

1/2005

aquaterra

Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**



SERVICE HYDROLOGIQUE NATIONAL

**Pôle de compétence
dans le domaine de l'eau**



Manfred Spreafico,
chef de division
au Service
hydrologique
national, OFEG

L'hydrologie au service de la société

La Suisse, pays montagneux situé au cœur des Alpes, dispose d'importantes réserves d'eau. Elle exploite cette ressource naturelle de multiples façons. Elle y puise une eau potable d'excellente qualité, elle produit une énergie propre grâce à ses aménagements hydroélectriques, elle attire de nombreux touristes sur les rives de ses lacs. Ces dons de la nature doivent être préservés pour les générations futures. Le Service hydrologique national fournit, avec ses mesures, ses recherches et ses analyses, d'importantes bases décisionnelles pour la protection et l'utilisation durable de nos cours d'eau. L'eau ne représente pas seulement la vie, elle peut aussi devenir une menace et occasionner des dévastations catastrophiques. Des informations hydrologiques fondées concourent à atténuer ce risque de façon déterminante et à améliorer la protection contre les crues. Ceci grâce aux systèmes de prévisions et aux systèmes d'alarme qui contribuent à la protection de la population.

La grande vulnérabilité de notre société, hautement technicisée et étroitement interconnectée, impose des données et des prévisions hydrologiques fiables, disponibles en tout temps. Le but de l'OFEG est donc d'adapter constamment ses infrastructures de mesures, l'exploitation de ses données et la transmission de l'information à ces nouvelles exigences. Les progrès de l'informatique et les nouvelles technologies de la communication ont permis – à un coût relativement bas – un rapide développement d'un service public toujours plus sollicité.

Le standard de qualité élevé de notre recherche et de notre pratique hydrologique est reconnu au niveau international et implique, en contrepartie, un grand engagement de notre part. Pour y faire face, le Service hydrologique national met, au service des pays du tiers-monde ou des pays émergents, son savoir-faire acquis au cours des dernières décennies. Nous pouvons citer l'exemple de la gestion du bassin versant de la mer d'Aral où le Service hydrologique est consulté pour tenter de trouver des solutions aux problèmes extrêmement graves de gestion des eaux qui entravent la qualité de vie des habitants de ces contrées.



Cours d'eau sous la loupe

En Suisse, pays alpin à topographie variée, les niveaux des cours d'eau et des lacs subissent d'importantes fluctuations. Le réseau de mesures à l'échelle nationale de l'OFEG fournit des informations cruciales pour la protection et l'utilisation durable des cours d'eau.

Page 3



Protection contre les crues

Grâce à des pronostics de niveaux et de débits fiables, l'OFEG veut prolonger, au maximum, le délai d'alerte en cas de crue. Ainsi, les mesures de protection peuvent être prises à temps. Ces services sont en cours d'amélioration dans le bassin versant du lac de Constance et du Rhin. **Page 8**



Les poissons souffrent du réchauffement

Le Service hydrologique national a effectué des mesures montrant que les cours d'eau du Plateau se réchauffent. Cette élévation de la température des rivières de plaine ravit les baigneurs, mais elle remet en question la survie des poissons nobles qui préfèrent des eaux froides.

Page 11



Données pour la protection et l'utilisation durable des cours d'eau

L'observateur, Christian Schärz, contrôle le bon fonctionnement de la station de la «Combe des Sarrasins» sur le Doubs.

Depuis 1872 déjà, la Confédération relève et analyse systématiquement les débits des cours d'eau qui varient fortement en fonction des saisons et des conditions météorologiques. Plus tard, les réseaux de mesure pour l'observation de la qualité des eaux et du transport solide ont vu le jour. Actuellement, l'OFEG exploite près de 360 stations de mesures sur le territoire suisse. Les informations ainsi collectées représentent une banque de données importante pour la protection et l'utilisation durable des cours d'eau ainsi que pour la protection contre les crues.

Près de 500 mètres de dénivellation séparent les hautes plaines, situées au nord de la limite des Franches-Montagnes, des gorges du Doubs. Pendant des millénaires, les eaux de ce cours d'eau transfrontalier ont creusé un lit dans les profondeurs des roches calcaires. Depuis 1972, Christian Schärz, agriculteur au hameau des Prés-Derrière de la commune des Bois (JU), emprunte, chaque vendredi matin, le chemin de la «Combe des Sarrasins» jusqu'au bord du Doubs qui coule 300 mètres en contrebas. Ses 13 vaches traites et fourragées, il descend, à travers la gorge boisée, en direction de la station hydrométrique.

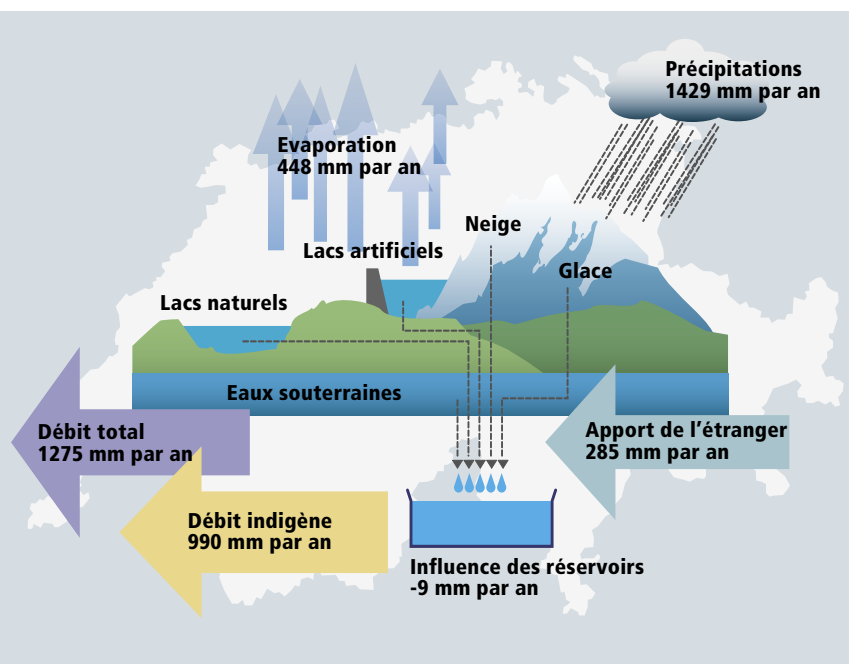
Alors qu'il n'avait que 17 ans, un collaborateur du Service hydrologique

national l'a spontanément engagé en tant qu'auxiliaire. Il a alors aidé à mesurer la vitesse d'écoulement et le profil transversal du Doubs à partir d'une embarcation. Ces deux paramètres permettent de calculer le débit par seconde d'un cours d'eau. Actuellement encore, il n'existe aucun instrument capable de mesurer en continu des volumes d'eau. Dans les cas standards, le débit est déterminé en fonction du niveau d'eau. L'on utilise des tables de conversion (hauteur – débit) pour la station de jaugeage du tronçon considéré. «Les profils des cours d'eau se modifient au cours du temps et influent sur la relation hauteur – débit», explique Hanspeter Hodel de la section hydrométrie de l'OFEG. «En général, le

lit du cours d'eau est mesuré et étalonné environ six fois par an, à différentes hauteurs d'eau.»

