Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 71 (1979)
Heft: 10

Artikel: Place de l'hydrologie dans les décisions concernant la gestion des eaux
Autor: Emmenegger, Charles / Speratico, Manfred
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941460

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Place de l'hydrologie dans les décisions concernant la gestion des eaux

Charles Emmenegger et Manfred Spreafico

Résumé

Les décisions concernant la gestion des eaux sont déterminées par un système d'objectifs en matière de gestion des eaux, un système de conditions limites et par les données de base existantes. Une partie importante de ces informations de base sont les données hydrologiques. Le présent article tente de présenter la façon d'obtenir ces données et d'illustrer les relations entre l'hydrologie et la gestion des ressources en eau.

Zusammenfassung: Die Hydrologie als Grundlage wasserwirtschaftlicher Entscheide

Die Entscheidungen in der Wasserwirtschaft werden durch das wasserwirtschaftliche Zielsystem, ein System von Einschränkungen und die vorhandenen Grundlagendaten bestimmt. Einen wichtigen Bestandteil dieser Grundlagendaten bilden die hydrologischen Daten. Es wird versucht, die Beschaffung dieser Daten und die Beziehungen zwischen der Hydrologie und der Bewirtschaftung der Wasserressourcen darzustellen.

1. Introduction

Notre société met de plus en plus les ressources en eau à contribution, en particulier pour son alimentation en eau potable et industrielle. Pour couvrir la demande croissante, les ressources en eau doivent être gérées de façon rationnelle. Une gestion efficace n'est possible que sur la base de données hydrologiques sûres et de qualité. Les responsables de la gestion des eaux attendent principalement de l'hydrologie des données sur la répartition dans le temps et dans l'espace des ressources en eau (quantité et qualité), pour pouvoir mettre ces dernières à disposition en temps voulu en fonction des besoins des divers usagers et compte tenu des impératifs et conditions limites à respecter.

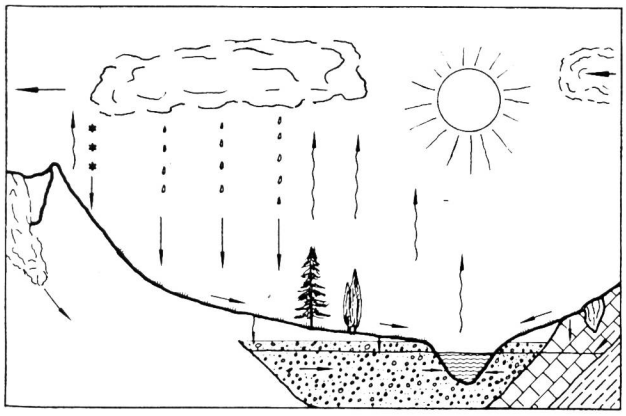
Du point de vue de la gestion des eaux, on peut distinguer deux types de renseignements hydrologiques:

Données pour des décisions fondamentales à long terme

Elles sont utilisées surtout au moment de la conception et de l'étude de projets:

Construira-t-on ou non un barrage? Si oui, de quelles dimensions? Quelle doit être la capacité de ses évacuateurs?

Figure 1. Le cycle de l'eau.



Aménagera-t-on un captage d'eau souterraine important? Quelles sont les ressources exploitables à long terme?

Comment adapter un programme à long terme d'assainissement des eaux à l'évolution des charges polluantes constatée dans les cours d'eau?

Données pour la gestion opérationnelle des eaux

Elles servent principalement à l'exploitation à court terme (horaire, quotidienne, etc.) d'installations hydrauliques:

Manœuvre des ouvrages de régulation des débits d'un lac en fonction des variations de niveau du lac et des apports.

Régulation de la navigation fluviale en fonction des données relatives aux crues et étiages extrêmes.

Selon les buts poursuivis par les utilisateurs, la forme et la qualité des données hydrologiques requises sont très différentes. Certains ont besoin de valeurs instantanées, d'autres de valeurs extrêmes ou de paramètres statistiques, d'autres encore ne s'intéressent qu'aux variations à long terme des données hydrologiques.

2. Définitions générales

2.1 Cycle de l'eau

Par l'expression cycle de l'eau on entend le processus par lequel, sous l'effet de l'énergie solaire, l'eau s'évapore à partir de la surface des océans et des continents, est transportée dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau, se condense en nuages et en précipitations et retourne ainsi à la surface des océans et des continents pour être reprise dans ce mouvement sans cesse renouvelé.

