

Le réseau des stations hydrométriques fédérales, du glacier du Rhône au Léman

Eugène LEHMANN

Introduction

Un besoin de connaissances

Les cours d'eau ont de tout temps été observés. Des civilisations anciennes au monde industriel, les riverains ont toujours surveillé leurs rivières. Le passage du nomadisme à des civilisations de type sédentaire a impliqué la couverture des besoins dans les régions de peuplement. Les zones proches de cours et plans d'eau – rivières et lacs – étaient privilégiées. Il fallait s'assurer que l'approvisionnement en eau pour l'usage domestique et pour l'irrigation des cultures soit suffisant. Dans ce contexte, il était nécessaire d'observer l'étiage pour prévenir les effets de la sécheresse et d'observer les crues pour l'apport fertilisant du limon et pour se prémunir du danger. Cet héritage était transmis de génération en génération et permettait l'implantation de nouveaux villages dans des lieux sûrs et l'établissement des cultures dans les zones adéquates. Au cours des siècles et selon l'évolution des civilisations, ces observations ont été plus ou moins bien documentées. Des connaissances empiriques, à défaut de savoirs théoriques, devaient être fréquemment utilisées; on peut imaginer des observations du type «le gué de * n'est plus passable dès que le niveau atteint le rocher noir». Notons encore l'existence de nilomètres servant à observer le niveau du Nil, dont les crues périodiques garantissaient la fertilité de la vallée du Nil tout en étant régulièrement dévastatrices. Les sources écrites telles que les chroniques, annales, récits et lettres sont généralement peu homogènes et peu fiables, car non exhaustives. Elles restent néanmoins importantes pour le chercheur, car si on les compare, une systématique des crues et des périodes de sécheresse se dessine, permettant une définition du temps de retour d'événements importants. A titre d'anecdote, le Livre de l'Exode, dans la Bible, indique des temps de retour des crues et des périodes de sécheresse du Nil.

Du relevé empirique à la mesure scientifique

Dès la fin du Moyen Age, l'inscription de repères de crues tend à devenir systématique aux endroits importants (ports fluviaux et lacustres, ponts)¹. En Suisse, les plus anciennes marques sur les lacs et cours d'eau se trouvent sur le lac de Constance, à Lindau (entre 1511 et 1556), et à Laufenburg sur le Rhin, où l'on a noté le niveau des basses eaux extraordinaires de 1541².

¹ http://www.planrhone.fr/territoire_rhone/76-cartes-des-reperes-de-crue.htm (consulté le 15 juin 2015).

² Bureau hydrométrique fédéral, *Le développement de l'hydrométrie en Suisse*, Berne, 1909.



Fig. 1a. Repère de crues à Brigue, Sebastian-platz.
(Photo: Eugène Lehmann).



Fig. 1b. Repère de crues à Brigue, Bahnhof-strasse.
(Photo: Eugène Lehmann).

Ces observations, appliquées aux constructions du génie et à l'aménagement des cours d'eau, étaient utilisées principalement de manière empirique, car la correspondance entre le niveau d'eau et le débit était peu connue. La mesure d'une vitesse en surface effectuée par des flotteurs et le relevé des profils en travers ne posaient pas de problème majeur, mais le rapport entre ces mesures et le débit n'a pu être extrapolé que vers 1750. Les premiers essais pour établir une loi mathématique fixant le rapport entre le débit, le profil en long et le profil en travers d'une eau courante avaient été effectués auparavant par des savants de la Renaissance italienne, comme Léonard de Vinci, Galilée et Evangelista Torricelli. Ceux-ci n'étaient toutefois pas conscients du fait que la vitesse varie entre la surface et le fond de la rivière. Il faudra ensuite attendre la moitié du XVIII^e siècle pour que les ingénieurs Albert Brahms et Antoine de Chézy établissent la première formule pertinente tenant compte de la rugosité du fond de rivière, des forces de gravité et de la vitesse du courant pour obtenir le débit d'un cours d'eau³. Cette formule empirique a exigé pour son établissement et sa vérification un dialogue constant entre des mesures *in situ* et une élaboration plus théorique. Or, la définition d'un débit déterminé par des mesures superficielles que complètent des hypothèses de calcul, puis la vérification de ce débit impliquaient un réseau de mesures hydrométriques comportant un enregistrement en continu du niveau par des limnimètres enregistreurs et des installations permettant d'effectuer des mesures de vitesse. Grâce à l'invention du moulinet hydrométrique par Reinhard Woltman vers 1790⁴, il a été possible de mesurer un profil complet ainsi que des vitesses dans toute la surface mouillée d'un cours d'eau. A l'aube de la société industrielle, avec ses grands chantiers, ses travaux d'aménagement et de correction des cours d'eau et le début de l'utilisation de la houille blanche, la maîtrise des «données eau» s'est avérée indispensable. Pour pouvoir assumer cette tâche, le Conseil fédéral a décidé en octobre 1863 de faire des «observations complètes et uniformes»⁵ des cours et plans d'eau suisses. Après avoir présenté les principales techniques de mesure, cet article se concentrera sur les stations hydrométriques du bassin du Rhône en amont du Léman.

³ *Ibidem*.

⁴ Daniel L. VISCHER, *Histoire de la protection contre les crues en Suisse*, Berne, 2003, p. 32.

⁵ <http://www.bafu.admin.ch/grundwasser/09039/12691/index.html?lang=fr&msg-id=48362> (consulté le 15 juin 2015).

Les techniques de mesures

La mesure des niveaux

C'est en 1779 qu'a été installée la première station limnimétrique de Suisse, à Vevey, sur le Léman. «Le limnimètre fut placé par un particulier, le colonel Mestrezat, qui fit établir contre le mur de sa terrasse, au lieu-dit le Creux du Plan, une échelle sur marbre, graduée en pouces du pied de Berne»⁶. Des relevés réguliers étaient faits à la règle et consignés. Le zéro de cette règle correspondait au plus bas niveau constaté en 1779. Une comparaison avec d'autres limnimètres installés postérieurement n'était pas possible; il faudra attendre 1874 pour que les règles des stations du Léman soient calées sur les repères du nivellement fédéral⁷. Dès le milieu du XIX^e siècle, une augmentation constante du nombre de stations avec des niveaux d'eau relevés en continu est constatée et en 1866, le Bureau central suisse d'hydro-métrie, fondé par la Société helvétique des sciences naturelles, a introduit un instrument appelé limnigraphe, capable d'enregistrer de façon autonome les niveaux⁸. En 1876, François-A. Forel en a installé un de sa propre conception à Morges sur le Léman, puis, en juin 1877⁹, Philippe Plantamour a installé celui de Genève-Sécheron. Les premiers limnigraphes fonctionnaient avec un flotteur installé dans

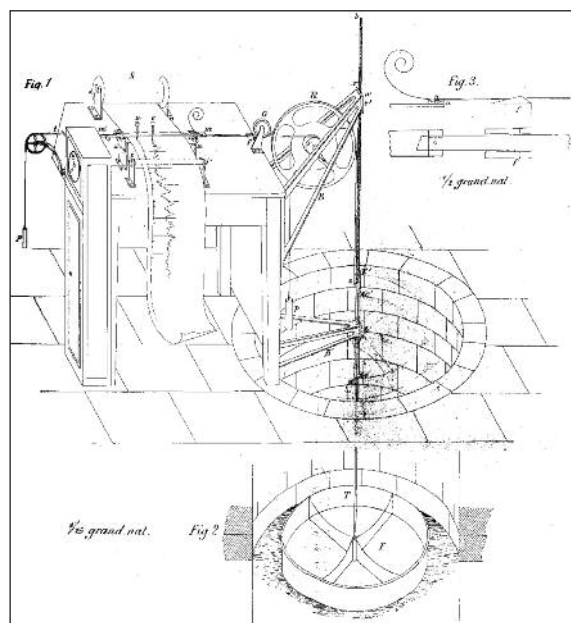


Fig. 2. Schéma de principe du limnimètre-enregistreur de Philippe Plantamour. (Reproduit avec l'autorisation du Musée d'histoire des sciences, Genève).

