



**Etat des cours d'eau, des lacs
et des eaux souterraines
données recueillies en 2013
et en 2014**

**L'Oberland bernois
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

Editorial

Pour réduire la charge de nutriments et de pesticides dans les eaux, l'agriculture bernoise devra en faire davantage pour protéger les ruisseaux et les petits lacs, surtout dans les régions de grandes cultures.

Page 3**L'amélioration se poursuit**

Dans l'Oberland bernois aussi bien qu'aux principaux points de prélèvements répartis sur l'ensemble du canton, les concentrations accrues de nutriments et de métaux lourds dans les eaux sont désormais exceptionnelles.

Page 16**Observation des eaux de surface**

Tout en s'acquittant des contrôles de routine, l'observation des eaux s'est concentrée, durant la dernière période d'analyse, sur les cours d'eau de l'Oberland bernois et une sélection de petits lacs.

Page 4**Des habitats largement intacts**

L'évaluation des principaux cours d'eau de l'Oberland bernois à l'aide de critères biologiques donne des résultats éloquentes: la qualité de l'eau est bonne à très bonne. Les activités anthropiques ne portent que des atteintes ponctuelles aux ruisseaux et aux rivières.

Page 22**Evolution des cours d'eau**

Vastes revitalisations et atténuation des effets néfastes de l'exploitation de la force hydraulique: de quoi faire revivre de nombreux cours d'eau bernois. Le concept de développement des eaux (GEKOBÉ) montre la voie.

Page 6**Principal danger: les pesticides**

Dans les petits cours d'eau du Plateau, la charge de pesticides constitue un grave danger pour certains groupes d'organismes aquatiques, surtout au printemps et parfois durant des semaines.

Page 26**Petits lacs très eutrophiés**

L'état des petits lacs du Plateau bernois reste préoccupant. La charge de nutriments a pourtant nettement diminué dans les lacs de Brienz, de Thoune et de Biene.

Page 9**Gestion durable des ressources**

Dans le canton de Berne, les eaux souterraines couvrent 96% des besoins en eau potable. La stabilité de leurs niveaux sur le long terme témoigne d'une gestion durable. La présence, par endroits, de substances étrangères indésirables pose toutefois problème.

Page 32**Photo de couverture**

Prélèvement d'échantillons dans le Chirel. Ce torrent arrose le Diemtigtal avant de se jeter dans la Simme près d'Oey-Diemtigen.



Heinz Habegger

Chef de l'Office des eaux
et des déchets

L'agriculture appelée à coopérer davantage

L'argent que notre société a investi dans l'assainissement urbain porte ses fruits: ces dernières décennies, la charge de nutriments et d'autres substances indésirables dans les cours d'eau et lacs bernois, de même que dans les eaux souterraines, n'a cessé de diminuer. La plupart des milieux aquatiques présentent aujourd'hui un état «bon» à «très bon». Si l'on considère la charge de nutriments, les lacs de Brienz et de Thoune sont à nouveau proches de l'état naturel et l'Aar, principale rivière du canton, satisfait dans ce domaine à toutes les exigences de la législation sur la protection des eaux. Durant les vingt années à venir, les grandes stations seront de plus dotées d'équipements capables d'éliminer les micropolluants présents dans les eaux usées, et réduiront encore la charge de composés traces organiques. Dans le seul canton de Berne, les exploitants de STEP investiront plus de 100 millions de francs dans ce projet.

Les gros efforts entrepris dans la gestion des eaux urbaines font pression sur l'agriculture: elle doit en faire davantage pour protéger les eaux. Des problèmes se présentent plus spécialement dans les régions de grandes cultures du Plateau, où les ruissellements superficiels entraînent des quantités considérables de nutriments et de produits phytosanitaires dans les eaux. Cette pollution touche surtout les petits lacs ainsi que les ruisseaux petits à moyens, où elle fait courir un risque aux organismes aqua-

tiques, en particulier durant la principale période d'épandage des pesticides, soit au printemps. Des produits de la dégradation de ces composés ont en outre été décelés dans les eaux souterraines, où de telles substances étrangères n'ont pas leur place.

L'eau propre comptant aussi parmi les ressources essentielles de l'agriculture, celle-ci doit à l'avenir s'engager davantage pour la protéger. Des mesures s'imposent notamment pour empêcher produits phytosanitaires, médicaments vétérinaires, germes résistants aux antibiotiques et nutriments de parvenir dans les eaux via les engrais de ferme. A cet effet, les épandages doivent non seulement intervenir lorsque les conditions météorologiques sont propices, mais aussi à une distance de sécurité suffisante le long des ruisseaux, des rivières et des lacs. Les agriculteurs doivent donc se montrer plus coopératifs en respectant l'espace réservé aux eaux.

Je suis persuadé qu'une application rapide et rigoureuse de ces mesures aux niveaux fédéral et cantonal peut améliorer de manière décisive l'état des petits lacs ainsi que de tous les cours et plans d'eau. Mais il importe surtout de chercher ensemble des solutions aux pollutions locales. La première étape pour désamorcer un problème consiste souvent à amener tous les acteurs concernés à s'asseoir à une même table, avec la volonté de s'entendre.

Surveillance des eaux de surface



De tels filets permettent aux collaborateurs du Laboratoire de la protection des eaux et du sol (GBL) du canton de Berne de recenser les invertébrés qui vivent au fond des cours d'eau (Aar du Hasli).

L'Oberland bernois et les petits lacs en point de mire

Grâce à une surveillance régulière, l'OED peut détecter rapidement d'éventuels problèmes, prendre les mesures de protection qui s'imposent et évaluer leur efficacité. Durant la période considérée, des analyses approfondies ont été réalisées dans les cours d'eau de l'Oberland bernois et dans certains petits lacs.

L'eau est abondante dans le canton de Berne. La prédominance des vents d'ouest et la proximité de l'Atlantique, de la Méditerranée et de la mer du Nord apportent des masses d'air humide vers les Alpes. Cette barrière naturelle retient les fronts de pluie, souvent durant plusieurs jours, ce qui vaut au canton des précipitations supérieures à la moyenne. Une grande partie de l'eau est drainée par un réseau très ramifié de cours d'eau. L'écoulement par mètre carré est près de quatre fois supérieur aux valeurs mesurées ailleurs en Europe. Les grandes différences d'altitude, entre des sommets

culminant à 4000 mètres et le Plateau, sur un territoire exigu ont conduit à la formation d'un réseau hydrographique très dense.

La longueur des cours d'eau bernois totalise plus de 11 000 km. A ces rivières et ruisseaux, viennent s'ajouter trois grands lacs (deux dans l'Oberland et un au pied du Jura), cent dix petits lacs, chacun mesurant tout de même plus de 5000 m², et de vastes nappes d'eaux souterraines, dont la superficie totale dépasse 570 km². Compte tenu de cette richesse aquatique, il est impossible de surveiller toutes les eaux souterraines et de surface. Il importe donc de définir des priorités.

Tournus par région des analyses des eaux.

Région/Année	2013/14	2015/16	2017/18	2019/20	2021/22	2023/24
Oberland						
Jura bernois						
Valée de l'Aar						
Singine-Schwarzwasser						
Emmental-Haute-Argovie						

Sélection représentative de stations de mesure

Afin de soumettre l'état des eaux à une surveillance régulière, l'OED utilise les données provenant d'une sélection de stations représentatives, où le Laboratoire cantonal de la

Stations de mesure de l'observation des eaux

protection des eaux et du sol (GBL) procède à des relevés récurrents sur de longues périodes. Avec ses vingt-trois stations principales, le réseau de mesure consacré aux rivières couvre les principaux types de cours d'eau et régions géographiques. L'OED y enregistre en priorité l'évolution à long terme de la qualité chimique de l'eau des grandes rivières (Aar, Kander, Simme, Singine, Sarine et Emme).

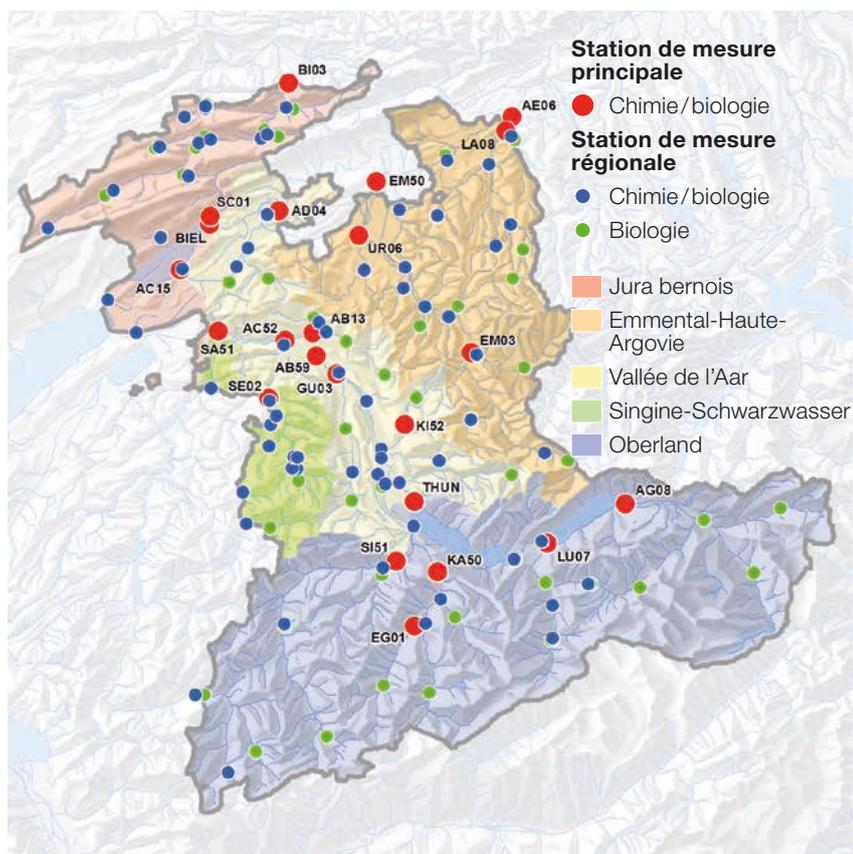
Tous les dix ans, l'une des cinq régions délimitées fait l'objet d'analyses approfondies. On y densifie alors le réseau des relevés afin d'étudier l'état des eaux plus en détail. Des analyses biologiques complètent notamment les analyses chimiques habituelles. Durant la période 2013 à 2014, ces analyses approfondies ont porté sur la qualité des cours d'eau de l'Oberland bernois.

Les paramètres mesurés offrent une grande valeur analytique et permettent de suivre l'évolution sur le long terme. Grâce aux données collectées, il est possible d'identifier d'éventuels déficits, de détecter rapidement de nouveaux problèmes, d'évaluer l'efficacité de mesures prises précédemment (vérification des résultats) et, le cas échéant, de prendre d'autres mesures.

Analyse des lacs

A l'exception des deux lacs situés à la frontière cantonale (lacs d'Inkwil et de Burgäschli), que l'OED surveille en collaboration avec le canton de Soleure, les petits lacs bernois font également l'objet d'observations selon un tournus de dix ans. Les travaux portent sur une sélection de dix petits lacs représentatifs, au bassin versant principalement voué à l'agriculture et situés en majorité sur le Plateau. Les derniers résultats de ces observations figurent dans le chapitre consacré aux lacs du présent rapport.

La surveillance des lacs de Brienz, de Thoune et de Biemme est nettement plus fréquente, puisque les relevés sont mensuels. Les spécialistes du laboratoire cantonal examinent alors non seulement l'état du plancton, mais mesurent aussi, à l'aide d'une sonde qu'ils plongent dans le lac, dif-



férents paramètres tels que la température, la concentration d'oxygène, le pH et la conductivité. Ils procèdent aussi à des analyses chimiques approfondies, mais en principe uniquement durant la période de brassage des eaux, en février, et à la fin de la période de stagnation, en octobre.

Réparties dans les cinq régions géographiques, les stations de mesure de l'OED couvrent tout le territoire cantonal.

www.be.ch/oed > Qualité des eaux > Carte Qualité des eaux

L'eau pure du lac d'Oeschinen, au-dessus de Kandersteg, sert de référence pour évaluer la qualité de l'eau des petits lacs.



Evolution des cours d'eau



A l'instar de l'Urtenen, nombre de cours d'eau bernois seront revitalisés, afin d'assurer à nouveau leurs fonctions naturelles.

Vers de nouveaux rivages!

Sous la pression de l'utilisation du sol, nombre de cours d'eau coulent à l'étroit dans un lit resserré et aménagé en dur. Pour s'acquitter à nouveau au mieux de leurs fonctions naturelles, ils devraient bientôt retrouver leur dynamique d'antan. Le concept de développement des eaux du canton de Berne présente les travaux qui s'imposent.

L'application des nouvelles dispositions de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) modifiera sensiblement l'aspect de nombreux cours d'eau durant les décennies à venir, et le canton de Berne ne sera pas en reste. Souvent aménagés en dur et au tracé rectifié, ruisseaux et rivières retrouveront une partie au moins de leur dynamique originelle ainsi que leur place dans le paysage. On espère ainsi revaloriser des biotopes à la biodiversité particulièrement riche dans l'espace de transition entre la terre ferme et le milieu aquatique, de même que créer de nouvelles zones destinées aux loisirs de proximité.

Le nouvel espace réservé aux eaux, la revitalisation de tronçons entiers et l'assainissement des effets néfastes de l'exploitation de la force hydraulique amélioreront la qualité de l'eau et la composition des biocénoses aquatiques. Des cours d'eau proches de l'état naturel disposent en effet d'une

plus grande capacité d'auto-épuration et sont donc mieux à même de se remettre d'une atteinte extérieure.

Evolution de l'état des eaux dans le canton de Berne

Après avoir élaboré les divers plans requis par la révision de la LEaux, entrée en vigueur en 2011, les services cantonaux concernés les ont réunis au sein du concept de développement des eaux (GEKOBÉ), qui a été achevé en 2014. Nous résumons brièvement ci-après les résultats et les principaux objectifs de chaque projet partiel.

Espace réservé aux eaux: La loi contraint les cantons à délimiter d'ici à fin 2018 l'espace nécessaire aux eaux de surface. Cet espace doit être dimensionné de manière à garantir les fonctions naturelles des ruisseaux, des rivières et des lacs, la protection contre les crues et l'utilisation des eaux. Le

canton a préparé divers documents et outils afin d'aider les communes à inscrire l'espace prescrit par la législation fédérale dans les plans d'aménagement local. Les instruments proposés comprennent notamment des notices, un guide pratique pour déterminer les largeurs naturelles des cours d'eau et un outil pour calculer la largeur naturelle du lit.

Revitalisation: Le réseau hydrographique du canton de Berne, tel qu'il y a été cartographié, mesure quelque 7000 km de long. Sur ce total, des tronçons atteignant environ 2800 km (soit 40 % du réseau) ont subi des atteintes graves ou ont été dénaturés, voire enterrés. La Confédération exige qu'un quart de ces cours d'eau retrouvent à long terme leurs fonctions naturelles.

Dans le canton de Berne, la première étape de revitalisation, prévue sur 20 ans, est régie par un programme allant jusqu'en 2035 et porte sur des tronçons totalisant plus de 500 km. Dans tous les ruisseaux et rivières, ces tronçons ont été sélectionnés sur la base du rapport entre les coûts prévisibles des travaux et l'utilité escomptée pour la nature et le paysage. Les spécialistes ont ainsi identifié une utilité élevée pour 176 km de cours d'eau et une utilité moyenne pour 326 km.

Migration des poissons: Afin de planifier les travaux destinés à rétablir la libre circulation des poissons à l'échelle cantonale, on



a commencé par recenser tous les obstacles qui entravent cette migration au niveau des centrales hydroélectriques. Les assainissements à réaliser jusqu'à fin 2030 amélioreront considérablement la connectivité longitudinale du réseau hydrographique. Sur les 281 obstacles identifiés, 83 devront être assainis selon des priorités variées. Les 11 obstacles où des interventions s'imposent de toute urgence se trouvent tous sur l'Aar.

Eclusées: Les cours d'eau dont le régime est perturbé par des éclusées se situent en général en aval d'une centrale à accumulation. Ils sont soumis à des variations subites et artificielles du débit, engendrées par les mises en service et les arrêts intermittents des turbines. Lorsque de telles centrales ne possèdent pas un bassin de compensation, servant à l'entreposage temporaire des eaux turbinées, elles détériorent la qualité des biotopes dans les cours d'eau. Une partie des organismes sont en effet emportés par le débit d'éclusée, tandis que la

Les ruisseaux canalisés et rectilignes, telle la Mûsche dans le Gürbetal, n'offrent que des habitats de piètre qualité à la faune aquatique.



Afin de mieux protéger l'aéroport contre les inondations, le lit de la Gürbe a été nettement élargi à la hauteur de Belpmoos et les digues ont été rehaussées. Dans le cadre de ces travaux, le cours d'eau a également bénéficié d'une revalorisation écologique.



Aménagés comme des torrents naturels, ces canaux permettent désormais aux poissons migrateurs, telle la truite lacustre, de contourner la centrale hydroélectrique de Hagneck et de remonter du lac de Biemme dans l'Aar.

Photo: Beat Jordi

faune aquatique qui vit près de la berge manque d'eau lorsque le débit redescend. Selon la LEaux révisée, les exploitants sont tenus d'assainir les centrales dont les éclusées provoquent de graves atteintes dans un cours d'eau.

