



État des cours d'eau,  
des lacs et des eaux souterraines –  
2017 et 2018

**La vallée de l'Aar en point de mire**

**AWA Amt für Wasser und Abfall**  
**OED Office des eaux et des déchets**

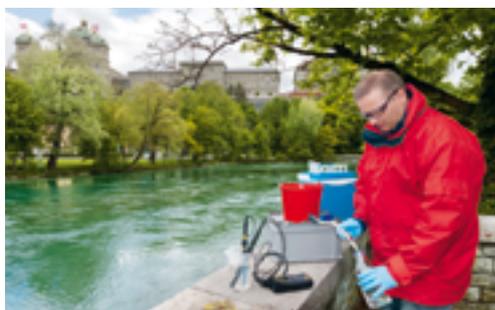
Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion  
des Kantons Bern  
Direction des travaux publics, des transports  
et de l'énergie du canton de Berne

## Sommaire

### Éditorial

Selon Christoph Neuhaus, conseiller d'État, nous devons tous nous atteler à la tâche si nous voulons préserver durablement la qualité de l'eau potable et des milieux aquatiques. **Page 3**

### Progrès au fil de l'Aar



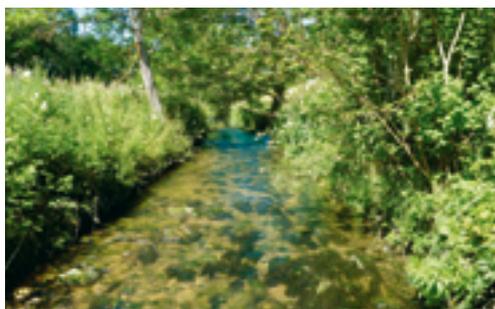
L'amélioration technique des grandes stations d'épuration situées dans le bassin versant de l'Aar réduira nettement la charge de micropolluants provenant des réseaux d'assainissement. **Page 4**

### Des ruisseaux mal lotis



C'est surtout dans les petits cours d'eau du Plateau, soumis à une utilisation intensive, que les poissons et d'autres organismes aquatiques souffrent de l'apport de polluants et de la hausse des températures de l'eau. **Page 13**

### Macrophytes dans les cours d'eau



Une nouvelle méthode évalue les plantes aquatiques et les roseaux dans la zone riveraine des ruisseaux pour apprécier la qualité des milieux naturels. Le canton de Berne l'a déjà testée. **Page 24**

### Réduire les risques liés aux pesticides



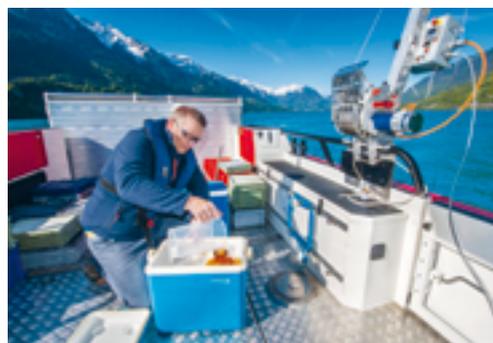
Le Projet bernois de protection des plantes en appelle à la responsabilité des agriculteurs. Son but : réduire les risques des produits phytosanitaires pour les milieux aquatiques, sans compromettre la production agricole. **Page 26**

### Une ressource vulnérable



Principale ressource d'eau potable dans le canton de Berne, les eaux souterraines sont le plus souvent de bonne qualité. Des charges locales de micropolluants soulignent toutefois la vulnérabilité des nappes phréatiques. **Page 29**

### En voie de guérison



Les progrès techniques de la protection des eaux ont sensiblement amélioré la qualité de l'eau dans les grands lacs bernois. Des efforts s'imposent encore pour revitaliser leurs rives, souvent aménagées en dur. **Page 39**

#### Photo de couverture

Prélèvement d'échantillons dans l'Aar, près du Pont Dalmazi



**Christoph Neuhaus**

Conseiller d'État et directeur des travaux publics, des transports et de l'énergie

### Préserver la qualité de l'or bleu

La nature a fait au canton de Berne cadeau d'une richesse inestimable: de l'eau à profusion. Il nous incombe à tous de préserver cette ressource, pour que les générations futures disposent, elles aussi, d'une eau potable de qualité irréprochable. Soulignons que la protection des eaux ne profite pas seulement à l'être humain; elle préserve également les plantes et les animaux qui vivent dans les ruisseaux, les rivières et les lacs.

Les analyses du Laboratoire cantonal de la protection des eaux et du sol (GBL) montrent hélas que la situation n'est guère reluisante sur ce front. Durant la période de végétation, les cours d'eau du Plateau, en particulier les petits ruisseaux dont le bassin versant est voué à une exploitation agricole intensive, affichent des concentrations élevées de produits phytosanitaires (PPH) et de leurs métabolites. Or, ces substances sont capables de porter gravement atteinte à des organismes aquatiques sensibles, voire au pire de décimer des peuplements entiers. Il importe dès lors d'équilibrer les intérêts en jeu, comme cherchent à le faire l'Office de l'agriculture et de la nature et l'Union bernoise des paysans dans le cadre du projet bernois de protection des plantes. Ce projet vise à soulager les petits cours d'eau d'une trop forte charge en substances toxiques sans compromettre pour autant les rendements agricoles.

La protection de l'eau en Suisse progresse également sur le plan technique, puisque les grandes stations d'épuration des eaux usées (STEP) seront dotées d'une étape de traitement supplémentaire. En principe,

cette solution réduira de moitié, à l'échelle nationale, la charge de composés traces organiques qui parviennent dans les rivières et les lacs via les eaux usées communales. Dans le canton de Berne, douze STEP devraient être équipées d'ici à 2035. C'est la STEP de Thoune qui a lancé le mouvement il y a une année et les analyses du GBL prouvent qu'elle élimine désormais les micropolluants avec l'efficacité requise. Elle contribue ainsi largement à protéger l'Aar et les captages situés en aval, qui fournissent chaque jour de l'eau potable à quelque 250 000 personnes.

Un incident survenu en 2017 dans le Bas-Emmental a démontré l'importance d'une observation régulière des eaux de surface et des eaux souterraines. Lors d'un contrôle routinier dans une nappe phréatique, les spécialistes de l'OED ont mesuré une grande quantité de l'agent réfrigérant fréon. Sans ce travail d'observation, la pollution aurait été découverte trop tard. Grâce à l'intervention immédiate du canton, un service des eaux régional a pu arrêter à temps d'exploiter le captage touché, tout en puisant dans une autre source pour continuer à fournir de l'eau potable propre à la population.

Même si les défis de la protection des eaux ont évolué au fil des ans, l'objectif central demeure: nous voulons préserver durablement la bonne qualité des ressources en eau. Vouloir ne suffit toutefois pas, nous devons tous nous atteler à la tâche.



Pour prélever des échantillons d'organismes aquatiques dans l'Aar, il faut des plongeurs équipés de pied en cap, des personnes pour les assurer et un appareil spécial.

## Charge polluante en baisse dans l'artère vitale du canton

**La qualité des eaux de l'Aar est globalement bonne à très bonne. La charge polluante augmente cependant au fil de la rivière. Clairement perceptible entre la source, dans les Alpes bernoises, et Murgenthal, à la frontière avec le canton d'Argovie, cette hausse est due à l'apport de nutriments et de substances chimiques provenant des activités humaines. À l'avenir, l'équipement des grandes stations d'épuration d'une étape de traitement supplémentaire devrait réduire sensiblement les concentrations de micropolluants.**

L'Aar est le principal cours d'eau du canton de Berne. Prenant sa source au pied des glaciers de la région du Grimsel, elle alimente les lacs de Brienz, de Thoune et de Biene, drainant sur son parcours environ 95 % du territoire cantonal. Elle est d'ailleurs utilisée à diverses fins. Son eau alimente des bassins de retenue et actionne des usines au fil de l'eau, qui produisent de l'électricité. Véritable artère vitale, l'Aar fournit, directement ou indirectement, de l'eau potable à une grande partie de la population. Dans le même temps, elle reçoit les eaux traitées par nombre de stations d'épuration des eaux usées (STEP), sert de voie navigable et accueille moult activités de loisirs.

Après un intervalle de dix ans, les spécialistes du Laboratoire de la protection des eaux et du sol (GBL) ont à nouveau étudié de près l'écologie de l'Aar en 2017 et en 2018. Ils ont ainsi pu établir un état détaillé de la situation. Dans l'ensemble, la qualité de l'eau est bonne à très bonne. Compte tenu de la taille du bassin versant et de l'influence anthropique qu'il implique, les concentrations de nutriments et de micropolluants organiques augmentent cependant au fil du cours d'eau. Malgré une forte dilution, les substances problématiques peuvent ainsi atteindre, même dans cette grande rivière, des concentrations critiques pour les organismes aquatiques fragiles.

## Des micropolluants partout

L'eau de la rivière étant fortement diluée dans les lacs de Brienz et de Thoune, l'Aar est pratiquement intacte lorsqu'elle quitte son bassin versant alpin. Les échantillons prélevés à sa sortie du lac de Thoune contiennent cependant déjà des traces de micropolluants provenant d'apports anthropiques. À cet emplacement, étaient notamment présents en quantités mesurables des indicateurs d'eaux usées tels que l'édulcorant artificiel acésulfame et la metformine, le plus courant des antidiabétiques. Du benzotriazole, additif anticorrosif, qui parvient principalement dans les eaux avec les produits de nettoyage pour lave-vaisselle, a également été détecté dans les deux lacs de l'Oberland bernois. En parcourant le Plateau, densément peuplé, l'Aar draine non seulement des zones urbanisées avec leurs diverses STEP, mais aussi des zones agricoles vouées à une exploitation intensive. En même temps que la population et les surfaces agricoles, les concentrations de micropolluants augmentent par consé-

quent au fil du cours d'eau. Preuve en sont les études de composés traces organiques, réalisées en été et à l'automne 2018 dans six principales stations de mesure afin de compléter les relevés des paramètres chimiques habituels.

## Charges considérables de composés traces

Les résultats obtenus pour les micropolluants s'expliquent par la présence de résidus non décomposés de médicaments ainsi que de produits chimiques provenant des ménages, de l'artisanat et de l'industrie. Ces composés parviennent principalement dans la rivière avec les effluents de STEP. À Murgenthal, dernière station de mesure avant la frontière avec le canton d'Argovie, la somme moyenne des concentrations de pesticides dépasse pourtant 0,1 microgramme par litre ( $\mu\text{g/l}$ ). Relativement basse (grâce à la forte dilution), cette valeur pourrait masquer la charge polluante totale déversée chaque jour dans l'Aar. Si celle-ci

Part maximale d'eaux usées traitées présentes dans l'Aar en période d'étiage, mesurée sur six sites répartis entre le lac de Thoune et la frontière avec le canton d'Argovie.

## Sites de mesure des micropolluants dans l'Aar



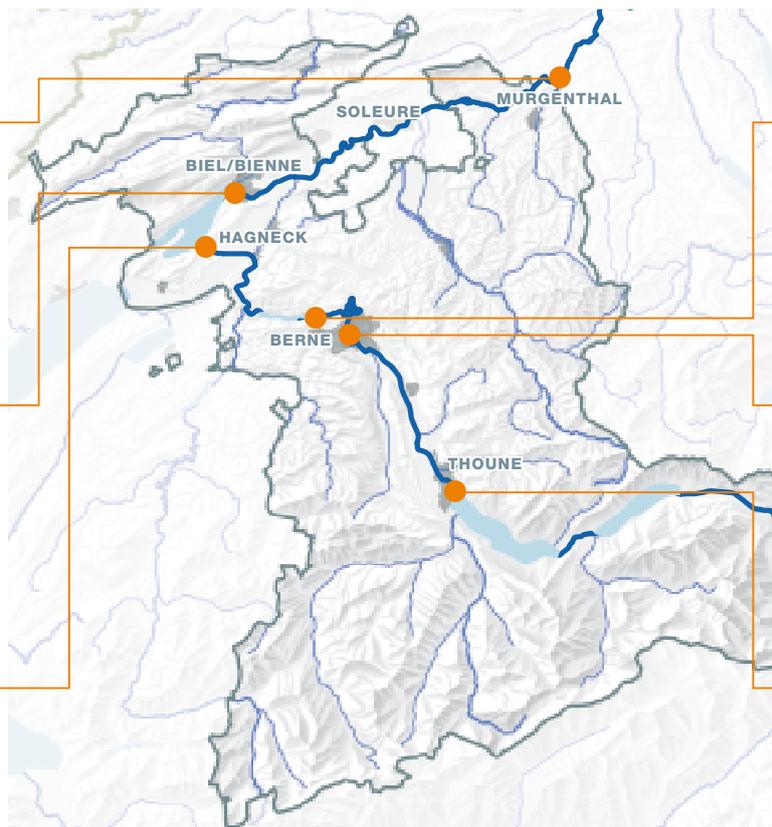
Murgenthal – 6,9%



Bienne – 5,8%



Hagneck – 5,4%



Eymatt – 8,3%

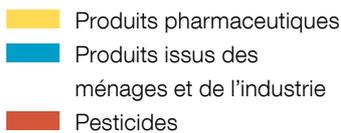
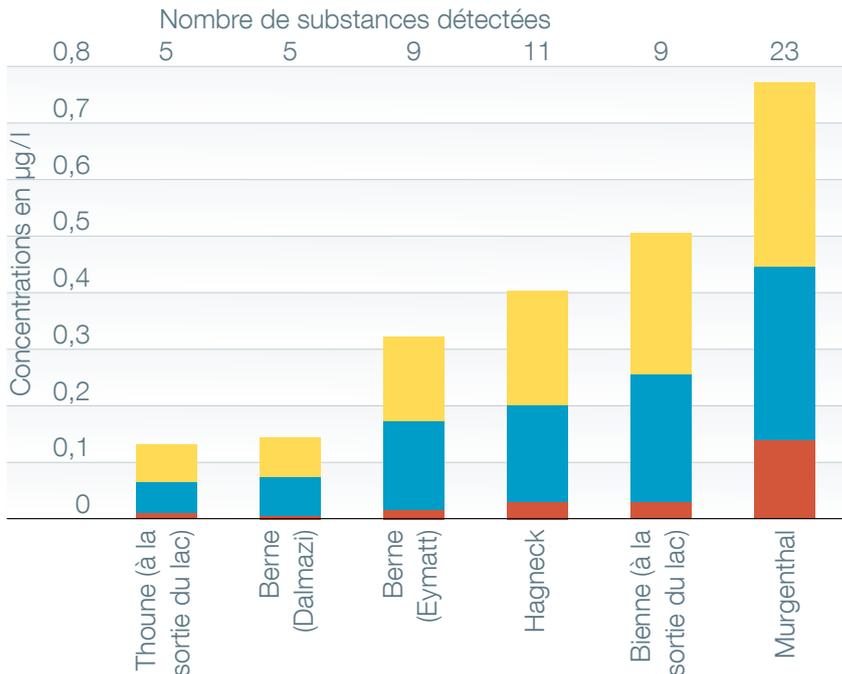


Dalmazi – 4,1%



Thoune – 1,4%

## Micropolluants présents dans l'Aar



Au fil de l'Aar, tant les concentrations que le nombre de micropolluants détectés augmentent. Ces polluants sont répartis dans trois groupes. Conformément au programme NAWA, les analyses ont porté sur 63 composés: 42 pesticides, 5 produits chimiques provenant des ménages et de l'industrie et 16 produits pharmaceutiques.

avoisine en moyenne 2 kg par jour à la sortie du lac de Thoune, elle se monte à 8 kg à Hagneck, où l'Aar se jette dans le lac de Bienne, et même à 16 kg à Murgenthal. Tout comme la charge polluante, la variété des substances décelées s'accroît au fil du tracé. Alors que le laboratoire cantonal n'a identifié que cinq produits à Thoune, il en a dénombré vingt-trois juste avant que la rivière ne quitte le territoire cantonal. Ces vingt-trois composés comprennent quatorze pesticides, cinq produits pharmaceutiques et quatre indicateurs caractéristiques d'eaux usées atteignant une concentration globale de 0,7 µg/l.

Ce sont surtout les pesticides qui se répercutent sur la qualité de l'eau, car leurs principes actifs peuvent également porter atteinte aux plantes et aux animaux aquatiques. Dans un échantillon prélevé en juin 2018 à Murgenthal, les substances actives de deux herbicides utilisés dans l'agriculture dépassaient la valeur limite de 0,1 µg/l fixée par l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux): la concentration de terbuthylazine se situait à 0,14 µg/l et celle de métolachlore à 0,13 µg/l. De plus, les analyses ont révélé la présence de nicosulfuron, un herbicide très toxique (0,013 µg/l). Selon le système modulaire gradué de la Confédération, l'Aar courait un risque chronique au moment des prélèvements, car la qualité de l'eau était médiocre (niveau 4 ou orange) à la frontière cantonale. Or, à de telles concentrations, rien ne

permet d'exclure un impact négatif sur les organismes aquatiques.

Les échantillons considérés étant isolés, ils ne permettent pas de tirer des conclusions fiables sur la persistance des concentrations mesurées ni sur la charge polluante. Une estimation grossière donne pourtant matière à réflexion: le débit moyen de l'Aar à Murgenthal en juin 2018 étant de 330 mètres cubes par seconde, une concentration de pesticides de 0,1 µg/l correspond à une charge polluante journalière de près de 3 kg de substance active!

### STEP de Thoune: traitement complémentaire efficace

Afin de réduire les apports de micropolluants problématiques dans les milieux aquatiques, la Confédération prévoit d'équiper d'ici à 2035 certaines STEP d'une quatrième étape de traitement. Dans le canton de Berne, la STEP de Thoune, à Uetendorf, fut la première concernée. Après une longue phase d'évaluation, de planification et de construction, la nouvelle étape est en service depuis l'été 2018: après l'épuration biologique, les eaux usées subissent pendant une heure environ un traitement à base de poudre de charbon actif. Après décantation des particules ayant adsorbé les composés traces, les eaux traitées transitent par un filtre à sable avant d'être déversées dans l'Aar.

Pour équiper la STEP, il a fallu investir 19 millions de francs, ce qui augmente le prix annuel de l'épuration de quelque 10 francs par habitant raccordé et par an. La réalisation des objectifs est vérifiée sur la base de douze indicateurs définis par la Confédération, la STEP devant retenir plus de 80% de la charge de six au moins des substances en question. Le rendement d'épuration de la nouvelle installation a été contrôlé en août 2018 en collaboration avec le GBL: durant deux semaines, les spécialistes ont comparé les analyses d'échantillons composites prélevés sur 48 heures à l'entrée et à la sortie de la STEP.



Les résultats montrent que la STEP de Thoune, équipée du traitement au charbon actif, satisfait amplement aux exigences de la Confédération. Alors qu'elle ne retenait auparavant qu'à 10 % le métoprolol (un médicament couramment utilisé pour traiter les maladies cardiovasculaires), la station l'élimine à présent presque entièrement. Avant les travaux, elle ne parvenait guère, voire pas du tout, à filtrer certaines substances, comme l'irbésartan, un principe actif antihypertenseur, ou la venlafaxine, un antidépresseur. Durant les deux semaines de test, les taux moyens d'élimination ont atteint près de 90 %, et même plus, dans onze cas sur douze. Seule la rétention du candésartan, un autre antihypertenseur, est inférieure, car elle n'est que de 60 %.

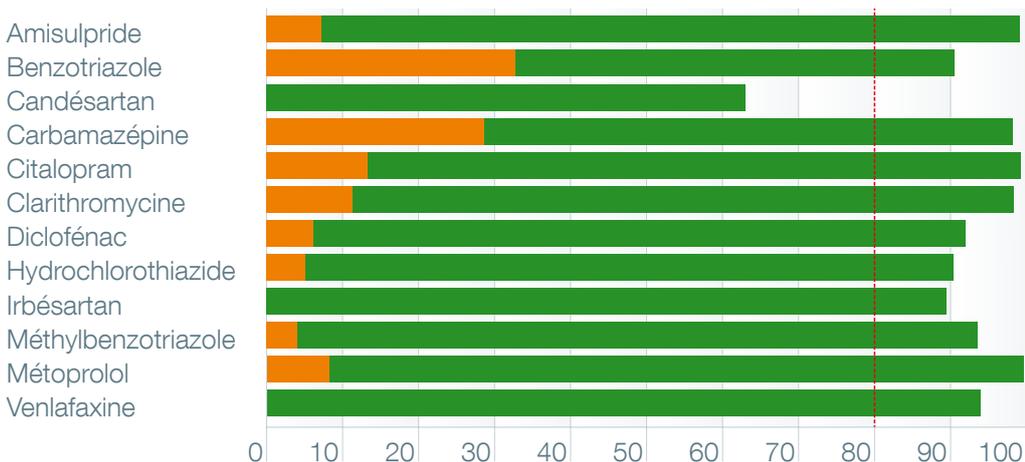
Même par temps de pluie, lorsqu'elle n'est pas en mesure de traiter le volume total des eaux usées, la nouvelle installation obtient un rendement global d'élimination de 80 % au moins. C'est ce qu'ont établi les mesures réalisées après les fortes précipitations des 13 et 14 août 2018, période où 12 % des eaux usées n'ont pas pu être soumises au traitement à base de charbon actif.

Au cours des années à venir, c'est surtout l'installation d'une nouvelle étape de traitement à la STEP de Berne et dans d'autres grandes stations d'épuration sises sur les grands affluents de l'Aar qui réduira nettement l'apport de substances problématiques contenues dans les eaux usées des ménages et de l'industrie. Si l'agriculture

La STEP de Thoune, à Uetendorf, est la première du canton de Berne à disposer d'une quatrième étape d'épuration destinée à éliminer les micropolluants. Utilisant de la poudre de charbon actif, ce traitement supplémentaire diminue nettement la charge de composés traces dans l'Aar.

Photo : STEP de Thoune, Michael Rindlisbacher.