- ⁶ Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, *Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, 10 (1843), p. 332.
- ⁷ François-A. FOREL, «Description des limnimètres du Lac Léman», dans *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, vol. 14, cahier 77 (1877), p. 590-591.
- ⁸ Service hydrologique et géologique national, *Présentation de quelques activités et prestations*, Berne, 1998, p. 2.
- ⁹ François-A. FOREL, «Limnimétrie du Léman», dans *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, vol. 15, cahier 79 (1878), p. 307.

un puits ou dans un tube vertical et relié par câble ou par tige à un enregistreur-papier monté sur un tambour tournant. Leur emploi perdure, certaines stations de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) étant encore équipées d'instruments de ce type: c'est le cas, dans le bassin du Rhône, des stations sur la Drance de Bagnes-Le Châble, ainsi que de la station du Léman-Château de Chillon. Ce système implique la construction d'un puits relié généralement par un tube horizontal au plan d'eau, ou le montage sur un mur vertical, pile de pont par exemple. L'inconvénient majeur de ce dispositif est le risque important d'endommagement ou de destruction lors de crues. Dès 1939, grâce au développement de capteurs pneumatiques de type «bulle à bulle», alimentés en air comprimé par un compresseur, la partie immergée de l'installation a pu être réduite. L'instrumentation des stations de mesure a été progressivement adaptée dans les stations où un branchement au réseau électrique était réalisable.



Fig. 3a. Limnigraphe avec flotteur sur la Saltine (Brigue).
(Photo: Beat Sigrist).



Fig. 3b. Mesure avec capteur «bulle à bulle» sur la Saltine (Brigue).
(Photo: Beat Sigrist).

Depuis les années 1980 ont également été utilisés d'autres systèmes comparables, nécessitant moins d'infrastructures, comme le système Neyrpic en région alpine. Il s'agit d'enregistreurs avec feutre sur rouleau en continu, alimentés par pile, le capteur pneumatique fonctionnant avec une bouteille d'air comprimé. Ce

système attractif, dont l'autonomie est d'environ six mois, a pour inconvénient principal de nécessiter un récipient rempli de mercure dans le système de mesure des différences de pression de la sonde. Les risques de pollution au mercure étant élevés, il a été rapidement abandonné.

Il existe également des systèmes de capteurs à pression avec membrane en céramique, pouvant être montés dans des tubes de diamètre réduit, alimentés par piles et consommant peu d'électricité.

Une révolution technologique

En 1990, les premières installations sans contact avec le plan d'eau ont fait leur apparition.

Le système de mesure par ultrason en faisait partie; il comptait le temps de retour entre l'émission d'un signal réfléti par l'eau et sa réception, mais cette technique impliquait une autocalibration sur une distance de référence. Ce principe a été rapidement remplacé par la mesure radar, qui ne nécessite pas de mesure de référence. L'OFEV utilise pour effectuer ses mesures des capteurs de fabrication VEGA. Ce système est installé sur le réseau hydrométrique suisse depuis environ 25 ans; il est principalement utilisé pour obtenir des mesures en parallèle et offrir ainsi une plus grande sûreté par la redondance des données collectées. En ce qui concerne l'évolution des systèmes de mesure, les changements dans le traitement et les transmissions de données ne peuvent être ignorés. Jusqu'à la fin des années 1980, les données collectées étaient analogiques. Un observateur local changeait une fois par semaine les feuilles du limnigraphe et envoyait par courrier la feuille de la semaine



Fig. 3c. Mesure avec radar sur la Saltine (Brigue).
(Photo: Eugène Lehmann).

écoulée. Progressivement, les stations ont été adaptées pour permettre le passage au mode numérique avec télétransmission des données par ligne de téléphone ou module GSM. Certains systèmes sont devenus caducs, car la numérisation des données analogiques produites était impossible sur site.

La détermination du débit

Le débit est la grandeur physique la plus importante en hydrologie. Les débits interviennent dans les questions de dimensionnement d'ouvrages de génie civil, tels que les ponts, et aussi dans les calculs de bilans hydriques ou des matières transportées. On définit le débit comme la quantité d'eau s'écoulant en une seconde à travers une section perpendiculaire au cours d'eau. La plupart du temps, c'est une grandeur qu'on ne peut pas mesurer directement et en continu. [...] Avec les débits mesurés (Q) pour différents niveaux d'eau (H), on établit une courbe d'étalonnage niveau/débit (relation H/Q). Cet étalonnage permet d'effectuer ensuite la transformation de n'importe quelle mesure de niveau en un débit.¹⁰

Diverses méthodes sont appliquées pour obtenir ponctuellement un débit. De manière générale, la mesure du champ des vitesses dans une section transversale du cours d'eau se fait à l'aide d'un moulinet hydrométrique. Le moulinet peut se fixer sur une perche métallique ou être placé à l'extrémité d'un «saumon» suspendu à un câble. On peut ainsi le maintenir dans le courant à partir d'un pont ou d'un

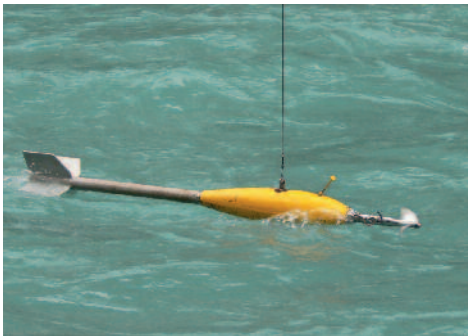
Fig. 4a. Moulinet hydrométrique fixé sur une perche.

(Photo: Beat Sigrist).



Fig. 4b. Moulinet hydrométrique sur un saumon, avec stabilisateur.

(Photo: Beat Sigrist).



¹⁰ Service hydrologique et géologique national, *Présentation de quelques activités et prestations*, p. 5.

téléphérique. Lors d'un jaugeage effectué sur une section transversale choisie, on mesurera, pour environ vingt positions, la vitesse de l'eau à cinq profondeurs différentes, de façon à obtenir une vitesse moyenne du courant, valable pour la surface du profil mesuré. Une double intégration permet de calculer le débit¹¹. Le premier moulinet, inventé par Woltman en 1790, a été utilisé en Suisse pour la première fois en 1807 lors des études pour la construction du canal de la Linth. Avant la construction d'installations de jaugeage fixes, les jaugeages étaient effectués avec des bateaux de pontonniers assemblés.



