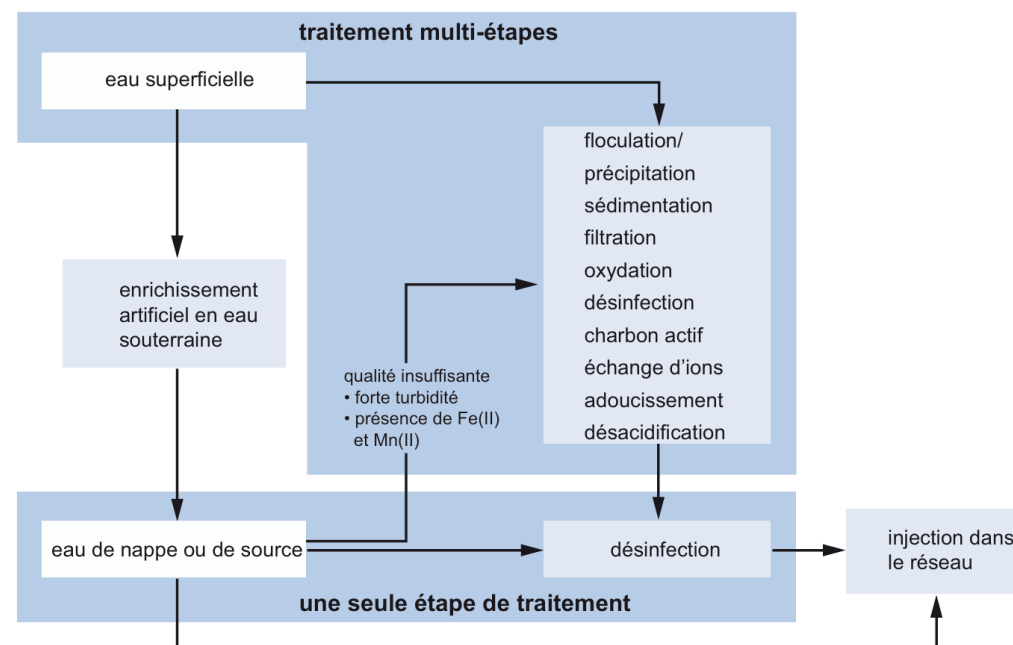
**Les zones de protection des eaux souterraines** et les zones d'habitation se superposent, notamment là où se trouvent les aquifères productifs. Dans la zone de protection des eaux souterraines, les installations ne sont pas autorisées si elles représentent un danger pour l'eau potable. Les communes sont confrontées à des défis importants (mise en œuvre des plans de zones et indemnisations).

**Les aires d'alimentation** couvrent 90% du bassin versant des captages d'eau potable. Elles doivent être déterminées pour les captages d'importance régionale. La détermination des aires d'alimentation est complexe et la mise en œuvre des restrictions d'utilisation difficile pour les cantons (contrôle du respect des exigences dans les entreprises). Cela est impossible avec les ressources actuelles.



## Le traitement de l'eau potable devient vite compliqué et coûteux

- Les méthodes d'élimination des micro-organismes dans les eaux souterraines sont simples, bien établies et utilisées par de nombreux petits distributeurs d'eau.
- Le coût de l'élimination des composés traces varie considérablement en fonction des caractéristiques de ces substances.
- Plus les composés traces sont polaires (solubles dans l'eau), plus ils sont difficiles à éliminer (par ex. TFA).
- Les installations de traitement à plusieurs niveaux sont complexes à exploiter et coûteuses. Elles ne peuvent donc être exploitées de manière rentable que par les grands distributeurs d'eau.
- Les distributeurs d'eau de plus petite taille sont confrontés à des problèmes insolubles.
- Les coûts de traitement sont généralement payés par les consommateurs et consommatrices.



# Quelles mesures sont nécessaires pour une protection des ressources à long terme ?

## Qualité des eaux souterraines :

Il faut davantage de prévention plutôt que du suivi pour garantir la qualité des eaux souterraines :

- Lors de l'autorisation de nouvelles substances, il convient de prendre davantage en compte leur dégradabilité dans l'environnement.
- Pour les substances problématiques connues, des mesures doivent être prises rapidement pour les éliminer (arrêt des sources).
- Développement de la surveillance nationale des eaux souterraines NAQUA afin d'anticiper suffisamment tôt les défis futurs.

## Planification de la protection des eaux souterraines :

Les bases légales doivent pouvoir être mises en œuvre par les communes et les cantons :

- Les mesures doivent garantir la protection des eaux souterraines, mais ne doivent pas être strictes au point qu'elles ne peuvent pas être appliquées.
- Des ressources doivent être mises à disposition pour la délimitation des aires d'alimentation et la mise en œuvre des mesures.

## Echange et coordination :

Renforcer l'échange entre les milieux politiques, scientifiques, administratifs et économiques pour une compréhension mutuelle des enjeux de la protection des eaux souterraines.

## Autres spécialistes (en plus des orateurs)



**Sofia Barth**, plateforme  
« Qualité de l'eau » de la  
VSA, Eawag



**Annelie Holzkämper**,  
responsable de l'équipe  
Protection des eaux chez  
Agroscope



**Céline Mavrot**, politologue  
de l'Université de Lausanne



**Christian Moeck**,  
Eawag, directeur du Réseau  
suisse d'eau souterraine (CH-  
GNet)

**Comment faire en sorte de pouvoir boire  
notre eau souterraine «telle quelle» ?**

**SCIENCE ET POLITIQUE**

*à table!*



**académies suisses  
des sciences**