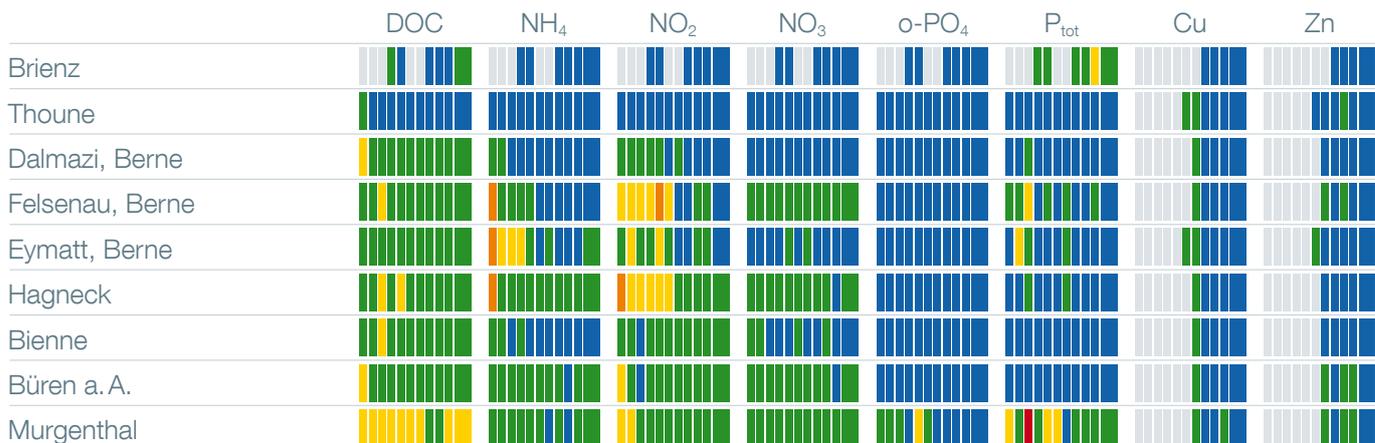
### Rendement d'élimination à la STEP de Thoune



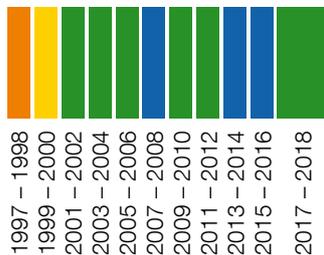
Rendement moyen d'élimination (pourcentage) des micropolluants à la STEP de Thoune, avant et après l'installation de la quatrième étape d'épuration. La ligne rouge correspond à l'objectif fixé par la Confédération.

■ Sans nouveau traitement  
■ Avec le nouveau traitement

## Charge polluante (nutriments et deux métaux lourds) dans l'Aar aux principaux points de mesure de 1997 à 2018



### Périodes de mesure



### Abréviations

COD	= carbone organique dissous
NH <sub>4</sub>	= ammonium
NO <sub>2</sub>	= nitrite
NO <sub>3</sub>	= nitrate
o-PO <sub>4</sub>	= orthophosphate
P <sub>tot</sub>	= phosphore total
Cu	= cuivre
Zn	= zinc

### État des eaux

<span style="color: blue;">■</span>	très bon
<span style="color: green;">■</span>	bon
<span style="color: yellow;">■</span>	moyen
<span style="color: orange;">■</span>	médiocre
<span style="color: red;">■</span>	mauvais
<span style="color: gray;">■</span>	pas de relevés

Évolution des concentrations de nutriments et d'autres polluants dans l'Aar depuis 1997. Les résultats les plus récents (à droite) sont signalés par une barre plus large. Les barres grises indiquent une absence de relevés.

applique de son côté des mesures efficaces à la source afin de diminuer le recours aux pesticides, ces progrès amélioreront sensiblement la qualité de l'eau et revaloriseront ainsi le principal cours d'eau du canton de Berne.

### Intensifier l'observation de l'Aar

Afin d'obtenir un aperçu complet de la situation, le Laboratoire cantonal de la protection des eaux et du sol (GBL) suivra à l'avenir de plus près l'évolution des concentrations de micropolluants dans l'Aar. À cet effet, il installe actuellement le long du cours d'eau un réseau de stations de mesure fixes, dotées d'appareils automatiques à même de prélever des échantillons en continu. Les analyses en laboratoire recourent à une nouvelle technologie, qui permet de mesurer simultanément d'innombrables substances sans qu'il soit nécessaire de les sélectionner au préalable. Ces analyses fournissent une foule de données pouvant être archivées. Même dans plusieurs années, des spécialistes pourront ainsi détecter des substances aujourd'hui encore inconnues, mais déjà présentes dans les jeux de données. Il sera également possible d'utiliser des méthodes statistiques afin d'identifier des tendances à long terme ou des événements ponctuels, tel le déversement illégal de polluants. Cette technologie ouvre certes de nouvelles perspectives pour observer l'Aar, mais le dépouillement des résultats exige beaucoup de temps. D'où les efforts menés en vue d'automatiser certains processus. Les nouvelles techniques destinées à intensifier l'observation de l'Aar devraient être mises en œuvre à partir de 2020.

### Analyses chimiques

Sur les vingt-trois principales stations de mesures cantonales servant à observer la qualité des cours d'eau, neuf se trouvent sur l'Aar. Depuis que le GBL y mesure la présence de cuivre et de zinc, ces deux métaux ne posent aucun problème. De même, l'état des eaux de l'Aar est partout bon à très bon pour ce qui est des nutriments. Seule la charge organique globale (COD) à Murgenthal constitue une exception: à cet emplacement, l'état des eaux doit être taxé de moyen, car la concentration ne respecte tout juste pas l'exigence de la Confédération, fixée à 2 milligrammes par litre (mg/l). À l'instar des micropolluants, les nutriments tendent à détériorer la qualité des eaux au fil de la rivière. Dans l'ensemble, leurs concentrations demeurent toutefois constantes depuis des années et ne dénotent aucune tendance à la hausse.

### Analyses biologiques

En 2008, l'OED a commandé une première analyse des invertébrés visibles à l'œil qui peuplent le fond de la rivière (macrozoobenthos) entre les lacs de Thoune et de Bienne. Le même relevé a été réalisé pour la deuxième fois au printemps 2018 sur neuf sites. Le long des 78 kilomètres considérés, le cours d'eau subit toute une série d'influences humaines, qui déterminent la composition de la biocénose. En raison de l'exploitation hydraulique, plus d'un tiers du tracé est formé de retenues, tandis qu'un cinquième est constitué de tronçons de dérivation ou à débit résiduel. Il est néanmoins possible de subdiviser la rivière en trois



portions présentant des caractéristiques semblables.

Entre Thoune et Berne, l'Aar n'est certes pas interrompue par des retenues, mais son lit, rectifié et stabilisé, ressemble à un canal. Compte tenu des cours d'eau latéraux, six stations d'épuration déversent leur effluent dans ce tronçon. De plus, le bassin versant se distingue par une exploitation agricole intensive. La rivière abrite ici plusieurs espèces rares à l'échelle de la Suisse ainsi que nombre d'espèces typiques des rivières des Préalpes. La biocénose comprend donc une forte proportion d'éphémères, de plécoptères et de trichoptères.

Entre Berne et le lac de Wohlén, la rivière présente un tracé sinueux et subit l'impact des centrales hydroélectriques de Matte, de Felsenau et de Mühleberg, les tronçons à retenue alternant avec ceux à débit résiduel. Dans cette région, l'Aar reçoit de plus les eaux usées traitées de deux grandes STEP : Worblental et Berne. Le tronçon en question abrite certes beaucoup d'espèces typiques d'un cours d'eau des Préalpes, mais la densité des espèces est plutôt faible.

En aval du lac de Wohlén, formé par le barrage de Mühleberg, l'Aar s'écoule tout d'abord librement sur un bref tronçon, puis suit une série de retenues, de paliers et de tronçons canalisés. À ce stade, la rivière est influencée par les centrales de Niederried,

d'Aarberg et de Hagneck. De plus, elle est déviée de son tracé naturel pour rejoindre le lac de Bienné via le canal de Hagneck. Le débit à tronçon résiduel et l'exploitation par éclusées de la Sarine après le barrage de Schiffenen (FR) jouent en outre un rôle crucial pour les invertébrés. Ces conditions modifient fortement la biocénose macrozoobenthique : alors que beaucoup d'espèces caractéristiques de l'Aar sont absentes, les zones de retenue abritent nombre d'espèces d'eaux calmes, non typiques de la rivière.

La plongeuse et l'échantillonneur sont assurés au moyen de cordes. Le plongeur de secours se tient prêt à intervenir.

Le dispositif servant à prélever des échantillons d'invertébrés vivant au fond de l'eau est assez lourd. Les ouvertures supérieures agitent les matériaux déposés sur le fond du lit, tandis que le courant passant par les ouvertures latérales entraîne les petits organismes vers le filet.





- Station de mesure
- Ouvrage de retenue
- Retenue
- Tronçon à débit résiduel
- Tronçon à éclusées

Entre Thoune et le lac de Biene, le parcours de l'Aar est marqué par l'exploitation hydroélectrique. Les analyses montrent que cette exploitation exerce une influence non négligeable sur la biocénose et la densité des organismes aquatiques.

Recours à des méthodes classiques pour prélever des invertébrés dans la zone proche de la berge. Le filet «troubleau» recueille les petits invertébrés mis en suspension lors du prélèvement.

### Prélèvements peu aisés

Les analyses biologiques de grands cours d'eau présentent bien des difficultés. Les zones proches de la rive et faciles d'accès n'étant pas représentatives de tous les habitats naturels, il faut également prélever des échantillons dans les zones plus profondes, au milieu du lit. Des plongées s'imposent donc à faible débit. Afin d'éviter les courants turbulents provoqués par la fonte des neiges, les prélèvements opérés sur les neuf sites ont débuté fin février 2018, par très mauvais temps : températures glaciales, tempêtes de neige et brouillard épais.

Des différents tronçons du cours d'eau, les plongeurs n'ont pas seulement ramené des

invertébrés, mais aussi des cailloux, que les scientifiques ont grattés pour obtenir des échantillons de diatomées. L'analyse de ce groupe d'algues a dans l'ensemble débouché sur des résultats bons à très bons, même si la qualité des eaux tend à se détériorer au fil de la rivière. Cette dégradation s'explique avant tout par le déversement des effluents de STEP, des eaux de chaussées et des déversoirs d'orage.

### Grande variété d'espèces

Entre 2008 et 2018, l'état global du macrozoobenthos n'a connu que des changements mineurs dans le cours supérieur de l'Aar. Malgré une présence accrue d'algues en aval de la STEP de Worblental, les effluents des stations d'épuration ne portent pas atteinte à la faune aquatique.

Comme par le passé, le peuplement d'invertébrés se distingue par sa grande variété. Preuve en sont les 40 à 73 espèces identifiées sur les différents sites étudiés. Si jusqu'à 20 000 individus vivent sur un mètre carré, les larves de diptères et les crustacés dominent le plus souvent dans le peuplement. Le recul de diptères observé à plusieurs emplacements a probablement été provoqué par la crue de janvier 2018, qui a emporté une partie des individus peu adaptés à des courants puissants. Dans le tronçon naturel jusqu'à Berne, les spécialistes ont constaté une augmentation des larves d'éphémères et une légère diminution des





larves de plécoptères. Sur presque tous les sites étudiés, les gammars des ruisseaux sont par ailleurs plus présents qu'en 2008. Relevons aussi que les oligochètes, une classe d'annélides, et les gastéropodes ont colonisé davantage les tronçons à retenue en aval de Berne (à forte proportion de sédiments fins). Les coquillages sont également plus fréquents dans le cours inférieur de l'Aar, sans jouer jusqu'ici de rôle important.

### Espèces rhéophiles avantagées

Depuis que la Kander a été déviée, il y a plus de 300 ans, pour se jeter dans le lac de Thoune, le charriage souffre d'un déficit en aval du lac. De plus, les travaux réalisés par la suite pour rectifier le tracé de l'Aar ont augmenté sa pente, de sorte que le courant ne cesse d'approfondir le lit, en particulier en cas de fort débit. Aujourd'hui, le fond du lit se situe jusqu'à 8 mètres au-dessous du niveau prévu par le premier projet d'aménagement. Associé à la crue hivernale de 2018, ce phénomène favorise une multiplication des espèces rhéophiles (qui aiment le courant) aux dépens d'organismes rhéophobes. Une évolution similaire a récemment été observée au niveau du pont Halen, près de Berne. Avec l'atterrissement du lac de Wohlen, l'apex de la retenue s'est apparemment déplacé vers l'amont. En rétrécissant le chenal d'écoulement, l'alluvionnement accélère le courant dans cette zone,

de sorte que l'impact de la retenue ne se fait plus sentir jusqu'au pont.

### Espèces exotiques peu présentes

Contrairement à la situation observée dans le Rhin supérieur et dans l'Aar en aval du lac de Bienne, les espèces exotiques (néozoaires) ne colonisent que peu le tronçon entre Uttigen et Hagneck. Si leur présence s'accroît certes également, ils n'exercent pas (encore) d'influence sur les biocénoses végétales et animales indigènes.

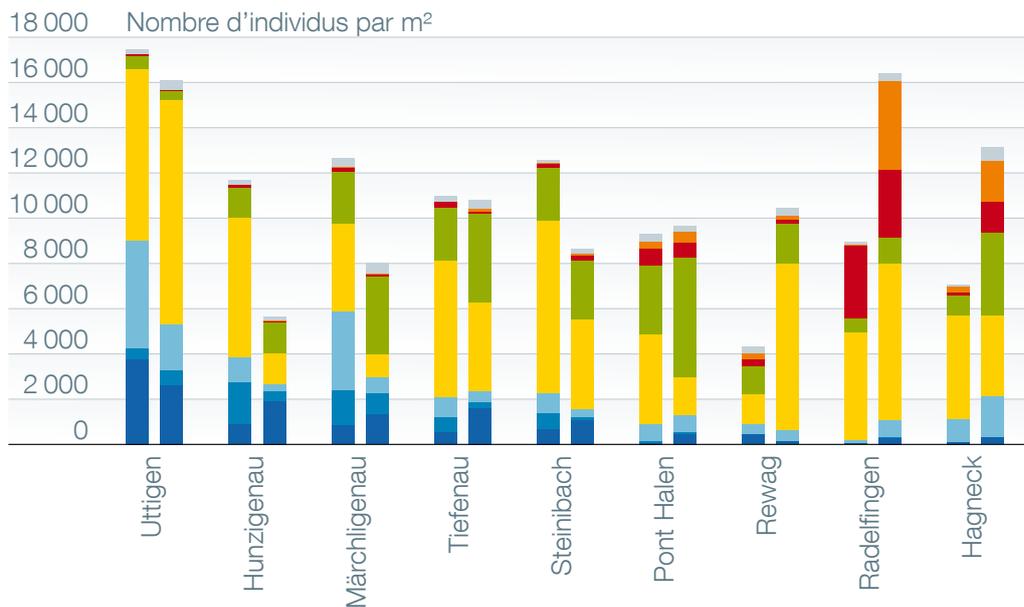
À la hauteur de Berne, les spécialistes ont identifié pour la première fois des Jaera istri (genre d'isopode), provenant sans doute d'une introduction unique. Cette espèce n'a d'ailleurs jusqu'ici pas posé de problème en Suisse. Aux points de mesure de Radelfingen et de Hagneck, l'Aar est désormais aussi colonisée par la palourde asiatique. L'expansion de cette espèce était inévitable, puisqu'elle est présente depuis plus de dix ans dans le lac de Bienne. L'OED suppose que ce mollusque exotique continuera à s'étendre en colonisant en priorité les zones sablonneuses de la rivière et qu'il pourrait surtout atteindre des densités élevées dans le lac de Wohlen. L'escargot aquatique néozélandais a également gagné du terrain : des individus ont été repérés plus en amont, jusqu'à la Hunzigenau. L'espèce n'en est pas pour autant invasive.

La correction de l'Aar, rendue rectiligne en aval de Thoune, a considérablement modifié le courant. Élargir le lit de la rivière – comme à la Hunzigenau, près de Rubigen – accroît la variété des habitats propices aux organismes aquatiques.

## Présence d'invertébrés dans l'Aar

Composition du peuplement d'invertébrés sur le fond du lit de l'Aar dans les neuf sites étudiés. Le graphique compare la situation en 2008 (à gauche) et en 2018 (à droite).

- Éphémères
- Plécoptères
- Trichoptères
- Mouches et moustiques
- Crustacés
- Vers
- Mollusques
- Autres groupes



### Analyse des sédiments

Lors des échantillonnages biologiques, les scientifiques ont également prélevé des échantillons de sédiments. Bien que leur qualité revête une grande importance pour les habitats aquatiques, la législation suisse ne définit pas encore de critères pour les évaluer. Voilà pourquoi le canton s'est jusqu'ici basé sur les valeurs cibles fixées pour les matières en suspension par la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution (CIPR). À l'exception de deux emplacements, où la teneur en cuivre est légèrement accrue, les sédiments de l'Aar ne contiennent qu'une

charge minime de métaux lourds. Aussi les concentrations mesurées n'ont-elles pas de répercussions négatives sur les organismes aquatiques.

### Pour en savoir plus

Rapport en allemand:  
[www.be.ch/awa](http://www.be.ch/awa) > Gewässerqualität  
 > Biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Thun und Bielersee 2018

Diverses espèces exotiques vivent dans l'Aar. Elles comprennent (de gauche à droite et de haut en bas) : *Jaera istri* (genre d'isopode), la palourde asiatique (*Corbicula fluminea*), la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et *Guardia tigrina* (une espèce de ver plat).  
 Photos: HYDRA, Peter Rey.





### Des ruisseaux parfois mis à mal

C'est surtout dans les cours d'eau du Plateau, soumis à une utilisation intensive, que les poissons et d'autres organismes aquatiques ont la vie dure. Alors qu'ils subissent déjà l'impact des pesticides ruisselant des surfaces agricoles et des divers polluants provenant de l'assainissement urbain, la température de l'eau tend à augmenter. Les analyses biologiques et chimiques du Laboratoire de la protection des eaux et du sol (GBL) documentent l'état des cours d'eau et révèlent leurs déficits écologiques.

Fin septembre 2018, nouvelle tragédie sur le versant sud du Frienisberg, près de Meikirch (au nord-ouest de Berne): les membres de l'association du Chräbsbach (ruisseau local) recueillent quelque 700 truites mortes, qui flottent à la surface du cours d'eau. C'est la troisième fois en quatre ans que la population de ce poisson noble et sensible a été entièrement décimée sur un tronçon de plusieurs kilomètres. Et, une fois de plus, les causes de l'hécatombe demeurent mystérieuses.

#### Un ruisseau typique du Plateau

Pour s'attaquer au problème, l'OED a procédé ces dernières années à des analyses approfondies dans le Chräbsbach. Prenant sa source dans le Bösmattmoos, non loin de Meikirch, ce petit cours d'eau – qui tra-

verse Wohlen et Kirchlindach avant de se jeter dans l'Aar à proximité de Zollikofen – est un ruisseau typique du Plateau au bassin versant soumis à une utilisation intensive: près de 70% sont voués à l'agriculture et 9% sont occupés par des zones urbanisées.

Ruissellements superficiels, déversoirs de crues et drainages constituent les principales sources des apports de nutriments et de produits chimiques. Outre ces charges chroniques mais relativement faibles, le ruisseau est régulièrement victime de déversements toxiques graves, qui anéantissent toute forme de vie dans certains tronçons. Depuis des années, l'état biologique du Chräbsbach ne respecte donc pas les exigences relatives à la qualité des eaux, d'où une biodiversité appauvrie et l'absence de petits organismes sensibles.

Mise en place d'un échantillonneur automatique en vue de soumettre l'eau du Chräbsbach, au nord-ouest de Berne, à des analyses chimiques. Le bassin versant de ce ruisseau typique du Plateau est voué à une exploitation agricole intensive, de sorte que le cours d'eau charrie une forte charge de nutriments et de produits agrochimiques.

## Qualité de l'eau du Chräbsbach

Paramètres évalués selon le SMG	2017	2018	Causes possibles
Habitats (écomorphologie)	jaune	jaune	– Berges aménagées – Zone riveraine trop étroite
Aspect général	jaune	jaune	– Léger envasement – Colmatage (fond du lit recouvert de concrétions calcaires et ± imperméable)
Diatomées	bleu foncé	vert foncé	– Seules quelques espèces indicatrices de la qualité biologique
Algues filamenteuses, touffes d'algues	jaune	jaune	– Indicateurs de la présence d'azote – Densité relativement élevée
Invertébrés aquatiques	orange	orange	– Biodiversité faible – Absence d'espèces sensibles (IBCH) – Seules quelques espèces indicatrices de la qualité biologique – Biocénose indiquant parfois une charge de pesticides (indice SPEAR)

Exigences légales relatives à la qualité des eaux	bleu foncé	bleu clair	vert foncé	jaune	orange	rouge
	respectées		non respectées			

Se fondant sur l'observation d'organismes aquatiques, l'appréciation biologique de la qualité de l'eau du Chräbsbach témoigne des déficits dont le ruisseau souffre depuis longtemps et à plus d'un titre.

- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais

Les berges du cours d'eau étant souvent aménagées et la bordure tampon qui le longe très étroite, il n'offre que des habitats de qualité moyenne.

### Beaucoup trop de nutriments et de produits chimiques

Dans le cadre des analyses régionales menées en 2017 et en 2018 sur la qualité chimique des eaux, le GBL a également examiné de plus près le cas du Chräbsbach. Les résultats ont révélé des concentrations accrues de cuivre dans la phase aqueuse, mais également des valeurs excessives pour d'autres paramètres : carbone organique dissous (COD), nitrate, azote, phosphate et phosphore total. Pour ces nutriments aussi, le ruisseau ne présente donc qu'un état moyen.

Un programme spécial lancé en été 2018 pour mesurer les micropolluants organiques a également débouché sur des résultats décevants. Durant quatre semaines un appareil automatique a prélevé des échantillons dans le cours d'eau. Le laboratoire les a ensuite analysés à la recherche de 110 composés prédéfinis. Au final, 38 composés traces ont été identifiés : 18 pesticides différents, 8 substances issues de la transformation (métabolites) de produits

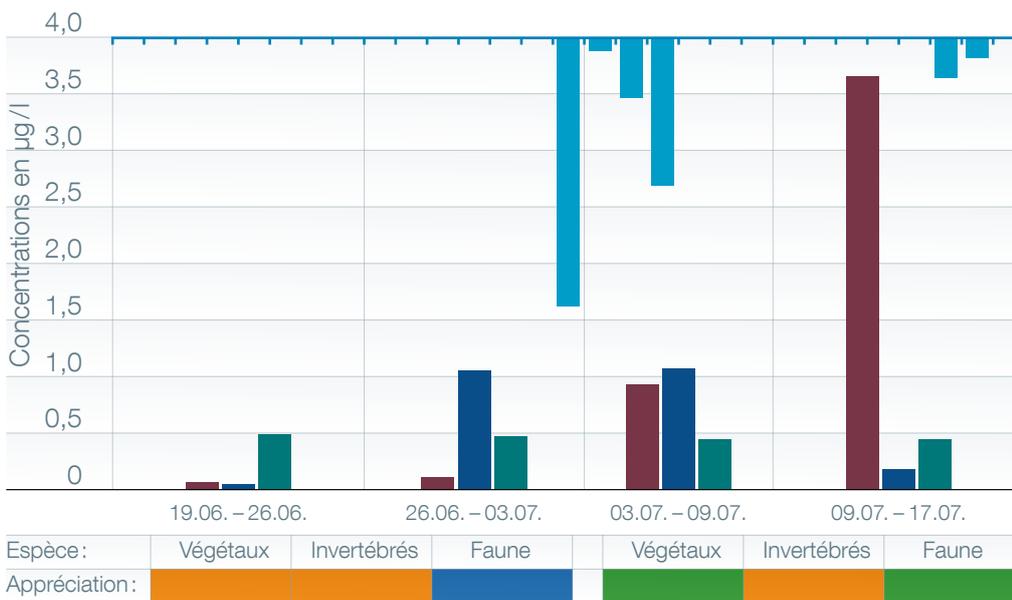
phytosanitaires (PPH), 6 produits pharmaceutiques, 3 produits chimiques provenant de l'industrie et des ménages ainsi que 3 édulcorants.