Fig. 5. Mesure par bateau.

(Photo: Archives OFEV).

L'achat d'un moulinet supplémentaire n'est pas étranger à l'augmentation du nombre de stations: «Pour les jaugeages, il nous faut un second moulin hydrométrique avec sonnerie électrique; cet instrument coûte fr. 250»¹². La première mesure effectuée en Valais a été faite sur le Rhône, à la Porte-du-Scex, en 1887.

Les techniques suivantes ont été utilisées en complément ou en remplacement de la méthode par moulinet:

- Mesures par flotteur: cette méthode est utilisée en cas de crues extrêmes. Elle permet d'enregistrer des mesures ponctuelles d'une vitesse en surface avec extrapolation du champ de vitesses.

¹¹ *Ibidem.*

¹² *Message du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale sur le budget pour l'année 1889*, Berne, 1888.

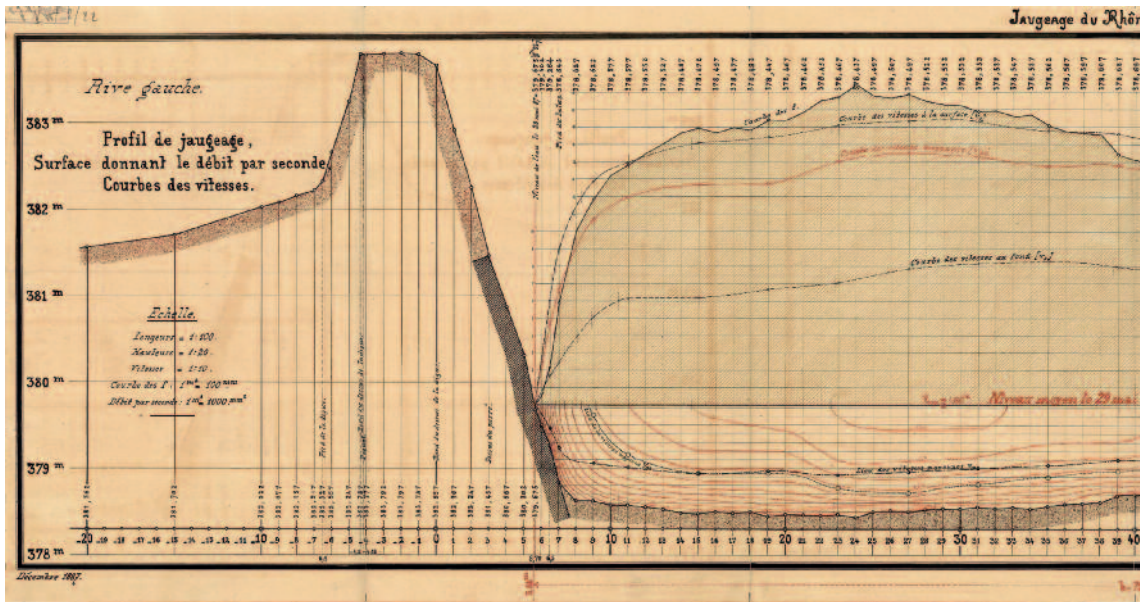


Fig. 6. Jaugeage du Rhône à la Porte-du-Scex du 28 mai 1887.

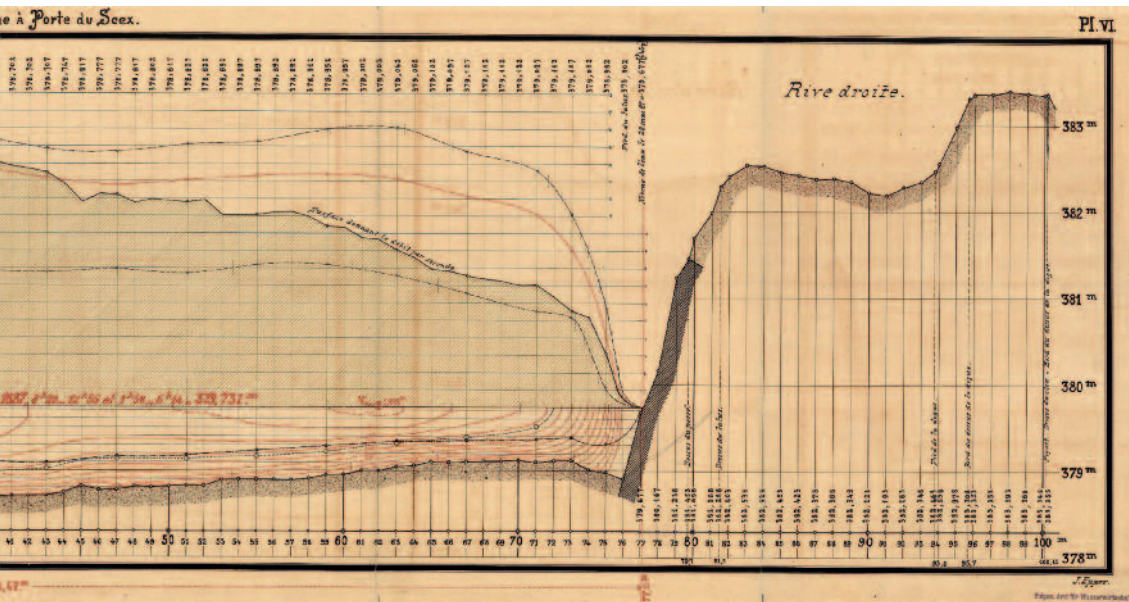
(Archives OFEV).



Fig. 7. ADCP SonTek monté sur flotteur.

(Photo: Beat Sigrist).

- Mesures par ADCP («Acoustic Doppler Current Profiler»): monté sur bateau ou sur flotteur, cet instrument est déplacé en surface d'une rive à l'autre. Il évalue la vitesse du courant en tout point par la mesure du décalage de la fréquence des ultrasons réfléchis par les matières solides en suspension (effet



Doppler). En même temps, la profondeur et le déplacement sont mesurés et définissent la surface mouillée du profil.

- La mesure par dilution par intégration: on déverse une quantité précise d'un colorant ou de sel. L'augmentation de la concentration évaluée soit par spectrofluorimètre (pour les colorants), soit par la mesure de la conductivité (pour les sels) permet de déterminer le débit en intégrant la surface de la courbe définie par le passage complet du marqueur.
- La mesure par dilution par déversement constant: on injecte en continu un colorant jusqu'à obtenir une concentration stable dans le cours d'eau. Le débit est déterminé par comparaison entre les échantillons prélevés, la concentration du colorant injecté et la fluorescence naturelle du cours d'eau.