Observateur: une activité accessoire

Grâce à ce contact, Christian Schärz a trouvé une occupation accessoire d'observateur alors qu'il était adolescent. Son rôle était et est, toujours, de contrôler, une fois par semaine, le bon fonctionnement de la station de mesure, installée dans une petite baraque en bois sur les berges du Doubs. L'enregistrement du niveau d'eau s'effectue au moyen d'un flotteur qui suit les variations de la hauteur de la surface du Doubs. Le flotteur, installé dans un puit, est relié



Régime des eaux en Suisse au 20e siècle. Le débit par unité de surface est trois fois plus élevé que dans le reste de l'Europe. Après d'intenses précipitations, les crues menacent une zone sensible, comme ici à Flüelen UR en 1987

mécaniquement à un enregistreur qui reporte les mouvements sur le papier. Chaque semaine, Christian Schärz retire le papier imprimé, tend une nouvelle feuille sur le cylindre et remonte la montre mécanique. De retour aux Prés-Derrière, il poste les données relevées à l'OFEG situé à Ittigen (BE) où ces dernières sont analysées et traitées.

Des différences de niveaux extrêmes

La station de mesure de la «Combe des Sarrasins» existe depuis les années 40. Elle a été construite pour les propriétaires de la société des forces motrices de la Goule, située en aval du côté suisse. Ils redoutaient des pertes de production en raison d'un débit plus faible du Doubs. Le rehaussement du mur du «Barrage du Refrain», situé au-dessous de Biaufond, et la dérivation planifiée des eaux du Doubs dans l'ouvrage électrique français ont contribué à sa construction. Le but avoué est une fonction de contrôle qui permet d'assurer que la société des forces motrices de la Goule respecte bien les débits résiduels convenus.

Les séries de mesures effectuées depuis

des années montrent que le débit du Doubs est plus influencé par les conditions météorologiques liées aux saisons que par les influences du barrage. En février 1990, alors qu'un front chaud avait amené beaucoup de pluies et d'eau de fonte, Christian Schärz a lu une hauteur d'eau de 544,07 mètres. Ceci correspond à un débit calculé de 360 m³/sec. Le 24 novembre 1980, le niveau du Doubs se situait presque 4 mètres plus bas, avec un débit d'à peine 0,38 m³/sec.

Le bilan hydrique de la Suisse

Des variations aussi extrêmes ne se rencontrent pas seulement sur le Doubs.

«En raison de la barrière météorologique que forment les Alpes, les fronts pluvieux stagnent souvent pendant plusieurs jours et la Suisse reçoit relativement beaucoup de précipitations, avec, en moyenne, 1429 litres par kilomètre carré et par an», constate Bruno Schädler de l'OFEG. «Cela représente près du double de la moyenne européenne.» En raison de sa topographie spécifique avec grandes variations d'altitude sur une petite échelle, le 69 pour cent de ces pluies s'écoulent à travers un réseau finement ramifié de torrents et de cours d'eau totalisant près de 61'000 kilomètres de longueur. Le reste de ces précipitations s'évapore. «L'écoulement par unité

Hydrologie

L'hydrologie est une science s'intéressant à toutes les manifestations de l'eau sur Terre. Cette science étudie la circulation et la distribution de l'eau, ses propriétés biologiques, chimiques et physiques, ainsi que les interactions de celle-ci avec son environnement.

L'hydrologie comprend divers domaines

spécifiques, tels que l'étude des mers, des glaciers, des cours d'eau et des lacs, ainsi que des eaux souterraines.

Le domaine d'activité de la Division Service hydrologique national de l'OFEG est limité à l'observation et à l'étude des aspects quantitatifs et qualitatifs des cours d'eau, des lacs et des eaux souterraines.



Les moulinets hydrométriques, comme d'autres appareils, sont calibrés dans le canal d'étalonnage de l'OFEG à Ittigen BE (voir cadre). Ces instruments sont utilisés pour mesurer la vitesse d'écoulement des cours d'eau.

de surface est trois fois plus élevé que dans le reste de l'Europe. Ceci explique le rôle particulier de la Suisse en tant que réservoir de l'Europe de l'ouest.»

Dans les régions montagneuses, les débits élevés apparaissent surtout au printemps, lorsque de fortes précipitations s'abattent sur des sols saturés en eau et que des températures élevées font rapidement fondre les couvertures neigeuses, même en altitude. De telles situations météorologiques se répercutent relativement vite sur les niveaux des lacs périalpins et des grands cours d'eau du Plateau, tels que l'Aar, la Reuss, la Limmat et la Thur. Les crues récurrentes et les longues phases de sécheresse entraînant des débits extrêmement faibles en fin d'été et en automne, ont incité les hommes, il y a des siècles déjà, à étudier les cours d'eau et à découvrir leurs spécificités.

Intérêts économiques

Au début du 19e siècle, ce sont principalement les intérêts économiques qui ont motivé les anciens à observer régulièrement le niveau des cours d'eau. A Bâle,

en 1808 déjà, des pionniers ont rassemblé des données sur les niveaux d'eau du Rhin pour la navigation. C'est aussi à cette époque que les premières grandes corrections de cours d'eau furent réalisées pour circonscrire des inondations catastrophiques. Leur exécution a nécessité des informations complémentaires sur les débits. Le développement technique d'instruments de mesures hydro-

métriques a ainsi vraiment pris toute son importance.

Lorsque vers la fin du 19e siècle, de l'énergie électrique a pu être transportée, pour la première fois, sur de grandes distances, l'utilisation systématique de la force hydraulique a commencé sur le Rhin et les grands cours d'eau du Plateau. Cependant, pour planifier, construire et exploiter de façon optimale

Reconnu mondialement

Pour déterminer précisément le débit d'un cours d'eau, il faut connaître sa section transversale et sa vitesse d'écoulement. La mesure de cette dernière se fait à l'aide de moulinets hydrométriques, d'instruments de mesures magnéto-inductifs et d'autres techniques. L'OFEG exploite à Ittigen une station d'étalonnage reconnue mondialement et certifiée pour le calibrage de tels instruments.

Le cœur de cette installation consiste en un réservoir d'eau, de 140 mètres de long et de 4 mètres de large, dans lequel sont simulées les conditions d'écoulement

d'un cours d'eau. Un chariot autotraîné tire simultanément jusqu'à 5 instruments à travers l'eau du réservoir à une vitesse réglée au maximum à 10 mètres par seconde. Les signaux de mesure ou les affichages obtenus par les instruments sont enregistrés avec précision. L'étalonnage de ces instruments mesurant la vitesse de l'eau est très important pour de nombreuses utilisations pratiques, telles que la protection contre les crues, l'aménagement et l'entretien des cours d'eau et l'exploitation des forces hydrauliques.



Entretien technique et consultation des données sur la Reuss à Seedorf UR. Cette station de mesures, reconstruite après les intempéries de 1987, est l'une des plus modernes de notre pays.nd.

les ouvrages au fil de l'eau, les entreprises électriques ont besoin de données fiables sur les débits, leurs variations saisonnières, le comportement à long terme des cours d'eau et les valeurs extrêmes historiques.

Après la mise en service en 1896 à Ittigen du premier canal d'étalonnage pour les moulinets hydrométriques, la Confédération a massivement développé, dès le début 1900, ses stations de mesure des niveaux d'eau. Actuellement, le réseau du Service hydrologique national comporte près de 260 stations de mesures sur les lacs et les cours d'eau. Le 90 pour cent de ces stations sont équipées pour être interrogées à distance. De plus, l'OFEG exploite environ 90 stations pour l'observation des eaux souterraines.