Les métabolites de produits phytosanitaires constituent la pollution de fond du Chräbsbach, dans laquelle les résidus de deux herbicides (métolachlore et chloridazone) prédominent. Dans le graphique de la page 15, les composés représentés en vert foncé correspondent à la charge des eaux de source ou des eaux souterraines, par lesquelles le ruisseau est aussi alimenté pendant les sécheresses prolongées. Voilà pourquoi les concentrations n'ont pratiquement pas changé durant les quatre semaines d'analyse, s'établissant à un niveau relativement élevé : 0,5 microgramme par litre (µg/l).

Sans le violent orage survenu à la fin de la deuxième semaine de prélèvements, les mesures (en bleu foncé) de la charge totale de PPh au cours de cette période se seraient sans doute situées au même niveau que pendant la première semaine. Or ces composés ont été mobilisés par les fortes précipitations et transportés vers le ruisseau, où ils ont atteint une concentration globale de 1 µg/l. Pendant les quelques heures d'intempéries, la charge effective a toutefois dû s'avérer vingt fois plus grande. Comme seuls 5 % environ des échantillons proviennent de l'épisode pluvieux (le reste ayant été prélevé durant la période sèche qui a précédé), les valeurs maximales sont considérablement diluées. Malgré cet effet de dilution, l'appréciation selon le système modulaire gradué de la Confédération fait état d'une forte charge polluante, surtout pour les végétaux.

Les pluies ayant perduré après le changement de flacon de prélèvement, les analyses du GBL révèlent que les concentrations de pesticides se sont également maintenues à un niveau élevé durant la troisième semaine. Les scientifiques ont alors mesuré des quantités plus grandes de composés issus du réseau d'assainissement : en particulier des édulcorants, des produits chimiques utilisés par les ménages et des résidus de médicaments. Les eaux

## Micropolluants par classes de substances



Concentrations globales des micropolluants détectés, par classes de substances en µg/l et en rapport avec les cumuls pluviométriques journaliers (échelle supérieure). Selon la période de prélèvement des deux échantillons composites sur 14 jours, l'appréciation par groupes d'organismes révèle une qualité de l'eau insatisfaisante pour les végétaux et les invertébrés (appréciation selon la page 14).

- Zones urbanisées (total)
- Produits phytosanitaires employés dans l'agriculture
- Métabolites provenant de l'agriculture
- Précipitations

usées en question parviennent dans les cours d'eau via des déversoirs de crues, des fuites dans le réseau d'égouts ou des erreurs de raccordement. Les résultats de la troisième semaine d'analyses sont typiques d'un petit cours d'eau drainant une zone urbanisée. La quatrième semaine a été marquée par une forte hausse des concentrations de produits chimiques typiques des zones urbanisées, qui reflète une part élevée d'eaux usées dans le cours d'eau. Les causes de cette augmentation n'ont pas été identifiées, car les pluies n'étaient à ce stade pas très abondantes. Durant la deuxième période d'analyse, le système modulaire gradué débouche également sur des résultats critiques. Cette fois-ci, ils sont dus à des concentrations accrues d'un insecticide et d'un fongicide, qui ont un fort impact négatif sur les invertébrés aquatiques.

principes actifs utilisés dans l'agriculture et susceptibles de porter atteinte à l'écosystème aquatique. À cette charge polluante, s'ajoute l'apport de substances indésirables provenant des réseaux d'assainissement. Souvent moins toxiques, celles-ci n'en demeurent pas moins nocives pour la faune aquatique.

### Les poissons n'aiment pas l'eau chaude

Outre la pollution chimique, la hausse des températures de l'eau durant l'été met à mal les espèces piscicoles qui apprécient l'eau fraîche, comme l'ombre ou la truite de rivière. Preuve en est la situation dans la Giesse de Belp, un affluent latéral de l'Aar, qui est alimentée par des eaux souterraines

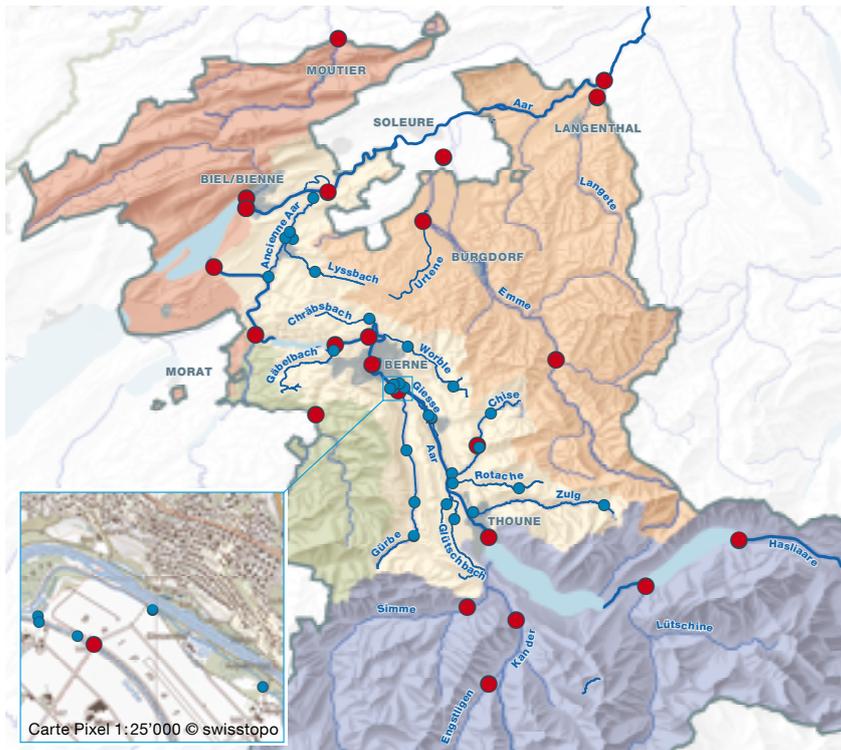


Les truites de rivière apprécient les eaux fraîches et sont sensibles à toute hausse de la température de l'eau (Giesse près de Belp). Photo: © Michel Roggo

Désireux d'identifier les causes de cette situation préoccupante, le laboratoire intensifiera ses recherches en menant une nouvelle campagne de mesure en 2019.

À l'instar du Chräbsbach, les petits cours d'eau qui sillonnent le Plateau, densément peuplé et voué à une exploitation agricole intensive, sont mis à rude épreuve par les multiples activités humaines déployées dans leur bassin versant. Même en dehors des principales périodes d'application de produits phytosanitaires et d'engrais (au début de la période de végétation, au printemps), ils peuvent contenir de nombreux





Entre 2017 et 2018, des analyses chimiques et biologiques ont été réalisées dans les stations régionales et les stations principales de mesure.

**Stations de mesure**

- Stations principales
- Stations régionales

- Jura
- Emmental/Haute-Argovie
- Vallée de l'Aar
- Singine/Schwarzwasser
- Oberland

et s'écoule dans le paysage naturel protégé entre Thourne et Berne. Situé entièrement dans la zone alluviale d'importance nationale, ce tronçon était connu jusqu'au milieu des années 1990 comme l'un des plus riches en poissons du canton de Berne.

La maigreur actuelle du peuplement piscicole a incité le GBL à compléter les analyses ichtyologiques réalisées par l'inspection cantonale de la pêche en menant, en 2018, sa propre enquête sur les causes potentielles de ce déclin. À ce stade, la qualité chimique de l'eau était bonne, tant pour ce qui est des nutriments que des micropolluants. Le peuplement de petits invertébrés présentait lui aussi une biodiversité

moyenne à bonne. De plus, aucun changement négatif marquant n'était intervenu dans le cours d'eau et les résultats ne s'écartaient pas énormément des analyses antérieures. À plusieurs endroits, la température mesurée a cependant prouvé que la Giesse de Belp ne peut plus servir de refuge aux espèces de poissons qui apprécient l'eau fraîche, surtout lors d'étés exceptionnellement chauds et secs comme celui de 2018. Cette année-là, la moyenne quotidienne a dépassé 15 degrés Celsius de début juin jusqu'en septembre. Or, une température supérieure à ce seuil durant plus de deux semaines favorise la propagation de la maladie rénale PKD chez les truites de rivière et peut ainsi accroître leur mortalité. Pendant trois semaines à partir de fin juillet, le minimum journalier a de plus dépassé 19 degrés, soit la limite supérieure de la fourchette idéale pour les grandes truites de rivière. Selon la littérature spécialisée, les individus de cette espèce qui apprécie les eaux fraîches cessent de s'alimenter dans des conditions aussi défavorables. C'est sans doute l'une des raisons du déclin observé. Par ailleurs, le retour de la loutre dans la région n'a pas manqué d'éroder le peuplement.

Évolution de la température de l'eau en 2018 dans la Giesse de Belp avant son embouchure dans la Gürbe :

- Le minimum journalier est supérieur à la fourchette optimale pour les truites.
- La moyenne journalière dépasse le seuil de 15 °C pendant plus de 14 jours consécutifs.

- Minimum journalier
- Moyenne journalière
- Maximum journalier
- Limite supérieure de la fourchette optimale
- Seuil pour la maladie rénale PKD

**Température de l'eau dans la Giesse de Belp en 2018**



## Pollution des eaux dans les stations régionales de mesure

Cours d'eau	Station	COD	Ammonium	Nitrate	Nitrite	Azote total	Orthophosphate	Phosphore total	Piomb dissous	Cadmium dissous	Chrome dissous	Cuivre dissous	Nickel dissous	Mercurure dissous	Zinc dissous	Aspect extérieur	DICH	IBCH	SPEAR
Ancienne Aar	Aarberg, village															■	■	■	■
Ancienne Aar	En amont d'Aarberg								■	■	■	■	■	■	■				
Ancienne Aar	Lyss, en amont de la STEP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ancienne Aar	Lyss, après la STEP															■	■	■	■
Ancienne Aar	Meienried	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Amletzbach	Uetendorf/Äntenried	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Chräbsbach	En amont de Reichenbach	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Giesse de Münsingen	Tägermatte	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Giesse de Belp	En amont de Campagna															■	■	■	■
Giesse de Belp	En amont de la pisciculture															■	■	■	■
Giesse de Belp	En aval de la pisciculture	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Giesse de Belp	Selhofen															■	■	■	■
Gäbelbach	Eymatt, avant le pont	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Glütschbach	Uetendorf, bim Bach	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gürbe	Bluemisteibrügg															■	■	■	■
Gürbe	Burgistein	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gürbe	Toffen, après la STEP															■	■	■	■
Gürbe	Pont Belmatten	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gürbe	Selhofen															■	■	■	■
Chise	Mirchel															■	■	■	■
Chise	Après Freimettigen, passerelle	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Chise	En amont de l'autoroute	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lyssbach	Bundkofen															■	■	■	■
Lyssbach	Fulenmatt	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rotache	Pont près de Kreuzberg	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rotache	Avant l'embouchure	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Richigebach	Richigen															■	■	■	■
Worble	Bolligen/Ittigen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Zulg	Innereriz															■	■	■	■
Zulg	Avant l'embouchure	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### Données des stations régionales de mesure

Durant la période 2017/2018, le laboratoire cantonal a concentré ses analyses régionales sur les principaux affluents de l'Aar entre Thoun et Berne. Il a également analysé le Lyssbach, qui se jette dans l'Ancienne Aar, ainsi que l'Ancienne Aar elle-même, qui retrouve l'Aar en aval du lac de Biene.

Les cours d'eau étudiés diffèrent énormément, tant pour ce qui est de leur bassin versant, que de leur structure et de la charge polluante. Ils ont néanmoins un

point en commun : les concentrations de métaux lourds restent le plus souvent faibles. Dans certains cas (Amletzbach, Chräbsbach, Lyssbach et Rotache), le GBL a cependant mesuré des concentrations élevées de cuivre. Ces valeurs sont souvent dues à des apports survenant après des épisodes pluvieux, que ce soit via des déversements dans le réseau d'égouts ou le ruissellement provenant de toits et de chaussées. La charge de cuivre demeurant faible dans les sédiments, on peut admettre que ces apports restent occasionnels. Le laboratoire cantonal n'a découvert qu'un seul site, sur l'Ancienne Aar, où le zinc atteint des valeurs accrues sur le fond du lit.

Évaluation des paramètres biologiques et chimiques aux stations régionales de mesure selon le système modulaire gradué de la Confédération.

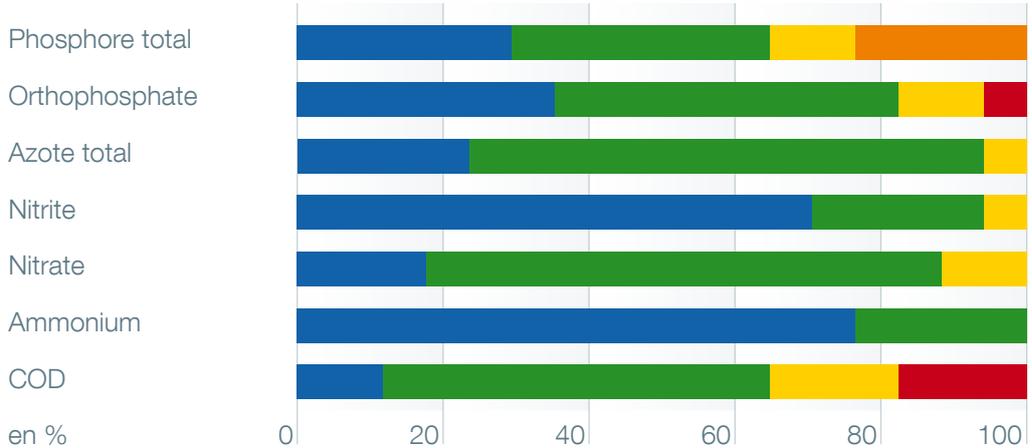
- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais
- pas de relevés

Sédiment ■ Eau

### Charge de nutriments dans les petits affluents de l'Aar

Évaluation des petits affluents de l'Aar pour ce qui est des nutriments, mesurés en pourcentage de chaque classe d'appréciation. Un tiers environ des cours d'eau analysés ne parviennent pas à respecter les exigences légales fixées pour les concentrations de phosphore total et de COD.

- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais



Elles s'expliquent sans doute par l'évacuation des eaux de surface d'une entreprise industrielle.

### Appréciation biologique des données régionales

Pour ce qui est des nutriments, la région étudiée comporte aussi bien des cours d'eau pratiquement intacts, telle la Zulg, que des ruisseaux très pollués, comme l'Amletebach, où les valeurs du COD, du phosphate et du phosphore total sont très élevées et la charge de nitrite excessive. Dans toutes les autres stations, les concentrations de nitrite et d'ammonium, tous deux toxiques pour les poissons, respectent heureusement les exigences légales. Enfin, la Rotache affiche naturellement de fortes concentrations de COD, car elle prend sa source dans une région marécageuse.

Les petits invertébrés aquatiques (macrozoobenthos) constituent d'importants indicateurs biologiques de la qualité des habitats et de l'eau, car ils colonisent les interstices du fond du lit ainsi que les végétaux aquatiques et les structures en bois. Vivant relativement longtemps, ils révèlent les influences que les écosystèmes subissent au fil de périodes prolongées. Leur absence témoigne par exemple d'événements dont les spécificités chimiques ne peuvent plus être mesurées, puisqu'ils appartiennent au passé.

Appréciation de l'état biologique des petits affluents de l'Aar basée sur différents indices et indiquée en pourcentage des classes d'appréciation, avec comparaison de trois décennies successives.

- ASP Aspect extérieur
- DI-CH Indice des diatomées
- IBCH Indice du macrozoobenthos
- SAPR Indice des saprobies
- SPEAR Indice des pesticides

### État biologique des cours d'eau de la vallée de l'Aar

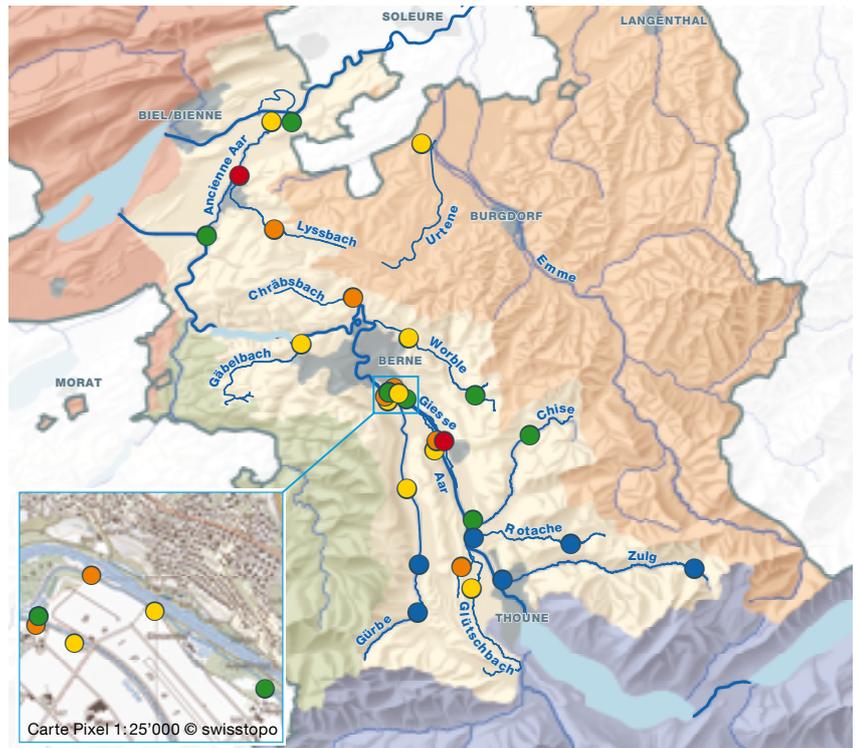


La composition de ces peuplements sert à établir différents indices de la qualité de l'eau. Alors que le très ancien indice des saprobies (SAPR) reflète avant tout la charge organique, l'indice du macrozoobenthos (IBCH), plus complet et recommandé par la Confédération, caractérise non seulement la qualité de l'eau, mais aussi la structure des habitats.

Les facteurs environnementaux qui affectent les bassins versants des affluents de l'Aar sont très hétérogènes et ne conduisent pas à une évolution uniforme des paramètres biologiques. La comparaison avec les résultats des deux décennies précédentes ne révèle qu'une amélioration de l'indice IBCH (recul des valeurs insuffisantes). Relevons toutefois que l'étude des invertébrés ne respectait pas, jusqu'en 2010, les exigences de l'indice IBCH introduit en 2011. Les valeurs mesurées jusqu'alors s'avèrent donc plutôt mauvaises. Selon ce critère, les ruisseaux présentent le plus souvent un état bon à très bon sur leur cours supérieur. Les problèmes sont cependant fréquents sur leur cours inférieur et dans les ruisseaux qui arrosent des zones agricoles. La qualité de l'eau et des habitats est par exemple insatisfaisante, et dès lors non conforme à la loi, dans la Giesse près de Münsingen, plus précisément en aval de la zone densément urbanisée, avec ses déversoirs de crues, ses routes et ses jardins. Le Chräbsbach, dont le bassin versant est dominé par l'exploitation agricole et nombre de déversements d'eaux urbaines, se classe également dans cette catégorie. Quelques autres sites étudiés enregistrent un état moyen. À l'inverse, de nombreux petits cours d'eau qui s'écoulent entre les collines, à l'écart du fond des vallées et des surfaces ouvertes vouées à une culture intensive, affichent des résultats bons, voire très bons. Preuve en sont les données complémentaires du Monitoring de la biodiversité entrepris par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

### Charge de pesticides

L'indice SPEAR pour les pesticides est l'outil idéal pour évaluer les atteintes que les



pesticides utilisés dans l'agriculture et leurs métabolites font subir aux invertébrés aquatiques. Le GBL a mesuré une forte charge de ces produits surtout dans les petits cours d'eau qui sillonnent les zones de grandes cultures. En 2017 et en 2018, ce sont la Giesse, près de Münsingen, et le Lyszbach, à Lyss, qui ont obtenu les plus mauvais résultats. Nombre d'autres ruisseaux se classent cependant dans les catégories « médiocre » ou « moyen ». Les grandes cultures occupant moins de place dans les bassins versants collinéens et préalpins, les cours d'eau de ces régions sont en meilleure santé : les ruisseaux situés

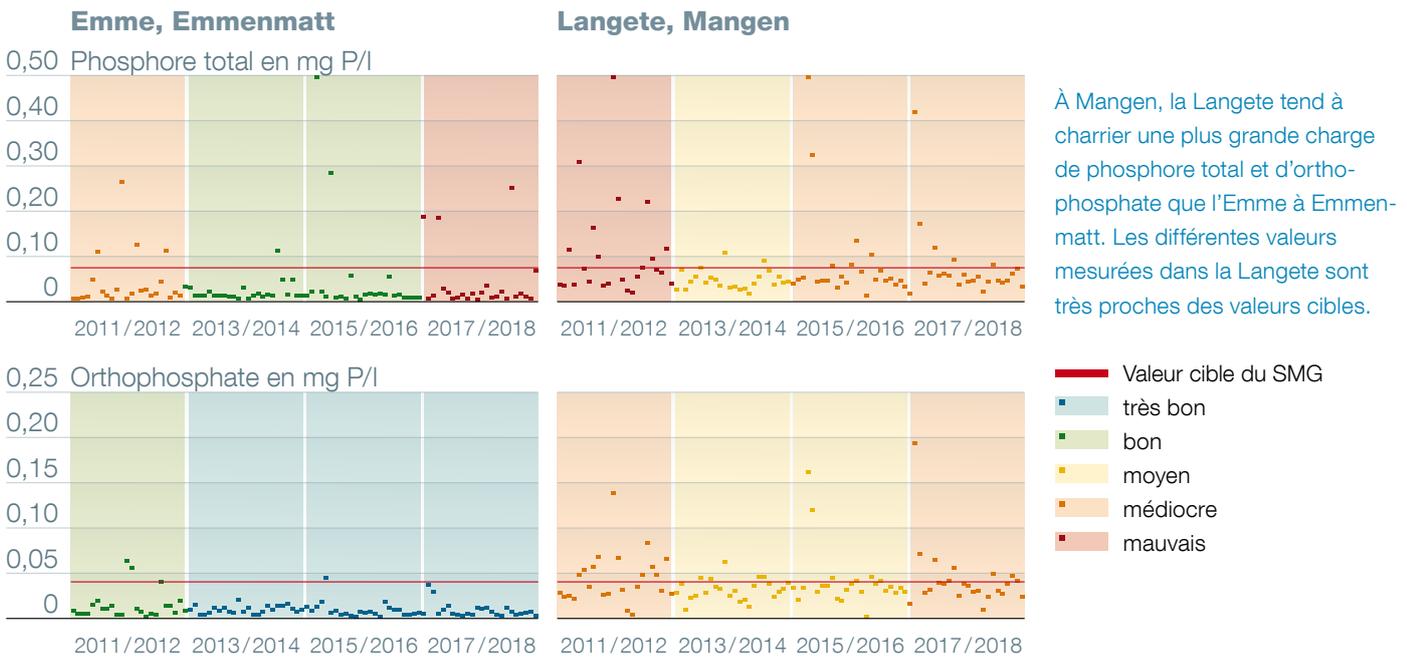
Charge de pesticides issus de l'agriculture dans les cours d'eau bernois : appréciation fondée sur la qualité de l'eau et des habitats propices aux invertébrés benthiques (indice SPEAR).