Les stations hydrométriques du bassin du Rhône, du glacier au Léman

1851-1900: le temps des pionniers et des grandes corrections fluviales

Les plus anciens niveaux observés en amont du Léman sont les relevés au limnimètre «vaudois» de la Porte-du-Scex à partir d'avril 1851. En décembre 1862, un premier réseau limnimétrique cantonal a été mis en place par le canton de Vaud:

Il a été déjà question depuis quelques années d'établir des règles limnimétriques sur le littoral vaudois du Rhône, mais cette opération n'a pu avoir lieu qu'à la fin de 1862. Ces règles sont établies au nombre de cinq, savoir: au pont de Chessel, au bac d'Illarse, au pont de Collombey, au bac de Massonger, au pont de St-Maurice. Ces observations ont lieu par les soins de la gendarmerie. M. le colonel Burnier, de Morges, a fait observer, à

ses frais, pendant quelques années le Rhône à la Porte du Scex, au moyen d'une règle qu'il a fait établir.¹³

Selbstverrichtete hydrometrische Beobachtungen. — Observations hydrométriques faites.

Canton *Waadt*

Monats-Tabelle. — Tableau mensuel.

Flussgebiet *V.*
Bassia

Gewässer *Rhone*
Kauz

Monat *April* 18 *81*
Moisd

Pegelstation
Station limnimétrique *Porte du Scex*

Wasserstände. — Hauteurs du niveau de l'eau.

Geometrische Beobachtungen.
Observations géométriques.

Ausgangsmessungen.
Observations de base.

Ingenieur.

Verschiedene Beobachtungen. — Observations diverses.

(Verschiedene Beobachtungen (all der Tage, Temperatur, Schmelzwasser, Schneefall, Regen, Wind, etc.)
(Des de l'eau (tous les jours), température de l'air, pluie, neige, vent, etc.)

Die Beobachtungen sind in der ersten Spalte anzugeben. — Les observations doivent être indiquées dans la première colonne.

Datum.	Wasserstände. — Hauteurs du niveau de l'eau.										Verschiedene Beobachtungen. — Observations diverses.				
	Geometrische Beobachtungen. Observations géométriques.					Ausgangsmessungen. Observations de base.					Ingenieur.				
	Morgens. Matin.		Mittags. Midi.		Abends. Soir.		Nachts. Nuit.		Uhr. Heure.		Uhr. Heure.		Uhr. Heure.		
	Uhr. Heure.	m.	cm.	m.	cm.	m.	cm.	m.	cm.	m.	cm.	m.	cm.	m.	cm.
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
6.															
7.															
8.															
9.															
10.															
11.															
12.															
13.															
14.															
15.															
16.															
17.															
18.															
19.															
20.															
21.															
22.															
23.															
24.															
25.															
26.															
27.															
28.															
29.															
30.															
31.															

Besondere Bemerkungen. — Remarques particulières.

Den *18* Name und Wohnort des Pegelbeobachters
Le *18* Nom et domicile de l'observateur du limnimètre

Druckort: Sion, bei der Druckerei.

Druckort: Sion, bei der Druckerei.

K. u. S. — 18. 4. 1881.

Fig. 8a. Relevés limnimétriques de la Porte-du-Scex (avril 1851).

(Archives OFEV).

¹³ Louis GONIN, *Mémoire sur les observations limnimétriques et pluviométriques qui ont lieu dans le canton de Vaud, aux frais de l'Etat*, Lausanne, 1863.

François-A. Forel, en créant le néologisme de «limnologie» tiré du grec *limné* (eau stagnante, étang), excluait *de facto* l'eau en mouvement. Il n'est donc pas étonnant que les premières observations du Rhône à Sion, faites à la règle, depuis avril 1852, soient définies comme relevés «rhôdanométriques».

Observations Rhôdanométriques

Le 0 de l'Échelle - 487^{mm} 99 au dessus de la Mer.

1865

Pont de Sion

Année 1865	Mois Avril	HEURES					
		Matin	Midi	Soir	Matin	Midi	Soir
	8	0 00			à 8 h.		
	9	0 05			"		
	10	0 07			"		
	11	0 09			"		
	12	0 10			"		
	13	0 15			"		
	14	0 30	0 28	0 25	7	à 1 h.	à 5 h.
	15	0 25	0 25	0 25	"	"	"
	16	0 30	0 32	0 34	"	"	"
	17	0 30	0 47	0 30	"	"	"
	18	0 60	0 48	0 30	"	"	"
	19	0 60	—	—	"	—	—
	20	0 30	0 70	0 75	"	à 1 h.	à 5 h.
	21	0 30	0 73	0 78	"	"	"
	22	0 30	0 73	0 78	"	"	"
	23	0 30	0 72	0 75	"	"	"
	24	0 30	0 72	0 75	"	"	"
	25	0 30	0 72	0 75	"	"	"
	26	0 30	0 72	0 75	"	"	"
	27	0 30	0 70	0 72	"	"	"
	28	0 35	0 80	0 85	8	"	"
	29	1 00	0 75	0 87	"	"	"
	30	1 00			"	—	—

Fig. 8b. Relevés rhôdanométriques de Sion (avril 1865).

(Archives OFEV).

A la fin des années 1880, le développement de nouvelles installations permettant un enregistrement automatique a incité la création d'un premier réseau de mesures en continu:

Nous avons l'intention d'établir sur divers cours d'eau des appareils notant automatiquement les niveaux (limnigraphes), afin de pouvoir observer plus exactement les fluctuations du niveau et la durée des crues. Nous pensons établir cette année une station semblable sur le Rhône et il nous faut pour cela une somme de fr. 1000.—.¹⁴

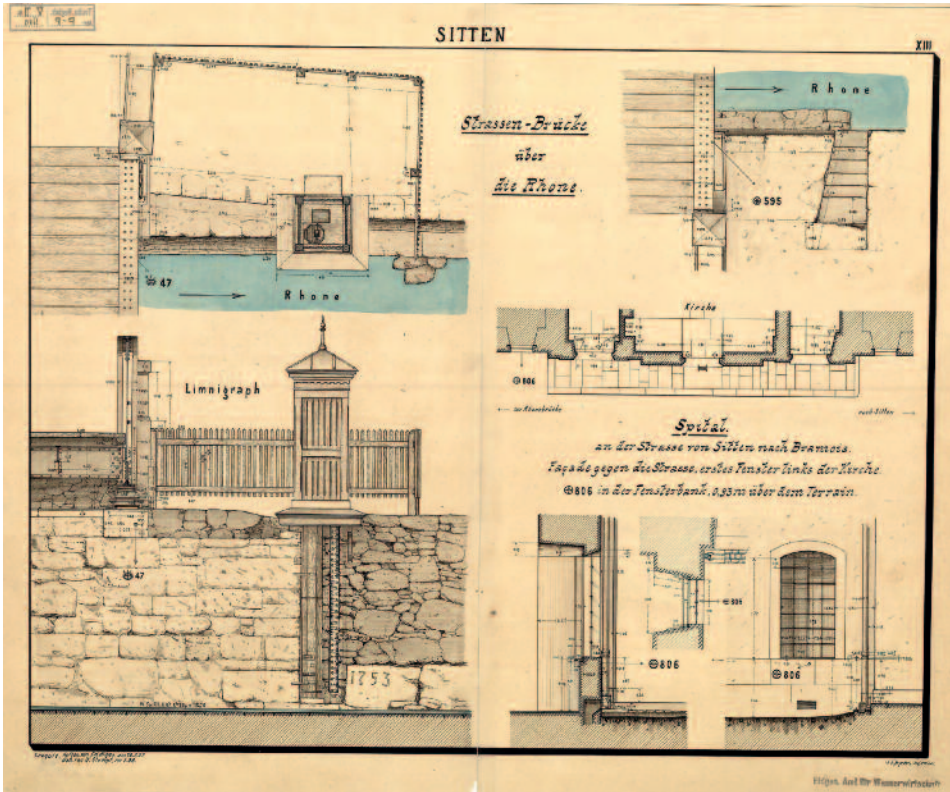


Fig. 9. Plans et élévations de la station du Rhône à Sion.