Un service public important

Au cours de ces dernières décennies, ce type de données a bénéficié d'un regain d'intérêt. Une observation systématique de nos cours d'eau incluant les niveaux, les débits, les températures, la qualité et le transport solide sont utiles à nos nombreux clients pour l'aménagement

de cours d'eau, la protection contre les crues, la régulation des lacs, l'utilisation des forces hydrauliques, l'approvisionnement en eau potable ou la protection des eaux. Les personnes pratiquant des sports nautiques, la spéléologie ou la pêche consultent, elles aussi, régulièrement les informations actualisées via Internet ou le service SMS.

Le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) astreint l'OFEG, à fournir les données hydrologiques nécessaires pour assurer un développement durable et à effectuer les relevés nécessaires «en particulier dans l'intérêt de la protection de la nature, de la gestion des eaux et de la construction et de la planification publiques.»

Examen de la qualité de l'eau

Outre les données sur les niveaux et les débits recensés depuis longtemps, le Service hydrologique national examine désormais, pour certaines stations choisies, les débits solides et la température, ainsi que diverses propriétés physiques et chimiques de l'eau. Parmi elles, nous

pouvons citer la conductivité, la teneur en oxygène, la concentration en phosphate ou la pollution par des métaux lourds. Pour effectuer ces relevés, il existe différents réseaux de mesures et programmes, comme, par exemple, le réseau national d'observation des eaux de surface (NADUF). A ce projet initié en 1972, collaborent l'OFEG et d'autres services fédéraux OFEFP, IFAEPE et WSL. Ces séries de mesures permettent de juger de l'état des cours d'eau et de prévoir, à moyen ou à long terme, les modifications de la qualité de l'eau et, le cas échéant, d'intervenir par des mesures correctives. Il existe, en outre, un programme pour les eaux souterraines (NAQUA) qui est réalisé en collaboration avec l'OFEFP.

Accès rapide aux données

Les nouveaux programmes de mesures créés ces dernières décennies sont intégrés, petit à petit, aux stations existantes. Grâce au développement technique et aux moyens de communication modernes, des douzaines de stations hydrométriques recueillent de multiples



La différence de pression hydrostatique, dans une mesure pneumatique, permet de déterminer le niveau d'eau (à gauche). Le système acoustique doppler (à droite) permet de mesurer simultanément la vitesse d'écoulement et la profondeur de l'eau.

données transmises aussitôt au service et rendues accessibles pratiquement en temps réel. De nombreux limnigraphes mécaniques ont été équipés par le Service hydrologique national, d'appareils permettant de numériser les données. L'utilisation d'appareils de mesure hydrostatiques et de techniques pneumatiques qui réagissent à la pression de l'eau s'est de plus en plus généralisée. Au cours de ces dernières années, le Service hydrologique national a installé des radars (travaillant automatiquement) sur de nombreuses stations. «Aucune construction n'étant immergée, il n'y a pas de risque de perturbation par du bois flottant ou par des alluvions» explique Hanspeter Hodel. Mais malgré ces avancées techniques, les observateurs locaux continueront d'être nécessaires. Ils contrôlent les installations et informent le Service hydrologique national sur les possibles dérèglements. D'autre part, des équipes mobiles d'entretien de l'OFEG sont continuellement en action pour étalonner les stations et entreprendre les réparations nécessaires.

Signification des mesures en cas de crise

Le fonctionnement irréprochable des installations, la fiabilité et l'accès rapide de l'information sont d'une importance capitale, spécialement lors de crues pouvant être menaçantes. Dans le cadre de la protection contre les crues, le Service hydrologique national exploite, en plus du réseau de mesures de base, des stations de mesures, qui déclenchent une alarme de crue lorsqu'une valeur prédéfinie est atteinte sur le limnimètre. Il reste alors suffisamment de temps aux états-majors de crises pour prendre les mesures de protection nécessaires. Par exemple, les données de la station de mesures de Seedorf (UR), dans la plaine de la Reuss près d'Altdorf, sont transmises directement au centre de commandement de Flüelen. Lorsque le débit de la Reuss atteint 350 m^3 d'eau par seconde, une alarme retentit. Si cette valeur augmente encore, il ne restera alors que quelques heures à la police pour fermer l'autoroute voisine et détourner le trafic. Pour empêcher que la plaine ne soit inondée à grande échelle, comme ce fût

le cas au mois d'août 1987, un tronçon d'autoroute a été spécialement aménagé pour servir d'évacuateur de crues. Ainsi, des volumes d'eau de plus de $450 \text{ m}^3/\text{sec}$ peuvent être évacués de façon contrôlée.

Données importantes à long terme

Les données hydrologiques sont importantes lors de crues critiques mais elles conservent une valeur au-delà de telles périodes. Elles sont examinées par des spécialistes de l'OFEG, mises à jour et archivées, en vue d'une exploitation ou d'une recherche ultérieure. C'est sur cette base que sont, par exemple, établies les statistiques sur les valeurs extrêmes concernant les hautes eaux et les basses eaux ou les calculs de probabilités d'occurrence d'une crue. Actuellement, on utilise les longues séries de mesures hydrologiques dans la recherche et notamment sur les conséquences du changement climatique.

Internet:

- www.bwg.admin.ch > Thèmes > Eau



Prévision des débits et alerte contre les crues menaçantes

L'Untersee à Ermatingen (TG): En mai et juin 1999, le niveau du lac de Constance est resté pendant des semaines au-dessus de la limite des dommages. Désormais, des prévisions fiables des niveaux d'eau permettront d'alerter les autorités plus rapidement.

En situation de crise, il est important que les niveaux d'eau et les débits soient pronostiqués avec fiabilité. On dispose alors, d'un instrument important pour la protection contre les crues. C'est dans cette voie que l'OFEG a décidé d'élargir ses services. Actuellement, des projets transfrontaliers concernant les bassins versants du lac de Constance et du Rhin, de sa source jusqu'à son embouchure, sont en cours. Le but principal est d'augmenter le temps entre l'alerte et l'arrivée de la crue afin que des mesures de protection puissent être prises à temps.

Suite aux précipitations extrêmes du 24 mai 1999 dans le Vorarlberg, les eaux du lac de Constance ont atteint 397,88 mètres, soit leur plus haut niveau depuis 1890. Dans le lac Supérieur, l'eau a dépassé de 78 centimètres (lecture au limnimètre) le seuil des dégâts. Dans le lac Inférieur, cette limite a même été franchie de 87 cm. Du côté suisse, la plupart des grandes localités ont subi des dégâts se montant à plus de 2 millions de francs, comme à Rorschach (SG), Arbon, Romanshorn ou Kreuzlingen (TG). Les villages et les villes des rives allemandes et autrichiennes ont également été touchés.

Au-dessus du seuil des dégâts

Trois raisons principales expliquent la rapide montée du niveau de ce grand lac (536 km²), qui, en 14 jours, s'est élevé d'un mètre quatre-vingt. Après un mois d'avril particulièrement humide, les sols étaient déjà fortement saturés en eau. De plus, suite à un hiver très enneigé, il subsistait encore beaucoup de neige sur les bassins versants au-dessus de 1500 mètres. Ainsi, entre avril et juin, le Rhin drainait de grandes quantités d'eau de fonte. C'est précisément pendant cette période, entre l'Ascension et la Pentecôte, que des pluies diluviennes se sont

abattues pendant des jours sur des sols détrempés qui ne pouvaient les absorber que partiellement. Les niveaux de nombreux lacs du pourtour des Alpes, déjà extraordinairement hauts, se sont encore élevés pour atteindre la valeur de « crue critique ». Dans l'Untersee, l'eau est restée 53 jours durant au-dessus de la limite des dommages.

