

Annuaire hydrologique de la Suisse 2024

Débit, niveau et qualité des eaux suisses



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Annuaire hydrologique de la Suisse 2024

Débit, niveau et qualité des eaux suisses

Impressum

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Rédaction

Division Hydrologie de l'OFEV

Météo : Office fédéral de météorologie et de climatologie (MétéoSuisse)

Neige : Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF)

Glaciers : Département des géosciences de l'Université de Fribourg et Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW) de l'EPF de Zurich

Traduction

Service linguistique de l'OFEV

Mise en page

Funke Lettershop AG

Photo de couverture

Roseta dans le val Bavona (TI), le 30 juin 2024

© OFEV/swisstopo

Crédit photographique

Page 15 : Matthias Huss, Département des géosciences de l'Université de Fribourg

Source des données

Les analyses hydrologiques sont basées sur les données vérifiées de 2024.

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uz-2514-f

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand.

La langue originale est l'allemand.

Accès aux données et à de plus amples informations :

www.bafu.admin.ch/eaux

© OFEV 2025

Table des matières

Abstracts	5
Avant-propos	6
Résumé	7
1 Les faits qui ont marqué 2024	8
2 Conditions météorologiques	13
3 Neige et glaciers	14
4 Eaux de surface	16
5 Eaux souterraines	32
Annexe	35

Abstracts

The Hydrological Yearbook of Switzerland is published by the Federal Office for the Environment (FOEN) and gives an overview of the hydrological situation in Switzerland. It shows the changes in water levels and discharge rates of lakes, rivers and groundwater and provides information on water temperatures and the physical and chemical properties of the principal rivers in Switzerland. Most of the data is derived from FOEN surveys.

Publié par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Annuaire hydrologique de la Suisse donne une vue d'ensemble des événements hydrologiques de l'année au niveau national. Il présente l'évolution des niveaux et des débits des lacs, des cours d'eau et des eaux souterraines. Des informations sur les températures de l'eau ainsi que sur les propriétés physiques et chimiques des principaux cours d'eau du pays y figurent également. La plupart des données proviennent des relevés de l'OFEV.

Das Hydrologische Jahrbuch der Schweiz wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) herausgegeben und liefert einen Überblick über das hydrologische Geschehen auf nationaler Ebene. Es zeigt die Entwicklung der Wasserstände und Abflussmengen von Seen, Fließgewässern und Grundwasser auf und enthält Angaben zu Wassertemperaturen sowie zu physikalischen und chemischen Eigenschaften der wichtigsten Fließgewässer der Schweiz. Die meisten Daten stammen aus Erhebungen des BAFU.

L'Annuario idrologico della Svizzera, edito dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), fornisce una visione d'insieme degli eventi idrologici in Svizzera. Illustra l'andamento dei livelli idrometrici e delle portate dei laghi, dei corsi d'acqua e delle acque sotterranee e contiene informazioni sulle temperature e sulle proprietà fisiche e chimiche dei principali corsi d'acqua in Svizzera. I dati in esso pubblicati provengono in gran parte da rilevazioni effettuate dall'UFAM.

Keywords :

hydrology, rivers, lakes, groundwater, water level, discharge, water temperature, water quality

Mots-clés :

hydrologie, cours d'eau, lacs, eaux souterraines, niveaux d'eau, débits, température de l'eau, qualité de l'eau

Stichwörter :

Hydrologie, Fließgewässer, Seen, Grundwasser, Wasserstand, Abfluss, Wassertemperatur, Wasserqualität

Parole chiave :

idrologia, corsi d'acqua, laghi, acque sotterranee, livelli delle acque, portate, temperatura dell'acqua, qualità dell'acqua

Avant-propos

L'année 2024 s'est révélée extrême, avec un hiver très doux, un printemps humide et un été caniculaire ponctué de nombreuses intempéries. Une situation qui, selon les scénarios climatiques et hydrologiques, pourrait se répéter plus souvent, voire s'intensifier à l'avenir.

Les précipitations extrêmes et les intempéries qui ont frappé plusieurs régions de Suisse, provoqué des dégâts et fait des victimes constituent le fil rouge du présent Annuaire hydrologique de la Suisse 2024. Les cantons du Valais, du Tessin et des Grisons ont été particulièrement touchés, tout comme l'Oberland bernois et la Suisse orientale. Le chapitre 1 résume les événements d'un point de vue hydrologique et statistique. Des aspects spécifiques sont aussi abordés dans les autres chapitres. Ainsi, les fortes précipitations ont non seulement gonflé les débits, mais aussi entraîné beaucoup de galets et de matières rocheuses plus fines dans les cours d'eau, ce qui s'est également reflété dans les mesures des matières en suspension effectuées par l'OFEV en Valais (chap. 4).