La phase terrestre du cycle de l'eau est plus complexe que la phase océanique en raison des interactions de l'eau avec la surface terrestre et son environnement. Une partie des précipitations qui atteint le sol ruisselle en surface puis s'écoule dans les cours d'eau et les lacs; une partie s'accumule temporairement sous forme de manteau neigeux ou de glaciers; une autre partie s'infiltre dans le sol où elle renouvelle le stock d'humidité ou forme les nappes d'eau souterraines. Par ailleurs, tout au long de sa phase terrestre, le capital eau subit des pertes par évaporation physique et surtout par la transpiration végétale, pertes regroupées sous le terme général de «pertes par évapotranspiration».

C'est surtout lors de sa phase terrestre que l'eau constitue une ressource naturelle pour l'homme qui l'utilise au passage et la rejette dans son cycle naturel après modification plus ou moins importante de sa quantité ou/et de sa qualité.

Les quantités d'eau annuelles moyennes intervenant dans le cycle hydrologique à l'échelle du territoire suisse ont été évaluées comme suit sur la base d'observations à long terme des précipitations et des débits:

Précipitations

61 milliards de m³ (équivalant à une lame d'eau annuelle de 1470 mm répartie uniformément sur la surface de la Suisse).

Ecoulement à la frontière nationale

41,5 milliards de m³ (ou 1030 mm).

Pertes (évapotranspiration)

18,5 milliards de m³ (ou 440 mm).

Cela signifie que 70 % environ des précipitations tombées en Suisse s'écoulent vers les pays situés à l'aval (fig. 1).

2.2. Gestion des ressources en eau

La gestion des eaux consiste à régir de façon concertée l'ensemble des interventions humaines touchant au cycle de l'eau, en vue de satisfaire et de sauvegarder au mieux

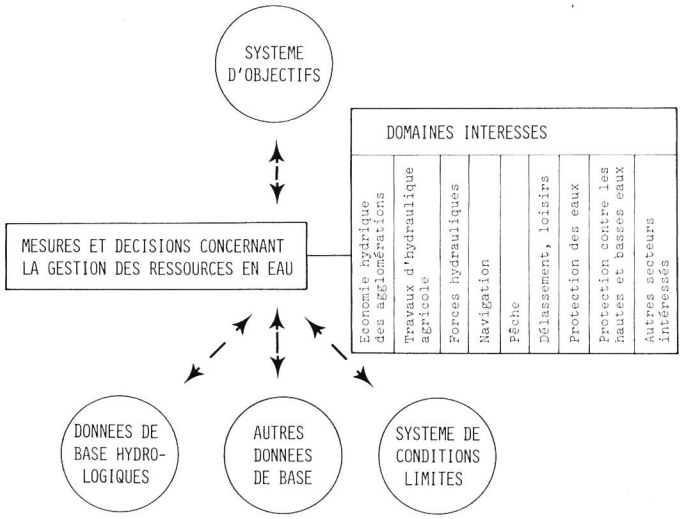


Figure 2. Eléments conditionnant les décisions en matière de gestion des ressources en eau.

les divers intérêts de la société, de l'économie et de l'écologie liés à cette ressource naturelle vitale.

2.3 Hydrologie

L'hydrologie est une science qui a pour objet l'étude des aspects quantitatifs et qualitatifs du cycle de l'eau dans sa phase terrestre, y compris les réactions de ce cycle aux interventions humaines. Par son cheminement «observer — comprendre — prévoir», l'hydrologie a donc pour rôle essentiel de procurer les données et connaissances de base qui rendent possible une gestion des ressources en eau en accord avec les réalités naturelles.

3. Eléments conditionnant les décisions en matière de gestion des ressources en eau

L'ampleur et la nature des interventions humaines dans le cycle de l'eau en un lieu et à un moment donnés, ainsi que les décisions y relatives, dépendent

d'un système d'objectifs
d'un système de conditions limites
des données de base hydrologiques
des données de base autres que hydrologiques (fig. 2).

Les trois objectifs principaux visés en Suisse dans la gestion des ressources en eau sont, conformément à l'art. 24 bis de la constitution: assurer l'utilisation rationnelle des ressources en eau, assurer leur protection, et lutter contre les dommages qu'elles peuvent causer.