Des spécialistes mandatées par le Laboratoire cantonal de la protection des eaux et du sol procèdent à des analyses biologiques pour évaluer l'état de la Worble dans un tronçon canalisé à la hauteur de Bolligen.





## Phosphore et orthophosphate dans l'Emme et la Langete



À Mangen, la Langete tend à charrier une plus grande charge de phosphore total et d'orthophosphate que l'Emme à Emmenmatt. Les différentes valeurs mesurées dans la Langete sont très proches des valeurs cibles.

d'eau affichent un état moyen. Près de Münsingen, la Giesse contenait ainsi des charges de matières solides provenant de l'assainissement urbain, tandis que les eaux du Lyssbach étaient troublées par de gros amas de mousse et des déchets à la hauteur de Fülenmatt. L'état de tous les autres cours d'eau de la région était bon à très bon.

surtout les pics de concentrations observés lors de précipitations qui détériorent la qualité de l'eau. Les apports en cause sont dus aux déversoirs d'orage dans le réseau d'égouts, mais aussi à l'érosion du sol engendrée par de fortes pluies. Quant aux valeurs moyennes de phosphate dans ces cinq cours d'eau, elles correspondent au contraire aux exigences légales.

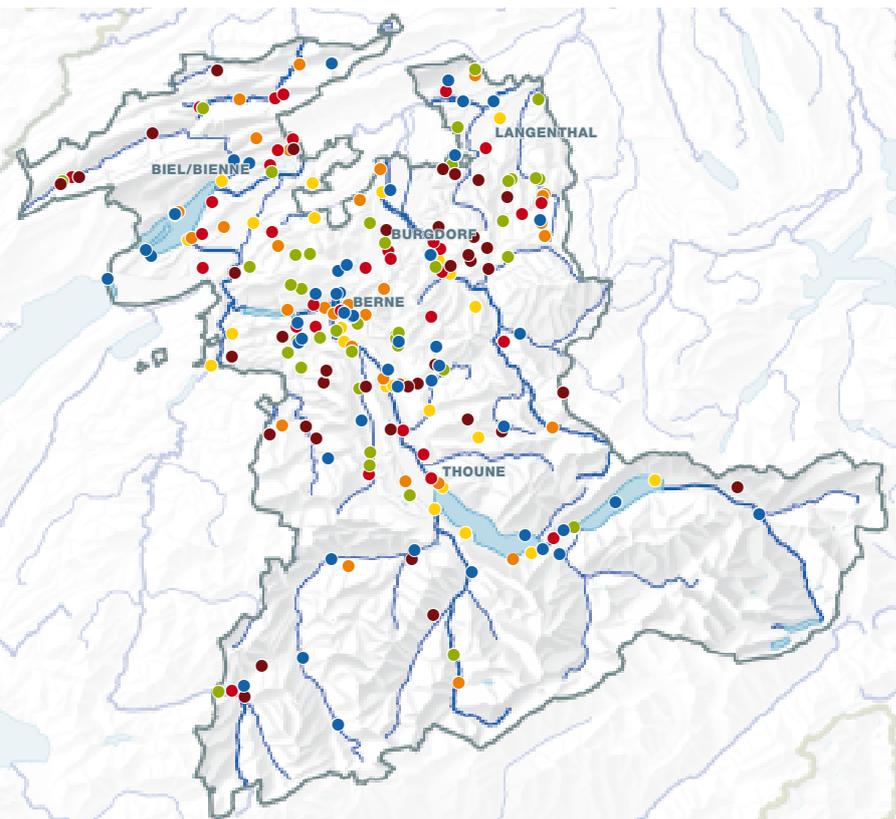
### Analyses chimiques aux principales stations de mesure

Par rapport aux autres périodes d'évaluation, le GBL a notamment constaté en 2017/2018 un plus grand nombre de dépassements des concentrations admises de nutriments dans les quatorze principales stations cantonales de mesure (abstraction faite de celles sises sur l'Aar). Huit des stations situées sur des affluents de l'Aar (Lütschine, Kander, Chise, Sarine, Suze, Emme et Langete) affichaient des valeurs excessives pour le phosphore total. Dans la Gürbe, la Singine et l'Emme, les spécialistes ont de plus mesuré des valeurs trop élevées de COD.

À y regarder de plus près, l'évolution des concentrations, surtout celles de phosphore total, varie toutefois beaucoup d'un cours d'eau à l'autre. En principe, cet élément n'atteint par exemple pas de valeurs accrues dans la Lütschine, la Singine, la Suze et dans la partie supérieure de l'Emme. Dans ces cours d'eau, ce sont

À titre de comparaison, la Langete enregistre durant toute l'année des concentrations accrues de phosphore total et de phosphate, probablement dues pour l'essentiel à des sources agricoles diffuses. La Chise connaît une situation similaire pour ce qui est du phosphore total, dont la charge provient d'une source ponctuelle (déversement d'eaux usées traitées à proximité de la station de mesure) et de nouvelles affectations agricoles.

Pour ce qui est du phosphore, de légères variations au sein des cinq classes d'appréciation entre les différentes périodes de mesure ne correspondent pas obligatoirement à une amélioration ou à une détérioration de la situation à la station considérée. Les valeurs peuvent en effet varier considérablement selon l'intensité et la durée des précipitations qui surviennent peu avant ou pendant le prélèvement. Une succession fortuite de pluies lors des échantillonnages opérés au cours des deux années d'analyses tend donc à dégrader l'appréciation de la qualité de l'eau.



Répartition régionale de la pollution des eaux et de ses causes en 2017/2018. Les points sur la carte correspondent aux couleurs utilisées dans le diagramme ci-dessous.

Une simple comparaison des valeurs mesurées le même jour dans l'Emme à Emmenmatt et dans la Langete à Mangen montre toutefois que la charge de fond de phosphore est nettement plus élevée dans la Langete que dans l'Emme, dont le bassin versant est occupé par une exploitation agricole moins intensive.

### Forte hausse des cas de pollution aiguë

Les cas graves de pollution aiguë des eaux déciment en un rien de temps toute forme de vie dans un cours d'eau. Les ruisseaux les plus touchés doivent ensuite patienter longtemps avant d'être recolonisés. Ce constat vaut surtout en cas d'apport de

purin ou de produits chimiques. Les pollutions par les eaux usées (déversoirs de crues ou erreurs de raccordement) sont au contraire périodiques et moins marquantes. Par la suite, la recolonisation dépend beaucoup de la mise en réseau du cours d'eau et de la population source de différents groupes d'organismes dans ses affluents. Les peuplements auront plus de peine à recouvrir un état normal en l'absence de petits affluents servant d'abris ou en présence d'obstacles à la migration des poissons.

L'année 2017 a hélas été particulièrement funeste pour les cours d'eau du canton, battant même tous les records. Le nombre des accidents (143) a nettement dépassé celui des années précédentes. Et les choses ne se sont guère améliorées en 2018, puisque 104 cas de pollution des eaux ont été recensés. Bien que la population et les autorités soient plus sensibles aux accidents, leur attention accrue ne suffit pas pour expliquer cette situation peu satisfaisante.

Ont fortement augmenté les accidents impliquant des eaux usées, des produits chimiques et diverses substances. De même, les cas sans cause connue ont poursuivi leur progression. Quant aux accidents impliquant du purin ou du mazout et des carburants, leur nombre demeure à peu près constant, de sorte que les diverses catégories de substances occupent une place similaire dans la répartition.

La répartition géographique des accidents a elle aussi évolué. Si les accidents impliquant du purin survenaient jusqu'ici souvent dans les régions de l'Emmental et de Haute-Argovie vouées à une agriculture intensive et aux surfaces utiles très escarpées, ils se sont multipliés dans l'Oberland, le Schwarzenburgerland et le Jura. Les accidents impliquant du mazout se sont quant à eux concentrés dans les grandes agglomérations et le long des grands axes de trafic. Les autres pollutions se sont réparties sur l'ensemble du Plateau et comprennent deux accidents officiellement documentés impliquant des pesticides. D'autres accidents du même type sont probables, mais il n'a pas été possible de les prouver.

Ce sont surtout les sinistres impliquant des eaux usées, des produits chimiques et diverses substances qui enregistrent une hausse.



### Cas de pollution des eaux 2017 – 2018, 247 événements





### L'Amletebach: exemple d'une pollution chronique

Depuis des années, pêcheurs, promeneurs et spécialistes de la protection des eaux de l'OED avaient remarqué la présence d'un épais tapis de touffes rougeâtres, beiges et blanchâtres dans le petit Amletebach près de Thoun. Sur plusieurs centaines de mètres, ces amas envahissaient le fond du ruisseau à intervalles irréguliers en aval d'une conduite de déversement. La bactérie *Sphaerotilus natans*, typique des eaux usées, recouvrait également des lieux connus pour abriter des frayères de truites. Un tapis de ces dimensions ne peut se former qu'en cas d'apports massifs et à long terme. Les spécialistes étaient persuadés que la pollution était due à une erreur de raccordement dans le réseau d'eaux usées. Découvrir le coupable a cependant pris du temps et n'a pas été facile, car nombre de tuyaux débouchaient dans la conduite longue de près de 2 kilomètres. En 2018, après de longues années de contamination chronique, le pollueur le plus probable a enfin été identifié, de sorte que la situation a pu être assainie l'hiver dernier.

L'Amletebach n'est hélas pas un cas unique. C'est en particulier dans les petits cours d'eau que les fortes charges récurrentes ou les pollutions chroniques détériorent gravement la qualité des habitats des organismes aquatiques. Le plus souvent, un ruisseau subit une nouvelle atteinte, alors qu'il vient

à peine de se remettre de la précédente. Dans ces conditions, les poissons et leurs proies peinent à recouvrer durablement la santé.

### Pour en savoir plus

Rapports du GBL (en allemand) :  
[www.bve.be.ch/awa](http://www.bve.be.ch/awa) > Gewässerqualität  
 > Biologie Bern Aaretal 2017 und 2018  
 Rapport du GBL (en allemand) :  
[www.bve.be.ch/awa](http://www.bve.be.ch/awa) > Gewässerqualität  
 > Projekt Belper Giesse – Makrozoobenthos, Wasserqualität, Wassertemperatur;  
 Arbeitsbericht

Le paysage idyllique de l'Amletebach près de Thoun est trompeur : pendant des années, des touffes visqueuses peu engageantes dues à l'apport d'eaux usées occupaient par endroits tout le fond du ruisseau.



## Macrophytes dans les cours d'eau



Dans le tronçon revitalisé du Schwarzbach près de Rubigen, des spécialistes du Laboratoire de la protection des eaux et du sol (GBL) évaluent l'état écologique des plantes aquatiques et des roselières.

### Qualité des biotopes: nouvelle méthode d'appréciation

En 2018, la Confédération a présenté une méthode complémentaire d'appréciation de la qualité des cours d'eau. Cette méthode, que l'OED a déjà eu l'occasion de tester, évalue les plantes aquatiques et les roseaux qui colonisent la zone riveraine des ruisseaux. L'étude des macrophytes convient surtout pour vérifier les résultats de revitalisations, après achèvement de la première colonisation.

Les macrophytes regroupent les végétaux aquatiques et les roseaux qui colonisent les milieux aquatiques et leur zone riveraine jusqu'à la ligne des eaux moyennes. Ils croissent aussi bien dans les zones peu profondes des lacs et des étangs que dans les cours d'eau ensoleillés et à faible pente, où l'eau s'écoule lentement. En Suisse, on les rencontre donc principalement sur le Plateau et dans les grandes vallées des Préalpes. Les macrophytes sont influencés par les conditions chimiques et la morphologie des milieux naturels et forment à leur tour des structures qui servent d'habitat à divers organismes aquatiques.

#### Test réalisé dans le canton de Berne

Dans le cadre du Système modulaire gradué, servant à apprécier la qualité des cours d'eau, la Confédération a présenté une nou-

velle méthode qui se fonde sur l'évaluation des macrophytes. Cette méthode a déjà été testée dans le canton de Berne: sur mandat de l'OED, des spécialistes ont étudié une sélection de 31 tronçons de cours d'eau, tant aménagés que revitalisés.

L'étude a révélé que seuls deux tronçons présentent un très bon état. Tous deux sont revitalisés et leur structure (écomorphologie) présente des caractéristiques bonnes à très bonnes. Ils disposent en particulier d'une zone riveraine suffisamment large et peu profonde, qui comporte plusieurs types d'habitats répondant aux exigences de diverses espèces de macrophytes.

Huit autres tronçons ont été classés dans la catégorie bon à très bon. Du point de vue écomorphologique, leur état varie beaucoup, allant d'artificiel et non naturel à proche de l'état naturel. Une situation similaire caractérise les ruisseaux qui offrent

des conditions écologiques moyennes à mauvaises pour les macrophytes. Dans leur cas, l'appréciation de la diversité structurale a également varié entre très bonne et mauvaise.

Les résultats révèlent que même des cours d'eau dont l'appréciation écomorphologique est négative, tel un canal par exemple, peuvent jouir d'un peuplement dense de diverses espèces de macrophytes. Lorsque l'ensoleillement et le courant ainsi que la pente et le substrat offrent des conditions propices, les plantes aquatiques prospèrent aussi dans des tronçons à la morphologie dégradée. Les macrophytes y forment souvent les seules structures à même de servir d'habitat à d'autres organismes aquatiques.

À l'inverse, les plantes aquatiques et les roseaux ne trouvent pas toujours des conditions propices pour se développer dans des tronçons de cours d'eau présentant une écomorphologie bonne à très bonne. Elles manqueront par exemple de lumière là où des bosquets riverains denses rafraîchissent l'eau et servent de zone tampon contre l'apport d'engrais. Si le lit est de plus recouvert de dépôts calcaires, les végétaux, à l'exception des mousses, peinent à s'enraciner.

### Un complément fort utile

L'essai sur le terrain a démontré l'efficacité de la nouvelle méthode. L'appréciation mérite encore quelques améliorations, que le GBL a réunies sous forme de propositions concrètes dans un rapport additionnel. Il est certes impossible d'appliquer le module en question à tous les sites d'observation



du canton, car les macrophytes ne poussent pas partout. Là où l'on en trouve, il vaut la peine d'appliquer cette méthode afin d'affiner l'appréciation de la qualité des eaux en observant ce groupe d'organismes.

L'évaluation des plantes aquatiques constitue surtout un moyen idéal pour contrôler les résultats de revitalisations, après achèvement de la première colonisation. De telles études sont également utiles pour les cours d'eau aux structures monotones, par exemple en vue d'adapter leur entretien afin d'accroître le nombre des espèces de macrophytes et leurs formes de croissance. De telles solutions permettent non seulement de favoriser les macrophytes, mais aussi d'accroître la variété des habitats propices à d'autres organismes aquatiques.

À la hauteur de Rubigen, le tronçon revitalisé du Schwarzbach forme un cours d'eau dont l'écomorphologie est proche de l'état naturel et où les macrophytes prospèrent.

### Pour en savoir plus

[www.bve.be.ch/awa](http://www.bve.be.ch/awa) > Gewässerqualität > Arbeitsbericht – Makrophyten in Fließgewässern im Kanton Bern (Untersuchung und Praxistest)  
[www.systeme-modulaire-gradue.ch](http://www.systeme-modulaire-gradue.ch) > SMG des cours d'eau > Plantes aquatiques

Dans un tronçon monotone de l'Urtenen, près de Schalunen, les peuplements végétaux – certains immergés, d'autres colonisant le pied de la berge – augmentent la variété de la morphologie et de l'écoulement.



## Projet bernois de protection des plantes



Point de mesure où le GBL observe les apports diffus de produits phytosanitaires (PPh) dans le Chrümliisbach près de Bätterkinden.

### Appel à la responsabilité des agriculteurs

Grâce au Projet bernois de protection des plantes, lancé en 2017, le canton entend diminuer les risques que les produits phytosanitaires représentent pour les cours d'eau, sans compromettre pour autant la production agricole. Le train de mesures vise à réduire aussi bien les apports ponctuels des composés traces incriminés dans les ruisseaux et les rivières que les charges diffuses dues au ruissellement superficiel.

Les études du Laboratoire cantonal pour la protection des eaux et du sol (GBL) et de l'institut de recherche Eawag ont établi que les petits ruisseaux des régions agricoles vouées à une exploitation intensive contiennent souvent une forte charge de produits phytosanitaires (PPh). Or la présence de certaines substances actives pendant plusieurs mois constitue un risque de dégâts chroniques pour les végétaux et les animaux. Après des épisodes pluvieux survenant pendant la principale période d'application de PPh, les concentrations de ces produits dans les petits cours d'eau se maintiennent même assez longtemps à des valeurs qui représentent un risque toxique pour les organismes aquatiques. L'appauvrissement de la biodiversité, déjà observé dans maints ruisseaux, ainsi que des tests biologiques confirment le danger inhérent à ces cocktails de substances.

### Une série de mesures

C'est à ce problème que s'attaque le projet bernois, que l'Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OAN) et l'Union bernoise des paysans ont lancé en 2017 en collaboration avec l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG). Prévu sur six ans, soit jusqu'à fin 2022, il propose une dizaine de mesures que les paysannes et les paysans sont libres d'appliquer afin d'assumer leurs responsabilités. Le risque qu'ils prennent est couvert par une indemnité financière, pour laquelle le projet dispose d'un budget de 62,7 millions de francs. Comme les mesures sont destinées à protéger les ressources naturelles au sens des articles 77a et 77b de la loi fédérale sur l'agriculture, l'OFAG assure 80 % du financement et le canton de Berne les 20 % restants.

En investissant dans l'aménagement de places de remplissage et de lavage des pulvérisateurs équipées d'un système approprié d'évacuation des eaux, le projet vise à réduire les apports ponctuels de PPh dans le réseau d'égouts et à abaisser ainsi de 30 % leur charge dans les effluents de STEP. Les agriculteurs sont par ailleurs appelés à accroître le nombre et la taille des bandes vertes qui longent les champs, les chemins et les routes ou à végétaliser toute la largeur des bandes de roulement, afin d'empêcher les substances actives nocives de s'écouler vers les cours d'eau par ruissellement. Les initiateurs du projet espèrent que les concentrations de PPh dans les cours d'eau dépasseront ensuite moins souvent les normes de qualité environnementale (NQE), l'objectif étant de parvenir à une réduction de 20 %. D'autres possibilités consistent à diminuer les quantités de produits utilisés, voire à y renoncer complètement, ainsi qu'à employer des méthodes peu toxiques pour protéger les cultures : couvrir les arbres fruitiers à l'aide de filets, recourir à des auxiliaires pour lutter contre les nuisibles ou poser des appâts à insectes.

### Une surveillance très étroite

Le Laboratoire de la protection des eaux est du sol (GBL) est chargé d'assurer une surveillance appropriée afin de vérifier la réalisation des objectifs chiffrés du projet. Cette tâche pose un certain défi, car l'apport de PPh dans les cours d'eau n'est pas constant, mais varie au contraire énormément.



La surveillance devant dès lors être très étroite, elle exige un travail conséquent. Elle doit de plus tenir compte des applications entreprises par une foule d'exploitations agricoles à des moments différents, ces applications pouvant avoir un impact sur un grand nombre de cours d'eau.

Vu son coût élevé, un tel suivi ne peut pas s'étendre à tout le canton. La surveillance prend donc la forme de mesures intensives réalisées dans des zones tests petites et plus faciles à observer. L'OED prévoit par ailleurs d'accompagner les exploitations agricoles situées dans les secteurs sélectionnés pour les impliquer activement dans la protection des eaux. L'effort entend favoriser une sensibilisation réciproque et déboucher sur des solutions ciblées, qui pourront être reprises dans d'autres régions. Comme dans tout programme visant les ressources, les échanges et les changements doivent également produire un effet didactique, appelé à perdurer après le projet. Sur la base des mesures appliquées dans les diverses régions, l'impact global du projet bernois de protection des plantes sera ensuite extrapolé à l'échelle du canton.

### Effluents de STEP et ruisseaux

Pour vérifier les apports ponctuels de PPh, les scientifiques ont retenu trois stations d'épuration des eaux usées (STEP) dont le bassin versant comporte une partie considérable de grandes cultures : les STEP d'Anet-Müntschemier et de Lyss dans le



Nul ne peut exclure une fuite lors de l'épandage ou du transport de produits phytosanitaires, voire pendant le nettoyage du pulvérisateur. Or quand ces produits parviennent, même en quantité infime, dans un cours d'eau ou dans une station d'épuration, ils sont à même de porter gravement atteinte à des organismes aquatiques.

Le projet bernois de protection des plantes déploie différentes mesures afin de prévenir l'apport de substances actives nocives dans les cours d'eau.



L'apport de produits phytosanitaires dans les cours d'eau via les chemins et les bouches d'évacuation constitue un problème. Il importe d'y remédier à l'aide de moyens techniques et de mesures d'exploitation.

Seeland et la ZALA Eymatt en Haute-Argovie bernoise. Pendant la période de végétation (de mars à octobre), le GBL analysera leur effluent afin de mesurer les charges de produits phytosanitaires. Allant jusqu'en 2024, soit deux années au-delà du projet, ce suivi servira à évaluer la durabilité des efforts entrepris.