Collaboration transfrontalière

Selon la taille des bassins versants, les cours d'eau alpins ou préalpins ne bénéficient d'aucune alerte ou d'alerte à délai court lors de fortes précipitations.

Contrairement à cela, les risques de débordement des lacs peuvent être prévus quelques jours à l'avance. Dans les cas extrêmes, le niveau d'eau du lac de Constance s'élève de 30 à 40 centimètres par jour, ce qui permet de prendre les mesures opportunes pour limiter les dégâts.

En 1999, année caractérisée par de nombreuses crues, on ne disposait d'aucun modèle de prévisions, ni pour le Rhin alpin, ni pour les affluents du lac de Constance comme le Bregenzerach (A) et l'Argen (D). Pour combler cette lacune, l'OFEG a convenu, avec les centrales de crues du Bade-Wurtemberg (D) et du Vorarlberg (A), d'une collaboration transfrontalière. Celle-ci prévoit, notamment, l'amélioration des techniques de mise en réseaux des centrales et comprend la diffusion de l'information concernant les crues du lac de Constance. Les modèles de prévision concernant les principaux affluents étant capitaux pour l'estimation des niveaux d'eau, les trois centrales recueillent les données nécessaires de leurs bassins versants respectifs.

Prévision commune

Le bassin versant du lac de Constance, d'une surface d'environ 11'500 km², s'étend du sud, avec une infime partie de l'Italie, une partie de la Suisse, le Liechtenstein, le Vorarlberg et la Bavière, jusqu'au nord avec les affluents du Bade-Wurtemberg. Le bassin du Rhin alpin représente 6119 km². L'OFEG effectue depuis 2004, en phase-test, des prévisions concernant ce bassin versant partiel qui est, de loin, le plus important.

Les modélisations du débit entrant, faites par les trois offices concernés, sont basées sur des données relatives aux précipitations, aux débits et aux prévisions de précipitations fournies par les services météorologiques. Les prévisions du niveau d'eau du lac de Constance peuvent être faites 48 heures à l'avance. Plus cet intervalle de temps s'allonge, plus la précision de la prévision diminue. Les temps d'écoulement relativement courts dans

ces bassins versants, les imprécisions des prévisions météorologiques et l'influence des ouvrages hydroélectriques sur le Rhin limitent la validité des modèles pour les prévisions à long terme.

Plateforme Internet commune

Les prévisions de débits, calculées par les centrales de crues, sont transférées sur le serveur commun «lac de Constance». Elles servent de référence pour le calcul des prévisions du niveau du lac. Les personnes intéressées peuvent accéder aux résultats des simulations, directement et en tout temps, sur www.bodensee-hochwasser.info. Les informations sont actualisées, selon les besoins, journalièrement ou plus souvent dans les périodes à risques. Lors de situations critiques, les offices concernés publient, outre les mesures et les données prévisionnelles actuelles, un rapport commun relatant la situation de crue. Ce dernier comprend également des informations sur la situation météorologique et l'état de la fonte de la couche neigeuse.

Coopération des Etats rhénans

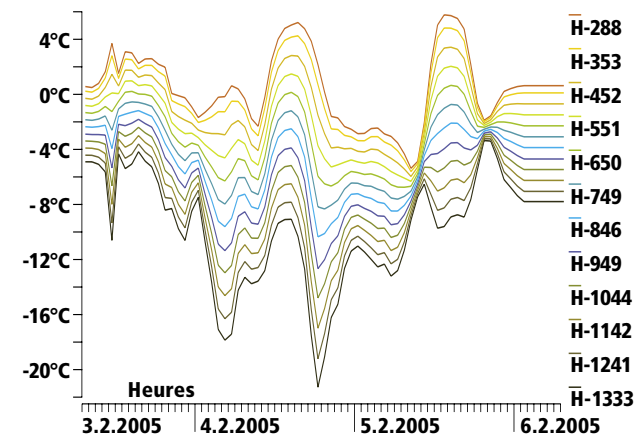
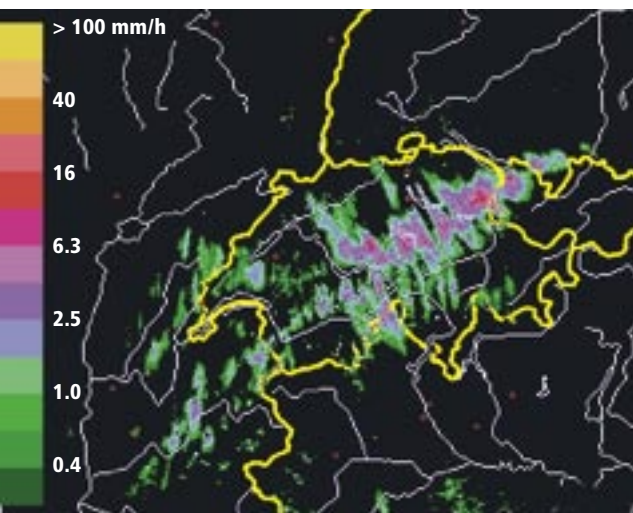
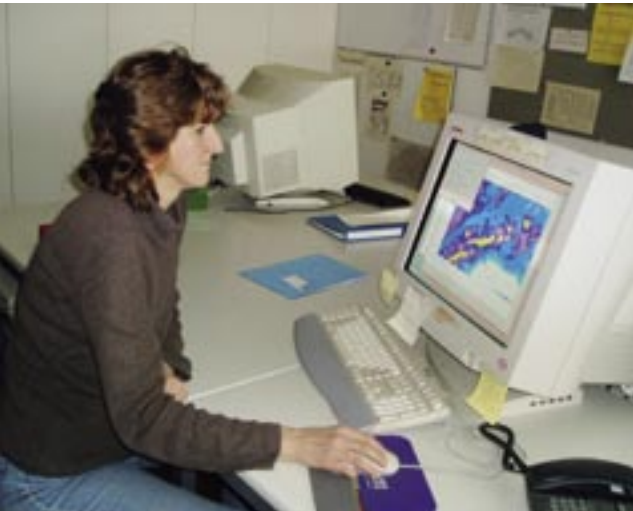
«A l'heure actuelle, une alerte rapide en cas de crues exceptionnelles représente un élément central de la protection contre les crues», constate le Directeur de l'OFEG, Christian Furrer. «Lorsque l'alerte est donnée suffisamment tôt, les zones menacées peuvent être provisoirement protégées en mettant les personnes, les animaux et les biens à l'abri.»

Dans le domaine de la prévision des crues, les états riverains collaborent étroitement, non seulement au niveau du lac de Constance, mais aussi en aval, jusqu'à l'embouchure du Rhin dans la mer du Nord. C'est ainsi que les prévisions hydrologiques concernant le bassin versant du Rhin à Rheinfelden, établies par l'OFEG depuis le milieu des années 80, sont intégrés dans les systèmes de prévisions des pays riverains situés en aval.

Un événement de crue présentant une



L'OFEG collabore avec les centrales de crues du Bade-Wurtemberg et du Vorarlberg. Les états riverains du lac de Constance seront prévenus à temps d'une crue importante.