Les conditions limites résultent notamment de contraintes politiques, économiques, sociales, techniques, juridiques (régularisation d'un lac: capacité d'évacuation de l'ouvrage de régulation de l'émissaire).

Les données de base hydrologiques comprennent les informations sur la quantité et la qualité des ressources en eau de surface et souterraines, y compris sur les paramètres hydrométéorologiques jouant un rôle à cet égard (régularisation d'un lac: variation de niveaux du lac et variations des apports et débits).

Les données de base autres que hydrologiques comprennent les informations relatives, par exemple, pour le cas de la régularisation d'un lac, aux exigences des riverains concernant les niveaux d'eau, pour le cas de l'approvisionnement en eau potable et industrielle, aux besoins en eau, etc.

Le décisions sont en général prises sur la base d'analyses des coûts et bénéfices, étant entendu que les valeurs non quantifiables en termes monétaires (par exemple qualité de la vie) prennent une importance croissante.

4. Données de base hydrologiques

Dans l'acquisition et la mise en valeur des données de base hydrologiques on peut distinguer les phases suivantes: «Observations hydrologiques», «Elaboration et analyse classique des données», «Analyse hydrologique statistique» et «Etudes hydrologiques». La fig. 3 ainsi que les commentaires qui suivent se limitent au domaine des eaux de surface et souterraines.

4.1 Observations hydrologiques

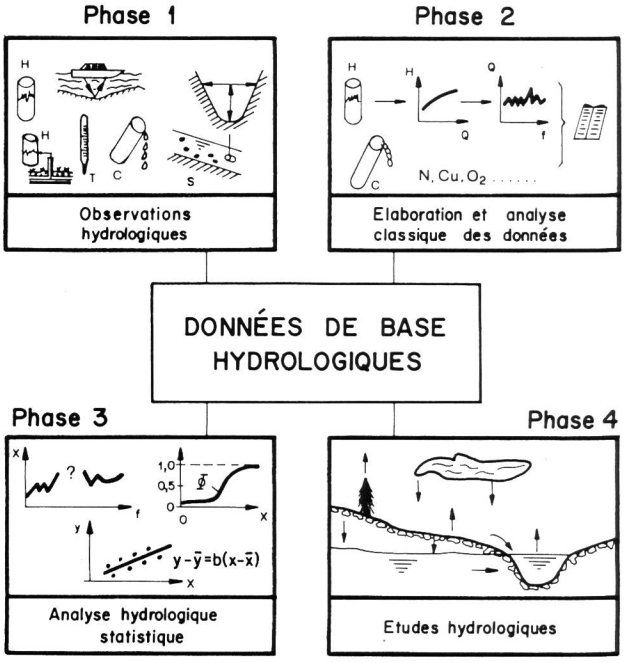
Les observations hydrologiques sont faites aussi bien sur les eaux courantes ou stagnantes que sur les eaux souterraines. On mesure et on décrit des paramètres du milieu (morphométrie, profils transversaux et longitudinaux, stabilité du lit des cours d'eau, conditions hydromécaniques, caractéristiques de l'aquifère, etc.), des paramètres physiques (niveaux, débits, courants, température de l'eau, transports solides, couleur, odeur, conductivité éléctrique), des paramètres chimiques (pH, métaux, oxygène, carbone organique total, azote, phosphore, soufre, fluor, etc.) et des paramètres hydrobiologiques (données biochimiques et microbiologiques).

La mesure des hauteurs d'eau et des débits est particulièrement importante pour la plupart des projets et des problèmes de régularisation en relation avec la gestion des ressources en eau. Les débits des cours d'eau sont en général mesurés selon le principe suivant: enregistrement en continu des variations du niveau de l'eau et établissement, à l'aide d'une série de jaugeages échelonnés entre les basses eaux et les hautes eaux, de la relation existant entre les hauteurs d'eau et les débits. Les enregistrements de niveau d'eau permettent alors, en référence à cette courbe H/Q (hauteurs/débits), de connaître de façon permanente l'évolution des débits.

La détermination de ces courbes H/Q est d'une grande importance pour l'exactitude des valeurs de débits calculés sur cette base. Comme ces courbes ne restent en général pas stables dans le temps (érosion, atterrissements,

Figure 3. Phases d'acquisition et de mise en valeur des données de base hydrologiques (eaux de surface et souterraines).