En vue de connaître les apports diffus, le laboratoire a installé des points de mesure dans deux ruisseaux au bassin versant marqué par une exploitation agricole intensive : le Ballmoosbach à Ballmoos/Zuzwil et le Chrümlisbach à Schalunen/Bätterkingen. Sur ces sites-là aussi, les analyses seront effectuées de mars à octobre et s'étendront jusqu'en 2024. Outre les charges aiguës et chroniques de PPh, elles mesureront d'autres paramètres de la qualité des eaux, tels les nutriments, les matières en suspension ou le carbone organique dissous (COD). De plus, des sondes assurant la transmission des données en ligne enregistreront la température, le pH, la conductivité, la teneur de l'eau en oxygène et la turbidité. Des appareils jaugeront également la pluviométrie et le débit. Tous les deux ans, ces mesures seront en outre complétées par des analyses biologiques.

## Objectifs et premiers constats

Au titre de contrôle de l'efficacité, le suivi doit en priorité établir si les mesures déploient un effet sur le terrain et à quel point le projet atteint ses objectifs. Il s'agit en bref de savoir si les efforts consentis améliorent effectivement la qualité de l'eau. Le canton souhaite par ailleurs mieux comprendre les conditions requises pour optimiser l'efficacité des interventions.

Les valeurs mesurées jusqu'ici dans le cadre du suivi ont prouvé que tant les ruisseaux que les effluents de STEP analysés charrient de fortes charges de produits phytosanitaires. Une étude menée par l'institut de recherche Eawag en 2017 sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) débouche sur un constat identique. Dans le Chrümlisbach, elle a détecté au total 89 produits phytosanitaires, dont 11 principes actifs ont, de mars à octobre, dépassé pendant 119 jours les critères de qualité témoignant d'une pollution chronique. Pendant 28 jours, 5 substances ont même affiché des valeurs supérieures aux critères de qualité relatifs à une pollution aiguë. Ce sont les herbicides métazachlore et métribuzine ainsi que les insecticides thiaclopride et chlorpyrifos qui ont le plus souvent posé problème.

Ces résultats soulignent qu'il est urgent de mettre en œuvre tant le Plan d'action national visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires que les programmes cantonaux destinés à préserver les ressources, à l'image du projet bernois de protection des plantes. Si notre société veut protéger durablement les cours d'eau, nous devons sérieusement nous atteler à la tâche.

## Pour en savoir plus

Projet bernois de protection des plantes :

[www.be.ch/bpp](http://www.be.ch/bpp)

> Français

Trop de produits phytosanitaires dans les petits ruisseaux :

[www.eawag.ch](http://www.eawag.ch) > News & Agenda

> Actualités > 2 avril 2019



### **Vulnérables, mais le plus souvent de bonne qualité**

Les progrès rapides des méthodes d'analyse multiplient la détection de composés traces organiques dans les eaux souterraines. Dans le canton de Berne, ils sont surtout présents dans les nappes phréatiques des régions vouées à une exploitation agricole intensive et à proximité des zones urbanisées. Si les eaux souterraines sont le plus souvent de bonne qualité, la charge de micropolluants souligne par endroits la vulnérabilité de cette précieuse ressource.

Selon les Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines, la surveillance et l'observation de cette ressource à l'échelle régionale incombent aux cantons. Planifié sur le long terme, ce suivi permet de documenter l'état naturel de diverses nappes souterraines. Pour ce faire, il met un accent particulier sur l'évolution de la qualité de l'eau en fonction des activités humaines.

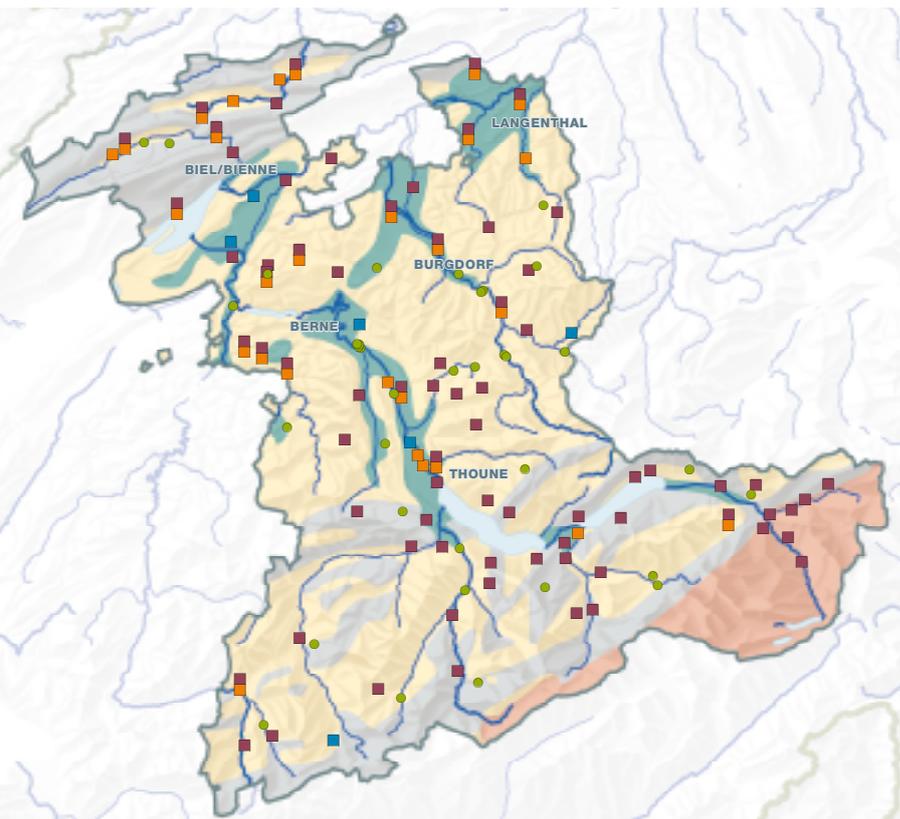
Dans le canton de Berne, le Laboratoire de la protection des eaux et du sol (GBL) soumet depuis vingt ans environ les eaux souterraines à une surveillance systématique. Dans le cadre des programmes de mesures qui s'inscrivent dans la stratégie de l'eau, le Conseil-exécutif a par ailleurs décidé, en 2017, de faire analyser une unique fois l'eau brute de tous les captages d'eau potable

d'importance régionale et interrégionale en quête de composés traces organiques. Les relevés ont été réalisés en 2018 dans les captages habituellement inclus dans le programme cantonal et fédéral de surveillance (Observation nationale des eaux souterraines, modules SPEZ et TREND) et sur trente-sept autres sites.

### **Cent vingt-cinq sites analysés**

Pour la première fois, ces travaux ont donc englobé les résultats de cent vingt-cinq points de mesure répartis sur l'ensemble du territoire cantonal. Des études d'une telle ampleur permettent de tirer des conclusions générales sur la qualité des principales nappes phréatiques, dont la plupart fournissent de l'eau potable. Pour ce qui est

Les nappes d'eaux souterraines du canton de Berne font l'objet d'une surveillance systématique depuis vingt ans environ. Réparties dans différentes régions, les stations de mesure de l'OED couvrent l'ensemble du territoire cantonal.



Aperçu des types d'aquifères et des stations de mesure dans le canton de Berne.

#### Qualité des eaux souterraines – réseaux de mesure

- Programme supplémentaire 2018
- Observation des eaux souterraines du canton de Berne
- NAQUA SPEZ
- NAQUA TREND

#### Aquifère

- fissuré (roches cristallines)
- fissuré (molasses, Helvétique, Préalpes)
- karstique
- poreux

des types de captage, l'étude a pris en compte tant les puits d'eaux souterraines que les captages de sources.

Les analyses de 2018 se sont limitées à la charge polluante de 40 composés traces organiques, à savoir 19 principes actifs de produits phytosanitaires (PPh), 15 produits de leur dégradation et de leur transformation ainsi que 6 indicateurs d'eaux usées (acésulfame, benzotriazole, méthylbenzotriazole, carbamazépine, sulfaméthoxazole et diclofénac). Ces indicateurs témoignent de la présence d'une multitude de substances qui peuvent parvenir dans les eaux souterraines via le réseau d'assainissement.

Afin de garantir la comparabilité des relevés, l'OED a concentré ses travaux sur les paramètres analysés dans la plupart des points de mesure.

## Produits phytosanitaires et leurs métabolites

La qualité des eaux souterraines ne dépend pas seulement des produits phytosanitaires eux-mêmes, mais également des produits de leur dégradation et de leur transformation. Appelés métabolites, ces composés résultent de réactions chimiques qui interviennent à l'intérieur d'organismes végétaux ou animaux ou directement dans l'environnement. Dans les eaux souterraines, les analyses révèlent donc non seulement la présence des substances actives initialement utilisées, mais aussi de leurs métabolites.

En 2018, aucun PPh et aucun métabolite n'ont été décelés dans deux tiers des cent vingt-cinq sites étudiés. Dans près de 9 % des cas, le GBL a détecté au moins une substance, deux dans 10 % des points de mesure et trois ou plus dans les 14 % restants.

Les substances mesurées en concentrations de plus de 0,05 microgramme par litre ( $\mu\text{g/l}$ ) sont toujours des produits de transformation non pertinents. C'est le desphényl-chloridazone, un métabolite non pertinent de l'herbicide chloridazone principalement utilisé dans la culture de betterave, qui a été identifié le plus souvent.

Ce composé était en particulier présent dans toutes les stations du programme d'observation des eaux souterraines du Seeland bernois. Fort de ces résultats, le canton de Berne a appliqué des mesures pour réduire l'apport de chloridazone, même si son épandage dans la région est

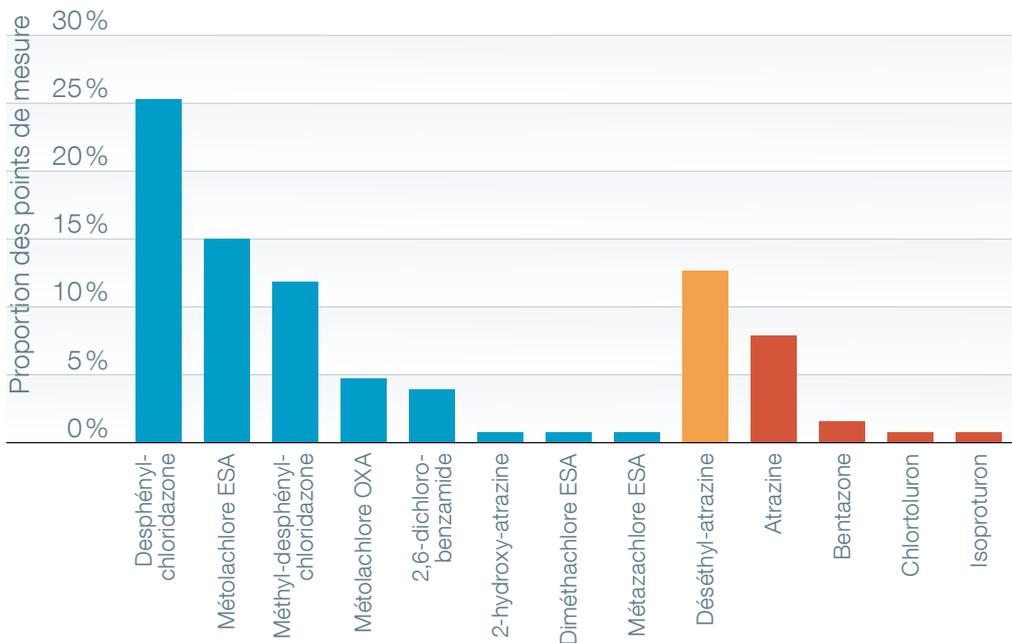
### Pertinence des métabolites

Les métabolites de produits phytosanitaires qui peuvent, selon les modélisations, atteindre des concentrations supérieures à  $0,1 \mu\text{g/l}$  dans les eaux souterraines sont soumis à une évaluation de pertinence par les autorités fédérales. Ils sont jugés pertinents, lorsque leur impact est similaire à celui de la substance

initiale ou s'ils possèdent des propriétés toxiques problématiques. S'il ne remplit aucun de ces critères, un métabolite est considéré comme non pertinent. Parmi les composés étudiés dans le canton de Berne, douze sont non pertinents et trois sont classés pertinents.\*

\* situation printemps 2019

## Proportion des points de mesure où des produits phytosanitaires ou leurs métabolites ont été détectés



Proportion des points de mesure où les analyses ont détecté des produits phytosanitaires spécifiques (rouge) et des métabolites pertinents (orange) ou non pertinents (bleu).

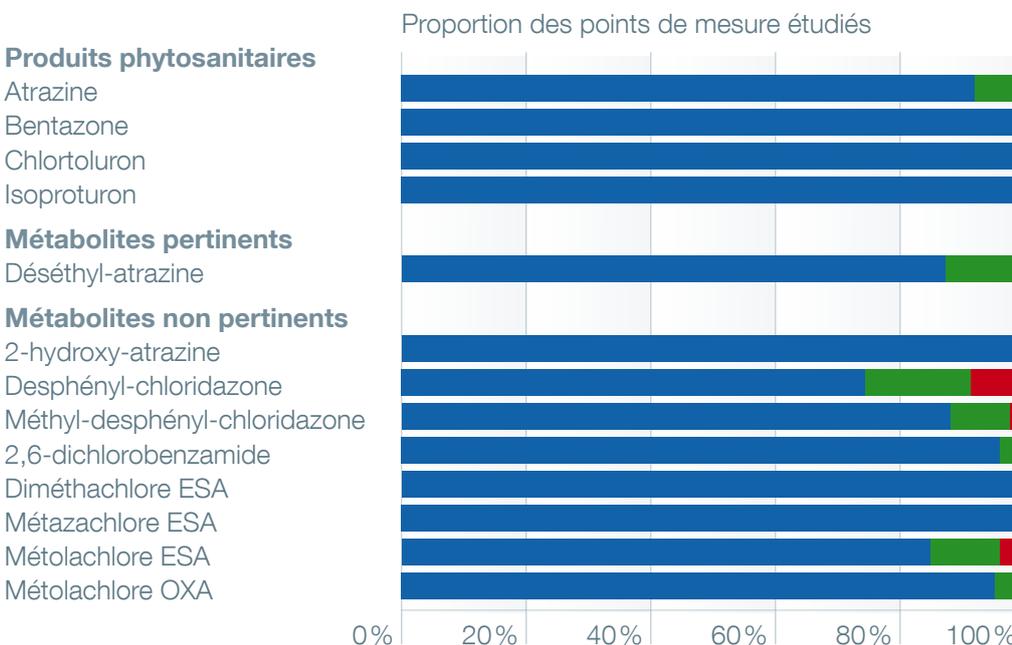
■ spécifique  
■ pertinent  
■ non pertinent

soumis à une autorisation spéciale depuis 2015 déjà. Au sein de l'Union européenne, cette substance active n'est plus admise depuis fin 2018 et sera sans doute bientôt interdite en Suisse.

Parmi les produits phytosanitaires et métabolites étudiés, 13 au total ont été détectés en 2018 sur un site de mesure au moins, tandis que les 21 autres substances n'ont été décelées à aucun emplacement.

En général, les analyses n'ont détecté que quelques substances isolées, présentes de plus uniquement dans une faible proportion des points de mesure. Certains métabolites non pertinents ont parfois atteint des concentrations maximales supérieures à 0,1 µg/l. Parmi les treize captages où cette valeur est dépassée, certains ne servent plus à la production d'eau potable. Dans des régions où les cultures ouvertes sont intensives, tel le Seeland bernois, plusieurs des nappes phréatiques concernées restent néanmoins exploitées.

## Répartition des concentrations maximales de produits phytosanitaires et de leurs métabolites



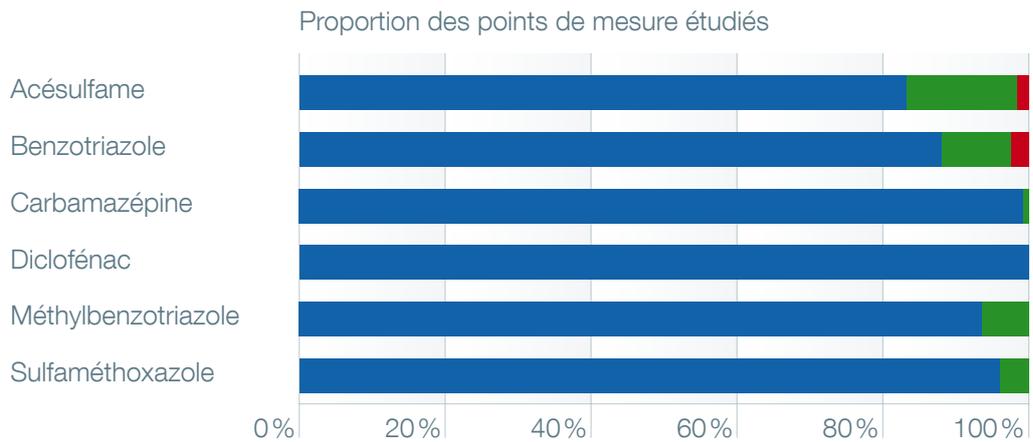
Répartition en pour cent des concentrations maximales des produits phytosanitaires et de leurs métabolites détectés aux points de mesure.

■ non décelable  
■ < 0,1 µg/l  
■ > 0,1 µg/l

## Répartition des concentrations maximales d'indicateurs d'eaux usées

Répartition en pour cent des concentrations maximales d'indicateurs d'eaux usées détectés aux points de mesure.

■ non décelable  
 ■ < 0,1 µg/l  
 ■ > 0,1 µg/l



La substance isolée qui a atteint la concentration la plus élevée sur un seul site a été le desphényl-chloridazone, dont la valeur a culminé à 1,14 µg/l.

### Exigences respectées

Selon l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux), la qualité des eaux souterraines doit être telle que l'eau ne contienne pas de substances de synthèse persistantes. Par ailleurs, d'autres substances pouvant polluer les eaux et y aboutir par suite de l'activité humaine ne doivent pas se trouver dans les eaux du sous-sol lorsqu'elles n'y sont pas présentes à l'état naturel. L'exigence chiffrée fixée pour les pesticides organiques dans les eaux souterraines utilisées comme eau potable ou destinées à l'être est considérée comme remplie si leur concentration maximale ne dépasse pas 0,1 µg/l par substance. L'ordonnance sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public (OPBD) fixe à 0,1 µg/l la concentration maximale admise pour les pesticides et les métabolites pertinents et à 0,5 µg/l pour le cumul de ces substances. Dans le canton de Berne, tant les exigences chiffrées fixées pour les eaux souterraines que les valeurs maximales définies pour l'eau potable sont aujourd'hui respectées.

À ce stade, ni l'OEaux ni l'OPBD ne prévoient cependant des exigences similaires pour les métabolites non pertinents. Évoquant les principes de base de l'OEaux, la SSIGE, qui regroupe les intérêts des services publics suisses des eaux, propose à titre préventif une valeur maximale de 0,1 µg/l également pour ces substances-là.

Comparés aux constats de l'Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA), qui collecte des données sur les polluants présents dans les eaux du sous-sol à l'échelle de la Suisse, les résultats de l'étude bernoise révèlent une charge polluante faible. Le suivi réalisé en 2014 dans 530 stations de mesure NAQUA réparties dans toute la Suisse a en effet détecté une fois au moins, dans une station sur cinq environ, des métabolites non pertinents en concentrations supérieures à 0,1 µg/l.

### Indicateurs d'eaux usées

Les indicateurs d'eaux usées sont des substances d'usage courant qui sont présentes dans presque toutes les stations d'épuration (STEP) et qui parviennent aussi dans les eaux de surface. Elles sont représentatives de toute une série de composés traces organiques de synthèse que les STEP n'éliminent que mal lorsqu'elles ne sont pas dotées de l'étape de traitement requise. Ces substances atteignent d'une part directement les eaux souterraines par les fuites dans les réseaux d'égouts. Un apport indirect est d'autre part possible via les effluents de STEP: les eaux usées insuffisamment traitées que ces dernières déversent dans les cours d'eau peuvent ensuite s'infiltrer dans les nappes souterraines.

Dans près de 77 % des cent vingt-cinq points de mesure, l'OED n'a pas décelé de trace des six indicateurs d'eaux usées analysés. Sur quelque 14 % de tous les sites, les spécialises ont rencontré une de ces substances, tandis qu'un peu plus de 9 % des échantillons en contenaient deux ou trois. Rappelons qu'un résultat positif

Point de prélèvement d'eaux souterraines: un regard en pleine forêt.



signale normalement un apport d'eaux usées, de sorte que nombre d'autres micropolluants peuvent être présents dans les eaux souterraines.

Les indicateurs d'eaux usées ne dépassent la valeur de 0,1 µg/l que dans quelques cas isolés. En 2018, l'édulcorant artificiel acésulfame a franchi cette limite sur deux sites. Avec un maximum de 0,35 µg/l, ce fut aussi la substance active qui a atteint le résultat le plus élevé. Quant à l'agent anticorrosif benzotriazole, il a affiché des valeurs supérieures à 0,1 µg/l à trois points de mesure, avec une concentration maximale de 0,14 µg/l.

Utilisé en quantités considérables comme agent anticorrosif, de dégivrage et de revêtement, le benzotriazole entre dans la composition de différents produits, comme les détergents. À l'instar du méthyl-benzotriazole, il est très persistant et d'une mobilité extrême dans le milieu aquatique. Selon les règles de l'OEaux, des substances de synthèse possédant de telles propriétés sont indésirables dans les eaux du sous-sol. La législation ne fixe par ailleurs aucune norme de qualité (exigences chiffrées pour les eaux souterraines ou valeurs maximales pour l'eau potable) applicable aux indicateurs d'eaux usées étudiés par l'OED. Il s'avère en outre particulièrement difficile d'évaluer dans quelle mesure de faibles concentrations contenues dans l'eau potable présentent une toxicité pour l'être humain. Calculées à partir de cette toxicité, les valeurs maximales en cas d'ingestion tout au long de la vie dépassent souvent 1 µg/l.

### Rôle de l'utilisation du sol et des aquifères

Afin d'approfondir l'analyse des micropolluants organiques, l'OED a regroupé les points de mesure par type d'aquifère et selon l'utilisation principale du sol dans le bassin versant. Sur les cent vingt-cinq emplacements étudiés, cent seize ont pu faire l'objet de ce classement.

Selon les caractéristiques hydrogéologiques du sous-sol, ces sites ont été rangés

dans trois catégories: aquifère poreux, karstique ou fissuré. Dans le cas des aquifères poreux, l'étude a de plus distingué entre captages proches ou éloignés d'un cours d'eau. Cette distinction est essentielle, car les sites proches d'un cours d'eau peuvent contenir une certaine proportion d'eau fluviale (infiltrée dans le sous-sol) et, le cas échéant, aussi des micropolluants provenant des eaux de surface. Il est impossible d'associer sans équivoque une majorité des points de mesure situés sur une pente à un type d'aquifère. Le sous-sol de ce type de sources est souvent mixte: un aquifère fissuré de roche consolidée (où l'eau s'écoule dans des fissures et des pores) est recouvert d'un aquifère poreux.