Les images radar, mises à disposition par MétéoSuisse, concernant une précipitation précise et les données des températures en fonction de l'altitude. Des bases importantes pour les prévisions des niveaux et des débits.

période de retour d'environ 500 ans, similaire à celui qui a affecté l'Elbe en août 2002, aurait également occasionné des milliards de francs de dégâts dans la zone riveraine du Rhin très peuplée et hautement industrialisée. Les états riverains travaillent à l'unisson pour abaisser cet important danger potentiel grâce à diverses mesures préventives.

FEWS-Rhine améliore ses prévisions

Les modèles de prévision sont constamment améliorés. Ainsi, au cours des dernières années, l'OFEG et sa consœur, la centrale de crues de l'Institut hollandais RIZA, ont développé en commun le Flood Early Warning System Rhine (FEWS-Rhine). Ces systèmes englobent l'entier du bassin versant du Rhin, de sa source jusqu'à son embouchure. «A la surface calculée actuellement par FEWS-CH s'ajoutent désormais les affluents des lacs périalpins et ceux d'Allemagne du sud, ainsi que le tronçon du Rhin jusqu'à Bâle», explique Therese Bürgi de la section «analyses et prévisions» de l'OFEG.

Ce bassin versant, finement structuré et à la topographie variée, présente des différences d'altitude extrêmes de plus de 3800 mètres, dans un espace relativement restreint. Cette morphologie complexe place les hydrologues et les météorologues devant des défis particuliers. Ainsi, doivent-ils tenir compte du comportement des torrents de montagne qui dévalent des terrains très escarpés et réagissent extrêmement rapidement aux précipitations, car la capacité de rétention de ces sols reste faible. Cette particularité provoque des élévations et des baisses rapides des niveaux d'eau, respectivement des débits. Ceci diminue l'exactitude des prévisions de hauteur et d'occurrence des pics de crue.

Exigences élevées

Afin de reproduire, de façon réaliste, les particularités hydrologiques du bassin

versant, FEWS-Rhine doit, non seulement relever précisément les précipitations moyennes sur une surface, mais aussi calculer exactement la formation et la destruction de la couverture neigeuse. Ces phénomènes sont liés à la température et à l'altitude. «Lors de l'apparition d'un front chaud, la couverture neigeuse peut fondre en très peu de temps et ceci spécialement sur le Plateau», explique Therese Bürgi. «Ce phénomène, en combinaison avec d'abondantes précipitations peut entraîner une hausse rapide des niveaux d'eau.» Pour prévoir avec précision de telles situations, l'OFEG a besoin, outre les données actuelles concernant les niveaux d'eau et les débits de ses propres stations de mesures, des prévisions de la température de l'air, de la limite du zéro degré et de la quantité de précipitations. Ces données sont fournies par MétéoSuisse.

Dans ce modèle, les influences anthropiques sont prises en compte. Parmi elles, on peut citer la régulation des niveaux d'eau des lacs périalpins et des lacs du pied du Jura, par exemple, et l'exploitation des centrales à pompage-turbinage.

Alarme en cas de crise

En situation de crues critiques, les prévisions de l'OFEG sont actualisées plusieurs fois par jour par son service de picquet. Elles sont disponibles gratuitement sur <http://www.bwg.admin.ch/service/hydro/d/previsi1.htm>. Les clients peuvent, en outre, commander un «abonnement-crues», qui comprend une «pré-alerte» par FAX, dès que la valeur-seuil définie est dépassée.

Internet:

- www.bwg.admin.ch > Services > Données hydrologiques
- www.bodensee-hochwasser.info
- www.hochwasserzentralen.de
- www.iksr.org > Inondations > Prévision des crues
- www.meteoschweiz.ch

La température des cours d'eau du Plateau a augmenté de façon alarmante depuis les années 1980. Ce réchauffement modifie la biologie des cours d'eau et engendre un stress au sein de la population des poissons nobles. Depuis 2001, l'OFEG a considérablement développé son réseau de mesures sur les cours d'eau, dans une nouvelle optique plus écologique. Cette extension vise à surveiller de plus près l'évolution de la température de l'eau.



Hausse critique de la température des eaux

Lors de l'été caniculaire 2003, les eaux du Rhin étaient trop chaudes pour les poissons nobles : des milliers d'ombres de rivières ont succombés dans le Rhin Supérieur entre l'Untersee et Eglisau (ZH).

L'été caniculaire 2003 a été catastrophique pour de nombreux poissons nobles vivant dans nos cours d'eau. A titre d'exemple, au mois d'août, les pêcheurs ont récupéré, dans le Rhin supérieur entre Untersee et Eglisau (ZH), près de 20'000 cadavres d'ombres. Cette sécheresse extrême qui a régné pendant des mois, combinée à des températures exceptionnelles, a entraîné, dans pratiquement tout le territoire subalpin, des niveaux d'eau extrêmement bas et un réchauffement inhabituel des cours d'eau. Les stations de mesures du Service hydrologique national ont enregistré une série de niveaux record. Le Rhin, à Rheinau (ZH), a atteint une température de 26,5 degrés Celsius et la Broye de 27,8 à Payerne (VD). Sur le Plateau, beaucoup de cours d'eau d'une certaine importance ont enregistré des températures jamais relevées jusqu'alors.

Les conséquences furent fatales pour des milliers d'ombres, d'anguilles et de

truites de rivière. «Quand les eaux se réchauffent, la teneur en oxygène dissout diminue alors que l'activité de la faune aquatique augmente en même temps que son besoin en oxygène et en énergie», explique le biologiste Adrian Jakob, chef de la section «analyses et prévisions» à l'OFEG. «On a constaté des symptômes de stress sur des truites de rivières, à des températures de 18 degrés déjà, qui se traduisent par une prise moindre de nourriture. Une période de plusieurs jours à 24 degrés peut alors leur être fatale.»

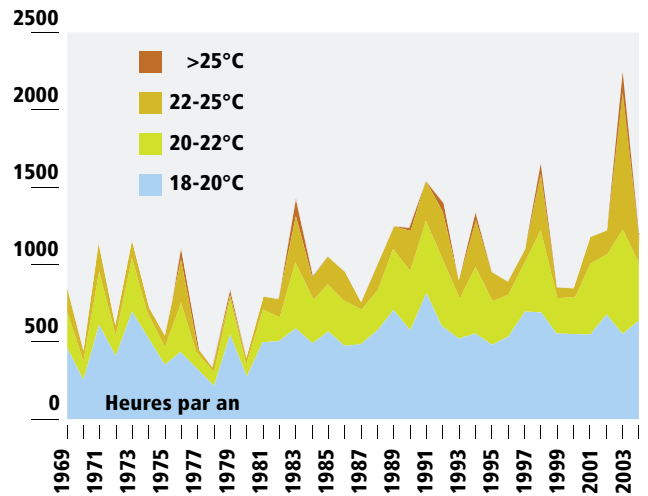
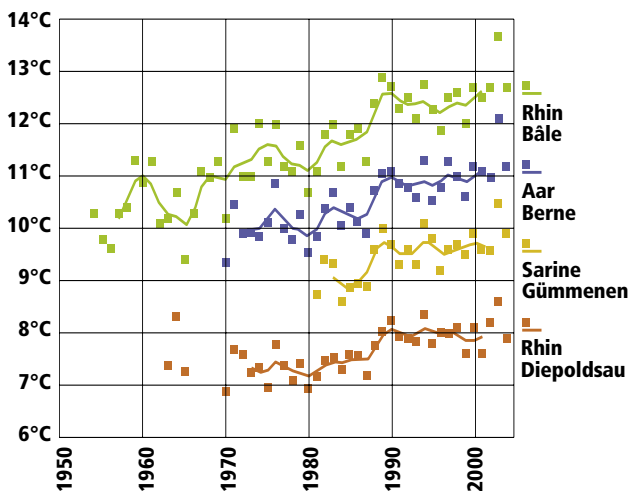
Déclin des populations de poissons