H hauteurs d'eau, T température de l'eau, C paramètres chimiques, S transports solides, Q débits, t temps.



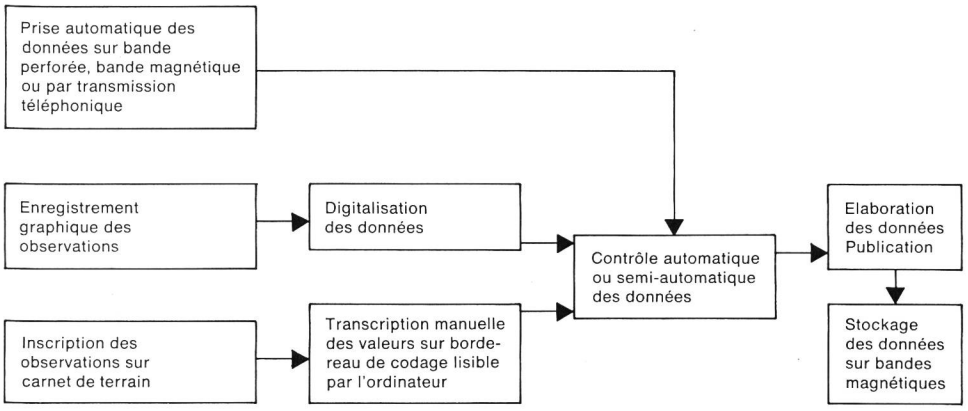


Figure 4
Traitement des données.

variations du contrôle hydraulique, etc.), leur surveillance continue est indispensable. C'est là une des tâches de base des fonctionnaires de campagne du Service hydrolique national. Au nombre de 8 pour l'ensemble du territoire suisse, ils effectuent régulièrement ces contrôles à 235 points du réseau hydrométrique fédéral (en moyenne 5—6 jaugeages par station et par an). Relevons en outre le rôle dévolu au corps d'environ 250 observateurs locaux chargés notamment de vérifier régulièrement le bon fonctionnement des appareils et autres installations hydrométriques.

Dans le système d'acquisition des données, la planification du réseau de mesure, la construction, l'exploitation et l'entretien des stations, ainsi que le choix des instruments et du mode de transmission des données sont des activités étroitement liées entre elles.

4.2 Elaboration et analyse classique des données

Les valeurs mesurées doivent être contrôlées, puis élaborées. Par exemple, les données sur les hauteurs d'eau et les débits recueillies par le Service hydrologique national sont traitées de la façon suivante:

contrôle et corrections éventuelles des enregistrements de niveaux (limnigrammes) au bureau, entre autres, à l'aide des mesures de contrôle effectuées directement aux échelles limnimétriques
digitalisation des limnigrammes et des courbes H/Q par lecteur de courbes
tests de plausibilité par l'ordinateur
dessin des limnigrammes au plotter, contrôle graphique
mise en mémoire des données invariables dans le temps, telles que surface du bassin versant, altitude moyenne, etc.
établissement des tableaux hauteurs/débits
calcul des moyennes journalières, des maxima et des minima ainsi que des moyennes pluriannuelles (période) pour les niveaux et les débits et publication dans l'annuaire hydrologique de la Suisse
établissement éventuel des hydrogrammes (fig. 4).

4.3 Analyse hydrologique statistique

La mise à disposition de données hydrologiques de base sous une forme appropriée pour les utilisateurs implique un certain nombre de travaux d'analyse statistique et de mise en valeur des séries de mesures que l'on a collectées. La phase d'analyse statistique ne peut être opérée qu'après un laps de temps suffisant pour que les séries observées atteignent des durées assez longues (10—20 ans). Contrairement à la phase d'analyse classique, l'analyse statistique n'est habituellement pas effectuée de façon systématique et continue.

La précision des séries de mesures et la possibilité d'en tirer des prévisions dépendent de la qualité des opérations liées à l'acquisition des données. Des erreurs peuvent provenir d'inconsistances (changements de méthode de mesure), d'inhomogénéités (modification artificielle du régime), de la technique et des instruments de mesure, ou des techniques d'élaboration des données. L'analyse statistique permet de réduire ces erreurs au minimum.