(Archives OFEV).

La station de Sion a finalement été mise en fonction en août 1890. L'équipement en enregistreur à la station de la Porte-du-Scex a suivi en 1891. Jusqu'à la fin du siècle, un réseau de 30 stations a été mis en service. Bien que des mesures ponctuelles de débits aient été effectuées pour diverses stations, ce n'est qu'à Gletsch qu'une détermination en continu a été mise en place (en juin 1893). Les mesures effectuées à Gletsch sont à mettre en parallèle avec les premières études et mensurations des glaciers en Suisse. Le glacier du Rhône a servi de «glacier pilote» pour la toute nouvelle «Commission des glaciers» créée le 27 août 1869 et composée de

¹⁴ Message du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale sur le budget pour l'année 1889.

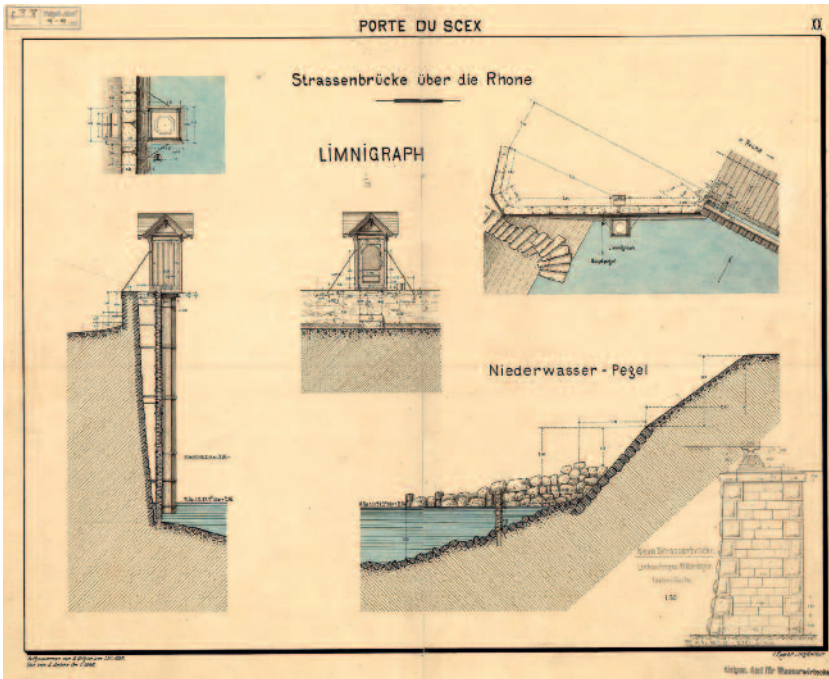
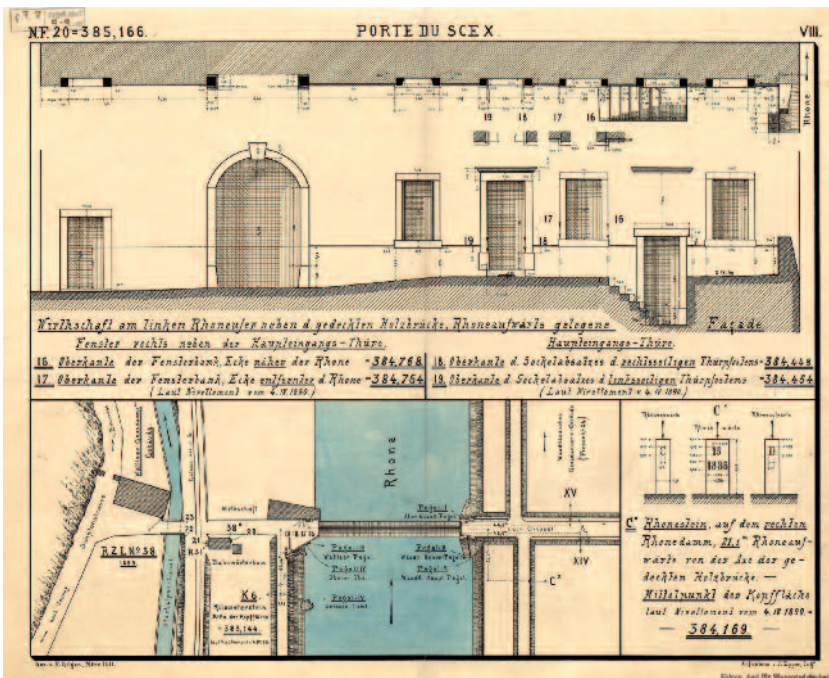


Fig. 10a. Emplacement des limnimètres de la Porte-du-Scex.

(Archives OFEV).

Fig. 10b. Plans et élévations de la station de la Porte-du-Scex.

(Archives OFEV).



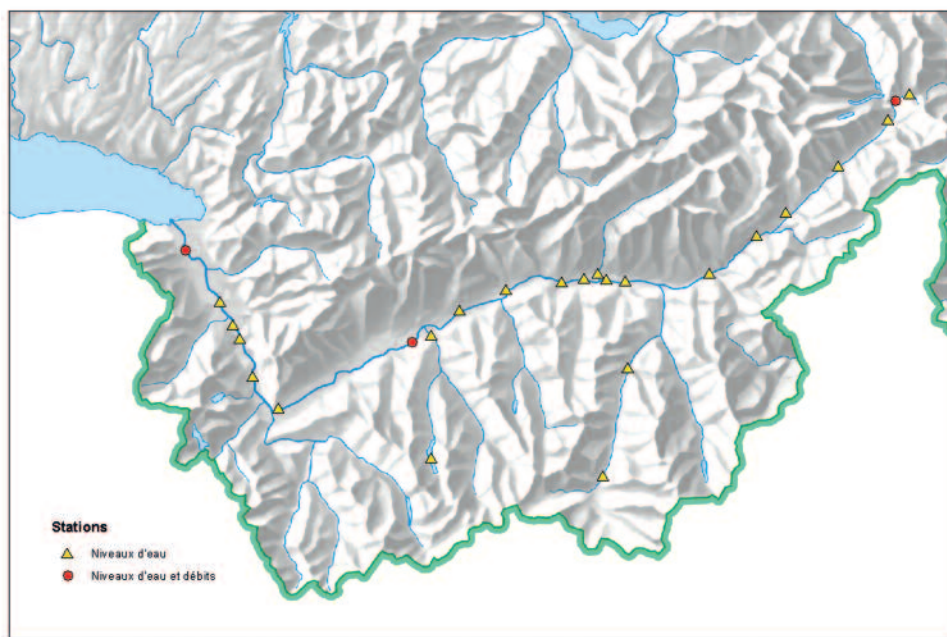


Fig. 11. Stations de mesure installées dans le bassin du Rhône en amont du Léman entre 1864 et 1900.