Dans le cadre du GEKOBÉ, le canton de Berne a étudié le problème des éclusées pour 23 installations, dont 18 n'ont pas besoin d'être assainies. Pour les cinq centrales à accumulation restantes, désavantagées par une situation initiale défavorable, l'assainissement revêt selon l'OED une priorité élevée. A Innertkirchen, le bassin de compensation pour les installations de KWO est sur le point d'être achevé. En atténuant les éclusées, il améliorera sensiblement l'état de l'Aar jusqu'à son embouchure dans le lac de Brienz.

Régime de charriage: Le débit solide (matériaux transportés) est un élément essentiel des cours d'eau proches de l'état naturel. Les récents dépôts de gravier et de sable servent d'habitat aussi bien aux espèces piscicoles rhéophiles, comme la truite, l'ombre ou le nase, qu'aux invertébrés et aux insectes. Divers organismes aquatiques utilisent par ailleurs les matériaux meubles accumulés sur le fond du lit pour se reproduire, se nourrir ou se cacher. Plusieurs espèces d'oiseaux, tel le petit gravelot, ainsi que des amphibiens et des reptiles colonisent de préférence les sites pionniers, tels les nouveaux bancs de gravier.

Le régime de charriage est aujourd'hui souvent perturbé par les installations hydroélectriques, les prélèvements de gravier et les dépotoirs. Afin de remédier à ce problème, les spécialistes du canton de Berne ont étudié 14 systèmes hydrographiques interconnectés de 600 km. Ils ont ainsi comparé le charriage annuel moyen et déterminé la quantité de gravier nécessaire pour couvrir les besoins des animaux, des végétaux et des écosystèmes. Grâce aux résultats obtenus, les autorités cantonales seront à même d'ordonner les interventions requises. Les diverses mesures destinées à assainir l'exploitation de la force hydraulique devraient être achevées d'ici à fin 2030.

Développement des eaux dans le canton de Berne: www.be.ch/gewaesserentwicklung > Français

Tout comme ce tronçon revitalisé de la Kander, à la hauteur d'Aeschi, les cours d'eau proches de l'état naturel présentent une largeur et un charriage suffisants. Ces deux critères jouent un rôle crucial pour la formation de structures et d'habitats variés.



Evolution de l'état des lacs bernois



Petits lacs du Plateau: toujours très eutrophiques

Alors que la charge de nutriments a nettement diminué durant ces dernières décennies dans les trois grands lacs du canton de Berne, les petits lacs du Plateau ne se portent guère mieux. Selon les analyses détaillées réalisées en 2013 par l'OED, ils restent en effet très eutrophiques en raison des apports de nutriments provenant de l'agriculture. Aucune amélioration n'est hélas en vue.

Le lac d'Amsoldingen, au nord-ouest de Thoune, compte parmi les dix petits lacs que l'OED soumet tous les dix ans à des analyses approfondies.

Photo: Noemi Zweifel

Les petits plans d'eau qui embellissent la nature et le paysage offrent des habitats de grande valeur et des biotopes-relais à de nombreux végétaux et animaux. Eléments caractéristiques de sites naturels et lieux de loisirs très appréciés, ils jouent également un rôle essentiel pour les êtres humains. A leur modeste échelle, ils peuvent revêtir autant d'importance pour la population environnante que les lacs de Brienz et de Thoune pour l'Oberland bernois ou le lac de Biemme pour le Seeland.

Le canton de Berne compte plus de cent petits lacs, dont deux seulement (les lacs d'Inkwil et de Burgäschi), situés à la frontière cantonale, font l'objet d'analyses annuelles menées en collaboration avec le canton de Soleure. L'OED soumet par ailleurs une sélection de huit autres petits lacs à des analyses détaillées tous les dix ans. De telles analyses ont ainsi été réalisées en 1992, en 2003 et en 2013. C'est le lac

d'Oeschinen, plan d'eau alpin à l'état naturel situé au-dessus de Kandersteg, qui a servi de référence.

Durant l'année d'analyse, quatre prélèvements sont en général opérés dans chaque plan d'eau. Les échantillons servent non seulement à établir les profils physico-chimiques à différentes profondeurs, mais aussi à mesurer les nutriments, les micropolluants, le phytoplancton et le zooplancton. Les analyses visent par ailleurs à identifier les métaux lourds dans les sédiments de lacs, de même qu'à déterminer la structure de la faune benthique.

Aucune amélioration

Malgré les efforts consentis jusqu'ici dans les domaines de l'assainissement, de l'agriculture et de l'aménagement du territoire, l'état des petits lacs n'a enregistré aucune amélioration. Les plans d'eau situés dans

Lac	Superficie	Prof. max.	Volume en m ³	Altitude	Superficie du BV	Proportion de terres agricoles dans le BV
Burgseeli	0,05 km ²	19,1 m	449638 m ³	613 m	0,72 km ²	27 %
Lac d'Amsoldingen	0,38 km ²	13,9 m	2 552 682 m ³	641 m	4,20 km ²	72 %
Lac d'Uebeschi	0,14 km ²	14,7 m	1 020 657 m ³	641 m	1,25 km ²	75 %
Lac de Dittligen	0,06 km ²	16,4 m	412 562 m ³	652 m	0,39 km ²	60 %
Gerzensee	0,25 km ²	10,7 m	1 443 054 m ³	603 m	2,73 km ²	67 %
Lac de Moos	0,30 km ²	21,1 m	2 950 858 m ³	521 m	20,81 km ²	58 %
Lac de Lobsigen	0,02 km ²	2,5 m	21 953 m ³	514 m	0,93 km ²	84 %
Lac de Burgäschi	0,20 km ²	30,0 m	2 784 114 m ³	465 m	3,83 km ²	55 %
Lac d'Inkwil	0,10 km ²	5,0 m	210 277 m ³	461 m	4,68 km ²	65 %
Lac d'Oeschinen	1,15 km ²	56,0 m	37 420 336 m ³	1578 m	22,08 km ²	4 %

Les dix petits lacs étudiés.

un bassin versant (BV) voué à l'agriculture affichent une production d'algues nettement supérieure aux valeurs calculées pour le lac de référence et ils ne remplissent notamment pas les exigences définies pour l'oxygène par l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux). La structure et la densité de la faune benthique (macrozoobenthos) reflètent le manque d'oxygène dans les couches profondes des lacs en été et en automne et témoignent de la disparition d'habitats aquatiques durant ces périodes de l'année.

Seule une réduction des nutriments disponibles pour les algues permettrait de réduire la production primaire. Or, sans de coûteuses mesures techniques – tels une aération artificielle ou un brassage mécanique – il est impossible, à moyen terme, d'empêcher les sédiments de relâcher les nutri-

ments qu'ils renferment. Outre cette auto-eutrophisation, l'apport externe de nutriments contribue à l'eutrophisation chronique. Le bassin versant de nombreux petits lacs étant voué à une exploitation agricole intensive, espérer un net recul des apports de nutriments relève de l'utopie. Même si les mesures requises étaient appliquées avec toute la rigueur voulue, il faudrait sans doute compter des décennies avant que les lacs, aujourd'hui eutrophiques à l'excès, ne s'approchent un tant soit peu de leur état originel.

L'atterrissement naturel et l'apparition de zones humides ou de marais peu profonds qu'il engendre s'accroîtront durant les décennies à venir. Compte tenu de l'utilisation intensive du Plateau, l'OED estime que l'avenir des petits lacs peu profonds de cette région est incertain à moyen et à long terme. L'office n'est pas non plus en mesure de prévoir les conséquences d'une hausse des températures et d'une modification du régime des précipitations dues au changement climatique.

En raison des apports de nutriments qui proviennent de son bassin versant principalement dédié à l'agriculture, même le lac de Dittligen, à l'ouest de Thoune, est très eutrophique.



Différentes sources de composés traces

La détection de substances caractéristiques d'eaux provenant du réseau d'assainissement a révélé une certaine charge d'eaux usées dans quelques petits lacs. Leurs concentrations ne représentent certes aucun danger pour l'environnement et la santé. Malgré leur innocuité écotoxicologique, ces substances n'ont cependant pas



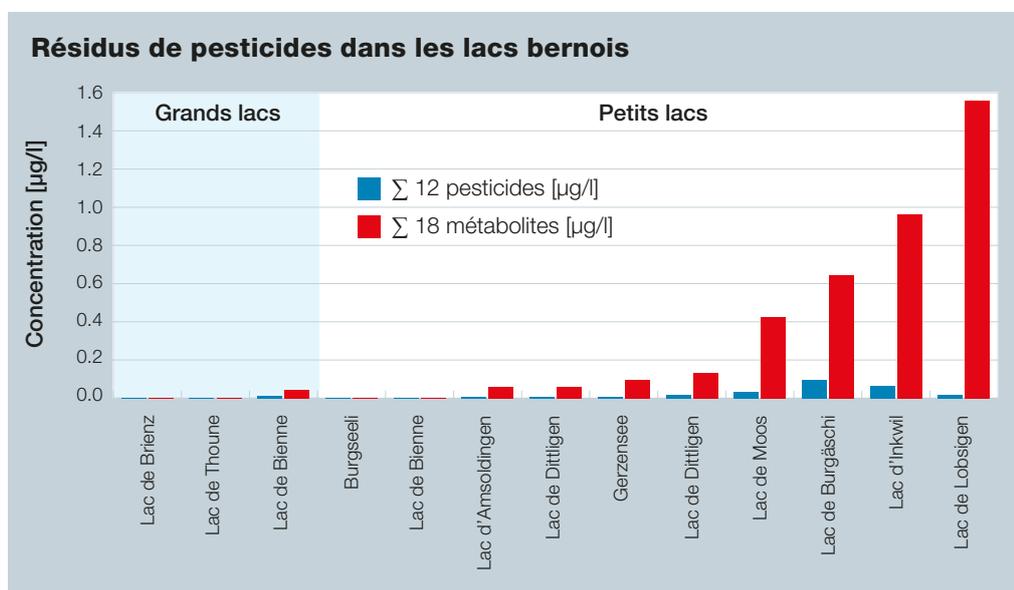
leur place dans les milieux aquatiques. Il importe dès lors d'optimiser les mesures techniques afin de réduire les apports de micropolluants ainsi que de nutriments.

A l'exception des résultats enregistrés dans le lac d'Inkwil, l'évaluation écotoxicologique de la présence de pesticides et de produits de leur dégradation (métabolites) dans les petits lacs bernois débouche sur des résultats satisfaisants au vu des connaissances actuelles. Les concentrations parfois élevées de métabolites contreviennent cependant tant au principe de précaution qu'à l'OEaux. Même si les lacs continuent d'évoluer pour offrir des habitats à des orga-

nismes différents, un système intact du point de vue écotoxicologique est une condition préalable à une biodiversité riche.

Le plan d'action national Produits phytosanitaires, en préparation, proposera des mesures destinées à réduire les risques inhérents à l'utilisation de pesticides. Ces prochaines années, les connaissances réunies en la matière devront absolument être appliquées à tous les niveaux et dans tous les domaines.

La conduite posée en 2013 au fond du lac d'Inkwil sert à évacuer l'eau profonde, pauvre en oxygène et polluée par les nutriments, directement dans l'émissaire du lac. Appliquée surtout en été, cette mesure technique et symptomatique contribue certes à stabiliser ce petit lac très eutrophique, mais ne s'attaque pas à la racine du mal.



La pollution des petits lacs par des pesticides et les produits de leur dégradation dépend surtout de l'intensité de l'exploitation agricole pratiquée dans leur bassin versant. Elle s'accroît en principe avec la proportion des grandes cultures.

Le bassin versant du lac de Brienz est essentiellement alpin et l'apport de nutriments est donc faible. Le plan d'eau ne présente en toute logique qu'une productivité réduite.

Photo: Beat Jordi



Lac de Brienz: tout beau, tout propre!

Par rapport aux petits lacs nettement eutrophiques, les analyses approfondies réalisées dans les trois grands lacs fournissent des résultats diamétralement opposés. Grâce aux mesures de protection des eaux, introduites en particulier à partir des années 1970, leur charge en nutriments a nettement diminué ces quarante dernières années. Les deux lacs de l'Oberland sont désormais proches de leur état naturel. Seul le lac de Biemme présente encore un déficit: l'oxygénation de ses eaux profondes ne respecte pas partout les prescriptions légales à la fin de la belle saison.

Les concentrations de phosphore, qui déterminent la croissance des algues, se sont stabilisées à un faible niveau dans le lac de Brienz. Les apports de nutriments provenant du bassin versant essentiellement alpin dépassent désormais à peine les conditions naturelles. La qualité de l'eau correspond dès lors à celle d'un lac propre et très peu pollué niché au fond d'une vallée alpine. Les biomasses d'algues et de petits

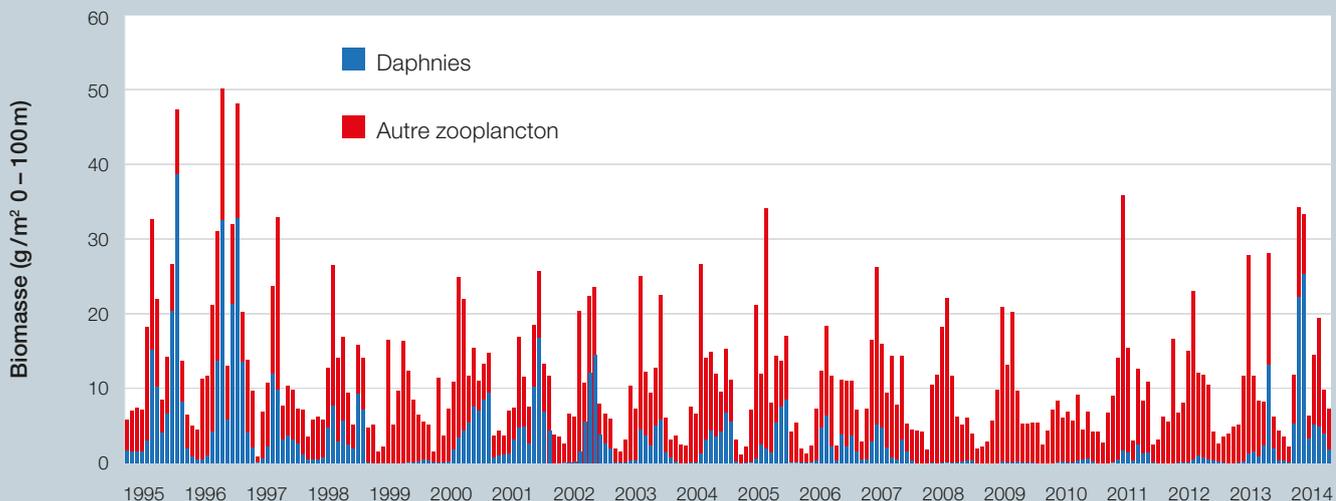
crustacés sont, en toute logique, également très modestes.

La densité de puces d'eau (daphnies) dans le lac de Brienz accuse de grandes variations. En 1999, année marquée par de fortes crues, elles ont pratiquement disparu. Le peuplement a ensuite prospéré pendant plusieurs années, avant de s'effondrer complètement durant une longue période aux environs de 2008. A partir de 2013, ces petits crustacés, qui constituent l'aliment de base des corégones, sont réapparus en nombre. Force est toutefois de supposer que le redressement du peuplement n'est que passager. En effet, avec sa faible concentration de nutriments, des eaux profondes plutôt fraîches et le manque de luminosité dû à une turbidité souvent élevée, le lac de Brienz n'offre pas un biotope des plus stables à ces organismes.

Compte tenu de la bonne qualité de l'eau, aucune mesure de protection supplémentaire ne s'impose.

Les daphnies constituent l'aliment de base des corégones. Le peuplement de ce type de zooplancton ayant diminué à plusieurs reprises, le rendement de la pêche de corégones a également reculé dans le lac de Brienz, qui est un plan d'eau oligotrophe.

Zooplankton dans le lac de Brienz 1995 – 2014





Les corégones du lac de Thoune retrouvent la santé

Affichant des valeurs inférieures à un milliardième de gramme par litre ($\mu\text{g P/l}$), les concentrations de phosphore dans le lac de Thoune sont comparables à celles des nutriments dans le lac de Brienz. Des températures plus élevées et une plus grande transparence de l'eau favorisent toutefois une croissance accrue du plancton. Son eau satisfaisant à toutes les exigences de la législation sur la protection des eaux, le lac de Thoune constitue un réservoir potentiel d'eau potable d'excellente qualité.

Ayant observé les premiers corégones aux gonades (glandes sexuelles) déformées dans le lac de Thoune en l'an 2000, les spécialistes ont lancé d'intenses recherches afin de tirer l'affaire au clair. En 2008, ces travaux ont établi que le plancton du lac de Thoune absorbé par les corégones jouait un rôle décisif dans ce phénomène. La véritable cause du problème n'a rien perdu de son mystère pour autant. Aucun lien n'a d'ailleurs pu être établi entre les déformations des gonades et les munitions de l'armée immergées dans le lac il y a des décennies.