Pour l'utilisation principale du sol, l'OED a défini cinq catégories: grandes cultures, production herbagère et bétail, pâturages d'estivage et régions improductives, forêt et zones urbanisées.

### Présence de produits phytosanitaires et de leurs métabolites

Désireux d'étudier l'influence de la principale utilisation du sol dans l'aire d'alimentation des points de mesure, l'OED a déterminé les concentrations cumulées des différentes classes de substances pour chacun de ces sites. Ces concentrations ont ensuite été réparties en quatre domai-

Pour surveiller la qualité de l'eau, le Laboratoire cantonal de la protection des eaux et du sol (GBL) prélève une partie des échantillons dans les stations de pompage d'eaux souterraines.

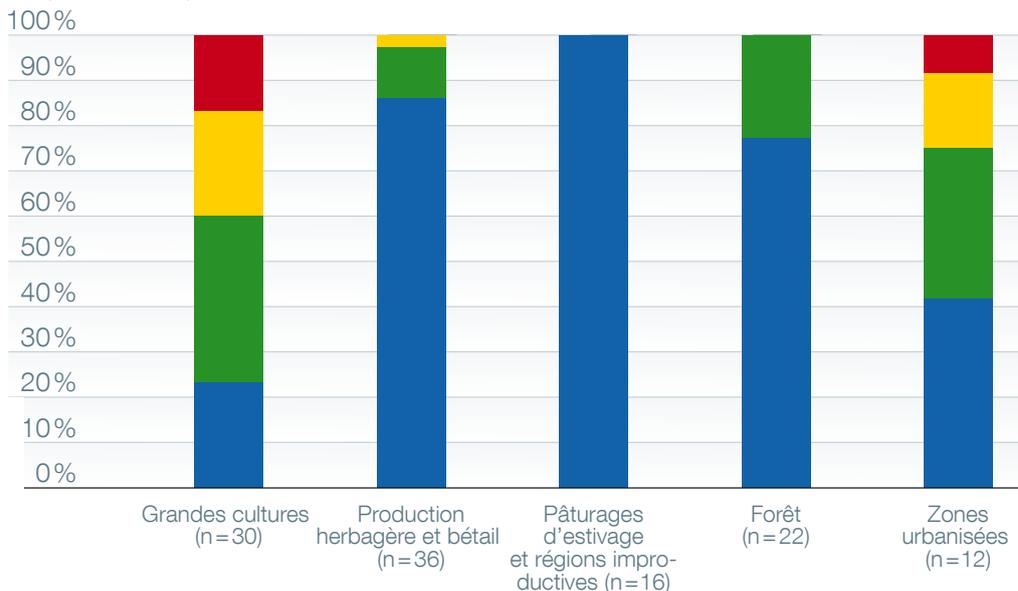


## Concentrations cumulées de PPh et de leurs métabolites Influence de la principale utilisation du sol dans l'aire d'alimentation

Concentrations cumulées de produits phytosanitaires et de leurs métabolites en fonction de l'utilisation principale du sol dans le bassin versant des cent seize points de mesure ayant pu être classés dans l'une des catégories d'utilisation du sol. (La lettre « n » désigne le nombre de sites étudiés par catégorie.)

- < LQ (limite de quantification)
- LQ – 0,1 µg/l
- 0,1 – 0,5 µg/l
- > 0,5 µg/l

Proportion des points de mesure



Répartition des concentrations cumulées de produits phytosanitaires et de leurs métabolites.

- < LQ (limite de quantification)
- LQ – 0,1 µg/l
- 0,1 – 0,5 µg/l
- > 0,5 µg/l

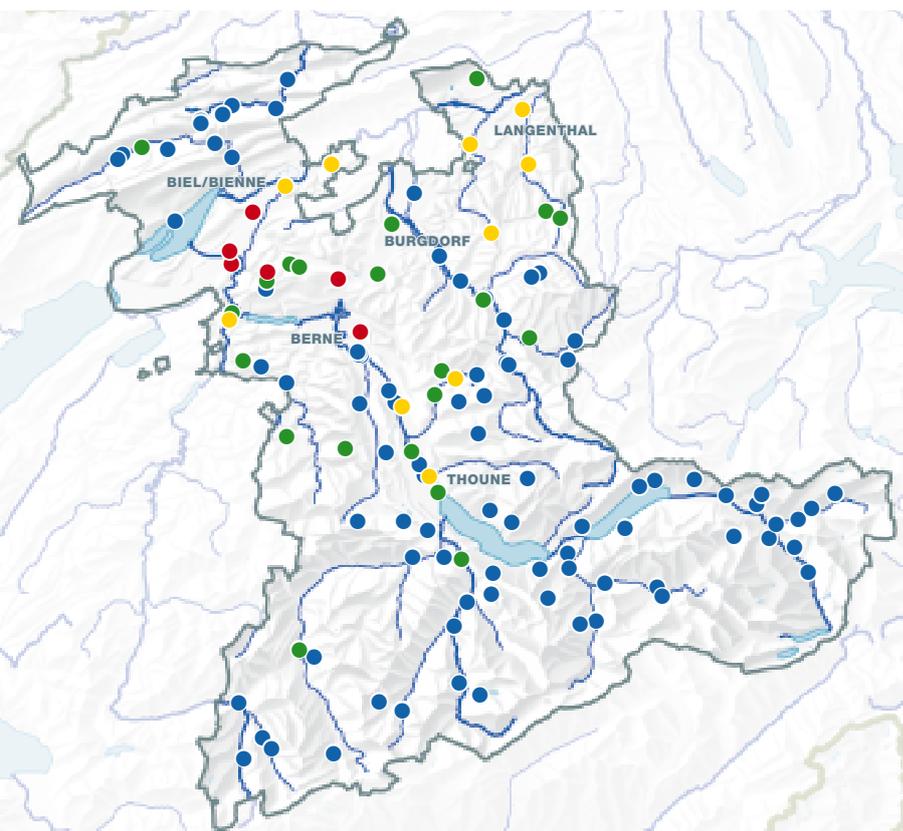
nes allant de valeurs inférieures à la limite de détection (LQ) jusqu'à celles dépassant 0,5 µg/l, comme l'illustre le graphique ci-dessus.

La proportion (en pour cent) des détections de produits phytosanitaires et de leurs métabolites est la plus importante aux trente points de mesure où les grandes cultures prédominent dans le bassin versant. C'est là aussi que les concentrations cumulées

sont les plus élevées. Même si la charge de ces composés est moins forte dans les zones urbanisées, des indices révèlent qu'ils sont également présents dans leurs eaux souterraines. Il arrive en effet que le bassin versant étendu de certaines agglomérations comporte des champs cultivés. Les sites classés en zone urbanisée qui affichent des concentrations cumulées particulièrement élevées de pesticides et de leurs métabolites sont alimentés par des aires où les grandes cultures couvrent une grande étendue. À titre de comparaison, les PPh et leurs métabolites sont relativement rares dans les captages au bassin versant essentiellement occupé par la production herbagère et le bétail ou par une forêt.

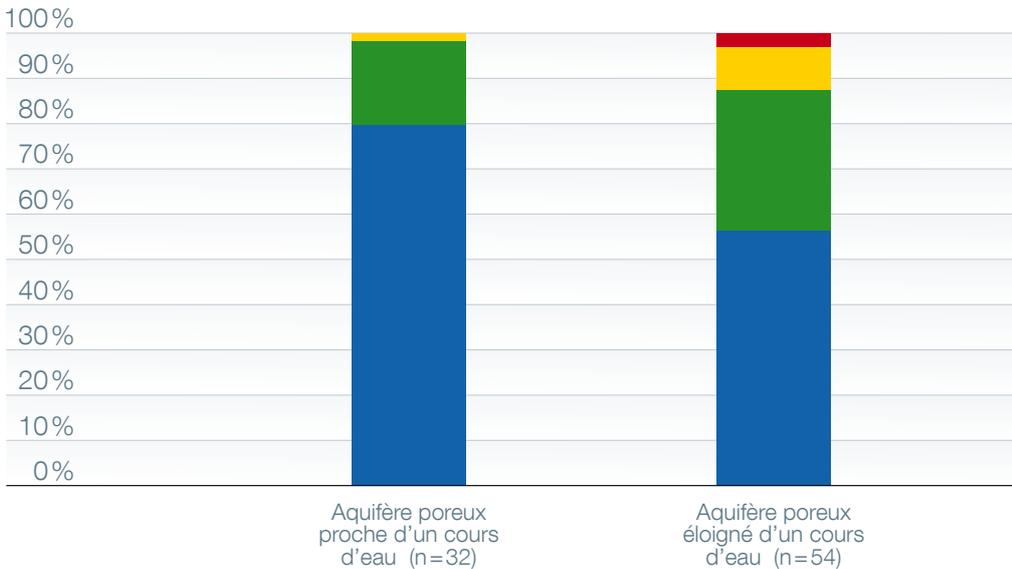
Les aquifères poreux du fond des vallées constituent les principales voies d'apport des produits phytosanitaires et de leurs métabolites. Il est d'ailleurs étonnant que les concentrations cumulées soient plus élevées dans les captages éloignés des cours d'eau – en toute logique non influencés par l'infiltration des eaux fluviales – qu'aux points de mesure proches d'une rivière.

Les trois quarts de tous les captages situés dans un aquifère proche d'un cours d'eau enregistrent des concentrations de produits phytosanitaires et de leurs métabolites inférieures à la limite de détection. Lorsque ces micropolluants ont été détectés, leurs valeurs étaient moins élevées qu'aux points de mesure éloignés d'une rivière. Le long



## Concentrations cumulées de produits phytosanitaires et de leurs métabolites dans les captages situés dans des aquifères poreux

Proportion des points de mesure



Concentrations cumulées de produits phytosanitaires et de leurs métabolites, déterminées pour un total de quatre-vingt-six points de mesure situés dans des aquifères poreux proches ou éloignés d'un cours d'eau.

- < LQ (limite de quantification)
- LQ-0,1 µg/l
- 0,1-0,5 µg/l
- > 0,5 µg/l

de cours d'eau à fort débit, les eaux souterraines sont en effet diluées par l'eau d'infiltration, dont la charge polluante est moindre.

d'alimentation des captages ou dans leur bassin versant étendu.

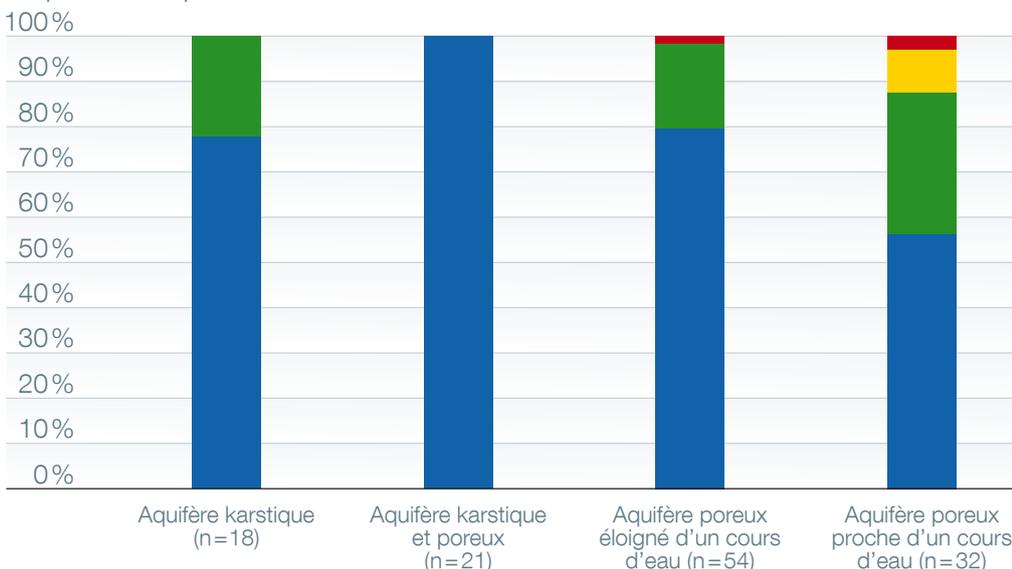
En l'absence de cet effet de dilution, les points de mesure situés dans des aquifères poreux éloignés des rivières tendent à afficher nettement plus souvent une charge polluante plus élevée. Une évaluation plus approfondie fondée sur l'utilisation principale du sol montre que cette pollution accrue s'explique en particulier par la présence de grandes cultures dans l'aire

### Analyse des indicateurs d'eaux usées

Aux vingt-et-un points de mesure sis dans des aquifères mixtes (fissurés et poreux), l'OED n'a décelé aucun des indicateurs d'eaux usées. Ils étaient au contraire présents dans plus de 40% des captages en aquifère poreux proches de cours d'eau, car les eaux souterraines y sont en relation

## Concentrations cumulées des indicateurs d'eaux usées selon le type d'aquifère

Proportion des points de mesure



Concentrations cumulées des indicateurs d'eaux usées mesurées dans 125 points de mesure, présentées en fonction du type d'aquifère.

- < LQ (limite de quantification)
- LQ-0,1 µg/l
- 0,1-0,5 µg/l
- > 0,5 µg/l



Comme la plupart des grands services des eaux du Plateau bernois, le Wasserverbund Seeland puise de l'eau dans des nappes phréatiques alimentées par l'Aar. Depuis 1974, le château d'eau de Gimmiz surplombe la pleine entre Walperswil et Aarberg. Mesurant 31 m de haut, il peut contenir jusqu'à 600 mètres cubes d'eau potable.

directe avec les eaux de surface. Pour être efficace, la protection des eaux souterraines doit dès lors également tenir compte de la qualité des cours d'eau et des lacs, car ceux-ci peuvent constituer une voie d'apport pour les micropolluants provenant des eaux usées. Les aquifères poreux à l'écart des cours d'eau sont certes moins touchés, mais peuvent néanmoins, à titre exceptionnel, afficher des concentrations cumulées supérieures à 0,5 µg/l. Enfin, les indicateurs d'eaux usées sont présents dans près d'un quart des emplacements situés dans des aquifères karstiques, notamment parce que le sol qui les recouvre n'assure pas une filtration suffisante.

Le GBL dispose d'appareils d'analyse à la pointe du progrès qui permettent à ses spécialistes de détecter même des traces infimes de toute une série de micropolluants.



## Progrès des méthodes d'analyse

Grâce aux progrès rapides des techniques d'analyse et des équipements qu'il a pu acquérir, l'OED est désormais en mesure de recourir au screening pour déceler un éventail toujours plus large de micropolluants. Ces moyens mettent d'ailleurs au jour des composés qu'il était jusqu'alors impossible de mesurer.

Mentionnons par exemple l'acide chlorothalonil-sulfonique, l'un des principaux métabolites du fongicide de contact chlorothalonil. Comptant depuis des décennies parmi les produits phytosanitaires les plus courants, celui-ci est utilisé dans la lutte contre diverses maladies cryptogamiques des cultures de céréales, de légumes et de fruits. Peu mobile à l'origine, le chlorothalonil est mobilisé par réaction chimique et atteint ensuite les eaux souterraines, où son métabolite peu biodégradable (l'acide chlorothalonil-sulfonique) peut séjourner durant de longues périodes.

Lors des relevés réalisés en 2018 par le GBL dans les petits cours d'eau de régions caractérisées par une exploitation agricole intensive, ce métabolite a affiché des valeurs atteignant jusqu'à 1 µg/l sur toute l'année. Selon une évaluation qualitative des données issues du screening entrepris en 2018 dans toutes les stations de mesure

des eaux souterraines, l'acide chlorothalonil-sulfonique est décelable dans nombre des échantillons provenant des nappes phréatiques du Plateau. C'est en particulier dans les régions comme le Seeland, où le mode d'exploitation est intensif, que les mesures font par conséquent état de concentrations élevées.

En 2019, l'OED inclura dès lors deux métabolites typiques du chlorothalonil dans le programme consacré aux eaux souterraines. Leur évaluation quantitative lui permettra de disposer ensuite de données fiables pour l'ensemble du canton. L'office prévoit en outre de recourir à une méthode spéciale afin de déterminer les concentrations de ce fongicide, particulièrement difficile à mesurer, sur certains sites de la zone agricole.

## Responsabilité des services des eaux

Dans le cadre d'un projet pilote, l'OED soumettra pour un temps les eaux souterraines de sept points de mesure représentatifs à un examen complet, afin d'obtenir un aperçu des micropolluants non inclus dans le programme ordinaire d'observation. Le nombre des sites étudiés restera limité, car les analyses en question exigent beaucoup de temps et de ressources.

Ni le programme cantonal de surveillance des eaux souterraines ni le nouveau projet pilote ne déchargent toutefois les services des eaux de leur responsabilité : distribuer une eau potable de qualité irréprochable. À cet effet, il leur incombe de respecter le principe de l'autocontrôle, c'est-à-dire fonder la garantie de la qualité sur une analyse des risques et sur la définition de points critiques à contrôler. Le choix des substances à analyser doit prendre en considération les risques à l'intérieur des zones de protection ainsi que dans le bassin versant étendu. En réalisant son étude unique mais de grande envergure, l'OED souhaite également sensibiliser les services des eaux aux problèmes que représentent les composés traces organiques tels que les pesticides, les produits chimiques industriels ou



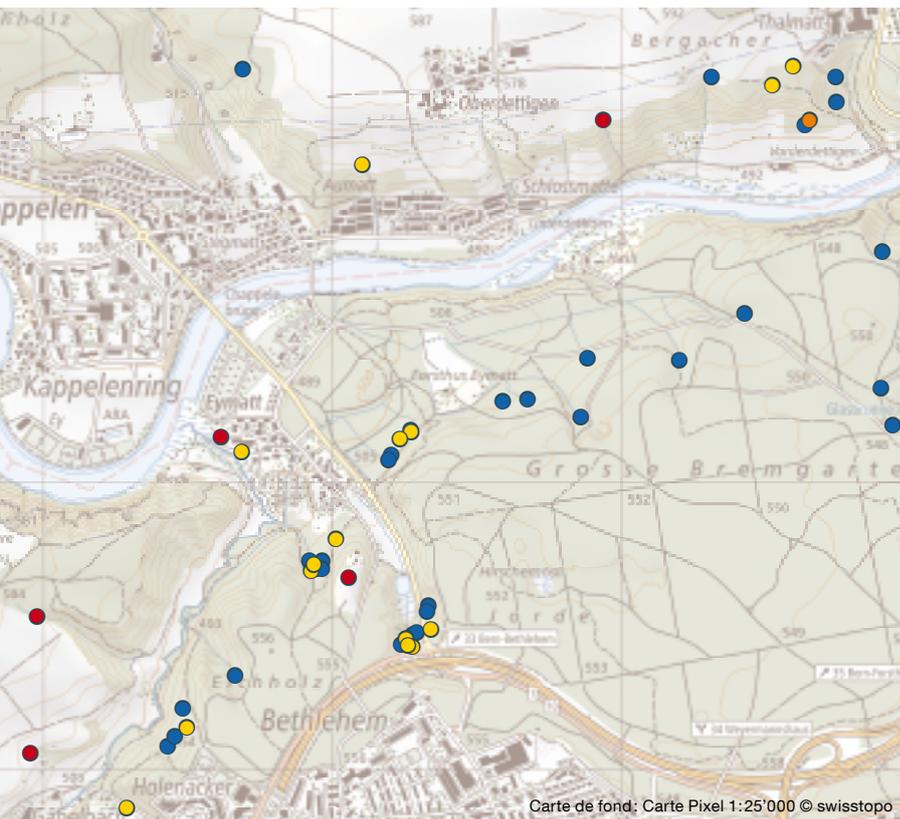
les résidus de médicaments. Car ces services doivent veiller à la bonne qualité de l'eau brute. Voilà pourquoi il importe d'appliquer strictement les directives en vigueur et de vérifier périodiquement leur pertinence.

Lors d'une excursion dans le Diemtigtal, une spécialiste sensibilise la population à la fragilité des milieux crénaux.

## À la découverte des sources

La résurgence d'eaux souterraines à la surface forme un milieu naturel particulier. Pauvre en oxygène et en nutriments, l'eau de source affiche une température basse et constante qui favorise des biocénoses spécialisées constituées de mousses, de diatomées, d'insectes, de crustacés, de mollusques et de tubellariés (vers plats). En Suisse, les membres du règne animal qui colonisent les milieux naturels proches des sources (milieux crénaux) réunissent à eux seuls une centaine d'espèces.

Cette diversité est cependant menacée, car les activités humaines ont par le passé gravement dégradé, voire détruit, de nombreux milieux crénaux. Afin de mieux protéger ceux qui ont conservé leur aspect naturel, le GBL a dressé ces dernières années un inventaire des sources. Celui-ci compte désormais au moins 3100 sites après s'être récemment enrichi de 1100 nouvelles entrées grâce aux relevés cartographiques de la section bernoise de Pro Natura. Les bénévoles ont en particulier recensé de manière systématique les milieux crénaux des environs de Berne et de Grindelwald. Leur travail servira de base



Carte de fond: Carte Pixel 1:25'000 © swisstopo

Milieux crénaux au nord-est de Berne.

#### État des milieux crénaux

- naturel
- dégradé
- détruit (source captée)
- détruit

Source naturelle sur l'Oberbärgli près de Kandersteg. L'inventaire des sources du GBL compte aujourd'hui plus de 3100 sites.



à une revalorisation ciblée des sources ayant subi des atteintes.

Les personnes intéressées peuvent désormais consulter les données réunies sur le géoportail du canton de Berne, le portrait de chaque source comprenant un extrait de carte et une photo.