Fig. 12. Gletsch vu depuis le glacier du Rhône.

(Photo: Beat Sigrist).

six membres venant pour moitié du Club Alpin Suisse (CAS) et pour moitié de la Société helvétique des sciences naturelles (SHSN). La première mensuration du glacier a été réalisée en 1874. Huit profils ont été définis et mesurés annuellement¹⁵. La mesure du débit à Gletsch et les mesures des précipitations dans son bassin versant ont permis d'étudier le bilan hydrologique du glacier. Il faudra attendre le début du XX^e siècle pour observer une augmentation sensible du nombre de stations dont le débit est déterminé.

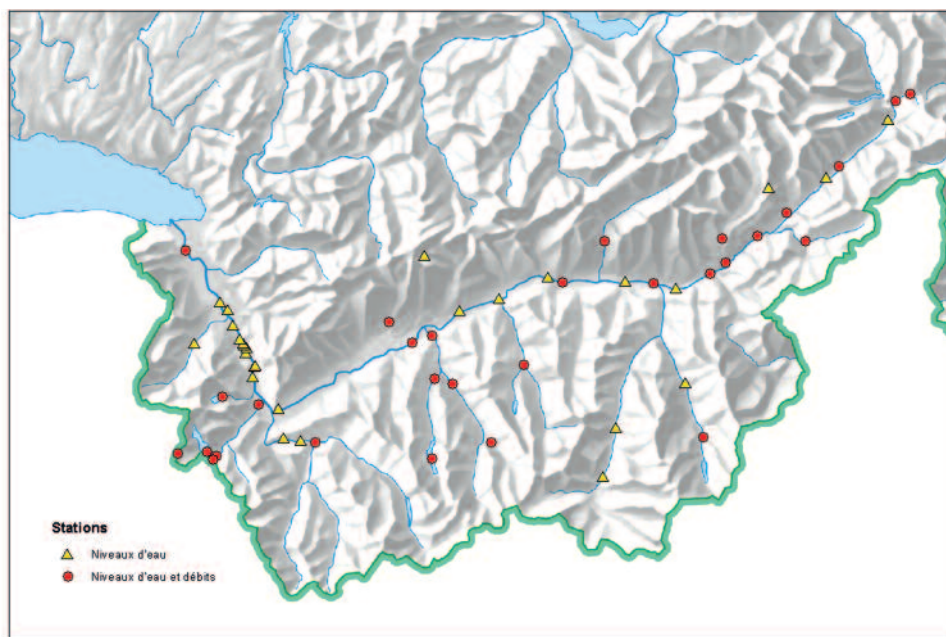


Fig. 13. Stations de mesure dans le bassin du Rhône en amont du Léman entre 1910 et 1920.

Plusieurs stations situées sur le Rhône ont servi, lors de la Première Correction du Rhône (1863-1894), à assurer une observation continue des niveaux du cours d'eau. Leur équipement ne comportait généralement qu'une règle, relevée trois fois par jour. Ainsi, sur une distance de 10 km entre Rarogne et Gampenen, ce ne sont pas moins de six stations qui ont été en service. Le bien-fondé des aménagements pouvait être contrôlé au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Dans le secteur critique du cône de déjection de l'Ilgraben, une attention particulière a été accordée à la capacité de charriage du Rhône, avant et après les travaux. Il est utile de rappeler les inquiétudes des experts de l'époque:

La première et incessante cause des débordements consiste pour le Rhône, comme pour presque tous nos fleuves sujets à déborder, essentiellement dans les galets provenant des

¹⁵ «Bericht der Gletscher-Kommission», dans *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 54 (1871), p. 123-125.

montagnes en décomposition et se déposaient [*sic*], en masses considérables, partout où le fleuve n'a pas assez de volume et de rapidité pour les charrier, rehaussant ainsi son lit d'où les eaux débordent. [...] Il s'agit donc pour la correction susmentionnée d'éloigner autant que possible les galets du Rhône, d'un autre côté d'encaisser solidement le fleuve, en lui donnant une largeur en rapport avec les basses et les hautes eaux, de raccourcir son cours en coupant ses grands détours, et le forcer ainsi à transporter ces masses énormes de sable, qu'on ne saurait retenir, tant qu'on ne voudrait pas s'en servir au colmatage, dans leur dépôt naturel, le lac Léman.¹⁶

De cette époque pionnière, quelques stations sont encore en service. La seule dont le bassin versant est resté de la même grandeur est la station de la Porte-du-Scex, qui a été transférée de la rive valaisanne à la rive vaudoise. Pour la station de Brigue, déplacée en aval de l'embouchure de la Saltine, et celle de Sion, déplacée en aval de l'embouchure de la restitution des eaux turbinées de l'usine de Chandoline, les changements intervenus ne permettent plus une cohérence des données collectées.

1900-1960: l'épopée des grands barrages

Depuis la construction de la première centrale électrique d'importance en Valais, la centrale des CFF de Massaboden à Bitsch, mise en service en 1899 et servant à l'électrification de la ligne du Simplon, l'utilisation des ressources en houille blanche se généralise au cours du XX^e siècle. De deux centrales en 1900, nous passons à 16 en 1920, 35 en 1950 et 69 en 1965. Pour permettre les études de faisabilité des projets d'aménagements hydrauliques, de nombreuses stations de mesure ont été nécessaires. Pour des projets ambitieux, tels que celui de la Grande-Dixence, la collecte des données était spécialement importante. L'Etat ayant la haute surveillance de l'utilisation de la force hydraulique, il était indispensable qu'il créât les instruments permettant de fournir les données statistiques nécessaires. Si le projet aboutissait, les stations étaient souvent abandonnées, car elles étaient généralement situées en aval des prises d'eau ou parfois utilisées après la mise en service pour la régulation des installations. Cette évolution des objectifs du réseau hydrométrique en Suisse est spécialement visible en Valais et se traduit également dans les structures et les formes d'organisation successives. Le Bureau central suisse d'hydrométrie – alors bureau indépendant – a été rattaché en 1872 à l'Inspectorat des travaux publics, nouvellement créé au Département fédéral de l'intérieur, dont il est devenu le Bureau fédéral de l'hydrométrie. Puis, en 1908, il est devenu une division indépendante en tant que Division de l'hydrographie nationale:

C'est en 1908 que fut adopté l'article constitutionnel 24bis conférant à la Confédération la haute surveillance sur l'utilisation des forces hydrauliques. [...]