Par rapport à 2010, les analyses réalisées en 2013 dans le lac de Thoune ont à nouveau révélé que la proportion de poissons souffrant de déformations est en net recul. En 2014, seuls quelques rares corégones pêchés présentaient des gonades anormales. Soucieux de connaître l'origine du problème, les scientifiques ont soumis les poissons à des examens tant immunologiques que bactériens, de même qu'ils ont analysé le plancton et l'eau du lac.

Aucune de ces études n'a permis d'identifier les causes plausibles des anomalies observées. Une nouvelle analyse des produits chimiques utilisés lors de la construction du tunnel NLFA à Frutigen n'a identifié aucune substance susceptible de déformer les gonades des poissons. Le phénomène

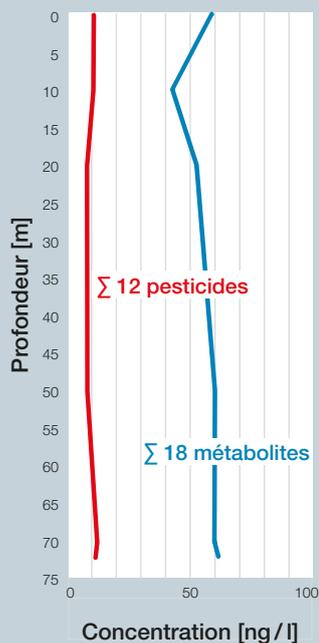
étant toutefois apparu dans le lac de Thoune quelques années après l'ouverture de ce vaste chantier et qu'il a progressivement disparu quatre années après l'achèvement des travaux, des doutes subsistent. Rien ne permet en effet d'exclure totalement qu'une combinaison de substances utilisées sur le chantier des NLFA ait provoqué les déformations observées chez les corégones. Dans le cadre de sa surveillance régulière des eaux, le canton de Berne continuera de porter son attention non seulement sur les poissons, mais aussi sur le plancton. A l'avenir, il prévoit en outre de mettre en place une surveillance plus stricte des produits chimiques que les grands chantiers déversent dans les eaux.

Dans le lac de Thoune, très propre lui aussi, la qualité de l'eau satisfait à toutes les exigences de la législation sur la protection des eaux.

Malgré des concentrations similaires de nutriments, le lac de Thoune (au premier plan) est plus poissonneux que le lac de Brienz (à l'arrière-plan). C'est que les eaux du premier sont plus chaudes et plus claires (turbidité plus faible). Ces caractéristiques sont plus favorables à la croissance du plancton.



Concentration de pesticides dans le lac de Biene



Lac de Biene: traces inévitables de l'activité humaine

Le bassin versant du lac de Biene couvre près de la moitié du territoire suisse et ses affluents charrient les eaux usées traitées par plus de 200 stations d'épuration. Cela se reflète inévitablement dans les concentrations de nutriments et de micropolluants. Une comparaison entre les trois grands lacs bernois révèle que le lac de Biene affiche les concentrations les plus élevées de phosphate, d'azote, de chlorure, d'édulcorants artificiels, de résidus de médicaments ainsi que de pesticides et de produits de leur dégradation (métabolites). En 2013, l'OED a analysé une sélection de douze pesticides et de leurs métabolites à trois différentes profondeurs. Les résultats confirment une concentration nettement accrue des métabolites (souvent beaucoup plus stables dans l'environnement que les substances dont ils sont issus): alors que le chloridazone, un herbicide appliqué sur les cultures de betterave à sucre, n'est plus décelable, le desphényl-chloridazone prédomine dans les concentrations de métabolites. Malgré la présence de ces micropolluants, l'eau du lac de Biene reste, selon l'évaluation écotoxicologique, de bonne qualité.

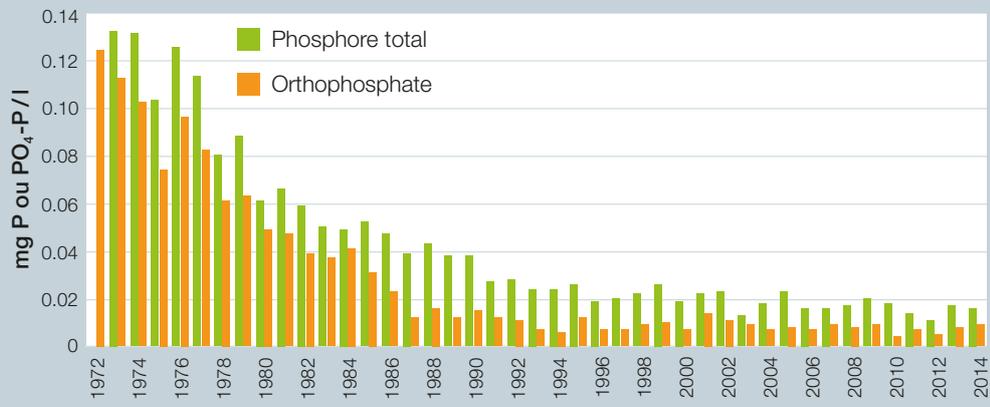
Les métabolites de pesticides restent stables même dans les zones anaérobies des eaux profondes et leurs concentrations ne varient que très peu au cours de l'année.

Drainant un bassin versant qui s'étend des Alpes au Jura, le lac de Biene collecte les nutriments et les micropolluants issus des activités humaines. L'OED procède à des relevés réguliers afin de suivre l'évolution de l'état du lac.

Photos: Adrian Jakob (ci-dessus)
Beat Jordi (ci-dessous)



Phosphore dans le lac de Biene 1972 – 2014



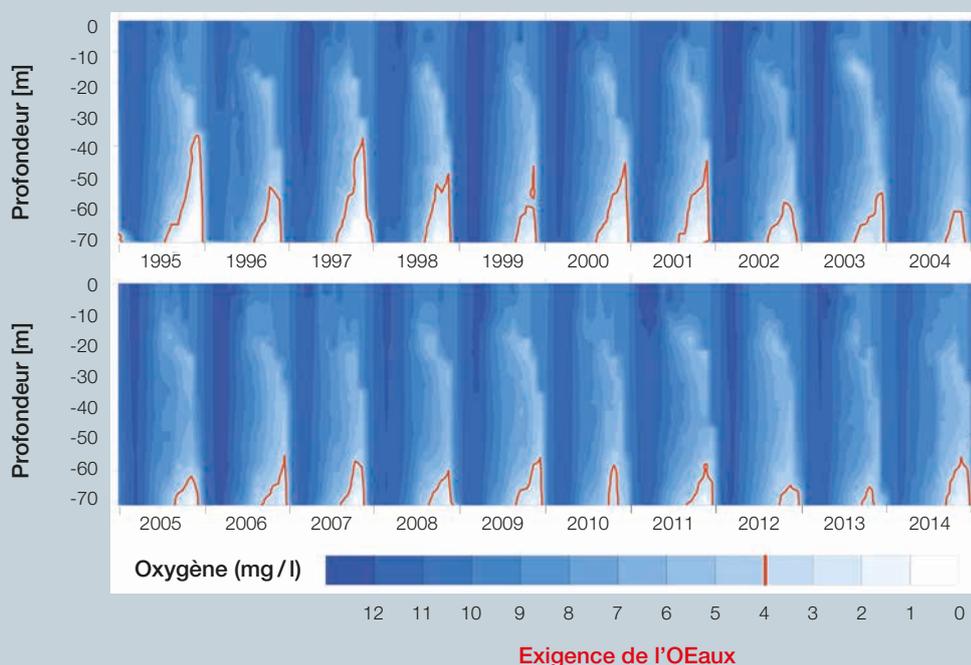
Malgré une nette diminution des concentrations de phosphore, les valeurs mesurées dans le lac de Biene restent trop élevées. D'où une production excessive de plancton végétal. A la fin de l'été, l'oxygénation des eaux profondes du lac n'est donc pas toujours garantie et le lac ne satisfait pas aux exigences de l'OEaux.

Les apports de phosphore provenant des réseaux d'assainissement ainsi que de sources diffuses ayant encore diminué, l'attention se porte davantage sur la charge de micropolluants, dont voici les principales provenances: stations d'épuration, agriculture, circulation, zones urbanisées, industrie et artisanat, ainsi qu'hôpitaux et homes médicalisés. L'optimisation de certaines STEP dans le bassin versant du lac ne manquera certes pas de diminuer les déversements de ces substances problématiques. Cette mesure technique n'aura cependant aucune influence sur les apports non ponctuels, tels ceux provenant de l'agriculture.

Dans leur cas, d'autres interventions s'imposent, comme celles que la Confédération prépare actuellement dans le cadre du plan d'action national Produits phytosanitaires.

www.be.ch/oed > Qualité des eaux > Lacs
www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Seen > Zustand der Kleinseen 2015 (en allemand)
www.les3lacs.ch

Evolution des concentrations d'oxygène dans le lac de Biene



L'OEaux exige que les lacs présentent une concentration d'oxygène de 4 mg/l à toutes les profondeurs et en toute saison. Or il y a des décennies que le lac de Biene ne respecte pas cette exigence. Malgré une amélioration de l'oxygénation des eaux profondes, des situations critiques peuvent survenir durant l'été.

Analyses chimiques des cours d'eau



Après conditionnement, les spécialistes du laboratoire de l'OED analysent les échantillons d'eau à l'aide d'appareils à la pointe de la technique.

L'amélioration se poursuit

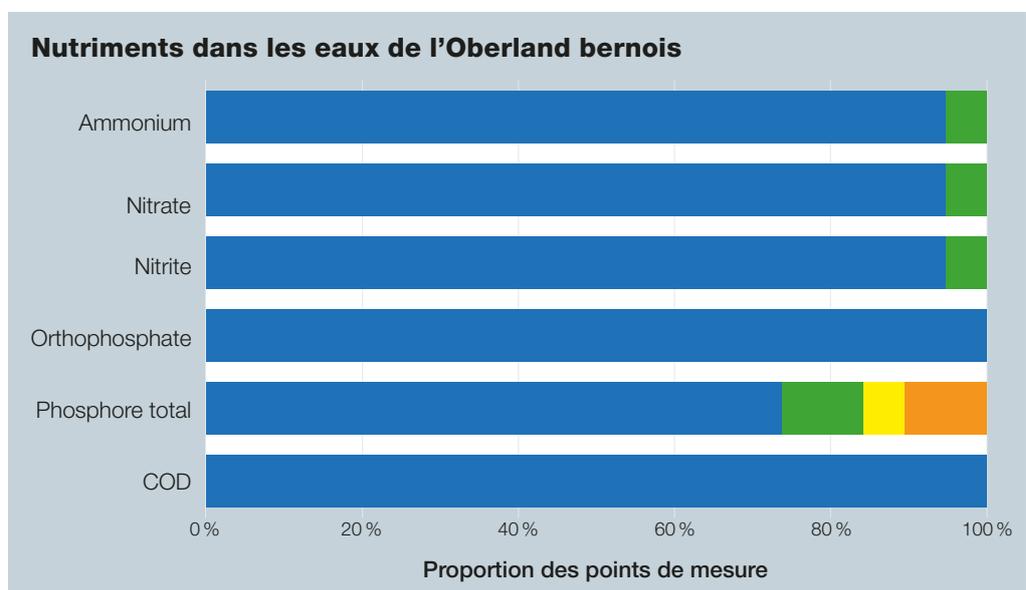
Dans l'Oberland aussi bien qu'aux principaux points de prélèvements répartis sur l'ensemble du canton, les analyses chimiques révèlent un état bon à très bon pour ce qui est de la présence de nutriments et de métaux lourds dans les eaux. Des concentrations accrues sont désormais exceptionnelles et le plus souvent temporaires. Reste le problème que posent les pollutions aiguës des milieux aquatiques et la présence de micropolluants.

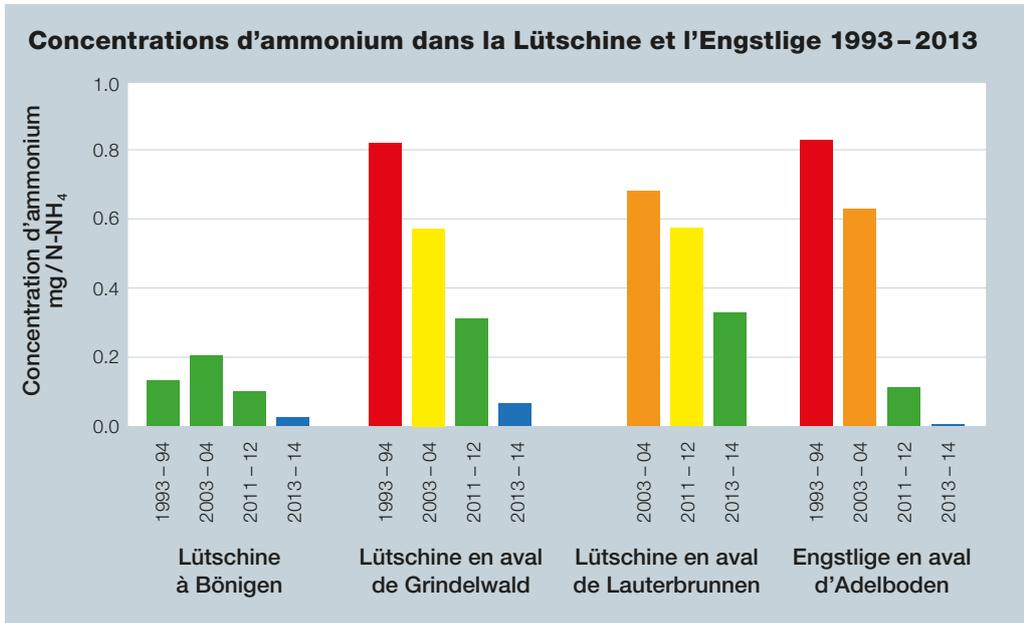
L'appréciation des concentrations de nutriments dans les cours d'eau de l'Oberland bernois est dans l'ensemble réjouissante. Pour tous les paramètres mesurés durant la dernière période d'analyse, la couleur bleue

a été attribuée à 70% des relevés: c'est un signe que l'état des eaux est très bon. Seul le phosphore total affiche par endroits des valeurs accrues. Mais il est alors d'origine naturelle, puisqu'il provient de l'érosion de

- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais

L'appréciation positive vaut pour tous les nutriments, à l'exception du phosphore total. Dans ce cas particulier, le phosphore est toutefois de source naturelle.





- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais

L'évolution des concentrations d'ammonium dans la Lüttschine et l'Engstlige depuis 1993 reflète l'amélioration de l'état des eaux (90^e centiles).

roches contenant du phosphate, sous forme d'apatite, présentes dans le bassin versant de la Lüttschine.

de l'afflux de touristes. Dans ces conditions, la dilution n'est pas optimale dans les cours d'eau récepteurs.

L'ammonium toujours en diminution

Pendant des années, ni l'Engstlige ni les deux Lüttschine (noire et blanche) ne parvenaient à satisfaire aux exigences de la législation sur la protection des eaux pour ce qui est de l'ammonium. La situation était particulièrement grave en hiver: à cette période, le débit de ces cours d'eau alpins est faible, mais c'est aussi la saison où les stations d'épuration locales traitent des flux polluants beaucoup plus importants en raison

Malgré ce défi, la situation s'est sensiblement améliorée ces dernières années. L'agrandissement de la station d'épuration d'Adelboden ainsi que l'optimisation de l'exploitation dans les STEP de Grindelwald et de Lauterbrunnen y sont pour beaucoup. D'ici en 2019, la station d'épuration de Lauterbrunnen sera de plus équipée d'une étape de nitrification complète, dont la mise en service réduira encore la concentration d'ammonium dans la Lüttschine.



Grâce à l'agrandissement de la STEP d'Adelboden, les concentrations d'ammonium provenant des eaux usées traitées sont nettement moins élevées en aval de la station d'épuration.



Comparés aux ruisseaux et aux rivières de l'Oberland bernois, qui sont relativement propres, les cours d'eau du Plateau et du Jura sont loin d'afficher partout une eau d'aussi bonne qualité.

Faibles concentrations de métaux lourds

Dans les ruisseaux et rivières de l'Oberland bernois, les concentrations de métaux lourds sont en général faibles, tant dans l'eau que dans les sédiments. Ces concentrations peuvent cependant varier énormément d'un bassin versant à l'autre et il est difficile de déterminer si les substances détectées sont d'origine naturelle ou anthropique. L'appréciation de la qualité des sédiments se fonde sur les valeurs cibles définies pour les matières en suspension par la Commission internationale pour la protection du Rhin (CIPR).

La concentration accrue de plomb a été mesurée dans les sédiments de l'Aar à la hauteur d'Interlaken. Une nouvelle analyse a toutefois fait état de concentrations inférieures à la valeur cible. On peut dès lors

supposer qu'il ne s'agit pas d'une vaste contamination des sédiments. Il n'en demeure pas moins que le plomb peut afficher des valeurs élevées par endroits.

En 2013 et en 2014, l'OED a en outre observé des concentrations accrues de zinc dans quelques échantillons d'eau prélevés dans la Kander au point de mesure d'Aeschi, près de Spiez. Les métaux dissous n'étant désormais mesurés que six fois par an aux principaux points de mesure, les séries de données sont trop limitées pour mettre la main sur les responsables. Il n'a donc pas été possible d'identifier la source de cette pollution au zinc. Des analyses récentes réalisées au même endroit ne font plus état d'une quelconque atteinte à la qualité de l'eau.