Dans la gestion des ressources en eau, on se trouve souvent confronté au problème suivant: les données hydrologiques dont on aurait besoin en un point du réseau hydrographique présentent des lacunes ou manquent totalement. Des méthodes existent pour résoudre ce problème, qui permettent de transférer des données d'un point à un autre ou de compléter des séries de mesures comportant des lacunes. C'est aussi une tâche de l'analyse hydrologique statistique.

4.4. Etudes hydrologiques

On peut faire une distinction entre les études hydrologiques générales portant sur de grands bassins hydrographiques ou des bassins représentatifs exploités à long terme et celles effectuées coup par coup en vue de répondre à court terme aux questions liées à des projets d'aménagement concrets. Dans la première catégorie entrent, par exemple, les études effectuées dans les bassins repères du Service hydrologique national. On essaie d'y appréhender les changements naturels à long terme dans le régime d'écoulement et d'établir des bilans hydriques. Les résultats obtenus dans ces bassins repères permettent de déduire les conditions d'écoulement dans des bassins ne disposant d'aucune mesure ou de mesures insuffisantes, mais dont les caractéristiques climatologiques, topographiques, géologiques et de couverture végétale sont semblables. Dans la deuxième catégorie, on peut ranger par exemple les études hydrologiques de durée limitée destinées a dimensionner une zone de protection autour d'un captage d'eau souterraine.

5. Relations entre l'hydrologie et la gestion des eaux

La fig. 5 est un essai d'illustration des relations entre l'hydrologie et la gestion des eaux; les différentes phases de l'acquisition des données hydrologiques, de leur élaboration et de leur mise en valeur y sont données en détail.

6. Hydrologie et législation

Dans nombre de pays voisins, l'organisation rationnelle des relevés hydrologiques nécessaires à la société et à l'économie fait l'objet de dispositions légales fixant les droits et obligations des diverses instances publiques et privées concernées. Ces dispositions assurent du même coup les moyens financiers et personnels indispensables à