En Suisse, au cours des deux dernières décennies, les statistiques des prises de truites ont montré un recul de plus de 50 pour cent. Dans le cadre du projet «Filet à poissons», des chercheurs de l'IFAPE ont récemment pu confirmer que lorsque la température des cours d'eau du

Plateau dépassait les 15 degrés, pendant plus de quinze jours, les populations de poissons déclinaient. Ils ont aussi démontré que les cours d'eau s'étaient réchauffés de 0,4 à 1,6 degrés en moyenne. Cette hausse de la température a modifié la répartition géographique de l'espace vital des truites. L'altitude inférieure minimale de leur territoire est remontée de 100 à 200 mètres. Les poissons se sont déplacés vers l'amont et la perte de territoire est énorme. Actuellement, le Rhin alpin, par exemple, ne peut être considéré comme un cours d'eau idéal pour les truites, qu'en amont de Coire (GR).

Réchauffement insidieux

«Bien que 2003 ait été une année climatique extrême, cette tendance au réchauffement des eaux est effectivement constatée à nos stations de mesure depuis plusieurs années», explique Adrian Jakob. Les données enregistrées par le



Nos cours d'eau se réchauffent petit à petit. La durée, pendant laquelle les températures de l'eau dépassent la limite de 18 degrés, critique pour les poissons nobles, augmente également. Ceci est montré dans l'analyse des mesures de température sur la Thur à Andelfingen (ZH).

réseau de mesures de température de l'OFEG depuis les années 60 confirment cette orientation. Dans les régions basses, la courbe de température des cours d'eau suit celle de l'air qui a tendance à se réchauffer. Dans les bassins versants alpins, on constate, en revanche, un refroidissement. L'effet de serre anthropogène accélère la fonte des glaciers et cet apport accru d'eau froide à proximité des sources compense largement la hausse générale de la température ambiante.

Loin des sources, par contre, le réchauffement de l'air a une forte influence sur les cours d'eau. Ainsi la température du Rhin à Bâle a augmenté, ces 50 dernières années, de plus de 2 degrés. Cette tendance à la hausse s'est accentuée depuis les années 80. Indépendamment du débit, la température moyenne annuelle dépasse, sans exception, les 12 degrés depuis 1988 et dépasse nettement la moyenne de la décennie précédente. En 2003, les 13 degrés ont même été largement dépassés.

Temps d'exposition au stress

«Pour la flore et la faune aquatiques, ces moyennes ne sont pas déterminantes», commente Adrian Jakob. «La durée de la situation de stress engendrée par des températures élevées est prépondéran-

te.» Plus le temps d'exposition est long, plus un organisme réagit à d'autres facteurs de stress et aux agents pathogènes en particulier.

L'examen des données de l'OFEG a montré que la longueur de la période de stress s'accroît en même temps que le réchauffement comme dans la Thur à Andelfingen (ZH), par exemple. Ce cours d'eau, qui présente un bassin hydrographique limité au Plateau, n'est influencé ni par des lacs situés en amont, ni par les eaux de fonte d'un glacier. Les variations de la température des eaux, principalement dues aux saisons, sont importantes et passent de 0 à 27 degrés. Le nombre d'heures cumulées pendant lesquelles la température a dépassé le seuil critique de 18 degrés n'a cessé d'augmenter depuis 1976, dans les trois études faites sur des périodes de cinq ans. Au printemps, le réchauffement est plus rapide qu'auparavant et la période chaude est prolongée jusqu'au mois d'août.

Développement du réseau

«Dans de nombreux cours d'eau du Plateau, la survie des poissons nobles indigènes est menacée», explique Adrian Jakob. Ceux-ci devraient s'adapter, en remontant les cours d'eau ou en migrant vers de petites rivières plus froides.

Mais, en maints endroits, de nombreux obstacles stoppent leur progression.

En raison du développement critique de ces températures et de la réorientation plus écologique de ses objectifs, la division du Service hydrologique national de l'OFEG a décidé, ces dernières années, d'agrandir son réseau d'observation des températures de l'eau. Le but est d'obtenir des renseignements plus précis pour déterminer les causes locales de ce réchauffement des cours d'eau. En effet, les changements climatiques ne sont pas seuls en cause, les apports externes d'eau réchauffée ont leur importance. Elles proviennent des STEP, des industries ou des centrales thermiques. Ainsi, l'influence des centrales nucléaires de Mühleberg (BE) et de Beznau I et II (AG) est nettement ressentie par les eaux de l'Aar, par exemple. L'application des bases légales, stipulant que les eaux de refroidissement réintroduites dans les cours d'eau ne doivent pas amener les eaux de ceux-ci à plus de 25 degrés, pourrait devenir problématique pour ces centrales nucléaires, si les conditions caniculaires de l'été 2003 devaient se reproduire.

Internet:

- www.naduf.ch
- www.fischnetz.ch

Hydrologie de la Suisse: vue d'ensemble

Depuis plus de 140 ans, le Service hydrologique, en collaboration avec les offices fédéraux, les cantons, les instituts de recherche et les privés, met à disposition des intéressés des données hydrologiques de base. Celles-ci comprennent la mesure des niveaux d'eau, des débits et de la qualité de l'eau, ainsi que l'analyse et l'étude des processus qui y sont liés.

La nouvelle publication «Hydrologie de la Suisse» considère les multiples aspects de la ressource «eau» sous différents angles et donne, avec ses dix chapitres richement illustrés, une bonne vue d'ensemble. Des thèmes tels que précipitations, neige et glace, évaporation, eaux souterraines, matériaux solides ou qualité des eaux sont présentés de façon courte et concise. Le but principal de cette publication n'est pas de s'étendre sur des détails scienti-

fiques, mais de rendre accessible à un large public l'hydrologie de la Suisse. Ce rapport est le résultat d'une collaboration entre l'OFEG et le groupe hydrologie de l'Institut de géographie de l'Université de Berne.

Rapports de l'OFEG, série Eaux No. 7, Berne 2005; Diffusion: OFCL, Vente publications, CH-3003 Berne (Numéro de commande 804.507 f); Internet: www.bbl.admin.ch, E-Mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch Renseignements complémentaires: manfred.spreadico@bwg.admin.ch

Les chutes du Rhin à Neuhausen (SH) sont les plus importantes chutes d'eau d'Europe



Instructions pratiques: la protection des eaux souterraines

Avec l'ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998, la Confédération accorde davantage d'importance à la protection des eaux souterraines. Elle règle les mesures d'organisation du territoire des eaux souterraines. Elle introduit la notion d'aire d'alimentation, un instrument complémentaire conçu pour préserver les captages de pollutions provoquées par des substances à la fois mobiles et difficilement dégradables.