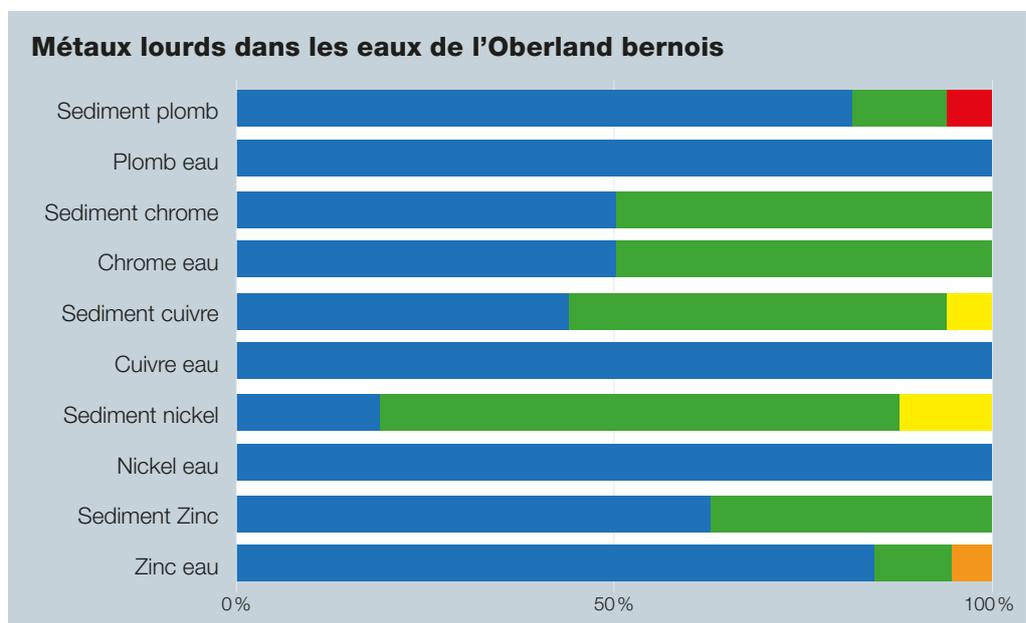
Pollution des eaux aux principaux points de mesure

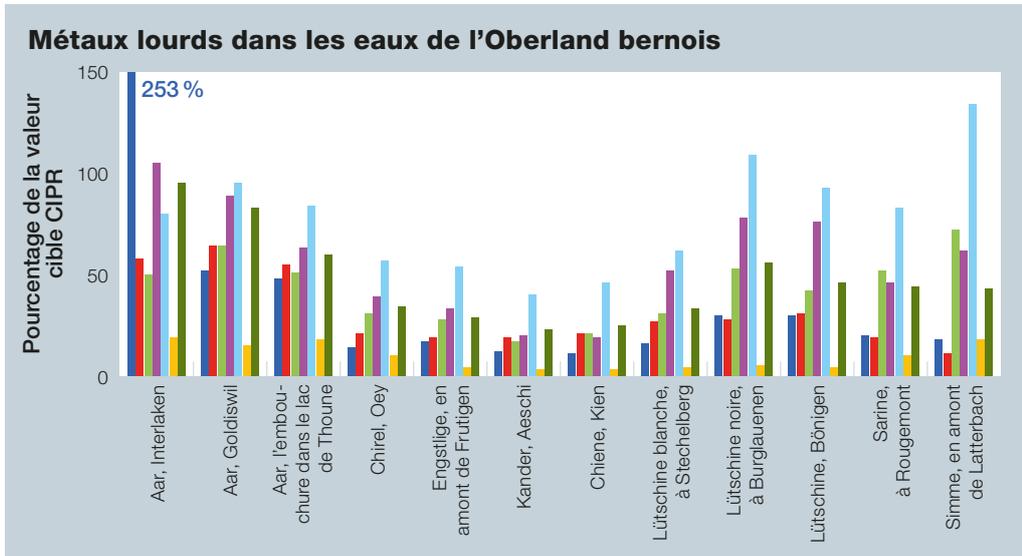
Cours d'eau le plus long et charriant le débit le plus élevé, l'Aar est la colonne vertébrale du réseau hydrographique cantonal. Neuf des vingt-trois principaux points de mesure se situent donc en toute logique entre l'endroit où la rivière se jette dans le lac de Brienz et celui où elle quitte le canton de Berne (Murgenthal, sur la frontière avec le canton d'Argovie). Comme les années précédentes, l'Aar a rempli, durant la période d'évaluation 2013 – 2014, toutes les conditions de l'ordonnance sur la protection

Métal lourd	Valeurs cibles CIPR
Cadmium	1 mg / kg MS
Chrome	100 mg / kg MS
Cuivre	50 mg / kg MS
Mercurure	0,5 mg / kg MS
Plomb	100 mg / kg MS
Nickel	50 mg / kg MS
Zinc	200 mg / kg MS

- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais

Stockant les substances étrangères non dégradables sur de longues périodes, les sédiments des cours d'eau contiennent en général de plus grandes concentrations de métaux lourds que les eaux.





- Plomb
- Cadmium
- Chrome
- Cuivre
- Nickel
- Mercure
- Zinc

Concentrations de métaux lourds dans divers cours d'eau de l'Oberland bernois, comparées aux valeurs cibles de la CIPR.

des eaux pour les nutriments et les métaux lourds. En conséquence, son état reste bon à très bon pour tous les paramètres mesurés.

Relevons que l'appréciation n'est pas toujours aussi positive dans les autres cours d'eau du canton de Berne, que l'OED surveille également en continu. Ce sont surtout les concentrations de nitrite, de phosphore total et de zinc qui révèlent un état des eaux moyen, voire médiocre, dans certaines rivières. Une partie des dépassements constatés sont heureusement des exceptions.

Les concentrations de nitrite dans la Sarine restent préoccupantes, puisqu'elles avoisinent 0,02 milligramme par litre au point de mesure de Marfeldingen, peu avant le confluent de la rivière avec l'Aar. La STEP de la Singine déverse certes son effluent dans la Sarine quelques kilomètres en amont. Vu les conditions de dilution, ces valeurs élevées ne peuvent pas être mises sur le compte de la station d'épuration. L'OED cherche actuellement à savoir si le nitrite présent dans la Sarine pourrait provenir du lac de Schiffenen, situé en aval de Fribourg.

Absence de poissons dans la Birse – un véritable mystère

Des analyses approfondies ont été menées dans la Birse suite à une annonce faite à l'automne 2014 par l'Inspection cantonale

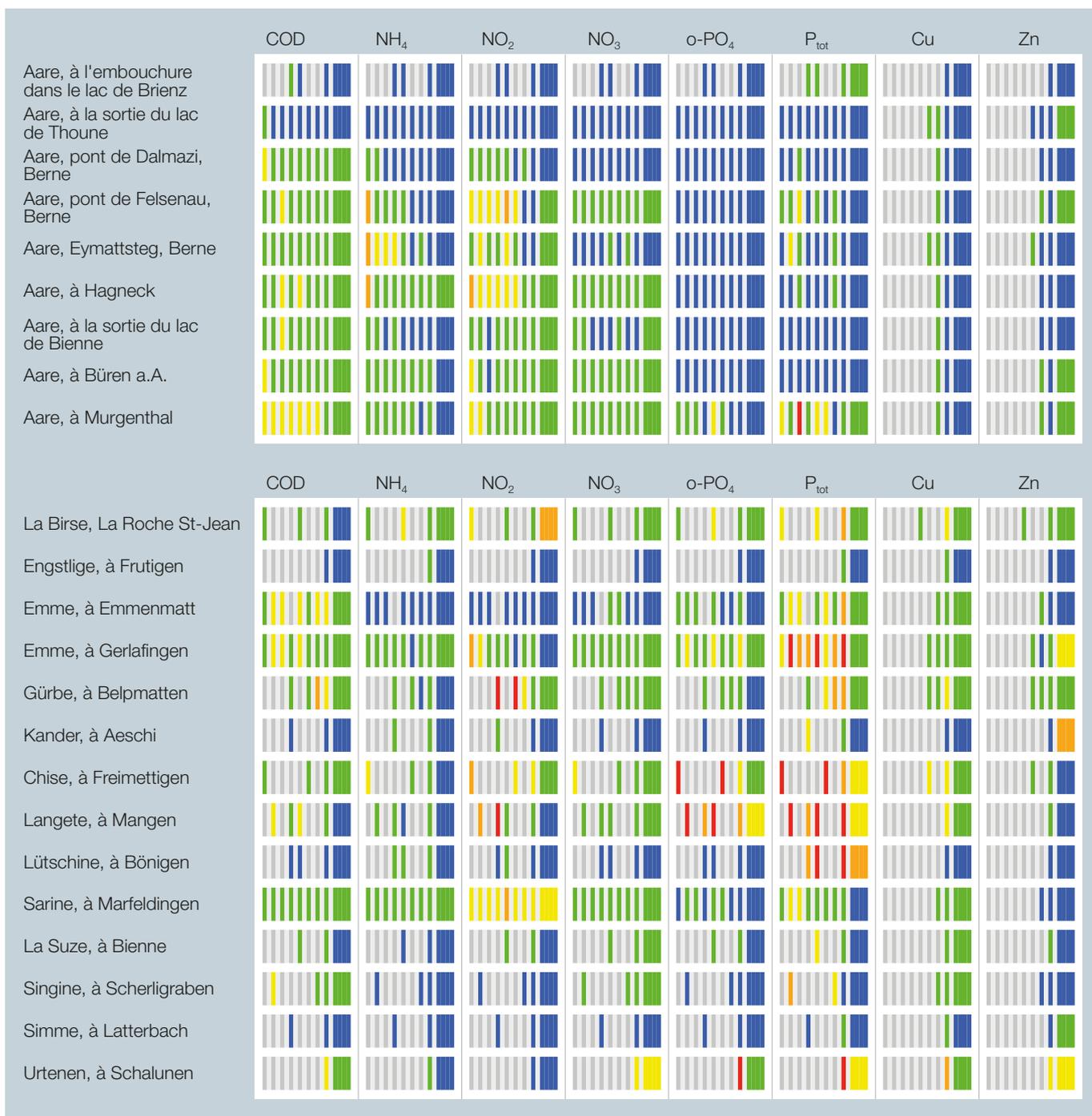
de la pêche (IP): en aval de Moutier, le peuplement piscicole était pratiquement inexistant. Or le tronçon en question est connu pour être très poissonneux. Aucune hécatombe de poissons n'ayant été observée, leur absence reste jusqu'ici inexplicable.

Quelque mois auparavant, les spécialistes de l'OED avaient déjà été surpris de mesurer des concentrations élevées de nitrite durant l'hiver au lieu-dit La Verrerie, en aval de Moutier. A la même période, les exploitants de la STEP de Roches ont certes enregistré des valeurs de nitrite passagèrement accrues dans leur effluent. Les relevés de l'autocontrôle assuré à la STEP n'expliquent toutefois pas une pollution de longue durée dans la Birse. Le nitrite pouvant être toxique pour les poissons, ce paramètre a rapidement fait l'objet d'analyses approfondies. Les concentrations mesurées dans la rivière se situaient toutefois nettement en deçà du seuil de toxicité aiguë, mais avoisinaient des valeurs correspondant à une toxicité chronique.

Chargé d'expertiser la situation, le Centre suisse d'écotoxicologie appliquée (Centre Ecotox) a conclu que les concentrations accrues de nitrite ne pouvaient pas être les seules responsables de la disparition des poissons. A ce stade, il a d'ailleurs été impossible de retracer avec exactitude la provenance de la pollution. Les dernières pêches d'observation ont heureusement montré que la situation s'améliore peu à peu.



Charge polluante au principaux points de mesure

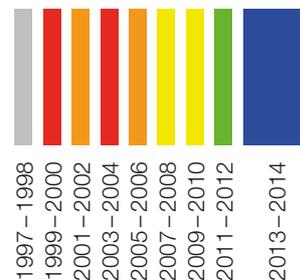


Depuis la fin des années 1990, les concentrations d'une sélection de nutriments et de métaux lourds suivent une évolution réjouissante aux vingt-trois principaux points de mesure du réseau de surveillance des cours d'eau. Les résultats les plus récents sont signalés par une barre plus large. Les barres grises indiquent une absence de relevés.

Abréviations

- COD = carbone organique dissous
- NH₄ = ammonium
- NO₂ = nitrite
- NO₃ = nitrate
- o-PO₄ = orthophosphate
- P_{tot} = phosphore total
- Cu = cuivre
- Zn = zinc

Périodes des relevés



Etat des eaux aux principaux points de mesure

- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais
- absence de relevé

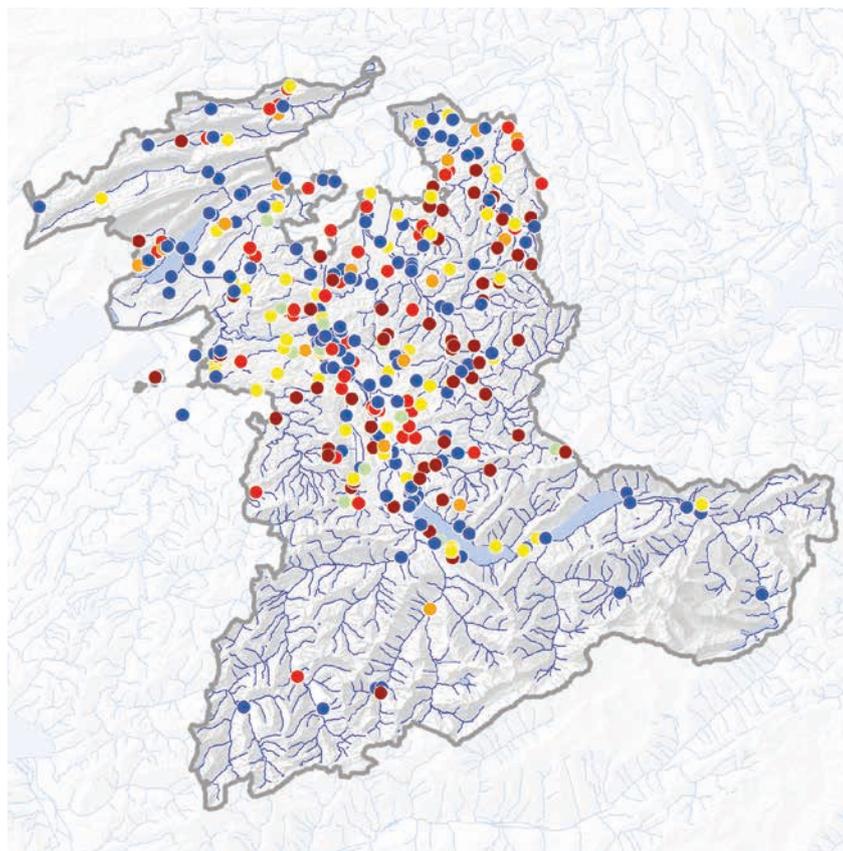


Cas de pollution des eaux

Cas de pollution aiguë des eaux

Depuis 2013, le Service des sinistres de l'OED, l'Inspection de la pêche et les services de la police enregistrent tous les cas de pollution des eaux à l'aide d'un formulaire commun et intègrent les indications recueillies dans la base de données ISS. L'accès à des informations complètes sur des accidents ou incidents antérieurs facilite ensuite non seulement la coordination des interventions, mais aussi la saisie des accidents et leur analyse.

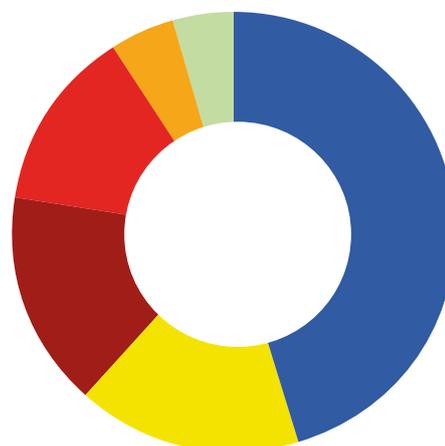
Selon les données compilées, les accidents ayant un impact sur le réseau d'égouts ou un effet direct sur les eaux ne tendent hélas pas à diminuer. Par rapport à la période 2011 – 2012, leur nombre a au contraire augmenté, et cette hausse ne s'explique pas par une sensibilité accrue ni par une saisie plus efficace de ces pollutions aiguës. Or celles-ci sont souvent lourdes de conséquences pour les milieux aquatiques et leurs peuplements. Quant aux proportions des causes et des substances impliquées, elles correspondent à peu de choses près aux relevés précédents. En 2013 – 2014, le mazout et les carburants ont constitué la principale cause de pollution, arrivant devant le purin et les produits chimiques. Ces derniers englobent un vaste éventail de substances, qui va des pesticides aux solvants en passant par les agents chimiques utilisés dans la construction. Alors que les accidents impliquant des produits chimiques sont plus fréquents dans les zones urbanisées ou celles vouées



Répartition régionale des cas de pollution des eaux et de leurs causes durant la période 2013 – 2014.

à une agriculture intensive, les pollutions dues au purin touchent avant tout les régions agricoles de plaine.

Relevons par ailleurs le nombre étonnamment élevé de pollutions dont la cause est inconnue. Dans ces cas, les autorités n'ont souvent pu observer que l'effet de la pollution (telle une hécatombe de poissons). A posteriori, il est en effet souvent impossible d'étudier l'origine de la pollution et les substances en cause.