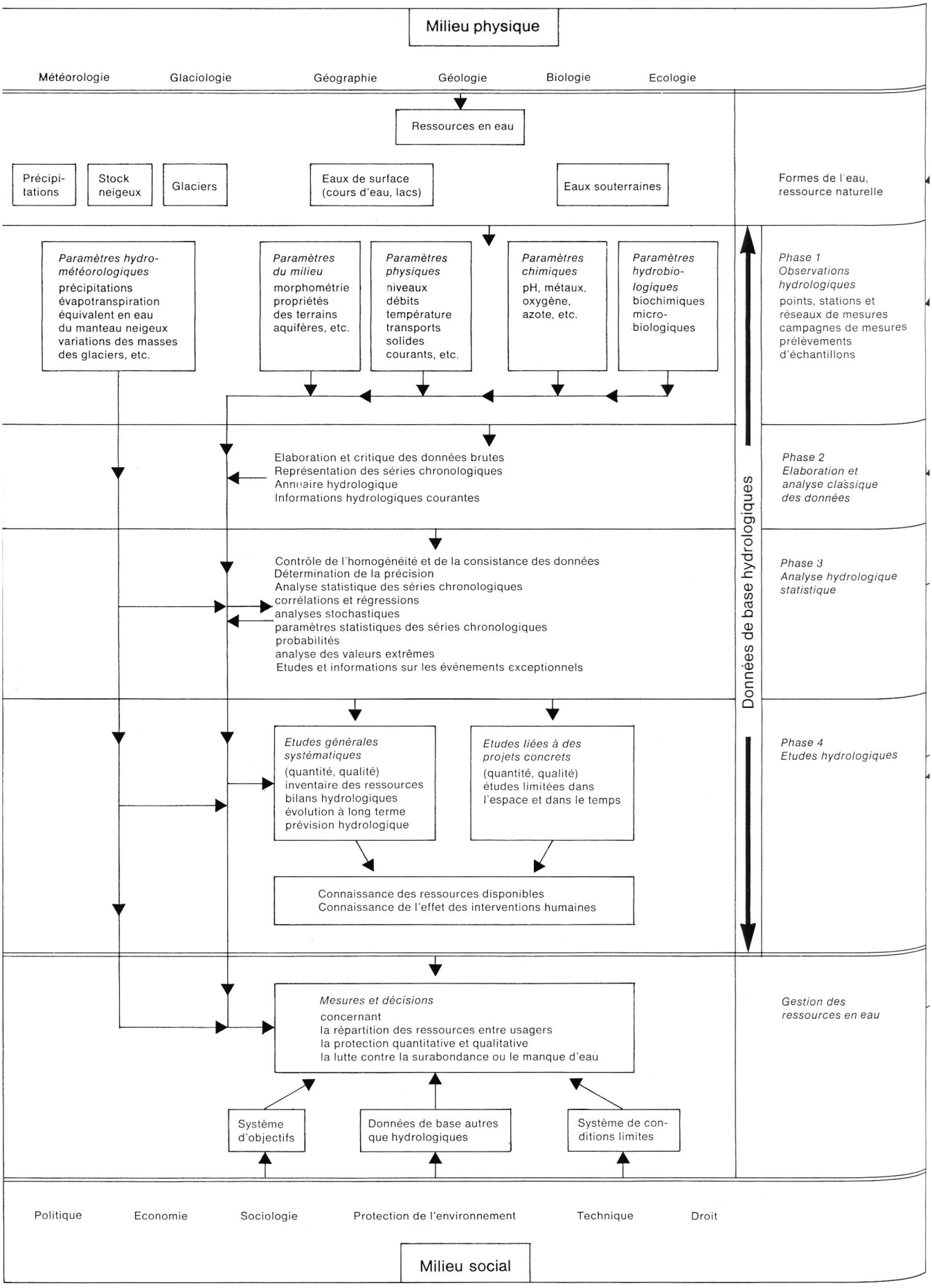


Figure 5. Relations entre l'hydrologie et la gestion des eaux.

la continuité de ces observations, continuité souvent mise en péril en période de récession économique.
Un des plus récents exemples de législation en la matière est fourni par l'Autriche, où sera mise en vigueur dès le 1er janvier 1980 une loi fédérale concernant «Die Erhebung des Wasserkreislaufes».
En Suisse, on examine actuellement l'opportunité pour la Confédération de faire usage de la compétence législative étendue qui lui est attribuée, en matière de collecte et mise en valeur de données hydrologiques, par l'art 24 bis de la constitution.

Souhaitons à ce propos que, dans notre appareil législatif, soit conférée à l'hydrologie la place qui lui revient eu égard à son importance fondamentale, aujourd'hui et vis-à-vis des générations futures, pour la gestion d'une de nos ressources naturelles essentielles.

Adresse des auteurs: Dr Ch. Emmenegger, Chef du Service hydrologique national, Directeur-suppléant à l'Office fédéral de la protection de l'environnement, Effingerstrasse 77, 3001 Berne, et Dr M. Spreafico, Chef de la section Hydrologie et ressources en eau, Service hydrologique national, Effingerstrasse 77, 3001 Berne.

Automatische Wasserprobe-Entnahme für die Bestimmung von Hochwasserspitzen nach dem Verdünnungsverfahren

Hans M. Keller und Arnold Storrer

Zusammenfassung

Zur Bestimmung einer momentanen Abflussmenge bei Hochwasser wurde eine Anlage entwickelt, die während Hochwasserspitzen nach dem Prinzip des Verdünnungsverfahrens selbsttätig sowohl die Beschickung als auch die Entnahme der Verdünnungsproben durchführt. Die Einrichtung besteht im wesentlichen aus Auslösemechanismus, Steuergerät, Beschickungsflasche, Probenahmegerät, Registriergerät und Energieversorgung. Der Auslösemechanismus ist mit einem ansteigenden und begrenzt absinkenden Schwimmer gekoppelt. Er löst beim Durchlauf eines Hochwassers die Beschickung des Baches mit der konzentrierten Lösung aus. Nach vorgegebener Zeit wird die Wasserprobe-Entnahme ausgelöst. Die Laboranalyse zur Berechnung der Abflussmenge erfolgt wie beim manuellen Feldverfahren. Die Anlage eignet sich vor allem für die Feldeichung von Abflussstationen in kleinen Gebirgsbächen, wo Hochwasser meist kurzfristig auftreten und dadurch manuelle Eichmessungen schwer durchzuführen sind.
Die Anlage ist gekoppelt mit einem weiteren Probenehmer für die Entnahme von Wasserproben, welche auf ihre chemische Zusammensetzung sowie deren Schwebstoffgehalt untersucht werden können. Das Zeitintervall dieser Probenahme kann in Grenzen (5 bis 120 Minuten) frei gewählt werden.