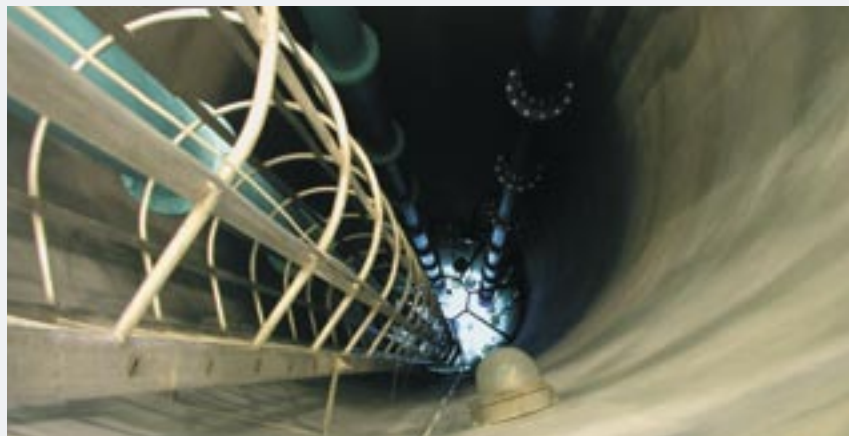
Les «instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines 2004», récemment parues, éclairent cette nouvelle philosophie. Elles visent, en premier lieu, à alléger l'exécution

de l'ordonnance. Elles ont été élaborées sous la direction de l'OFEPF et de la Société suisse d'hydrogéologie (SSH), avec le soutien technique et scientifique de l'OFEG, en étroite collaboration avec des services cantonaux, des hautes écoles, des experts privés et diverses fédérations d'entreprises.

Cette publication est destinée aux autorités d'exécution, aux géologues et ingénieurs conseils, aux services d'approvisionnement en eau et aux autres milieux intéressés. Elle passe en revue les dispositions légales concernant la protection des eaux souterraines et vise à harmoniser leur application. D'une

part, elle garantit l'égalité devant la loi et la sécurité du droit, d'autre part, elle permet d'adopter des solutions souples et adaptées aux cas particuliers.

Diffusion: OFEPF, Documentation, CH-3003 Berne-Ittigen (Numéro de commande: VU-2508-F); Internet: www.umwelt-schweiz.ch > e-shop > protection des eaux > souterraines > instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines, E-Mail: docu@buwal.admin.ch Renseignements complémentaires: ronald.kozel@bwg.admin.ch



Les eaux souterraines doivent être mieux protégées. Echantillonnage à Stans (NW) et station de pompage à Niederlenz (AG).

Le génie biologique

Au cours de ces dernières années, le concept d'aménagement des cours d'eau en accord avec la nature a gagné en importance. Dans le domaine du «génie biologique», l'intérêt des services spécialisés et des bureaux d'ingénieurs est surtout axé sur les informations pratiques. L'OFEG a tenu compte de cette demande en publiant en allemand une nouvelle édition de sa brochure sur le génie biologique. Les méthodes de génie biologique les plus couramment utilisées y sont présentées et richement illustrées. La version française de cette brochure, disponible depuis quelques années, contient des renseignements pratiques concernant le choix des matériaux et la conduite des travaux. Elle présente les avantages et les inconvénients des différentes méthodes de construction. La sélection adéquate des plantes qui, avec leurs racines, doivent fixer le sol des berges, est un critère important lors du choix d'une méthode de construction.

OFEG, Rapport d'étude No. 4;

Diffusion: OFCL, Vente publications, CH-3003 Berne (Numéro de commande 804.306 d; en français 804.311 f);

Internet: www.bbl.admin.ch,

E-Mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch

Renseignements complémentaires: manuel.epprecht@bwg.admin.ch



Aménagement de cours d'eau sur la Magliasina (TI) à l'aide du génie biologique.

Prévision des crues actualisée pour le Rhin à Bâle

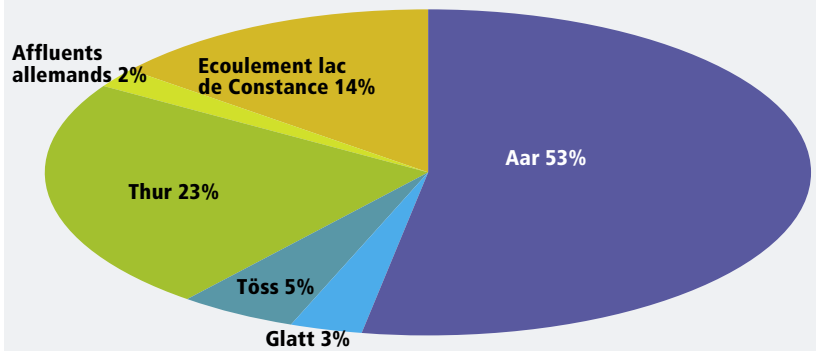
En mai 1999, le Rhin a atteint à Bâle une pointe de crue de 5090 mètres cubes par seconde (m^3/s), essentiellement imputable à l'importante fonte des neiges qui a suivi un hiver enneigé, des niveaux de lacs élevés et d'intenses précipitations. Dans les années 70, une étude internationale avait conclu que le débit du Rhin à Bâle ne pouvait en aucun cas dépasser 5000 m^3/s . Sur demande de l'Office d'hydrologie allemand, l'OFEG a fait réexaminer ces modèles, qui revêtent une très grande importance pour les services de prévision des crues des pays situés en aval. Cette étude «Scénarios de crues extrêmes du Rhin à Bâle» est disponible dès maintenant. Elle conclut que des débits situés entre 5000 et 6000 m^3/s sont parfaitement plausibles. Pour les atteindre, la conjonction de plusieurs facteurs

défavorables, comme d'abondantes masses d'eau provenant des affluents les plus importants. De plus, en période où le niveau des lacs est élevé, d'intenses précipitations dans tout le bassin versant et la fâcheuse superposition des pointes de crues de l'Aar, de la Reuss, de la Limmat et de la Thur peuvent amener de telles valeurs. Notons que la période de retour d'un débit de 5000 m^3/s se situe entre 100 et 300 ans.

Internet: www.bwg.admin.ch > Thèmes

> Eau > Hydrologie > Scénarios

Renseignements complémentaires: hanspeter.hodel@bwg.admin.ch



Part des affluents au débit de crue du Rhin à Rheinfelden, lors du dernier niveau maximal de crue en mai 1999.

Caractérisation des eaux souterraines à l'aide de traceurs environnementaux

Dans les eaux souterraines, certains traceurs environnementaux définis fournissent des informations précises sur le temps de séjour de cette ressource dans le sous-sol, ainsi que sur les conditions climatiques qui ont régné pendant l'infiltration des eaux de pluie. Ils permettent aussi de reconnaître le mélange de différents types d'eau.

Fin 2004, certains offices fédéraux (OFEG, OFEFP et EAWAG) ont initié un projet pilote commun qui sera poursuivi en 2005. Dans ce cadre, de nouvelles méthodes de traçage sont appliquées à des stations choisies du programme d'observation de la qualité des eaux

souterraines NAQUA. Les analyses de substances, telles que le tritium et l'hélium, ainsi que les gaz rares de l'atmosphère, compléteront judicieusement ces recherches qui visent principalement à améliorer l'interprétation des données et à optimiser le monitoring existant. A l'avenir, il est envisageable que les méthodes d'analyse, effectuées de longue date dans les Universités, soient également utilisées pour la protection des eaux souterraines.

Renseignements complémentaires: thilo.herold@bwg.admin.ch

De l'ordre dans le réseau suisse des cours d'eau

FLOZ 3



FLOZ 6



Dans la plupart des cas, la numérotation des segments de cours d'eau, abréviation allemande FLOZ, est utilisée pour estimer grossièrement la taille des cours d'eau et pour les hiérarchiser. Elle représente un indicateur du développement et de la morphologie du bassin hydrographique, du débit, de la largeur du lit, ainsi que d'autres paramètres.