Cas de pollution des eaux 2013 – 2014

209 événements

Mazout, carburants	46 %
Cause inconnue	16 %
Purin	16 %
Produits chimiques	13 %
Eaux usées	5 %
Autres	4 %

Les accidents impliquant des huiles minérales, du purin ou des produits chimiques ont été responsables en 2013 et en 2014 de trois quarts de toutes les pollutions aiguës des eaux. La pollution de ruisseaux par des eaux usées contenant du béton (photo ci-contre) est relativement fréquente.

Photo: Kurt Gasser, OED

Analyses biologiques



Les larves de *Baetis alpinus* font partie des éphémères et comptent parmi les invertébrés qui peuplent le fond du lit des ruisseaux alpins.

Photo: HYDRA, Peter Rey

Les cours d'eau de l'Oberland bernois sont propres

Selon leur évaluation à l'aide de critères biologiques, les principaux cours d'eau de l'Oberland bernois charrient de l'eau dont la qualité est bonne à très bonne. Les analyses réalisées en 2013 et en 2014 montrent en effet que les activités anthropiques – déversement d'effluents de STEP et de chantiers ou exploitation de la force hydraulique – provoquent tout au plus des pollutions ponctuelles des eaux.

L'OED fonde l'analyse biologique des cours d'eau sur le système modulaire gradué (SMG) de la Confédération. En 2013, l'office s'est concentré sur l'Oberland oriental et en 2014 sur l'Oberland occidental. Dans les deux cas, les observations ont été menées au printemps avant la fonte des neiges. L'OED a inclus à dessein dans ses travaux des points de mesure situés sur les tronçons supérieurs des principaux cours d'eau, où l'influence de l'homme ne devrait pas se faire sentir. A titre de comparaison, les spécialistes ont utilisé les résultats des analyses précédentes, réalisées durant la période 1994-1995 (au printemps) et en 2004 (à la fin de l'automne). A l'instar des analyses chimiques, les données des relevés biologiques sont désormais publiées sur la carte «Qualité des eaux» du géoportail.

Les pollutions ne sont que ponctuelles

L'observation de l'aspect général considère les pollutions visibles à l'œil nu et porte sur les paramètres suivants: turbidité, couleur, mousse, boue, matières solides provenant du réseau d'assainissement et déchets. Mais elle tient aussi compte de l'odeur, de taches de sulfure de fer sous les pierres (signe d'un manque d'oxygène) et de films d'organismes spécifiques aux eaux usées (hétérotrophes). Par endroits, la pollution d'origine anthropique est patente, telle la turbidité de l'Aar due au turbinage de l'eau provenant des lacs de retenue du Grimsel. D'autres effets apparents comprennent un chantier dans le lit de la Lütschine, une forte consolidation du fond du lit ou la colonisation par des organismes hétérotrophes à proximité des STEP situées sur la Simme et la Sarine. Les pollutions dues aux eaux usées sont tout au plus ponctuelles dans l'Oberland bernois et se présentent en particulier sous la forme de tapis d'algues plus

denses en aval des stations d'épuration de Grindelwald et de Saanen.

L'influence de l'utilisation de la force hydraulique est nettement perceptible dans l'Aar. Les nombreux cas de consolidation du fond du lit résultent d'une part des éclusées. Le fort colmatage observé est d'autre part lié au degré d'aménagement de certains tronçons. C'est le cas notamment de l'Aar canalisée près de Brienz ou de la Lütchine à la hauteur de Bönigen.



Faibles concentrations de nutriments

La structure des peuplements de diatomées qui colonisent les cailloux au fond du lit est un bon indicateur de la présence de nutriments et d'une pollution organique des cours d'eau. Calculé sur cette base, l'indice des diatomées (DICH) débouche partout sur l'appréciation «bon à très bon» et confirme ainsi que les concentrations de nutriments sont faibles dans les ruisseaux et rivières de l'Oberland. Une comparaison détaillée de ces résultats avec 7000 échantillons prélevés dans l'ensemble de la Suisse révèle cependant que la composition des communautés de diatomées prouve de manière visible que la force hydraulique est exploitée dans le bassin versant de l'Aar du Hasli et que les stations d'épuration ont une influence sur la Lütchine et la Kander.

Evaluation des invertébrés

Les petits invertébrés qui vivent sur le fond du lit (macrozoobenthos) font partie de la biocénose et sont un indicateur essentiel de la qualité de l'eau et des habitats. Dans l'Oberland bernois, l'OED a recensé et identifié entre 60 et 4710 individus par mètre carré aux différents points de prélèvement. La faune est partout caractéristique des cours d'eau alpins, c'est-à-dire formée d'espèces qui apprécient un substrat caillouteux et un courant rapide. Parmi elles figurent notamment quelques familles de plécoptères et d'éphémères, ainsi que de nombreuses larves de moustiques. Les espèces typiques des torrents de montagne comprennent aussi le diptère *Liponeura*, dont la larve est à même, grâce à ses ventouses, de résister à de très forts courants pour se nourrir des algues accrochées aux rochers. *Capnia vidua*, une espèce de plécoptère potentiellement menacée, a même été repérée dans la Kander.

Exploitation par éclusées sur une rivière canalisée: effet d'interventions humaines sur l'Aar du Hasli, à la hauteur de Meiringen.



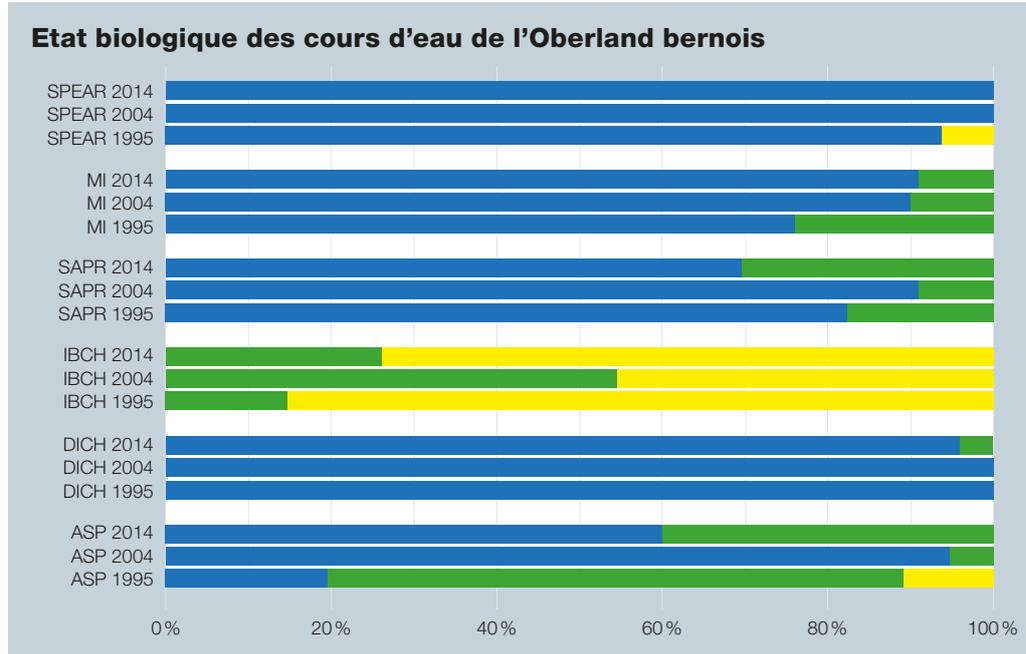
Seuls des organismes aquatiques spécialisés sont à même de survivre dans des torrents de montagne. Parmi eux compte le plécoptère *Capnia vidua* (larve en haut, individu adulte en bas).



Etude des invertébrés aquatiques sur la berge de l'Aar du Hasli, à la hauteur de Guttannen.

- très bon
- bon
- moyen
- médiocre
- mauvais

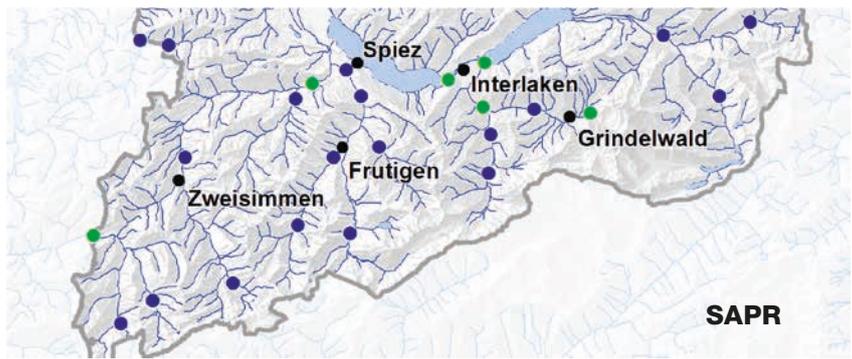
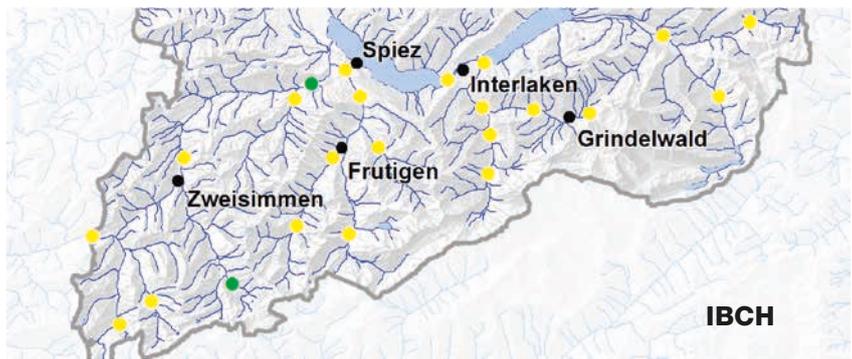
L'état biologique des cours d'eau de l'Oberland bernois est évalué à l'aide de six indicateurs différents. Appliqué dans les régions de montagne, l'indice du macrozoobenthos IBCH donne une image faussée de la situation (lire dans le texte).



Divers indices basés sur les invertébrés (macrozoobenthos) peuvent être utilisés pour évaluer l'état biologique des cours d'eau de l'Oberland bernois. A l'état actuel, l'IBCH ne convient toutefois pas pour des rivières d'altitude, telle l'Engstlige en amont de Frutigen. Selon l'indice de saprobie, tous les cours d'eau de la région affichent un état bon à très bon.

Divers indices basés sur les invertébrés permettent d'évaluer la qualité de l'eau. L'indice biologique ou du macrozoobenthos (IBCH) recommandé par le système modulaire gradué (SMG) de la Confédération ne convient hélas pas pour apprécier l'état des cours d'eau de l'Oberland, car il classe au mieux dans la catégorie «état moyen» des ruisseaux et des rivières non polluées qui présentent une faune typique de la station. L'erreur d'appréciation s'explique par les conditions de vie propres aux milieux aqua-

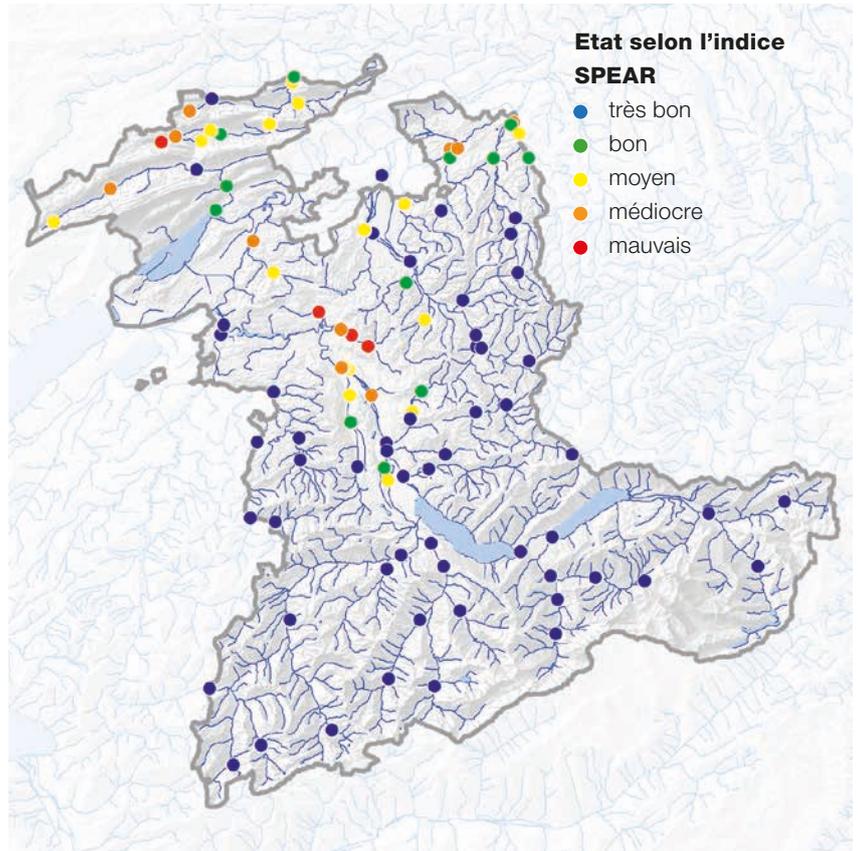
tiques considérés: courant rapide, substrat grossier (gravier et cailloux), températures basses et brève période de croissance. Seuls des organismes très spécialisés sont à même d'y survivre. Les espèces en présence sont donc peu nombreuses et leur faible nombre détériore l'appréciation selon l'IBCH. En soumettant les cours supérieurs de torrents alpins à des analyses biologiques, l'OED contribue à améliorer l'IBCH, afin qu'il puisse s'appliquer également aux régions de montagne.



Etat du macrozoobenthos selon l'indice SPEAR

Les deux autres indices utilisés – macro-index (MI) et indice de saprobie (SAPR) – prouvent de manière explicite que la qualité de l'eau est bonne dans l'Oberland bernois durant toutes les périodes d'analyse.

La composition du peuplement d'invertébrés reflète aussi la charge de produits phytosanitaires (PPS) dans les eaux. Elle est alors représentée par l'indice SPEAR (pour Species At Risk). Contrairement aux analyses chimiques, cet indice réagit également aux pics des concentrations de pesticides, qui peuvent anéantir les organismes sensibles. L'indice SPEAR a été recalculé pour tous les relevés disponibles, même si les prélèvements ont le plus souvent été effectués avant la principale période d'application des PPS. Les valeurs indiquées sur la carte ci-contre pourraient dès lors correspondre à une appréciation trop optimiste. Elles n'en démontrent pas moins clairement que la charge de pesticides reste inexistante ou non détectable dans l'Oberland bernois ainsi que dans d'autres régions où la proportion de grandes cultures est faible. Dans les régions vouées à une agriculture intensive, les valeurs sont souvent insuffisantes avant même le début de la période d'épandage. A l'avenir, l'OED prévoit de recourir à l'indice SPEAR pour vérifier l'efficacité de programmes visant à réduire l'impact de ces produits.



www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Biologie 2014 – Berner Oberland (en allemand)
www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Fliessgewässer > Koordinierte biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein 2011 – 2013 (2013; en allemand)
www.be.ch/oed > Qualité des eaux > Carte «Qualité des eaux» sur le géoportail

L'indice SPEAR (données de 2006 à 2014) évalue l'impact des pesticides sur les invertébrés aquatiques. Il révèle que les cours d'eau d'altitude ne sont pratiquement pas pollués, alors que la faune aquatique des régions vouées à une culture intensive subit l'effet de ces substances.



Dans les bassins versants où prédomine une agriculture intensive, les pesticides détériorent gravement la qualité des eaux de surface.

Composés traces organiques dans les cours d'eau



Dans la plupart des petits cours d'eau du Plateau, les risques de pollution sont dus aux produits phytosanitaires. En général, ce sont les algues qui courent le plus grand danger.

Photo: Kurt Gasser (OED)

Pesticides: un danger pour les organismes aquatiques

Dans les zones agricoles du Plateau bernois, il arrive, surtout au printemps, que les petits cours d'eau enregistrent des concentrations excessives de pesticides durant des semaines. Basée sur des normes environnementales, l'évaluation de la qualité de l'eau de certains ruisseaux révèle que ces composés traces représentent un sérieux risque pour divers organismes aquatiques. D'où la nécessité de réduire les apports de ces substances.

En Suisse, quelque 2200 tonnes de produits phytosanitaires (PPS) parviennent chaque année dans l'environnement. Les PPS servent en priorité à protéger les cultures contre les maladies fongiques, les parasites et la concurrence des mauvaises herbes. Leur utilisation varie selon le type de culture, plusieurs traitements par saison étant habituels sur les arbres fruitiers, les baies, la vigne et les légumes. Les quantités appliquées dépendent surtout de l'efficacité de la substance active et varient entre 10 et 4000 grammes par hectare et par épandage.

Apports critiques dans les petits cours d'eau

Que ce soit avant, pendant ou après l'épandage, les PPS peuvent emprunter différentes voies pour atteindre les eaux de surface: pertes ponctuelles en cas de remplissage et de nettoyage inappropriés du

pulvérisateur ou pertes diffuses par ruissellement sur les surfaces traitées, la pluie entraînant les substances vers le cours d'eau le plus proche. Une autre voie d'apport réside dans la dispersion de gouttelettes de la bouillie durant l'épandage.