¹⁶ Rapport de la Commission du Conseil des Etats sur la correction du Rhône (du 24 juin 1863), dans *Feuille Fédérale Suisse*, XV^e Année, Volume III, 29 (4 juillet 1863), p. 48.

Transformation de l'Hydrographie nationale en «Service des eaux» (Abteilung für Wasserwirtschaft) par la loi du 26 mars 1914 sur l'organisation de l'administration fédérale.

Transformation en «Service fédéral des eaux» (Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft), selon la loi du 21 juin 1919 sur l'organisation du Département fédéral de l'intérieur. Cela, suite à l'entrée en vigueur, le 1^{er} janvier 1918, de la loi fédérale de 1916 sur l'utilisation des forces hydrauliques.

En 1930 s'opère un transfert provisoire au Département des postes et des chemins de fer (aujourd'hui Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication).¹⁷

En 1910, avec 53 stations de mesure en Valais, le réseau en est à son maximum. Il diminue ensuite continuellement pour ne compter plus que 18 stations à la fin de la Deuxième Guerre mondiale. Les explications sont doubles:

- Raisons économiques: à cause du krach boursier de 1929 et de la Deuxième Guerre mondiale, les priorités budgétaires ne permettaient plus l'entretien d'un réseau aussi important.
- Raisons hydrologiques: en raison de la réalisation de nombreux aménagements hydroélectriques, plusieurs stations ont perdu leur intérêt hydrologique

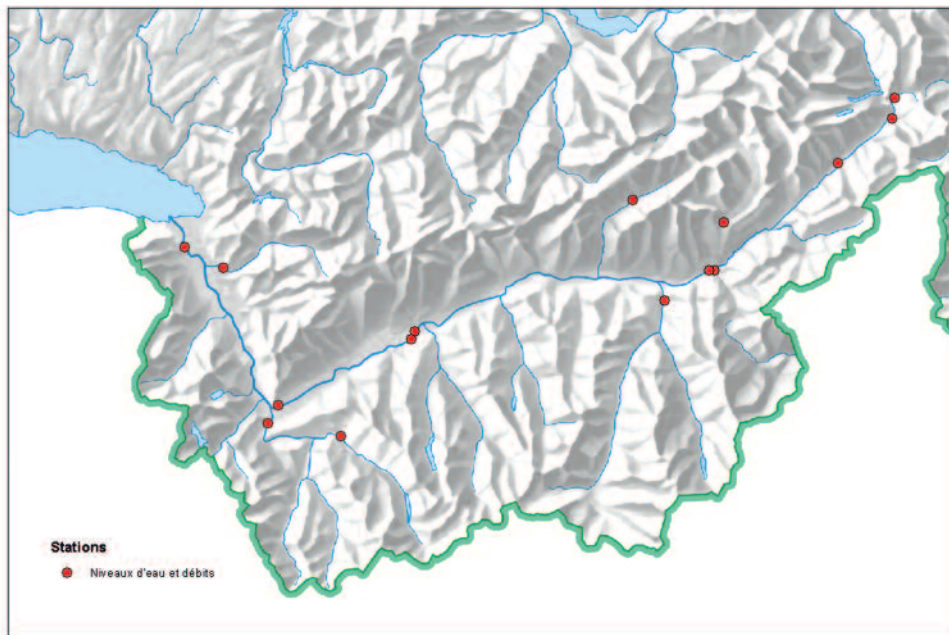


Fig. 14. Stations de mesure dans le bassin du Rhône en amont du Léman en 2015. La station Rhône-Oberwald, indiquée dans le tableau 1, mesure exclusivement la température, sans niveaux ni débits; elle n'apparaît donc pas sur la carte.

¹⁷ Charles EMMENEGGER, «125 ans d'hydrométrie en Suisse – Rétrospective», dans Service hydrologique et géologique national (éd.), *125 ans d'hydrométrie en Suisse*, Berne, 1988, p. 2-3.

Cours d'eau, Station	Emplacement		Distance de l'embouchure ou de la frontière suisse km	Bassin de réception km ²	Niveaux d'eau			Débits	Autres grandeurs
	Coordonnées	Altitude m s. m.			observés depuis	Rive	Limni-graphe depuis		
Rhone, Gletsch	670 810/157 200	1761	259	38,9	1955	d.	1955	1955	–
Rhone, Oberwald	669 870/154 080	1368	256,9	95,0	–	–	1990	–	T
Goneri, Oberwald	670 520/153 830	1385	0,5	40,0	1990	d.	1975	1990	–
Rhone, Reckingen	661 910/146 780	1311	244	215	1975	d.	1965	1975	–
Massa, Blatten bei Naters	643 700/137 290	1446	7,2	195	1965	d.	1965	1965	T
Saltina, Brig	642 220/129 630	677	0,6	77,7	1965	d.	1965	1965	–
Rhone, Brig	641 340/129 700	667	216	913	1965	d.	1961	1965	–
Vispa, Visp	634 150/124 850	659	3,4	778	1888	g.	1955	1903	T
Lonza, Blatten	629 130/140 910	1520	15,7	77,8	1955	g.	1953	1955	T
Sionne, Sion	594 400/119 900	500	0,34	27,7	2006	d.	1890	2006	–
Rhône, Sion	593 770/118 630	484	162	3373	1865	g.	1967	1916	T
Rhône, Branson	573 150/108 300	457	137	3752	1967	d.	1922	1967	–
Drance de Bagnes, Le Châble , Villette	582 550/103 270	810	4,6	254	1909	d.	1911	–	–
Drance, Martigny , Pont de Rossettan	570 930/105 200	474	2,3	672	1889	d.	1991	1191	–
Grande Eau, Aigle	563 840/130 000	414	3,0	132 ²⁾	1934	d.	1934	1934	–
Rhône, Porte-du-Scex	557 660/133 280	377	104	5244	1863	d.	1891	1904	T,S,Ti,C,I

Tableau 1. Liste des stations hydrométriques fédérales dans le bassin du Rhône en amont du Léman en 2015. T signifie température de l'eau; S, transport de matières en suspension; Ti, mesure de la turbidité; C, caractéristiques chimiques ou physiques de l'eau; I, isotopes.

et ont dû être progressivement abandonnées. Il devenait de plus en plus difficile d'implanter une station dans un secteur non influencé par les installations hydrauliques. Les stations sur les cours d'eau latéraux, stations qui, pour la plupart, ne mesuraient plus que des débits résiduels, n'étaient plus représentatives de leurs bassins versants. La multitude de prises d'eau et de déviations ne permettait plus d'analyses cohérentes du bilan hydrologique.

1960-2010: la prise de conscience écologique

Comme peu de nouveaux aménagements hydroélectriques ont été réalisés durant cette période, la priorité a été mise sur l'amélioration des structures existantes et de leur rentabilité; le réseau des stations de mesure ne devait plus s'adapter aux nouvelles situations et s'est donc stabilisé. En 2015, il compte 15 stations.