La numérotation des segments de cours d'eau, élaborée à l'échelle nationale par l'OFEG, est désormais disponible. Les tronçons, situés près de la source et dépourvus de tributaires, portent le numéro 1. Un cours d'eau formé par la con-

fluence de deux cours d'eau du même ordre est augmenté de 1. Dans les autres cas, un cours d'eau prend l'ordre du plus élevé des deux. La numérotation des segments de cours d'eau a été effectuée sur la base du réseau hydrographique numérisé de Swisstopo à l'échelle 1:25'000. Les segments de premier et de deuxième ordre représentent, à eux seuls, plus de 72 pour cent de la longueur totale des cours d'eau considérés. Par contre, les cours d'eau de la catégorie la plus élevée 9, ne représentent qu'un faible pourcentage de 0,4 pour cent. Ce sont l'Aar après sa confluence

avec la Sarine et par le Rhin supérieur, en aval de sa confluence avec l'Aar.

Ces données, comprenant une nouvelle numérotation des segments et d'autres attributs de cours d'eau, peuvent désormais être téléchargées gratuitement sur le site Internet de l'OFEG. Ce document peut être combiné avec le réseau de cours d'eau numérisé de Swisstopo.

Internet: www.bwg.admin.ch > **Services**
> **Downloads** > **Flussordnungszahlen**
Renseignements complémentaires:
martin.pfaundler@bwg.admin.ch

Les 75 ans de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25'000

En 1930 l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25'000 était inauguré avec sa première feuille « Delémont ». Depuis lors, 115 des 220 cartes prévues ont paru. Cet été, paraîtront encore les deux nouvelles feuilles grisonnes: 1257 St. Moritz et 1277 Piz Bernina. Ces dernières années, l'OFEG a nettement augmenté son rythme de production, ce qui permettra de finaliser l'Atlas dans 25 à 30 ans.

Au départ, c'était surtout la recherche et l'enseignement qui utilisaient ces cartes. Actuellement, les informations tirées des cartes géologiques sont utilisées comme bases décisionnelles importantes dans des domaines aussi variés que la géologie de l'ingénieur, la gestion des eaux et de l'énergie, l'utilisation des matières premières, la protection de l'environnement et l'évaluation des dangers naturels.

Renseignements complémentaires:
sandrine.vallin@bwg.admin.ch

Données hydrologiques: offre SMS élargie

Désormais, l'OFEG propose son service fort apprécié de consultation de données hydrologiques par SMS également par abonnement. Au niveau national, 220 stations de mesures automatiques livrent 24 heures sur 24 des données concernant les niveaux, les débits et les températures des cours d'eau et des lacs. Chaque station correspond à un numéro de code à quatre chiffres, qui peut être consulté par SMS en envoyant le texte de commande au numéro 234. En tapant, par exemple, T 2135 (T, espace, 2135), on est renseigné sur la température de l'Aar à Berne.

Ce nouveau service par abonnement permet aux utilisateurs une consultation gratuite par SMS des valeurs mesurées. Il comprend, dans l'offre standard, une information journalière, avec les dernières données disponibles. Cet abonnement peut être modifié ou annulé par SMS en fonction des nouveaux besoins. Les frais de cet envoi quotidien sont pris en charge par l'OFEG.

Pour compléter cette offre, le Service hydrologique national a installé un service d'alarme correspondant. Les clients peuvent fixer via SMS une valeur-limite. Si celle-ci est franchie, l'utilisateur recevra un message d'alarme par SMS. Le Service hydrologique ne peut toutefois pas offrir de garantie concernant les données obtenues par SMS. Pour cette raison, l'OFEG continue d'utiliser d'autres canaux d'information pour les alarmes officielles.

Vous trouverez les renseignements concernant les commandes SMS, ainsi qu'une liste numérique des stations et de plus amples informations sous

www.bwg.admin.ch > **Service**
> **Données hydrologiques.**
Renseignements complémentaires:
adrian.eberhard@bwg.admin.ch

Réunion pour une gestion intégrale des eaux



Le bassin versant en tant qu'espace de planification: vue sur le Lötschental (VS) et la Lonza.

L'expérience en gestion intégrale des eaux et en gestion des bassins versants acquise en Suisse et dans les pays limitrophes sera au centre d'une journée d'étude qui aura lieu le 15 novembre 2005 à Berne.

La Suisse présentera, sur la base de projets en cours, des approches possibles d'une gestion intégrale des eaux. Ces exemples associent différents secteurs de la gestion des eaux, dont fait partie l'utilisation des ressources hydrauliques,

la protection contre les crues et la protection des cours d'eau et d'autres activités ayant des effets sur l'aménagement du territoire et la planification de tout un bassin versant. Des expériences faites par les pays limitrophes, comme l'application des directives-cadres sur l'eau de l'UE, seront aussi abordées.

Le thème principal, axé sur des exemples de la pratique, sera suivi par un débat sur les implications, les chances, les difficultés et les

questions autour des thèmes: gestion intégrale des eaux et gestion des bassins versants.

Internet: www.bwg.admin.ch

> **Nouvelles > Manifestations**

Renseignements complémentaires:
martin.pfaundler@bwg.admin.ch



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**
Federal Office for Water and Geology **FOWG**

Impressum aquaterra 1 / 2005
aquaterra est le périodique de l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG). Il paraît deux fois par an en langue allemande et française.
Editeur: Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**
L'OFEG est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, DETEC.
Ont collaboré à ce numéro: Olivia Berset, Therese Bürgi, Hanspeter Hodel, Adrian Jakob, Manfred Spreafico, Heinz Strässler pour la coordination thématique

Conception, texte et production: Beat Jordi, Bienne
Traduction française: Marie-Louise Bühler, Port
Réalisation visuelle et layout: Beat Trummer, Bienne
Adresse de la rédaction: OFEG, rédaction aquaterra, Ruedi Bösch, 2501 Bienne; Tél. 032 328 87 01, Fax 032 328 87 12, E-Mail: ruedi.boesch@bwg.admin.ch
Abonnements et changements d'adresses: l'abonnement au périodique est gratuit: OFEG, Communication, Case postale 2501 Bienne; Tél: 032 328 87 01, Fax: 032 328 87 12; E-Mail: info@bwg.admin.ch



Numéro de commande: ISSN 1424-9480 (version allemande) ISSN 1424-9499 (version française)
Impression: Imprimerie Hertig & Co SA, 2500 Bienne
Tirage de ce numéro: 2700 (d), 1200 (f)
Copyright: après autorisation de l'éditeur, les articles peuvent être photocopiés en mentionnant les sources.
Date de bouclage de ce numéro: 6 février 2005
Internet: toutes les éditions d'aquaterra sont disponibles en format PDF sur le site internet de l'OFEG: www.bwg.admin.ch

Photographies: Agence de photos AURA, Lucerne: 1, 4 à d., 5 à g., 6; Fritz Friedli, Laupen: 2 au m., 9 en b.; Paul Herrmann, Neuhausen: 2 à d., 11; Rudolf Urwlyer, Ermatingen: 8; Jakob Eglaufer, Ermatingen: 9 en h.; Beat Jordi, Bienne: 13 en h, 16; OFEG: les autres prises de vue et extraits de cartes.

Prochaine date de bouclage: 15 juillet 2005