Achevées en 2013, les études menées par l'OED dans plusieurs cours d'eau font état de concentrations particulièrement élevées de PPS en cas de précipitations durant la période d'application des produits. Les plus touchés sont les ruisseaux et les petites rivières qui drainent les régions du Plateau où l'exploitation agricole est intensive, dont l'Urtenen, le Limpach et la Langete. La charge de micropolluant reste au contraire faible dans les cours d'eau plus grands, comme l'Aar, l'Emme et la Singine. L'écart ne s'explique pas uniquement par une meilleure dilution des PPS, mais aussi par une proportion plus faible de terres cultivées dans les bassins versants de ces rivières.

Evaluation de l'impact des polluants

Se fondant sur le principe de précaution, la Confédération a fixé, dans l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux), à 0,1 microgramme par litre ($\mu\text{g/l}$) pour chaque substance la concentration que les pesticides ne doivent pas dépasser dans les cours d'eau. Cette exigence ne se fonde toutefois pas sur des critères écotoxicologiques, mais vise à maintenir au plus bas les concentrations de PPS dans les eaux.

Afin d'améliorer l'évaluation de l'impact spécifique des PPS sur les organismes aquatiques, le Centre Ecotox de Dübendorf a élaboré, pour les algues, les invertébrés et les poissons, des critères de qualité basés sur les effets, qui sont appelés «normes de qualité environnementale» (NQE). Ces critères tiennent compte d'une part des sensibilités différentes de ces groupes d'organismes et évaluent d'autre part la toxicité de mélanges d'une foule de pesticides, car ceux-ci ne sont en général pas présents isolément dans les eaux. Les nouvelles NQE, qui devraient être intégrées dans l'OEaux lors de sa prochaine révision, distinguent en outre deux catégories d'expositions selon leur durée. Il existe ainsi un critère de qualité relatif à une exposition chronique (CQC) pour les effets de longue durée et un critère de qualité relatif à une exposition de courte durée et donc à une toxicité aiguë (CQA). Lorsque les concentrations dépassent ces valeurs, force est d'admettre que les substances en présence portent atteinte aux organismes aquatiques.

Grave danger pour les algues

En calculant le quotient de risque (RQ), l'OED a établi que les algues de la Langete ont couru un grave danger pendant onze semaines d'avril à juin et que ce danger était principalement dû à l'herbicide métribuzine. La toxicité s'est avérée plus faible pour les invertébrés et même minime pour les poissons. Dans le Limpach, les algues ont subi des atteintes durant treize semaines, alors que les invertébrés ont été soumis pendant cinq semaines à des concentrations excessives de PPS. Les organismes ont particulièrement souffert des herbicides sui-

vants: terbuthylazine, métribuzine, méto-lachlore et MCPA. Là encore, aucun risque significatif n'a été mis en évidence pour les poissons. Les concentrations globales de pesticides les plus élevées ($6,6 \mu\text{g/l}$) ont été mesurées dans l'Urtenen, à la hauteur de Schalunen. Dans ce tronçon, les algues ont été mises en danger pendant quinze semaines. Dans ce cas aussi, c'est la métribuzine qui était surtout en cause. Quant aux invertébrés, ils ont souffert pendant treize semaines de la présence de l'insecticide diazinon.

Dans l'Urtenen, le quotient de risque pour les poissons a également affiché des valeurs nettement supérieures et pas seulement pendant une saison, mais durant toute la période d'évaluation (du printemps à l'automne). Elles étaient engendrées par des apports de l'analgésique diclofénac, provenant d'une station d'épuration locale. Dans tous les autres cas, le risque accru de pollution était dû à des pesticides.

Une réduction des concentrations s'impose

Les organismes aquatiques pourraient en réalité courir un danger plus grand que le laissent supposer les échantillons compo-



Pour évaluer l'effet de pesticides dans les eaux, on considère les algues, les invertébrés (telles les larves de trichoptère) et les poissons.

Photos: Katrin Guthruf (en haut), HYDRA, Peter Rey (au milieu), © Michel Roggo, www.roggo.ch (en bas)

sites hebdomadaires. L'étude d'épisodes pluvieux dans la Langete a en effet révélé que les concentrations de pesticides atteignent alors des pics temporaires largement supérieurs au critère de qualité relatif à une toxicité aiguë. L'évaluation de la pollution des eaux pêche en outre par optimisme, car des raisons pratiques ont poussé l'OED à n'analyser qu'un petit nombre des pesticides les plus courants, dont très peu de fongicides et d'insecticides. Or ces derniers peuvent s'avérer toxiques même en quantités infimes.

Abstraction faite des différents coefficients de risque, la valeur limite de 0,1 µg/l prescrite par la législation est aussi très souvent dépassée dans les petits cours d'eau du Plateau au début de la période de végétation. Puisque les apports en cause proviennent de l'agriculture, des mesures s'imposent à la source pour réduire le ruissellement des PPS.

Ces mesures comprennent par exemple le respect strict de l'espace réservé aux eaux le long des ruisseaux, des rivières et des lacs, où tout épandage de pesticides et d'engrais est interdit. Le plan d'action national Produits phytosanitaires, actuellement en préparation au niveau fédéral, prévoit d'autres mesures destinées à réduire les risques, qui devront être appliquées avec rigueur dans les bassins versants fragiles. A l'avenir, l'emploi des PPS devra être restreint non seulement à proximité des eaux, mais en général. C'est à cette seule condition que les milieux aquatiques et le sol continueront de fournir leurs prestations écosystémiques.

Elimination correcte des restes de bouillie

Les pesticides détectés dans les eaux ne proviennent pas seulement de sources diffuses, tel le ruissellement de surface. Les relevés que l'OED a réitérés à plusieurs années d'intervalle montrent en effet que les stations d'épuration (STEP) en sont une source ponctuelle importante, également dans le canton de Berne.

Constatant les fortes concentrations que les PPS atteignent parfois dans les effluents de STEP, l'Institut de recherche sur l'eau des EPF (Eawag) les a mises, en 1999 déjà, sur le compte de l'élimination inappropriée des restes de bouillie et du nettoyage inadéquat des pulvérisateurs. Les analyses réalisées en 2002 par le LPES dans sept stations d'épuration bernoises durant toute la période d'application (d'avril à octobre) confirment que les pesticides fréquemment utilisés dans l'agriculture (atrazine, métolachlore, simazine, isoproturon, métamitron, éthofumesate, métalaxyl, diazinon, etc.) sont présents et qu'ils atteignent parfois des concentrations très élevées. Dans les cours d'eau récepteurs qui n'assurent pas une dilution suffisante, la charge polluante a dépassé durant des mois la valeur de 0,1 µg/l fixée par l'OEaux.

Fortes de ces résultats, les autorités cantonales ont introduit en 2007 diverses mesures afin de réduire les apports de PPS dans les cours d'eau via les égouts et les STEP. Elles ont par exemple exigé que les pulvérisateurs soient équipés d'un réservoir de rinçage: les appareils doivent être nettoyés sur place et les restes de bouillies répartis aussitôt sur les surfaces traitées. Dans le cadre de divers cours de formation et de perfectionnement, les exploitants ont été largement sensibilisés au problème de la pollution des eaux due au maniement inapproprié des pesticides. Les mesures énumérées dans une directive cantonale ont par ailleurs été reprises en 2013 dans une aide à l'exécution de la Confédération.

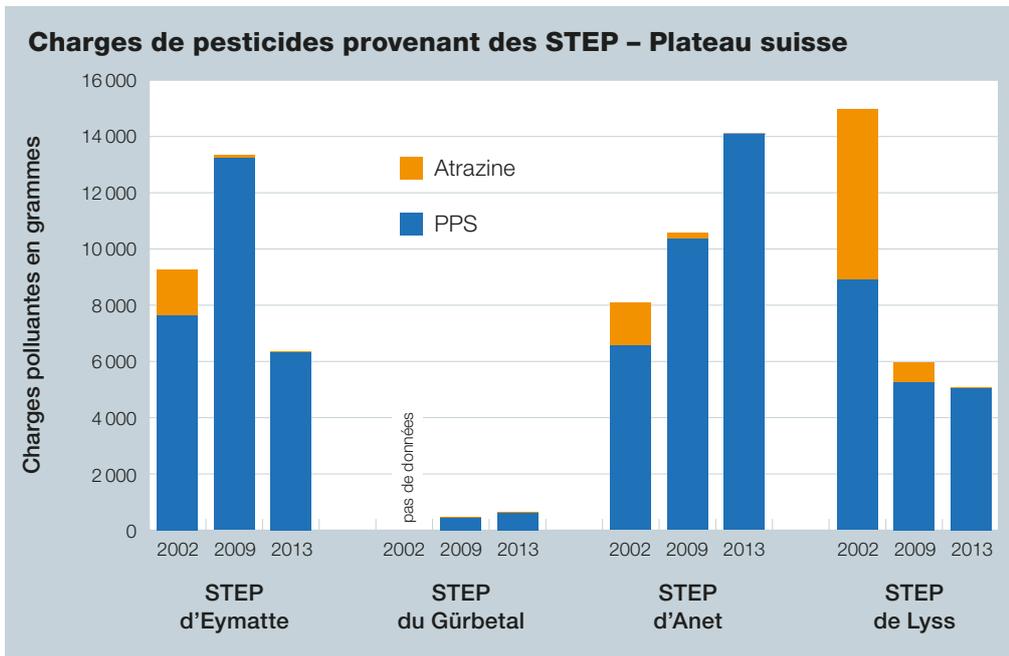
Des mesures restent à prendre

En 2009 et en 2013, l'OED a entrepris de vérifier l'efficacité des diverses mesures appliquées. Ce contrôle a débouché sur un bilan mi-figue mi-raisin. Le recul massif des concentrations d'atrazine dans les effluents de STEP est réjouissant. Principalement employé sur les cultures de maïs, cet herbicide est interdit depuis 2012. Les autres PPS, tels le métolachlore, le métamitron ou la terbutylazine, ne dénotent cependant pas de nette tendance à la baisse. Rapportées à la superficie du bassin versant, les concentrations de pesticides restent en

Afin de protéger les eaux, il est interdit de déverser les résidus de bouillie de pesticides dans les égouts, les ruisseaux, les rivières ou les lacs.

Photo: topagrar/Höner
(voir aussi p.2 d.m.)





En 2002, 2009 et 2013, l'OED a mesuré pendant plus de quatre mois les quantités de pesticides dans l'effluent de certaines stations d'épuration. Exprimés en grammes, les résultats de ces relevés ne fournissent pas une image uniforme.

particulier très élevées dans les deux STEP du Seeland soumises aux analyses. Les fortes variations des apports prouvent que le maniement incorrect des PPS ou leur ruissellement lors de précipitations peuvent avoir une influence considérable sur la pollution des eaux.

Au cours des années à venir, une centaine des quelques 700 stations d'épuration publiques de Suisse, mais surtout les grandes STEP, seront équipées d'une étape de traitement supplémentaire pour éliminer les composés traces organiques. En traitant les eaux usées avec de l'ozone ou de la poudre de charbon actif, elles élimineront une grande partie des résidus de pesticides et les empêcheront de parvenir dans les eaux. Pour des raisons financières, les petites stations d'épuration ne seront toutefois pas dotées de ces nouvelles technologies. Il n'en demeure pas moins essentiel de redoubler les efforts destinés à réduire la pollution à la source. Les mesures en question seront décrites dans le plan d'action national Produits phytosanitaires. Il faudra notamment remplacer les principes actifs problématiques par des techniques et des produits respectueux de l'environnement, de restreindre l'utilisation de PPS particulièrement dangereux tels que les insecticides, de réduire en général les quantités utilisées et de respecter strictement les directives lors du rinçage et du nettoyage des pulvérisateurs.

Le canton de Berne envisage par exemple d'aménager des places de lavage spécialement équipées. En cas de lavage des pulvérisateurs à l'extérieur, les résidus de pesticides ne risqueront pas de se déverser dans les égouts, voire directement dans un cours d'eau, avec les eaux de lavage. Il importe donc de continuer à sensibiliser les agriculteurs et de leur enseigner les bonnes pratiques: remplissage correct du réservoir à bouillie, élimination appropriée des restes de produits, respect des distances requises le long des cours d'eau lors de l'épandage, entreposage et éliminations corrects des emballages de PPS et transport sûr des pesticides.

En parallèle, l'OED poursuivra ses analyses chimiques afin de vérifier l'efficacité des mesures et les étendra à des substances peu étudiées jusqu'ici, comme les fongicides et les insecticides toxiques.

Les STEP sont des sources ponctuelles de composés traces

Les effluents de STEP ne contiennent sans doute pas seulement des pesticides, mais aussi d'autres micropolluants difficilement dégradables (persistants). Leur déversement peut provoquer des situations critiques, en particulier dans les petits cours d'eau qui ne diluent pas assez les eaux usées traitées. Un rapport étroit existe par



Après épuration, les eaux usées traitées à la STEP de Grindelwald se déversent dans la Lütchine noire. Les composés traces n'atteignent toutefois pas des concentrations problématiques dans ce cours d'eau.

exemple souvent entre les concentrations de composés traces organiques dans les milieux récepteurs peu performants et la proportion d'eaux usées.

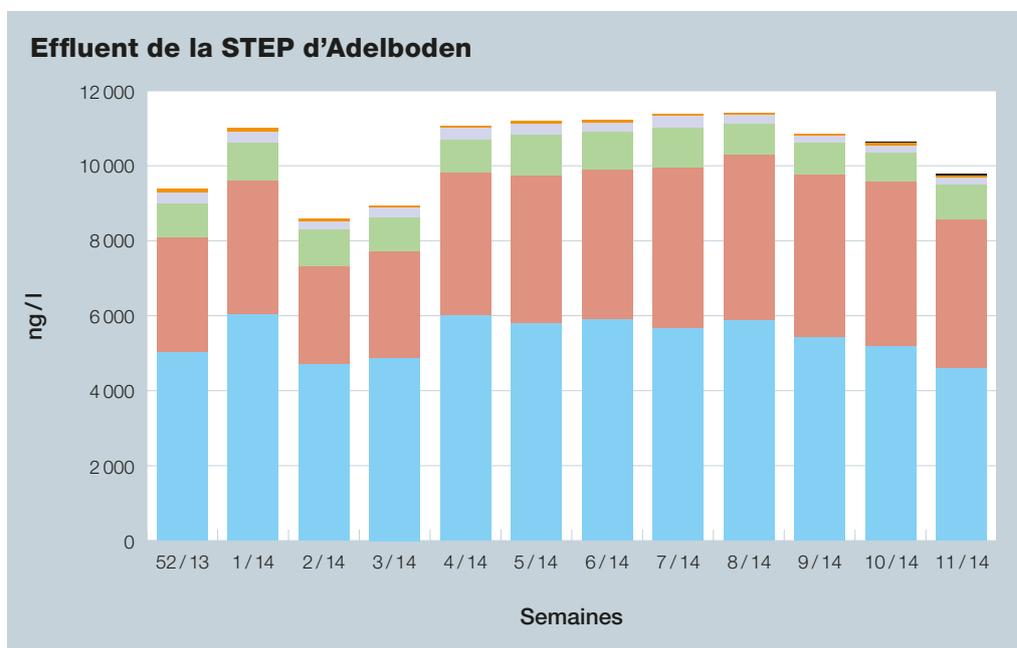
L'OED a donc voulu connaître l'influence d'apports continus de substances issues d'eaux usées domestiques sur la charge polluante de cours d'eau récepteurs présentant un débit faible à certaines saisons. Entre décembre 2013 et mars 2014, le LPES a ainsi déterminé les quantités de substances indicatrices courantes dans les effluents de trois STEP de l'Oberland: Lauterbrunnen, Grindelwald et Adalboden. Il a ensuite comparé ces relevés avec les valeurs mesurées dans les cours d'eau récepteurs correspondants: Lütchine blanche, Lütchine noire et Engstlige.

Les analyses ont porté sur les substances suivantes: le méthylbenzotriazole et le benzotriazole (souvent utilisés dans les lave-vaisselle, les détergents et les produits anticorrosion), l'analgésique diclofénac, l'antibiotique sulfaméthoxazole ainsi que l'antiépileptique carbamazépine. Le point commun de ces différentes substances persistantes réside dans leur résistance, presque totale, aux traitements mécanique, biologique et chimique des stations d'épuration.