Le projet ambitieux d'Hydro-Rhône, prévoyant la création de dix barrages au fil du Rhône entre Sierre et le Léman, a (provisoirement?) été abandonné:

Au départ, l'idée était de produire de l'électricité grâce à une dizaine de paliers de dix mètres de haut, répartis le long du fleuve. Mais, dans les années 90, la mauvaise conjoncture et le prix de revient élevé du KWh, 12 centimes chez nous alors que les pays de l'Est le vendaient 2 centimes, ont fait capoter le projet.¹⁸

Cependant, la société est en mutation. Vu la constatation des dommages que notre mode de vie fait à la nature, la croyance aveugle à l'équation «développement technologique égale bonheur» diminue. Cette prise de conscience de la nécessité de protéger la nature est soulignée en 1962 par l'acceptation d'un article constitutionnel relatif à la protection de la nature et du paysage. Signe visible de cette nouvelle sensibilité vis-à-vis de notre environnement, l'observation des cours d'eau s'étend à la qualité de l'eau:

Conformément à la loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (art. 44, al. 1) et à la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (art. 57, al. 1), la Confédération procède à des enquêtes sur les nuisances grevant l'environnement et effectue des relevés d'intérêt national sur la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines. Le programme de «Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses» (NADUF) répond à ce mandat en suivant l'évolution des concentrations et des flux des substances contenues dans les cours d'eau importants.¹⁹

¹⁸ Jean PRALONG, «Le Rhône pour produire de l'électricité», dans *rhone.vs Magazine d'information sur la 3^e correction du Rhône*, 7 (décembre 2004), p. 2.

¹⁹ <http://www.bafu.admin.ch/hydrologie/01831/01840/?lang=fr> (consulté le 15 juin 2015).

Dans le bassin du Rhône, la station de la Porte-du-Scex est équipée d'un préleveur automatique d'échantillons.

D'autres paramètres sont progressivement venus se greffer sur le réseau de base, comme le relevé des températures et l'observation des matières en suspension et du charriage. Ces nouvelles préoccupations et tâches se sont retrouvées également dans la redéfinition politique de l'observation des cours d'eau:

Par décision du Conseil fédéral du 11 décembre 1978, la Division de l'hydrographie nationale a été détachée de l'Office fédéral de l'économie hydraulique pour être rattachée au 1^{er} janvier à l'Office fédéral de la protection de l'environnement.²⁰

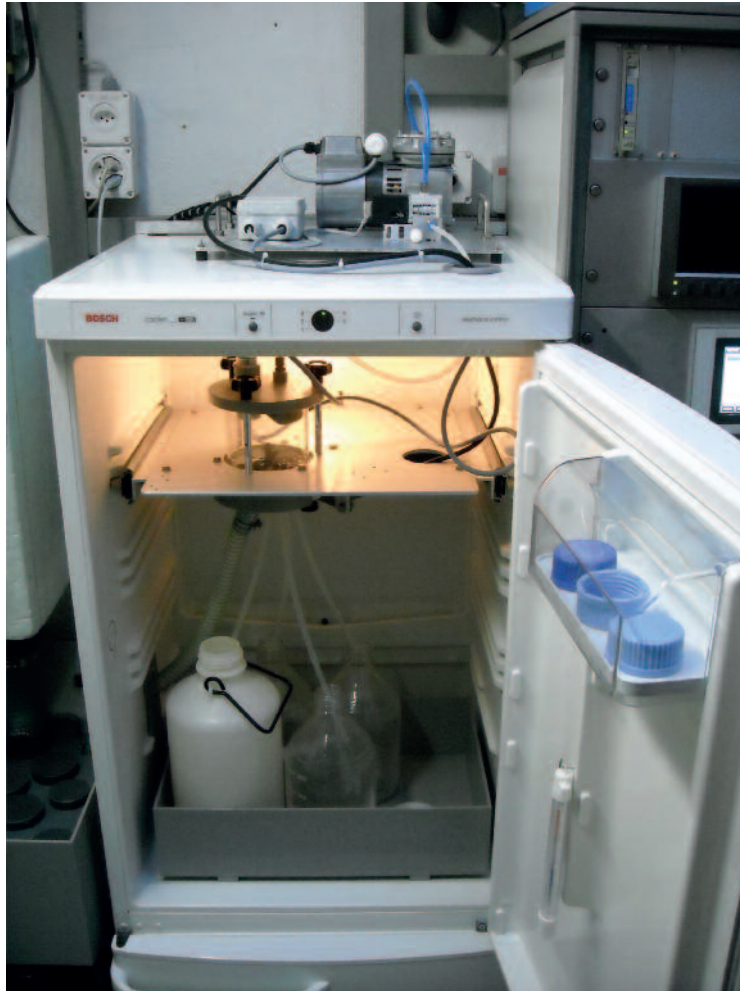


Fig. 15. Préleveur automatique d'échantillons proportionnels au débit.

(Photo: METAS).

²⁰ EMMENEGGER, «125 ans d'hydrométrie en Suisse», p. 2-3.



Fig. 16. Colonne de gauche de haut en bas, les stations de: Massa-Blatten près de Naters, Saltine-Brigue, Rhône-Brigue, Viège-Viège. Colonne de droite de haut en bas: Lanza-Blatten, Rhône-Sion, Drance-Martigny, Grande Eau-Aigle et Rhône-Porte-du-Scex.

(Photos: Eugène Lehmann, Beat Sigrist (Massa et Porte-du-Scex)).

La crue du 24 septembre 1993 et celle des 14-15 octobre 2000 ont montré que les risques liés au Rhône doivent être mieux gérés et qu'en cas de débordement, les dégâts doivent être minimisés et limités à des zones déterminées et contrôlables. Le projet de la Troisième Correction du Rhône essaie de combiner au mieux ces diverses contraintes en incluant une revitalisation du fleuve. Pour prévoir les crues, des modèles de plus en plus performants permettent des alertes de plus en plus précises. Le canton du Valais a développé son propre modèle appelé MINERVE. Toutefois, pour ajuster les modèles de prévision, des stations de mesure restent indispensables.

Conclusion

L'année 2014 a fêté le 150^e anniversaire du réseau de stations de mesure géré par la Confédération, un réseau devenu considérable. Depuis 150 ans, des stations génèrent des données dont la valeur statistique augmente à chaque année hydrologique ajoutée²¹. Les tendances de l'évolution du climat et du contrôle de nos ressources en eau peuvent être observées. Par leur qualité et leur homogénéité, ces données ont permis, au fil des années, d'apporter des réponses aux différentes préoccupations. Des grands travaux fluviaux aux revitalisations des cours d'eau, il est nécessaire d'observer au mieux les évolutions des parties mesurables, la nature restant imprévisible. Les données hydrologiques sont des archives, des chroniques, et doivent être continuées invariablement, même si on ne sait pas encore précisément comment elles seront utilisées dans le futur.

«We cannot manage what we cannot measure.»

²¹ Les observations sont systématiquement représentées et publiées depuis 1867. En 1917, cette publication a pris le nom d'*Annuaire hydrologique de la Suisse*. Les *Annuaire*s et les données actuelles peuvent être consultés sur le site: <http://www.hydrodaten.admin.ch/fr/> (consulté le 15 juin 2015).