#### Utile à plus d'un titre

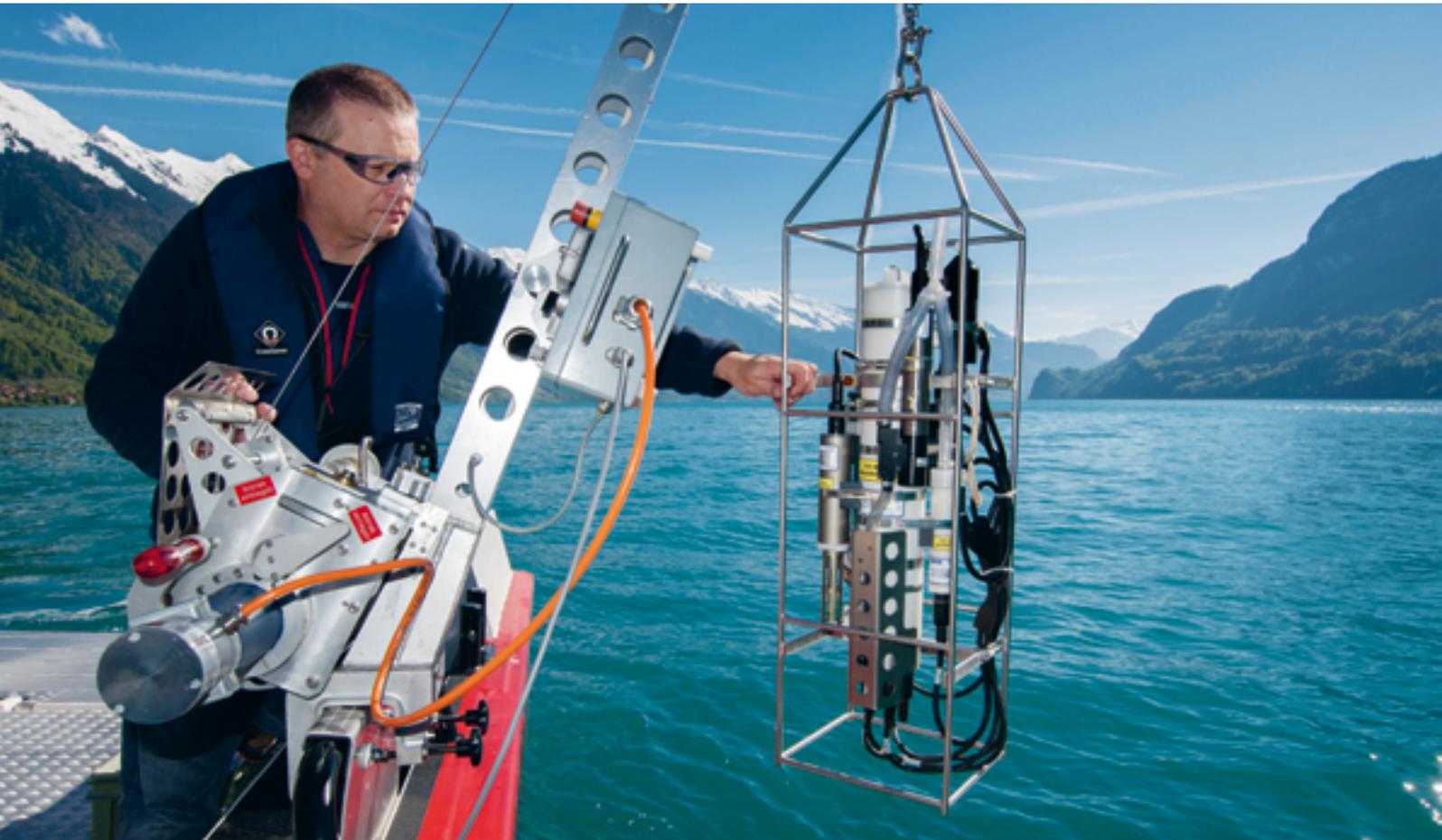
Grâce à ces données, les communes et les régions peuvent inscrire les sources de grande valeur dans leur plan d'aménagement local et du paysage, mieux les protéger et sensibiliser ainsi la population. De

plus, les bureaux d'ingénieurs et les autorités disposent désormais d'un outil pour évaluer l'impact de projets sur des objets naturels jusqu'ici plutôt négligés. Associé aux données sur les sources captées (spécifiées sur la carte de protection des eaux), l'inventaire peut également servir à planifier la revitalisation de sources. On peut aussi imaginer que des exploitations agricoles, alpestres ou sylvicoles signalent la présence de certains milieux crénaux afin de promouvoir la biodiversité. Des amoureux de la nature pourraient ainsi choisir des sources à l'attrait particulier comme but de randonnée ou vérifier que les résurgences d'eaux souterraines qu'ils ont repérées figurent dans la base de données.

Durant les six années à venir, l'OED, le Service cantonal de la promotion de la nature et Pro Natura prévoient de mener plusieurs projets destinés à protéger les sources d'une valeur particulière. Ils souhaitent par exemple développer l'inventaire, sensibiliser la population et, moyennant l'accord des propriétaires concernés, revitaliser les captages abandonnés.

#### Pour en savoir plus

Pertinence des métabolites de produits phytosanitaires dans les eaux souterraines et dans l'eau potable  
[www.ofag.admin.ch](http://www.ofag.admin.ch) > Production durable  
 > Produits phytosanitaires > Utilisation durable et réduction des risques  
 > Protection de la nappe phréatique  
[www.map.apps.be.ch/pub](http://www.map.apps.be.ch/pub)  
 > Qualité des eaux > Sélectionner  
 > Habitat des sources



### Les rives doivent retrouver leur état naturel

Depuis des années, la qualité de l'eau des trois grands lacs bernois s'améliore progressivement grâce au succès des moyens techniques de la protection des eaux. L'apport de nutriments ayant nettement baissé, la biomasse du phytoplancton et du zooplancton tend à diminuer. Un état des lieux montre cependant que beaucoup reste à faire pour revitaliser les rives, souvent aménagées en dur.

Le tour du lac de Biene représente un trajet d'environ 50 kilomètres (km). Chemin faisant, il est possible d'admirer des rives ayant conservé leur état naturel et bordées de vastes roselières. Elles se concentrent toutefois dans les environs du Heideweg près de Cerlier et autour de l'île Saint-Pierre. Actuellement, 27 % des rives du lac sont encore à l'état naturel ou proches de l'état naturel et 9 % sont jugées peu dégradées. Par ailleurs, 33 % des berges ont été modifiées, 22 % présentent un état artificiel et 9 % sont dégradées. Pourtant, comparé aux deux grands lacs de l'Oberland bernois, celui de Biene est plutôt bien loti. Sur le lac de Brienz, seuls 15 % des rives sont encore proches de l'état naturel, alors que la proportion ne dépasse pas 10 % sur le lac de Thoune.

Voilà les chiffres qui ressortent de l'étude de 2018 sur la structure, ou écomorphologie, des rives des lacs bernois. Le Laboratoire cantonal de la protection des eaux et du sol (GBL) a entrepris ce travail pour répondre à une exigence de la Confédération sur la protection des eaux en 2011 a en effet chargé les cantons d'établir des plans stratégiques dans différents secteurs, d'appliquer des mesures et de coordonner les projets correspondants. Le canton de Berne a été le premier à s'acquitter de cette mission dans le domaine des plans d'eau en se conformant à la méthode de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Recours à la sonde multiparamètres sur le lac de Brienz. Cet instrument est utilisé une fois par mois pour analyser l'eau des lacs : plongé à l'emplacement le plus profond, puis remonté progressivement, il mesure en continu et à différentes profondeurs des données telles que la température, la conductivité, la turbidité et le pH de l'eau ainsi que sa teneur en oxygène.



Prise de photos aériennes obliques depuis l'hélicoptère : relevés des rives du lac de Thoune dans la région de Spiez.

### Une étude non exhaustive

Pour mener cette tâche à bien, l'OED a délibérément renoncé à l'exhaustivité, car le territoire cantonal compte au total 825 lacs et étangs, dont 83 % mesurent moins d'un demihectare (ha). Seuls 42 plans d'eau possèdent une superficie de plus de 5 ha. Puisque les critères de l'OFEV excluent les lacs d'accumulation dont le niveau subit de fortes variations artificielles, les spécialistes bernois se sont contentés de cartographier l'écomorphologie de 34 plans d'eau. Ensemble, ceux-ci totalisent une ligne de rive de plus de 200 km, dont les trois plus grands lacs bernois représentent à eux seuls 134 km.

Les relevés se sont fondés sur des vues aériennes exemptes de déformation (orthophotos) et des photos aériennes obliques, toutes prises ces dernières années et toujours au printemps. Les données ont ensuite été transférées dans un système d'information géographique (SIG) selon quatre compartiments : zone littorale, ligne de rive,

bande riveraine (jusqu'à 15 m à partir de la ligne de rive) et bande de l'arrière-rive (jusqu'à 50 m de la ligne de rive). Cette subdivision permet une appréciation détaillée du caractère naturel.

### Des rives souvent très aménagées

Sur les trois grands lacs du canton, les lignes de rive sont fortement aménagées et la zone riveraine (bande riveraine et arrière-rive) est fréquemment l'objet d'une utilisation intensive. La proportion des rives artificielles est la plus élevée sur le lac de Thoune : seuls le Gwattlimoos et la Weissenau présentent des berges plates avec une succession complète de la végétation typique. L'utilisation intensive s'explique en partie par la déclivité naturelle du terrain, qui oblige souvent à concentrer les zones urbanisées et les infrastructures (voies de transport, p. ex.) dans la bande riveraine. On observe la même situation sur le lac de Brienz et sur la rive nord du lac de Bienna, où la chaîne du Jura plonge abruptement dans l'eau. Sur la rive opposée, qui se distingue par des coteaux moins raides, c'est surtout l'arrière-rive qui abrite ce type d'utilisation. Le long des deux lacs de l'Oberland, les tronçons de rive encore relativement naturels sont essentiellement des parois rocheuses et des pentes escarpées couvertes de forêts.

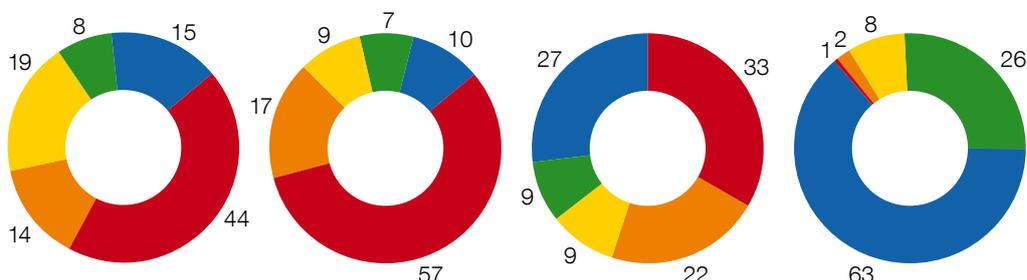
Les petits lacs cartographiés se portent nettement mieux. Lorsqu'ils se situent en montagne ou en forêt, leurs rives sont surtout soumises à des utilisations extensives (pâturages et exploitation forestière), qui ne

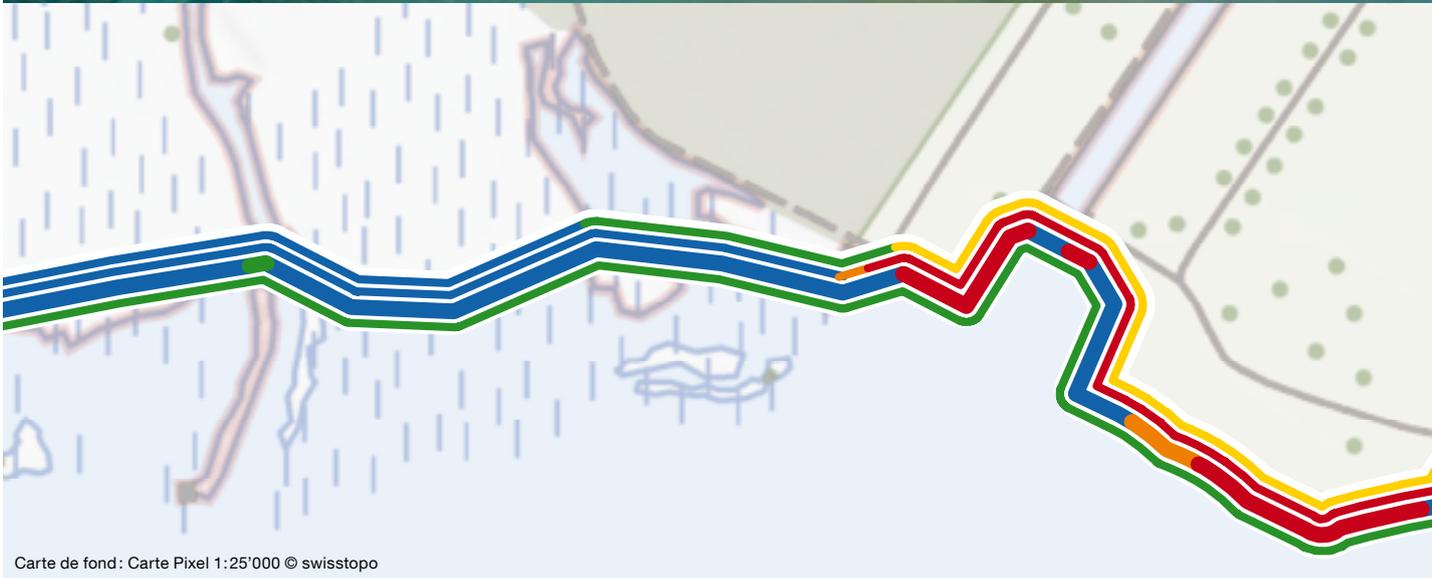
Appréciation du caractère naturel des rives des lacs bernois.

### Écomorphologie des lacs

**Lac de Brienz    Lac de Thoune    Lac de Bienna    Petits lacs**  
Valeurs en pour cent

- naturel/semi-naturel
- peut dégradé
- dégradé
- très dégradé
- artificiel





Carte de fond : Carte Pixel 1:25'000 © swisstopo

dégradent guère la structure originelle des paysages riverains. Même sur le Plateau, leur zone littorale et leur ligne de rive ont le plus souvent conservé un état naturel, car ces plans d'eau se trouvent souvent dans des réserves naturelles. Sur les plus grands d'entre eux, la ligne de rive est non aménagée à 90 % environ. Cela vaut notamment pour les lacs d'Inkwil, de Burgäschi, de Lobsigen, de Dittligen, d'Uebeschi, d'Amoldingen et de Moos, ainsi que le Gerzensee. Dans leurs cas, la bande riveraine est peu dégradée et les atteintes touchent surtout l'arrière-rive, où le potentiel d'amélioration reste considérable.

### Objectif: revitaliser les rives

À partir des données collectées sur la structure du littoral, son importance écologique et les installations présentes sur la rive, les spécialistes peuvent estimer l'utilité environnementale d'une revitalisation en

fonction de son coût. Le canton de Berne prévoit d'utiliser ces résultats entre 2019 et 2021 afin de prioriser les projets correspondants, tout en impliquant l'ensemble des autorités et organismes intéressés dans le processus. Dès 2025, la Confédération se fondera sur les plans ainsi établis pour allouer des contributions à des projets de revitalisation.

### Assainissement du lac d'Inkwil

Indépendamment de la revitalisation future des rives lacustres, les cantons de Berne et de Soleure, qui se partagent le lac d'Inkwil, ont entrepris d'assainir ce petit plan d'eau situé au nord-est d'Herzogenbuchsee. En raison de l'agriculture intensive pratiquée dans son bassin versant et, dans une moindre mesure, de l'apport de nutriments provenant du réseau d'égouts, ce petit lac d'un peu plus de 10 ha souffre d'une sur-fertilisation grave depuis des décennies.

Tronçon de rive sur le lac de Thoune englobant le Gwattlichenmoos et le parc Bonstetten. Sur la carte, l'appréciation des quatre compartiments – zone littorale, ligne de rive (ligne épaisse), bande riveraine et bande de l'arrière-rive – est indiquée de bas en haut. (Pour le code des couleurs, voir page 40.)



Le bassin versant du lac d'Inkwil est principalement occupé par l'agriculture, d'où sa forte surfertilisation.

Un bateau faucardeur a tout d'abord éliminé les feuilles et les tiges des nénuphars. Le long de la rive, une drague a ensuite aspiré les sédiments jusqu'à une profondeur d'un mètre.

Photo en bas : Hansjörg Ryser, Service de la protection de l'environnement, Soleure

L'abondance de phosphore et d'azote favorise la croissance des algues, dont la prolifération engendre un manque d'oxygène dans les eaux profondes durant l'été. À l'automne, le passage à la phase de brassage des eaux provoque donc régulièrement des hécatombes de poissons.

Beaucoup plus rapide qu'en situation normale, l'atterrissement raccourcit sensiblement la durée de vie du petit lac. Dès les années 1990, les autorités ont dès lors envisagé de draguer les sédiments afin de ralentir le phénomène, voire de l'inverser en partie. En 2011, les deux cantons riverains

ont établi un projet d'assainissement complet, puis mis en œuvre diverses mesures tant dans le lac lui-même qu'alentour. Testé en 2014 déjà dans le cadre d'un projet pilote, le dragage des sédiments (étape cruciale des travaux) a finalement été mené à bien en automne 2018.

Au préalable, il a fallu mener de vastes études et travaux préparatoires, afin de tenir compte des différents intérêts en jeu : archéologie, protection de la nature et des sols, agriculture et loisirs de proximité. Les travaux ont ensuite pu débiter : l'épais peuplement de nénuphars a été faucardé sur une bande d'une vingtaine de mètres le long de la berge, puis leurs racines ont été arrachées. Une fois séchées, les végétaux ont servi d'engrais vert sur des champs proches du lac. Des plongeurs ont alors été chargés de déplacer les moules d'étang présentes dans la zone des travaux. Enfin, une drague a aspiré une couche de sédiments profonde d'un mètre environ, soit un volume de quelque 14 000 mètres cubes. Séchés sur la terre ferme dans de grands sacs perméables, ces matériaux ont, eux aussi, été revalorisés dans l'agriculture.



La réalisation du principal objectif (dragage des sédiments) a accru le volume du lac, pour un temps du moins. Durant les années à venir, un suivi montrera comment les végétaux et les animaux réagissent à la modification de leur habitat. Malgré ces travaux, des conditions météorologiques défavorables risquent toujours d'entraîner une inversion des couches d'eau à la fin de l'été, de sorte qu'une hécatombe de poissons n'est pas à exclure.

## Thermocyclops crassus dans le lac de Biemme

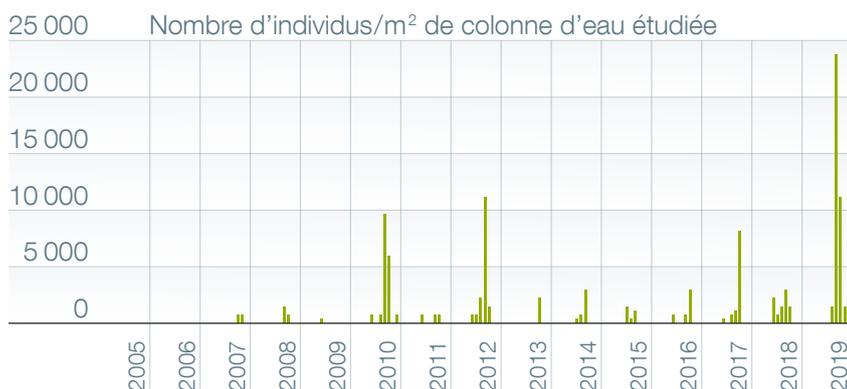
Les mesures de compensation et de revalorisation écologiques comprennent des surfaces inondables et des mares pour les batraciens. La réserve naturelle, limitée jusqu'ici à la partie soleuroise du lac, devrait être étendue au territoire bernois et couvrir ainsi la totalité du plan d'eau et de ses rives.

### Températures de l'eau en hausse durant la canicule de 2018

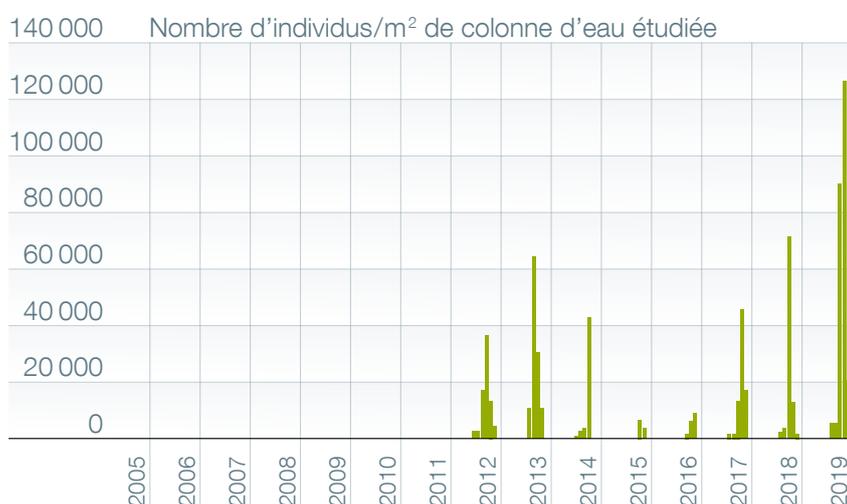
Durant l'été 2018, le fort rayonnement solaire et les grandes chaleurs ont sensiblement réchauffé la couche d'eau supérieure des lacs. Dans les petits d'entre eux, la température élevée et le bon éclaircissement ont favorisé la croissance des algues. L'oxygène faisant alors défaut dans les eaux profondes, force est de supposer que les poissons et d'autres organismes aquatiques n'ont pas pu utiliser une grande partie du volume de ces plans d'eau pendant de longues périodes. Relevons que le GBL n'a pas procédé à des relevés idoines à cette époque.

Des données probantes existent toutefois pour les trois grands lacs du canton. On sait ainsi que l'eau a atteint pendant plusieurs semaines des températures inhabituellement élevées dans leurs couches supérieures. En l'absence de précipitations notables, les apports de nutriments dus au ruissellement sur les surfaces agricoles sont restés inférieurs à la moyenne et les déversements provenant du réseau d'égouts ont été plus rares.

Les analyses du plancton réalisées par le GBL en 2018 n'ont pas révélé d'augmentation de la biomasse dans le lac de Biemme, qui a enregistré de meilleures teneurs en oxygène que les années précédentes. Contrairement aux petits plans d'eau, les grands lacs ont permis aux poissons préférant les eaux fraîches de se mettre à l'abri dans les eaux profondes, sans courir le risque de manquer d'oxygène.



## Thermocyclops crassus dans le lac de Morat



### Des avantages pour les espèces thermophiles

En étudiant le zooplancton en 2006, le Laboratoire de la protection des eaux et du sol (GBL) a dépisté pour la première fois *Thermocyclops crassus* dans le lac de Biemme. Ce petit cyclo-poïde y forme depuis 2009 des colonies assez importantes. Dans le lac de Morat, sa fréquence était plus élevée en 2011 et elle s'est encore accrue. Les spécialistes ont observé la densité la plus forte du peuplement durant l'été caniculaire de 2018. Cette évolution montre que le changement climatique favorise l'arrivée et la propagation d'espèces thermophiles dans les milieux aquatiques de nos contrées.