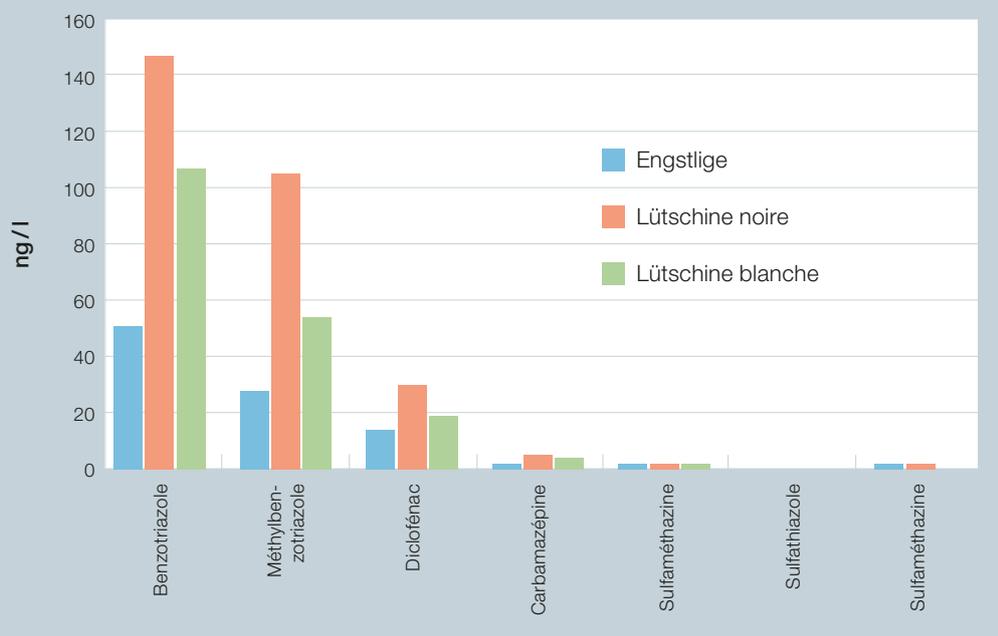
Les études visaient par ailleurs à mieux évaluer l'influence des pics dus à l'afflux touristique hivernal sur la qualité de l'eau. Dans les effluents des trois STEP, les concentrations de polluants sont restées relativement stables, avec une prédominance de benzotriazole, de méthylbenzotriazole et de diclofénac. La prépondérance de ces substances a d'ailleurs été confirmée dans les milieux récepteurs. Contrairement aux attentes des spécialistes, les concentrations dans les cours d'eau se sont révélées nettement inférieures (d'un facteur 100 environ) à celles mesurées dans les effluents de STEP, alors même que les conditions de dilution sont très mauvaises en aval des stations d'épuration: par temps sec et en période d'étiage, la dilution des eaux usées correspond à un facteur 7 dans l'Engstlige près d'Adalboden, à un facteur 14 à Grindelwald et à un facteur 16 à Lauterbrunnen.

- Sulfaméthazine
- Sulfathiazole
- Sulfaméthoxazole
- Carbamazépine
- Diclofénac
- Méthylbenzotriazole
- Benzotriazole

Résultats des mesures de différents micropolluants dans l'effluent de la STEP de Grindelwald. Les données relevées entre décembre 2013 et mars 2014 sont exprimées en milliardième de gramme (ou nanogramme) par litre d'eau



Composés traces dans trois cours d'eau récepteurs de l'Oberland bernois



Les concentrations de micropolluants mesurées dans les trois cours d'eau récepteurs des stations d'épuration d'Adelboden, de Grindelwald et de Lauterbrunnen étaient inférieures aux attentes fondées sur les relevés effectués dans les effluents de ces STEP. Les concentrations moyennes en ng/l se réfèrent à la période de mesure allant de décembre 2013 à mars 2014.

L'OED prévoit dès lors d'autres études afin de répondre aux questions en suspens. Vu les variations relativement faibles observées durant la période d'analyse, la haute saison touristique n'aurait guère d'influence sur les concentrations de micropolluants. A l'exception du diclofénac, aucune des substances analysées par l'OED n'a dépassé les critères de qualité relatifs à une exposition chronique (CQC), tels qu'ils ont été définis par l'Eawag. Le dépassement en question n'a par ailleurs été mesuré que dans un seul échantillon, dans lequel le diclofénac a atteint une valeur CQC relativement faible: 50 nanogrammes par litre (ng/l).

www.be.ch/oed > Qualité des eaux > Mikroverunreinigungen in bernischen Gewässern (en allemand)
www.oekotoxzentrum.ch > Prestations d'expert > Critères de qualité environnementale
www.be.ch/oed > Protection des eaux > Substances de nature à polluer les eaux > Directives concernant l'utilisation des produits phytosanitaires et des pulvérisateurs dans l'agriculture



Malgré une faible dilution des eaux usées traitées, l'Engstlige ne contient durant toute l'année que des concentrations relativement basses de micropolluants problématiques en aval de la STEP d'Adelboden.

Evolution de l'état des eaux souterraines depuis 2000



Prélèvement d'un échantillon d'eau souterraine dans un captage près de Neuenegg/Bramberg. Les eaux souterraines sont la principale ressource d'eau potable pour la population.

Protection de la principale ressource en eau potable

Dans le canton de Berne, l'eau potable provient à 96 % des eaux souterraines, qui en sont, et de loin, la principale ressource. Selon l'observation à long terme des principales nappes phréatiques situées dans les roches meubles du fond de grandes vallées, les niveaux des eaux souterraines ne dénotent pas, à quelques exceptions près, de véritable tendance à la baisse. C'est plutôt la détérioration de la qualité, due à des substances étrangères indésirables, qui occasionne des soucis.

Les nappes phréatiques les plus abondantes du canton de Berne se trouvent dans les roches meubles formées à l'ère glaciaire au fond des vallées de l'Aar et de l'Emme. S'écoulant à travers les graviers du sous-sol, les eaux souterraines sont en général en interaction permanente avec les eaux de surface. Grâce à l'excellente filtration naturelle, les eaux stockées dans les roches meubles n'ont en principe pas besoin d'être conditionnées pour servir d'eau potable. Elles sont le plus souvent captées dans des puits filtrants horizontaux ou verticaux et parfois aussi par des conduites drainantes proches de la surface.

La nature assure une filtration moins efficace dans les régions karstiques du Jura, des Préalpes et des Alpes: une fois infiltrées dans le sol, les précipitations s'écoulent rapidement dans les fissures et les failles de la roche. La couche de sol organique étant

souvent très mince et les vitesses d'écoulement dans le sous-sol élevées, les eaux souterraines karstiques doivent en général subir un traitement pour être potables. Leur exploitation est le plus souvent assurée par des captages de source ou des forages profonds.

Les aquifères fissurés se trouvent dans les couches de poudingue et de grès du Plateau, ainsi que dans les roches cristallines des Alpes. Les vitesses et les distances d'écoulement, et dès lors la qualité de l'eau, y dépendent de la taille, de la densité et du degré d'interconnexion des fissures, la capacité de stockage étant le plus souvent faible. Dans ces régions, l'eau est en général puisée par des captages de source ou des forages profonds.

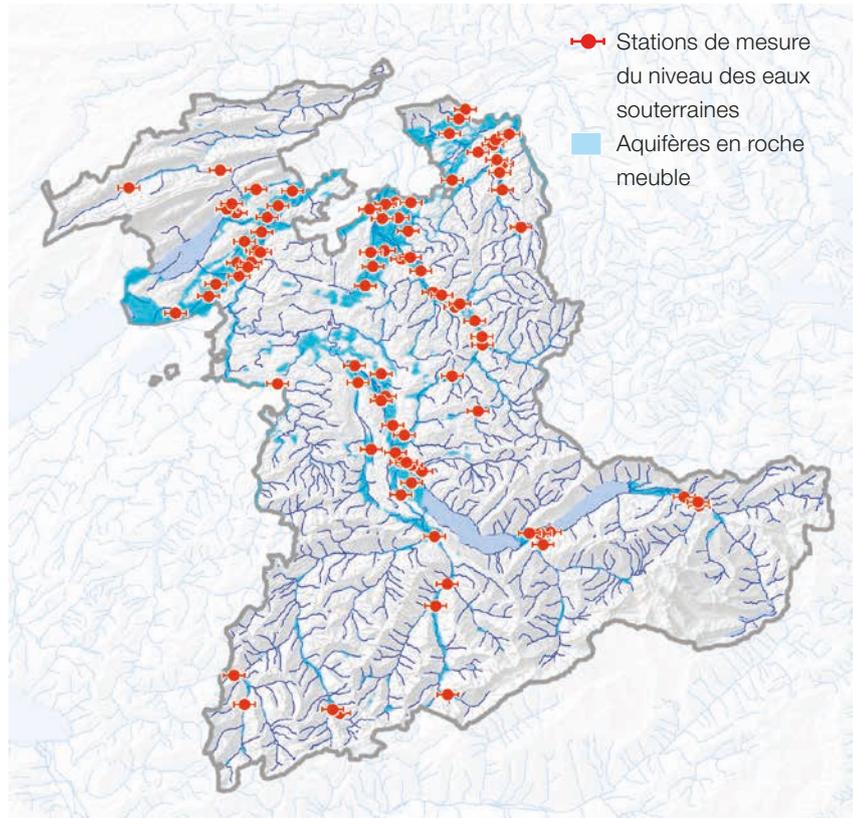
Disponibles dans l'annuaire hydrographique et accessibles sur internet, les données

Surveillance de la qualité des eaux souterraines

concernant l'évolution récente et à long terme du niveau des eaux souterraines constituent une base essentielle pour assurer une exploitation coordonnée et durable de ces ressources. A cet effet, l'OED dispose depuis peu d'une modélisation des eaux souterraines de l'Emmental. L'office prévoit également de modéliser d'autres aquifères importants, notamment dans le Seeland et la vallée de l'Aar.

Les eaux souterraines subissent naturellement des variations saisonnières. Celles-ci suivent le rythme de l'infiltration des précipitations et de la fonte des neiges ainsi que du débit des cours d'eau, qui contribuent tous à alimenter les nappes souterraines. En examinant des séries de mesures s'étendant sur plusieurs années, on observe des phénomènes récurrents avec des limnigrammes caractéristiques des eaux souterraines.

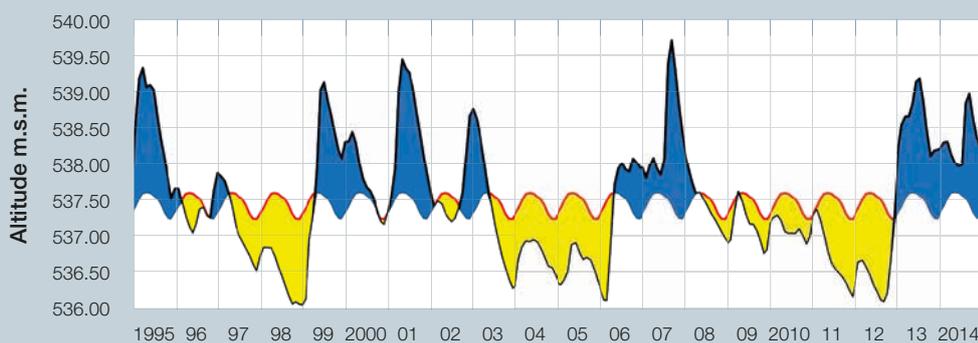
La station de mesure de Rubigen (G164) se trouve dans un bassin d'eaux souterraines sans lien avec l'aquifère de l'Aar. Située à 30 m de profondeur, la nappe phréatique est alimentée exclusivement par l'infiltration des précipitations et des eaux de la fonte



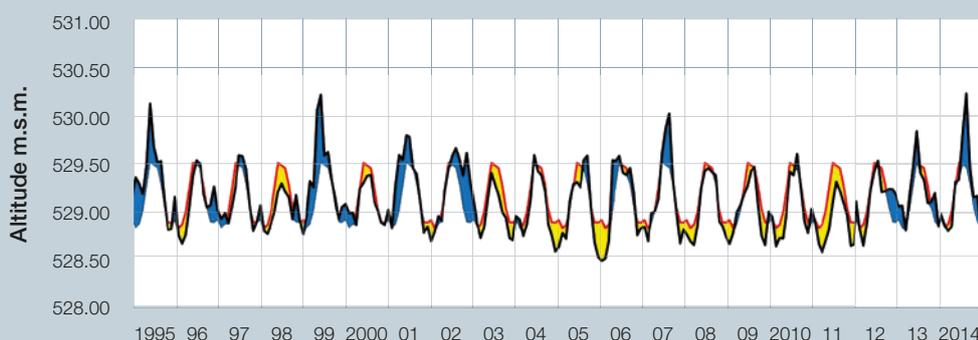
des neiges. Son renouvellement dépend surtout des précipitations hivernales, qui influencent son niveau de manière différée. Le limnigramme de cette nappe se distingue par des variations considérables et irrégulières, avec une alternance d'années marquées par des excédents et des déficits d'eau. Après les sécheresses des années 2003 et 2011, il a chaque fois fallu deux à

Dans le canton de Berne, les niveaux des eaux souterraines sont enregistrés en continu et évalués depuis la fin des années 1970. Grâce à ces relevés, réalisés à 90 emplacements environ, les variations sur le long terme des principales nappes phréatiques sont bien connues.

Station de mesure des eaux souterraines 164 – Rubigen



Station de mesure des eaux souterraines 148 – Oberwichtlach



Variation du niveau des eaux souterraines dans deux stations de mesure situées dans la vallée de l'Aar, entre Thoune et Berne. Les courbes représentent la variation annuelle mesurée (moyennes mensuelles) et la variation moyenne interannuelle (moyennes mensuelles de la période 1995 – 2014). Ces représentations mettent en évidence les périodes d'excédents (en bleu) et de déficits (en jaune).

trois années aux eaux souterraines pour retrouver leur niveau moyen.

Contrairement à la station de mesure de Rubigen, celle d'Oberwichtrach (G148) est située dans l'aquifère du fond de la vallée de l'Aar. Vu les interactions étroites avec l'eau de la rivière, le niveau des eaux souterraines varie en fonction du régime d'écoulement de l'Aar. Les variations annuelles mesurées sur le long terme révèlent une grande régularité, avec des niveaux élevés durant l'été et des niveaux plus bas en hiver. Même les sécheresses extrêmes, comme celles de 2003 et de 2011, n'abaissent pas considérablement le niveau des eaux souterraines et ne provoquent donc pas un grave déficit d'eau.

Nombre des stations de mesures du canton de Berne ont été mises en service à une période où les eaux souterraines enregistraient des niveaux élevés dans toute la Suisse. Cette situation était due à une anomalie météorologique: des précipitations nettement supérieures à la normale durant les hivers de la période 1978 à 1985.

Depuis le milieu des années 1980, la situation s'est globalement stabilisée, les périodicités climatiques déterminant bien entendu les variations du niveau des nappes souterraines. Les tendances à long terme qui impliquent une hausse ou une baisse atteignant jusqu'à 20 cm en l'espace de dix ans sont très localisées. Les régions concernées comprennent par exemple les zones proches de la rivière dans la vallée de l'Aar entre Thoune et Berne, où l'on observe une diminution significative du niveau des eaux souterraines, abaissement qui pourrait s'expliquer par l'érosion du fond du lit de l'Aar. Les stations de mesure du bassin de Langenthal et du Bipperamt dénotent également une tendance à la baisse, mais ses causes n'ont pas encore été clairement établies.

multiples sources de pollution

Alors que les eaux souterraines assurent 80% de l'alimentation en eau potable à l'échelle de la Suisse, la proportion est de 96% dans le canton de Berne. Il n'y a que

dans la région de Bienne que le réseau est alimenté par l'eau du lac, après que celle-ci a subi plusieurs traitements. Les eaux souterraines servent également d'eau d'usage pour l'industrie et l'artisanat, et sont utilisées pour le chauffage ou le refroidissement. Faisant partie intégrante du cycle de l'eau, elles garantissent en outre l'existence d'écosystèmes typiques.

Ces fonctions sont cependant altérées ou menacées par divers types de pollutions, dues aux apports de substances provenant des zones urbanisées, de la circulation, de l'industrie, de l'agriculture et de sites pollués. Outre ces atteintes qualitatives, des travaux de construction peuvent également perturber le régime des eaux souterraines. Voilà pourquoi la législation fédérale sur la protection des eaux prévoit des mesures pour les préserver et les observer.

Evolution de la qualité des eaux souterraines depuis 2000

Depuis l'an 2000, le canton de Berne surveille régulièrement la qualité des eaux souterraines grâce à un réseau de vingt-neuf stations de mesure. Situées dans des captages d'eaux souterraines ou de source, voire dans des forages profonds, ces stations servent à prélever des échantillons au moins deux fois par année. L'analyse régulière des paramètres physico-chimiques courants et d'autres substances chimiques, tels les pesticides, les composés organiques volatils et divers micropolluants, permet d'identifier rapidement toute fluctuation de la qualité sur le long terme et de prendre au besoin les mesures qui s'imposent. Au réseau cantonal de surveillance s'ajoutent les stations de mesure que la Confédération exploite dans le cadre de l'observation nationale des eaux souterraines NAQUA. Les services des eaux et le laboratoire cantonal vérifient de plus la qualité de l'eau potable du point de vue des prescriptions légales sur les denrées alimentaires.

Pollution due au nitrate

Le nitrate (NO_3) est une forme d'azote soluble dans l'eau et disponible pour les plantes. Il se forme lors de la dégradation

Depuis l'an 2000, la qualité des eaux souterraines bernoise fait l'objet d'une surveillance systématique dans vingt-neuf stations de mesure cantonales.



Surveillance de la qualité des eaux souterraines

de substances organiques, tels les résidus végétaux, le purin, le fumier et le compost, mais provient également de l'épandage d'engrais chimiques. Les excédents de nitrate, soit les quantités que les plantes ne peuvent pas absorber, parviennent dans les eaux souterraines avec les eaux pluviales. Des concentrations accrues de nitrate résultent donc de l'exploitation agricole et annoncent souvent une pollution par d'autres substances indésirables, tels les pesticides et les produits de leur dégradation (métabolites).