1. Einleitung und Problemstellung

Die Feldeichung und damit die Genauigkeit von Abflussmessstationen bildet einen wesentlichen Bestandteil bei der Erhebung hydrologischer Messdaten. Bei niederen und mittleren Wasserständen, die häufig auftreten, sind manuelle Messungen der momentanen Abflussmenge einfach durchzuführen. Dazu können je nach örtlichen Verhältnissen Flügel- oder Verdünnungsmethoden angewandt werden. Eichmessungen bei hohen, meist kurzzeitig sich einstellenden Wasserständen dagegen sind aus zeitlichen Gründen ein schwieriges Unterfangen. Von der Alarmierung bis zum Eintreffen der Messequipe, zur Bereitstellung der Geräte und zur eigentlichen Feldarbeit verstreicht soviel Zeit, dass nur in seltenen Ausnahmefällen eine Feldeichung bei hohem Wasserstand durchgeführt werden kann.
Es wurde deshalb ein Verfahren angestrebt, welches selbsttätig und nur bei Hochwasser in Funktion tritt. Die Installation und Bereitstellung der Anlage ist nur bei mittlerem oder niederem Wasserstand möglich. Die selbsttätige Auslösung erfolgt aber erst, wenn ein vorgegebener Wasserstand erreicht oder überschritten wird. Dieses Niveau kann frei gewählt werden. Dadurch können übermässig häufige Messungen bei weniger hohen Wasserständen vermieden werden. Eine synchrone Aufzeichnung des Wasserstandes und eine Markierung der selbsttätigen Messung ist notwendig, um jeder Abflussmenge die richtige Pegelhöhe (Wasserstand) zuordnen zu können.
Das hier beschriebene Verfahren wurde für Verhältnisse kleiner Abflussmessstationen in den nördlichen Flysch-Voralpen der Schweiz entwickelt. Es handelt sich um Bäche, die ein Gebiet von etwa 1 km² entwässern. In dieser Region hat die Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen mehrere hydrologische Forschungsgebiete eingerichtet. Da bisher keine Laboreichung an Modellen der Abflussmessstationen durchgeführt wurde, war eine gute Feldeichung nötig. Die meist nur sehr kurze Dauer der Hochwasser machte aus den erwähnten Gründen eine manuelle Eichung der Abflussmessstationen unmöglich. Die Betrachtung mehrerer Ganglinien bei Hochwasser zeigte aber auch, dass nur selten eine Abflussspitze allein auftritt. Häufig sind Hochwasserereignisse von mehreren Stunden Dauer durch zwei- und mehrgipflige Ganglinien gekennzeichnet. Diesem Umstand musste auch bei der hier beschriebenen Anlage Rechnung getragen werden.
Sowohl die Turbulenz in den steilen Gebirgsbächen an den Abflussmessstationen als auch der Wunsch nach möglichst wenig beweglichen Teilen führten zu einer Messung nach dem Prinzip der Verdünnungsmethode. Diese ist in den letzten 30 Jahren mehrfach verbessert und verfeinert worden. Sie gehört heute vielerorts zum Routineinstrument des Hydrologen. Theoretische und praktische Hinweise werden in den Arbeiten von *Dodero* (1953), *Dumas* (1952, 1953a, b), *André* (1964), *Watt* (1965), *Steppuhn* et al. (1971), *Gilman* (1977a, b), *Müller* (1977) sowie weiteren Publikationen gegeben. Da sich die Verwendung von Natriumbichromat als Beschickungslösung beim manuellen Verfahren bewährt hatte, wurde es beibehalten.

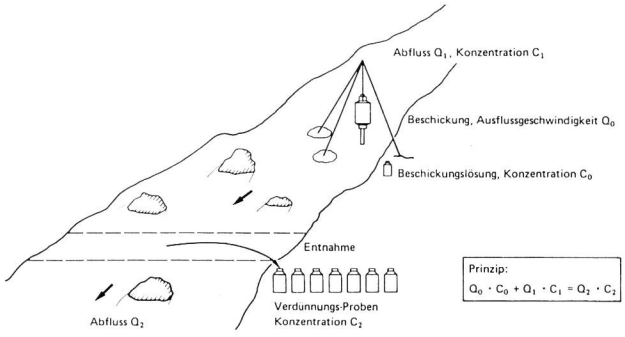


Bild 1. Schema der Abflussmessung nach dem Salz-Verdünnungs-Verfahren.