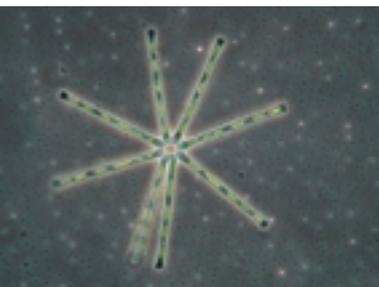
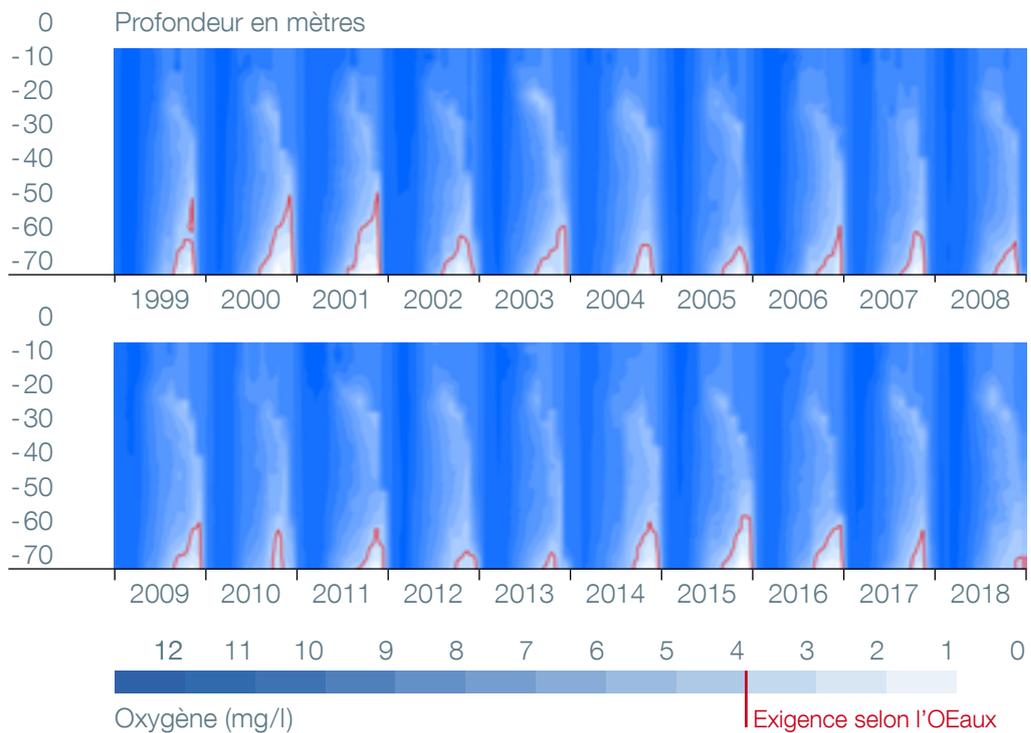
Selon la littérature spécialisée, le *Thermocyclops crassus* préfère des températures situées entre 25 et 30 degrés Celsius.

La hausse des températures de l'eau est favorable aux espèces thermophiles. Preuve en est l'évolution des peuplements de *Thermocyclops crassus* dans les lacs de Biemme et de Morat.



## Évolution des teneurs en oxygène dans le lac de Biemme 1999 – 2018

En 2018, les teneurs en oxygène dans le lac de Biemme ont affiché leur meilleur niveau depuis que le Laboratoire de la protection des eaux et du sol (GBL) a entrepris de les mesurer. Ayant réduit l'apport de nutriments, la sécheresse estivale est peut-être à l'origine de cette amélioration.



Des colonies de l'algue *Asterionella formosa* ont été observées, à des fréquences variables, dans les trois grands lacs bernois.

## Nutriments dans les trois grands lacs

L'apport de nutriments dans les lacs de Brienz, de Thoune et de Biemme reflète l'augmentation des activités au fil de l'Aar et de la taille du bassin versant drainé. Situé le plus en amont, le lac de Brienz est considéré comme ultra-oligotrophe : sous l'influence de son bassin versant alpin, il est pauvre en nutriments et sa production de plancton est minimale.

Dans le lac de Thoune, le GBL a certes mesuré des concentrations similaires de phosphore, mais différents facteurs (température, turbidité et disponibilité d'éléments nutritifs) engendrent une production planctonique légèrement plus élevée que dans le lac de Brienz. Elle se ressent d'ailleurs dans la composition et la fréquence du zooplancton. Tant le lac de Thoune que celui de

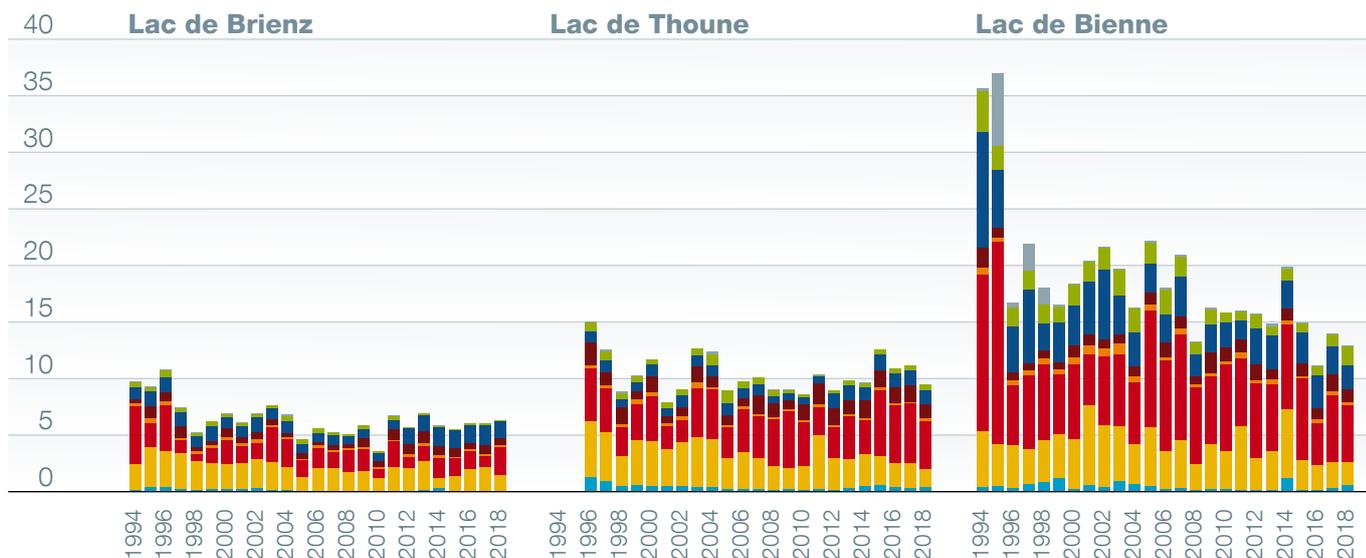
Brienz respectent les exigences de la législation sur la protection des eaux ; tous deux sont classés oligotrophes et jugés très propres. Le lac de Biemme est le dernier grand plan d'eau sur le cours de l'Aar. Selon la saison, l'eau n'y séjourne que pendant quelques semaines. En conséquence, l'apport de nouveaux nutriments et polluants via le canal de Hagneck est très dynamique. Avec une circulation de 16 microgrammes de phosphore par litre au printemps 2018, le lac de Biemme est celui des trois principaux plans d'eau bernois qui affiche la concentration la plus élevée de phosphore total. En toute logique, la biomasse du phytoplancton y est nettement plus importante que dans les deux lacs de l'Oberland.

L'équipement des grandes stations d'épuration d'une quatrième étape de traitement destinée à éliminer les micropolluants réduira à l'avenir la charge de phosphore et soulagera ainsi le lac de Biemme, où la quantité d'oxygène dans les eaux profondes ne correspond toujours pas aux exigences légales. Des teneurs plus élevées ont certes été mesurées ces deux dernières années, mais il faudra attendre un peu pour savoir si cette hausse dénote une amélioration générale.

## Utilisation des sols autour des grands lacs bernois

	Lac de Brienz	Lac de Thoune	Lac de Biemme
Bassin versant	1137 km <sup>2</sup>	2252 km <sup>2</sup>	8236 km <sup>2</sup>
Zones urbanisées	1,9 %	2,7 %	6 %
Agriculture	21,5 %	31,2 %	45 %
Autres	76,6 %	66,1 %	49 %

## Algues – biomasse annuelle moyenne (g/m<sup>2</sup> de colonne d'eau étudiée)



### Évolution du phytoplancton

Dans un lac, le premier niveau de la chaîne alimentaire est occupé par le phytoplancton, qui développe sa biomasse à partir des nutriments dissous dans l'eau et de la lumière du soleil. La composition et la production des algues exercent donc une influence cruciale sur les organismes du règne animal, tels le zooplancton et les poissons.

Depuis le milieu des années 1990, le GBL suit l'évolution du phytoplancton dans les trois grands lacs bernois en prélevant chaque mois, aux endroits les plus profonds, des échantillons mixtes dans les couches d'eaux superficielles et baignées de lumière. Selon les cas, la profondeur de cette couche varie entre 15 et 40 mètres.

La croissance des algues dépend avant tout du phosphore, qui arrive directement dans le plan d'eau avec les affluents ou, indirectement, via des sources diffuses. Dans les trois lacs étudiés, la moyenne annuelle de la biomasse affiche une nette tendance à la baisse. Cette évolution reflète les progrès réalisés dans le domaine de l'assainissement et les divers efforts entrepris pour réduire les apports de nutriments. Plus la superficie d'un bassin versant est utilisée, plus la moyenne annuelle de la biomasse lacustre est élevée, quels que soient par ailleurs l'intensité de l'exploitation agricole et le nombre d'habitants par zone urbanisée. Dans les trois lacs considérés, la biomasse est dominée par les diatomées et les

chrysophycées, qui préfèrent des eaux peu à moyennement riches en nutriments.

### L'état écologique s'améliore

L'ordonnance sur la protection des eaux a pour but de préserver le bon à très bon état écologique des ressources en eau, qu'elles soient souterraines ou superficielles. À cet effet, diverses méthodes servent à apprécier l'état des lacs. L'une d'entre elles est l'indice du phyto-plancton lacustre (Phyto-See-Index, PSI), mis au point en Allemagne, qui évalue diverses données sur les algues ainsi que les teneurs en chlorophylle a. Élaboré conformément à la Directive cadre européenne sur l'eau, le PSI se fonde sur les données provenant de nombreux lacs d'Europe centrale pour attribuer à chaque espèce d'algues une valeur qui correspond à un état écologique spécifique. Parmi les 200 espèces indicatrices de la région alpine

- Cyanophycées
- Chrysophycées
- Diatomées
- Algues calcaires
- Dinophycées
- Cryptophytes
- Chlorophycées
- Divers

Moyennes annuelles de la biomasse d'algues dans les couches d'eau superficielles des trois grands lacs bernois. Au fil de l'Aar, la taille du bassin versant drainé et l'apport de nutriments augmentent ; il en va de même de la production de phytoplancton.

L'examen au microscope réalisé au GBL sert à déterminer la composition du phytoplancton.

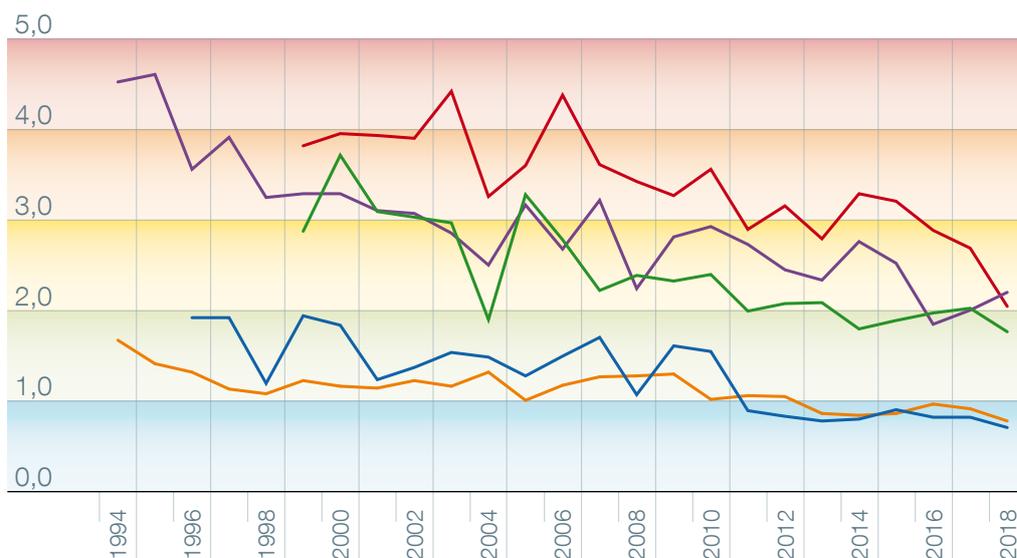


## Indice du phytoplancton lacustre (PSI)

Le PSI des lacs de Brienz et de Thoue ainsi que des trois lacs du pied du Jura illustre le succès de la protection des eaux.

- Lac de Thoue
- Lac de Biene
- Lac de Brienz
- Lac de Morat
- Lac de Neuchâtel

- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais



L'étude des petits crustacés se fonde sur une pêche mensuelle réalisée au filet entre 0 et 100 mètres de profondeur dans les lacs de Brienz et de Thoue, et entre 0 et 70 mètres dans le lac de Biene.

- Calanoïdes
- Cyclopoïdes
- Bosmines
- Daphnies
- *Diaphanosoma brachyurum*
- Autres

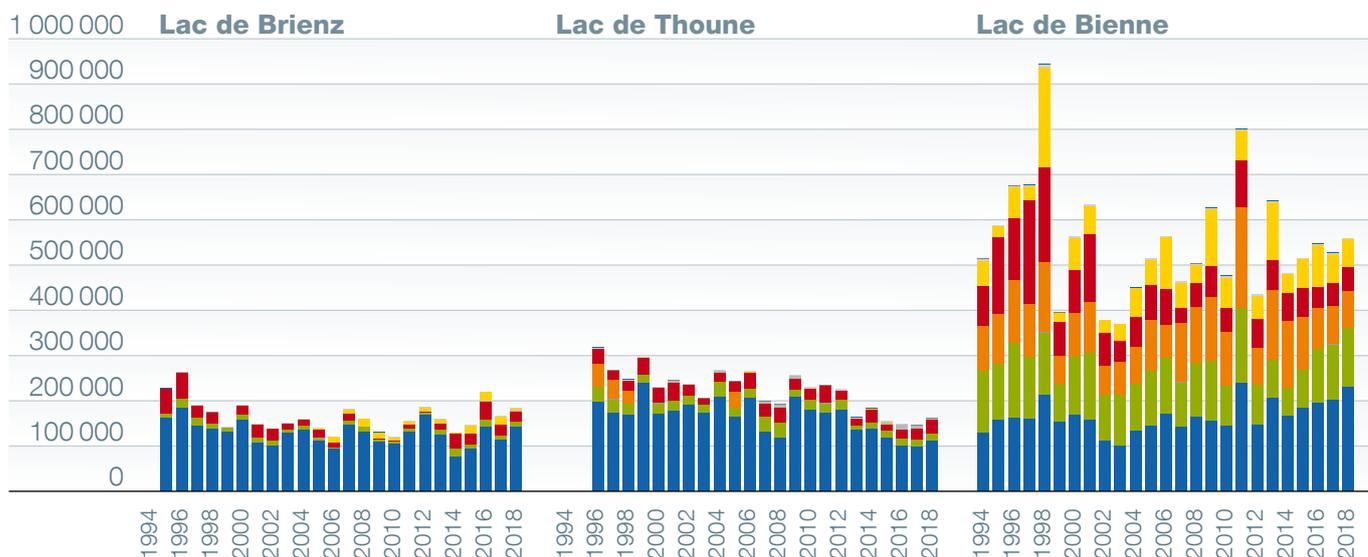
et préalpine, mentionnons l'algue *Asterionella formosa*, dont on rencontre des colonies dans les trois grands lacs bernois. Or cette algue privilégie des eaux présentant un état écologique bon à très bon.

Selon l'indice du phytoplancton, les lacs de Brienz et de Thoue remplissent depuis une dizaine d'années déjà les exigences les plus élevées de la protection des eaux. Les trois lacs du pied du Jura dénotent également une tendance positive, puisque le PSI montre que leur état écologique est actuellement bon.

## Évolution du zooplancton

Le zooplancton est un élément du complexe réseau trophique d'un lac. Certaines espèces de petits crustacés occupent ainsi une place fondamentale dans l'alimentation de poissons, tels les corégones, qui se nourrissent de plancton. Ces crustacés sont d'ailleurs d'excellents témoins de l'état du lac et dès lors étudiés depuis des décennies. En général, les modifications observées sont très discrètes et concernent des espèces isolées plutôt que le peuplement entier et la répartition des principaux groupes.

## Zooplancton – biomasse annuelle moyenne (g/m<sup>2</sup> de colonne d'eau étudiée)



Dans les lacs de Brienz et de Thoune, les copépodes forment avec les calanoïdes et les cyclopoïdes les principaux groupes de crustacés planctoniques et dominant nettement par leur nombre. En été et en automne, les daphnies atteignent toutefois aussi des proportions assez élevées. Le peuplement n'enregistre pas de variations brusques au fil du temps. Dans le lac de Brienz, la fréquence totale a quelque peu reculé jusqu'en 2006 et tend depuis à s'accroître à nouveau. Le lac de Thoune affiche dans l'ensemble une légère tendance à la baisse et la masse de certains groupes de crustacés n'y a plus guère enregistré de hausse estivale depuis 2013.

Mentionnons ici l'évolution particulière des puces d'eau (daphnies) dans le lac de Brienz. Après une quasi-disparition en 1999 – année marquée par des avalanches en hiver et des crues en mai –, la génération d'été a brillé par son absence les années suivantes. Dès 2008, les puces d'eau avaient presque entièrement disparu. Leur peuplement n'a commencé à se rétablir qu'à partir de l'automne 2013, avec un accroc au cours de l'été 2015, causé sans doute par le curage du réservoir de Rötterichsboden dans la région du Grimsel. Les spécialistes pensent cependant que le retour des daphnies n'est pas durable, car le manque naturel de nutriments ne

permet pas à une population stable de s'établir. Dans le lac de Brienz, très oligotrophe, les conditions de vie des organismes aquatiques, et par conséquent des poissons, resteront donc instables.

Dans le lac de Biemme, le plancton formé par les crustacés affiche une tout autre composition, beaucoup plus variée que celle des lacs de l'Oberland. Les calanoïdes sont certes représentés par les mêmes espèces et leur quantité est similaire. Les cyclopoïdes jouent toutefois un rôle beaucoup plus important dans le lac du pied du Jura. Depuis le milieu des années 1970, ce groupe enregistre les changements les plus marqués au profit d'espèces habituées à des eaux moins fertilisées. Les cladocères suivent une évolution similaire, les peuplements de daphnies et de bosmines signalant eux aussi une diminution de la charge en nutriments.

### Pour en savoir plus

Écomorphologie des rives des lacs : [www.be.ch/oed](http://www.be.ch/oed) > Qualité des eaux > dossier OED  
Géoportail du canton de Berne : [www.be.ch/geoportail](http://www.be.ch/geoportail) > Cartes > Écomorphologie

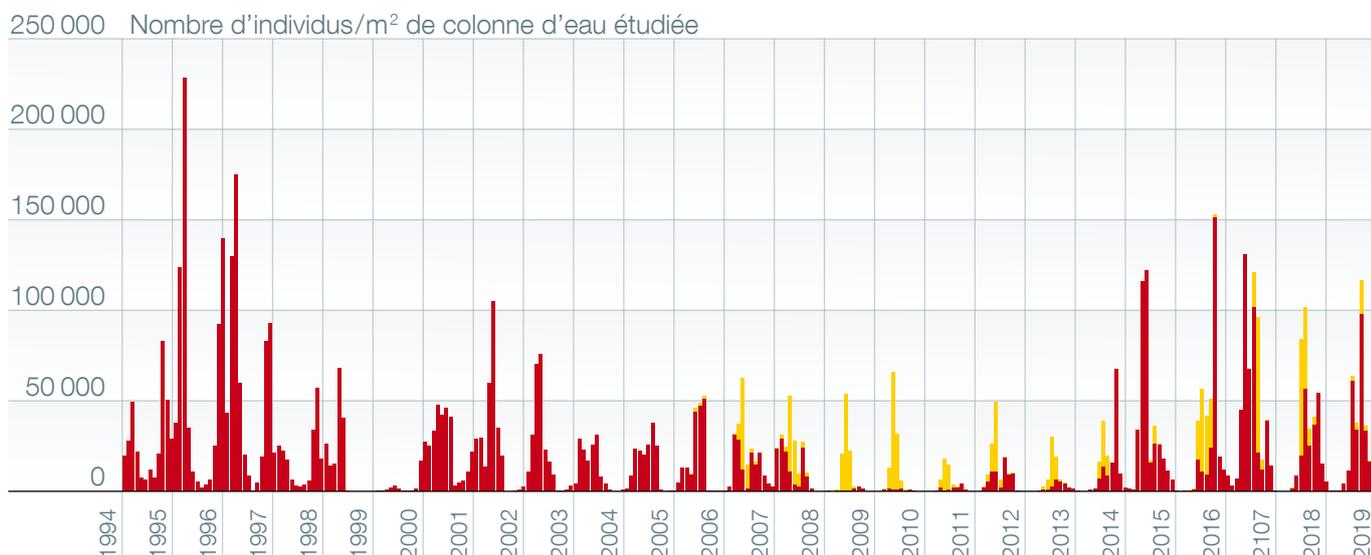


Les principaux groupes de crustacés planctoniques (de gauche à droite et de haut en bas) : calanoïdes, cyclopoïdes, daphnies (puces d'eau), *Diaphanosoma brachyurum*, bosmines et *Leptodora kindtii*.

Dans le lac de Brienz, les *Diaphanosoma brachyurum*, nettement plus petits, comblent les vides laissés par les daphnies, naguère beaucoup plus fréquentes.

 *Diaphanosoma brachyurum*  
 Daphnies

### *Diaphanosoma brachyurum* et daphnies dans le lac de Brienz



## Impressum

### Édition

OED Office des eaux et des déchets  
Laboratoire de la protection des eaux et du sol  
Reiterstrasse 11, 3011 Berne  
Téléphone +41 31 633 38 11  
info.awa@bve.be.ch / www.be.ch/oed

### Septembre 2019

### Rédaction

Paul Borer, Katrin Guthruf, Vinzenz Maurer, Claudia Minkowski,  
Matthias Ruff, Rico Ryser, Rolf Tschumper, Markus Zeh (OED)  
Beat Jordi, journaliste, Bienne

### Cartes SIG

Esther Schönthal

### Traduction

Milena Hrdina, Bienne

### Relecture du français

Jacques Ganguin (OED)

### Photos

Markus Bracher, Vinzenz Maurer, Daniel Schlüssel,  
Rolf Tschumper, Markus Zeh

### Production

Graphisme : Designstudios GmbH, Berne  
Impression : Vögeli AG, Langnau i. E.

### Papier

Pureprint, papier offset, non couché, certifié FSC, écolabel européen