Pour les eaux qui servent ou sont destinées à servir à l'approvisionnement en eau potable, l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) de la Confédération fixe un objectif de qualité à 25 milligrammes de nitrate par litre (mg/l NO_3), tandis que l'ordonnance du DFI sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (OSEC) prescrit une valeur de tolérance de 40 mg/l NO_3 pour l'eau potable. Les sept points de mesure où les exigences de l'OEaux sont dépassées régulièrement ou de manière isolée se trouvent tous sur le Plateau. A l'inverse, la charge de nitrate est faible dans les Alpes, le Jura et les régions qui comptent peu de champs cultivés, mais de vastes surfaces forestières. Les captages d'eaux souterraines principalement alimentés par des cours d'eau (infiltration par les rives) respectent en tout temps les exigences de l'OEaux, même dans les régions vouées à une agriculture intensive.

L'évolution des concentrations de nitrate entre 2009 et 2012 (hausse de 34 à 116 mg/

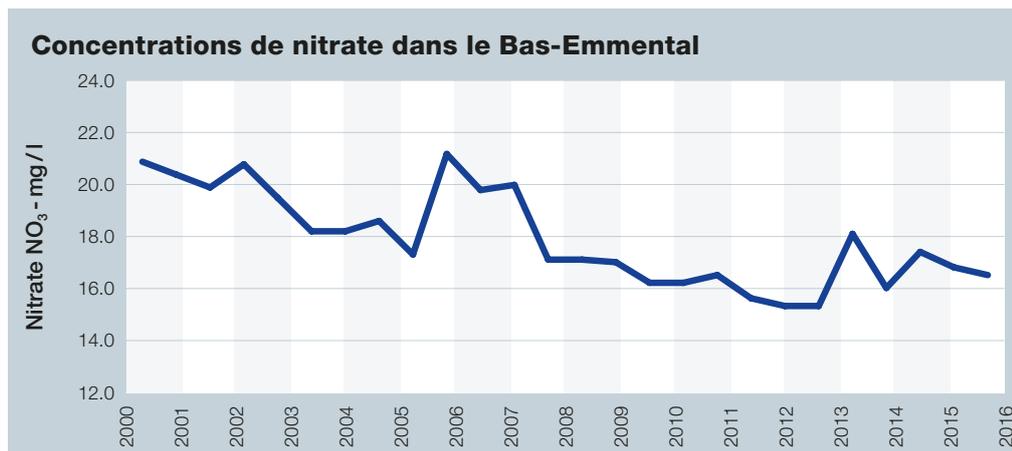


l' NO_3) observée à la station de Niederbipp sort de l'ordinaire. De 2004 à 2007, quelques stations de mesure affichent une augmentation nette, mais passagère des concentrations de cette substance, et une hausse similaire semble s'amorcer à partir de 2012 et de 2013. Depuis le début des relevés, seules cinq stations de mesure dénotent une tendance à la baisse des concentrations, alors qu'aucune tendance spécifique n'est perceptible ailleurs.

Stations de mesure de la qualité des eaux souterraines dans le canton de Berne.

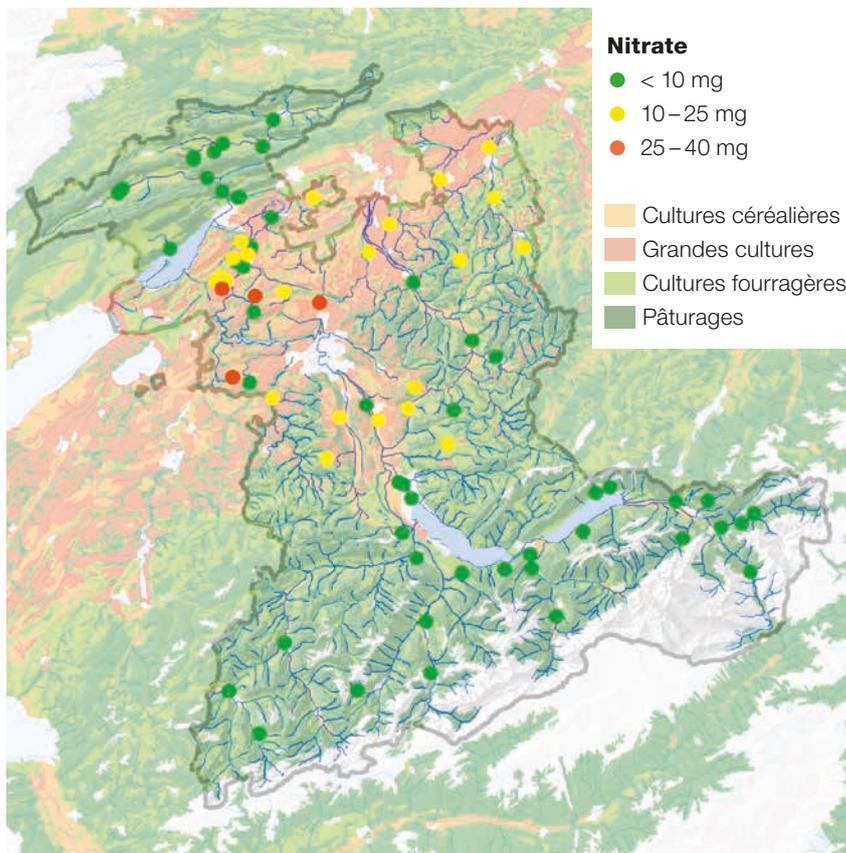
Les produits phytosanitaires et leurs métabolites

Appliqués surtout dans l'agriculture, les produits phytosanitaires (PPS) sont également utilisés dans les pépinières, les jardins privés et les peintures des façades, de même que sur les places de sport et les



Diminution de la charge de nitrate dans le Bas-Emmental.

Concentrations de nitrate à différents emplacements



Concentrations de nitrate durant le second semestre de 2014: sur le Plateau, où l'exploitation agricole du sol est intensive, la charge de nitrate dans les eaux souterraines est la plus élevée.

toits plats. Ils parviennent dans les eaux de surface et les eaux souterraines non seulement par ruissellement direct, mais aussi via les eaux usées. L'exigence chiffrée de l'OEau est fixée à 0,1 microgramme par litre ($\mu\text{g/l}$) pour chaque substance.

Depuis que le canton de Berne a mis en place des relevés systématiques, les PPS et leurs métabolites ont été identifiés dans treize des vingt-neuf stations de mesure, toutes se situant dans des régions du Plateau soumises à une exploitation agricole intensive. Voici les substances les plus fréquemment détectées: desphényl-chloridazone, métolachlore ESA, déséthylatrazine, atrazine et méthyl-desphényl-chloridazone. L'OED a découvert beaucoup moins souvent, et parfois en concentrations très faibles, des substances comme le diuron, l'isoproturon, le métazachlore, la désisopropylatrazine et le métolachlore OXA.

Il est réjouissant de constater que les concentrations d'atrazine, herbicide désormais interdit, ont diminué: cette substance n'a plus été détectée dans quatre des six stations où elle était présente. Depuis 2004, ses valeurs ont diminué de moitié au moins dans deux stations où elles atteignaient $0,06 \mu\text{g/l}$. La même observation vaut pour son métabolite, la déséthylatrazine. Depuis 2002, les concentrations de ces deux subs-

tances sont le plus souvent nettement inférieures à la valeur de référence de l'OEau. Il n'en va pas de même pour le desphényl-chloridazone et le méthyl-desphényl-chloridazone, que l'OED a inscrits au programme cantonal de surveillance en 2010. Ces deux substances sont des métabolites très stables de l'herbicide chloridazone, surtout appliqué sur les champs de betterave à sucre depuis les années 1960. Alors que le composé initial n'est plus décelable dans les eaux souterraines, les concentrations des deux métabolites dépassent la valeur limite de $0,1 \mu\text{g/l}$, ces dépassements excédant parfois le facteur dix dans certaines stations de mesure. De telles pollutions sont courantes, en particulier dans le Seeland bernois, l'une des régions phares de la betterave à sucre. Aucune évolution n'a été observée ces dernières années dans la plupart des stations de mesure.

Le métabolite métolachlore ESA, également sous surveillance depuis 2010, a été détecté relativement souvent. Dans quatre stations de mesure, l'OED a de plus enregistré des concentrations qui dépassent parfois largement la valeur limite de $0,1 \mu\text{g/l}$ pour la substance initiale.

Composés organiques volatils

Les principaux représentants des composés organiques volatils (COV) sont les hydrocarbures aliphatiques, aromatiques et halogénés. Dans le cadre de la surveillance

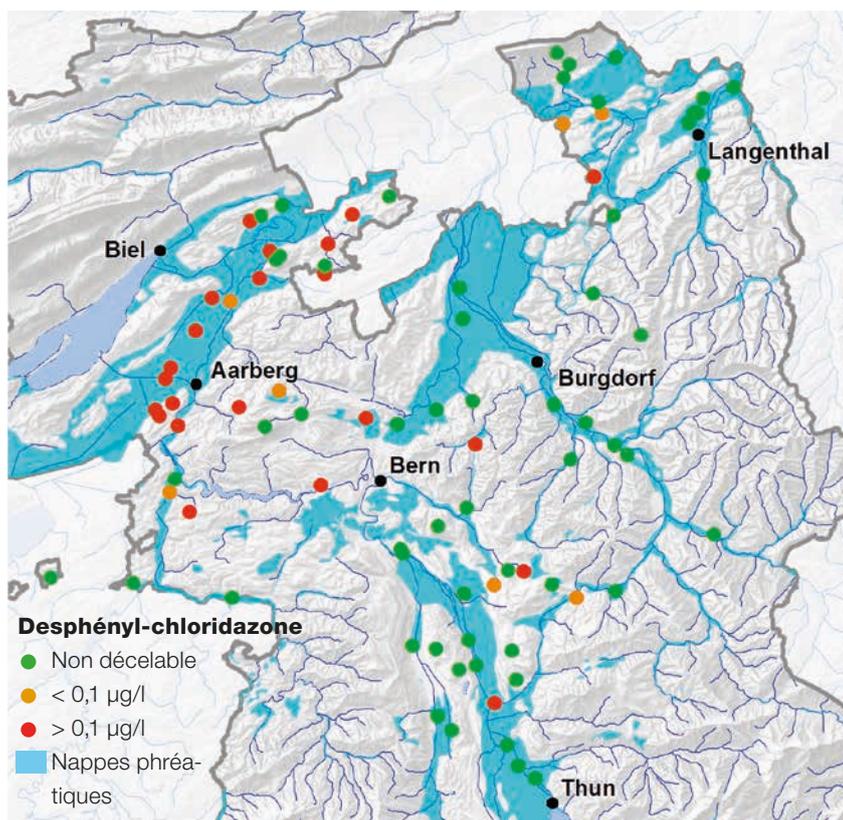


Les agriculteurs utilisent souvent l'herbicide chloridazone sur les cultures de betterave à sucre. Les concentrations de desphényl-chloridazone (métabolite très stable du chloridazone) dépassent parfois plus de dix fois l'exigence fixée.

Produits phytosanitaires et leurs métabolites

des eaux souterraines, l'OED analyse trois groupes de substances. Les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) sont surtout employés dans les combustibles et les carburants, ainsi que dans les solvants. La deuxième catégorie comprend le méthyl-tert-butyléther (MTBE) et l'éthyl-tert-butyléther (ETBE), principalement utilisés en Suisse comme agents antidétonants dans l'essence. Vu leur grande persistance et leur mobilité dans le sous-sol, ces additifs représentent un danger pour les eaux souterraines. Le troisième groupe englobe les hydrocarbures halogénés volatils (HHV), qui contiennent des atomes de fluor, de chlore, de brome ou d'iode. Les entreprises industrielles et artisanales les emploient comme solvants, détergents ou agents réfrigérants.

En ce qui concerne les HAM et les HHV, l'OEaux fixe l'exigence chiffrée à 1 µg/l pour chaque substance. Quant au MTBE, les Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines de l'OFEV définissent une valeur indicative de 2 µg/l. Les composés organiques volatils les plus fréquemment détectés sont deux HHV: le tétrachloroéthylène (Per) et le trichlorométhane.



Depuis le lancement des mesures, le premier de ces composés dépasse en permanence, mais dans une station sur sept seulement, l'exigence chiffrée de 1 µg/l. Ces concentrations ne cessent toutefois de diminuer. Dans deux autres stations de mesure, les concentrations sont toujours restées inférieures à 1 µg/l ces dernières

De fortes concentrations de métabolites issus de l'herbicide chloridazone ont surtout été mesurées dans les régions spécialisées dans la culture de betterave à sucre, aux alentours d'Aarberg.

L'atrazine dans la vallée de la Langete



Diminution des concentrations d'atrazine dans l'aquifère de la vallée de la Langete.

Le desphényl-chloridazone dans le Seeland



Le desphényl-chloridazone ne dénote encore aucune tendance.

années. Partout ailleurs, elles n'ont jamais dépassé les exigences légales. A l'exception d'une station où aucune tendance n'est perceptible, les concentrations tendent à diminuer partout. Quant au trichlorométhane, l'OED l'a détecté dans quatre stations seulement. Dans l'une d'elles, sa concentration dépassait l'exigence chiffrée.

Les COV ci-après ont par ailleurs été mesurés isolément et en concentrations minimales: bromodichlorométhane, dibromochlorométhane, 1,1,1-trichloroéthylène, toluène, benzène, bentazone et MTBE.

Autres micropolluants

Parmi les produits chimiques industriels, l'agent anticorrosion triazole benzénique a été détecté relativement souvent, soit dans huit stations de mesure. Ses concentrations demeurent toutefois nettement en deçà de la valeur indicative fixée à 1 µg/l dans les Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines. Depuis leur introduction dans le programme cantonal de surveillance, en 2012, les principes actifs

médicamenteux carbamazépine, diclofénac, sulfaméthoxazole et l'acétylsulfaméthoxazole n'ont jamais été décelés dans aucune station. L'OED a en outre ajouté l'édulcorant artificiel acésulfame à ce programme.

Evaluation globale des atteintes qualitatives

Selon les résultats des diverses analyses, les eaux souterraines du canton de Berne présentent dans l'ensemble une bonne qualité, du moins là où elles sont exploitées comme eau potable. S'ils existent, les déficits de qualité sont localisés et les concentrations de substances étrangères sont presque partout nettement inférieures aux valeurs de tolérance ou aux valeurs limites de la législation sur les denrées alimentaires. Il n'en va pas de même dans les centres urbains, où l'on constate des pollutions des eaux souterraines relativement vastes, ces pollutions étant surtout dues à des COV. Les principales causes sont les canalisations défectueuses, les sites pollués, les accidents ou les installations d'infiltration non conformes aux prescriptions.

Coincé entre la voie de chemin de fer, la route et la vigne, ce captage d'eaux souterraines au nord du lac de Biemme court de multiples dangers.





Malgré quelques problèmes isolés, les eaux souterraines du canton de Berne sont en général de bonne qualité. Dans les nappes exploitées pour l'eau potable, les concentrations de substances étrangères sont presque partout nettement inférieures aux valeurs de tolérance ou aux valeurs limites de la législation sur les denrées alimentaires.

Bien que l'on n'exploite plus d'eau potable dans ces zones, de telles charges polluantes posent problème en vue d'autres utilisations des eaux souterraines, notamment pour le chauffage ou le refroidissement. Afin de prévenir un transfert de la pollution, les eaux souterraines contaminées par des substances étrangères doivent souvent être dépolluées – et un tel traitement exige souvent de gros moyens techniques et financiers – avant de pouvoir être restituées dans le milieu aquatique.

La présence, fréquemment constatée ces dernières années, de métabolites de pesticides dans les régions agricoles pose un nouveau problème. Les toxicologues estiment certes que ces substances sont le plus souvent sans importance et, selon les connaissances actuelles, inoffensives pour la santé de l'homme et des animaux. Il s'agit néanmoins de substances étrangères indé-

sirables. Dans l'intérêt d'une protection efficace, ces substances n'ont pas leur place dans les eaux souterraines. La législation suisse n'ayant jusqu'ici pas défini de valeurs indicatives ou de précaution à caractère contraignant pour ces métabolites, il s'avère difficile de mettre en œuvre des mesures de protection efficaces. Afin de garantir une application uniforme et coordonnée par les cantons, des mesures s'imposent d'urgence. La révision de la législation sur la protection des eaux a tenu compte de cette problématique, puisqu'elle autorise depuis 2016 le DETEC à fixer des exigences chiffrées complémentaires pour les métabolites.

www.be.ch/oed > Eaux souterraines
www.be.ch/oed > Eau (onglet) >
Relevé de mesures

Impressum

Edition

OED Office des eaux et des déchets
Laboratoire de la protection des eaux et du sol
Reiterstrasse 11, 3011 Berne
Téléphone 031 633 38 11
Téléfax 031 633 38 50
info.awa@bve.be.ch / www.be.ch/awa

Juni 2016

Rédaction

Jean-Daniel Berset, Jean-Pierre Clément, Toni Dervey, Heinz Habegger, Vinzenz Maurer, Claudia Minkowski, Rico Ryser, Rolf Tschumper, Markus Zeh (OED)
Beat Jordi, journaliste, Bienne

Photos OED

Vinzenz Maurer, Markus Zeh

Production

Graphisme: Hanspeter Tschopp (AWA), Designstudios GmbH Berne
Impression: Vögeli Druckzentrum AG, Langnau

Traduction

Milena Hrdina, Bienne

Papier

Refutura, 100 % papier recyclé, certifié FSC, bilan de CO₂ neutre