Par ailleurs, 2024 a été une nouvelle année très chaude. C'est ce qui ressort aussi bien des données météorologiques de MétéoSuisse (chap. 2) que des relevés de la température des cours d'eau et des eaux souterraines (chap. 4).

Les données et les évaluations présentées dans cet annuaire ainsi que d'autres résultats de mesures fournissent notamment les bases pour l'analyse des événements climatiques extrêmes de 2024, élaborée conjointement par les services spécialisés de la Confédération et des cantons concernés.

Carlo Scapozza, division Hydrologie
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Résumé

Les faits qui ont marqué 2024

Des intempéries accompagnées de fortes précipitations ont provoqué des crues en maint endroit au cours de l'été 2024. Le niveau du lac de Constance a dépassé la limite de crue de début juin à la seconde quinzaine de juillet. De fortes précipitations et des orages ont entraîné à plusieurs reprises des débits extrêmes dans des cours d'eau en juin, notamment en Valais et au Tessin. Des inondations et des laves torrentielles ont causé des dégâts importants aux zones habitées et aux infrastructures, plusieurs personnes ont perdu la vie.

Conditions météorologiques

La Suisse a connu une nouvelle année très chaude. À commencer par l'hiver le plus doux jamais enregistré. Le printemps a été particulièrement pluvieux dans bien des régions, surtout dans le sud des Alpes. La saison estivale a été marquée par le deuxième mois d'août le plus chaud depuis le début des mesures et plusieurs graves intempéries. À la fin de l'automne, les régions de basse altitude des deux côtés des Alpes ont enregistré des chutes de neige record.

Neige et glaciers

L'hiver 2023/2024 a été exceptionnellement riche en précipitations et chaud. En raison des températures supérieures à la moyenne, les hauteurs de neige en dessous de 1400 m ont été nettement inférieures à la moyenne. Les températures élevées enregistrées en juillet et août, combinées à la poussière du Sahara, ont entraîné une perte de 2,5 % du volume des glaciers.

Débits des cours d'eau, niveaux des lacs et températures de l'eau

Dans de nombreux cours d'eau et lacs, les moyennes annuelles des débits et des niveaux d'eau se sont situées au-dessus de la norme en 2024. De fortes précipitations ont provoqué à plusieurs reprises des crues à l'échelle locale et régionale et entraîné une élévation prolongée des niveaux des lacs, en particulier dans les cantons du Valais, du Tessin et des Grisons, mais aussi en Suisse orientale et dans l'Oberland bernois. En hiver et à la fin de l'été, les températures des cours d'eau ont parfois dépassé la moyenne, mais les valeurs sont largement restées dans la norme tout au long de l'année.

Isotopes stables

L'année 2024 a été très chaude, en particulier le mois d'août. Les valeurs de deutérium et d'oxygène-18 mesurées dans les précipitations en 2024 ont donc été supérieures à la moyenne des dernières années. Les valeurs enregistrées dans le Rhin, l'Aar et le Rhône se situaient dans la moyenne pluriannuelle.

Eaux souterraines

En comparaison pluriannuelle, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources en 2024 ont été hauts à une moitié des stations de mesure environ. De même, près d'une station sur deux a fait état de températures élevées dans les eaux souterraines.

1 Les faits qui ont marqué 2024

Des intempéries accompagnées de fortes précipitations ont provoqué des crues en maint endroit au cours de l'été 2024. Le niveau du lac de Constance a dépassé la limite de crue de début juin à la seconde quinzaine de juillet. De fortes précipitations et des orages ont entraîné à plusieurs reprises des débits extrêmes dans des cours d'eau en juin, notamment en Valais et au Tessin. Des inondations et des laves torrentielles ont causé des dégâts importants aux zones habitées et aux infrastructures, plusieurs personnes ont perdu la vie.

Le printemps 2024, marqué par des pluies abondantes, s'est terminé en mai par de fortes précipitations. Le mois de juin s'est aussi souvent révélé pluvieux. Les précipitations récurrentes et les orages parfois violents se sont traduits par des sols mouillés et des niveaux d'eau élevés dans de nombreuses régions. Les quelques jours ensoleillés n'ont pas suffi à détendre la situation partout. Au contraire, beaucoup de cours d'eau et de lacs ont par la suite vu leurs niveaux monter brusquement au moindre épisode pluvieux.

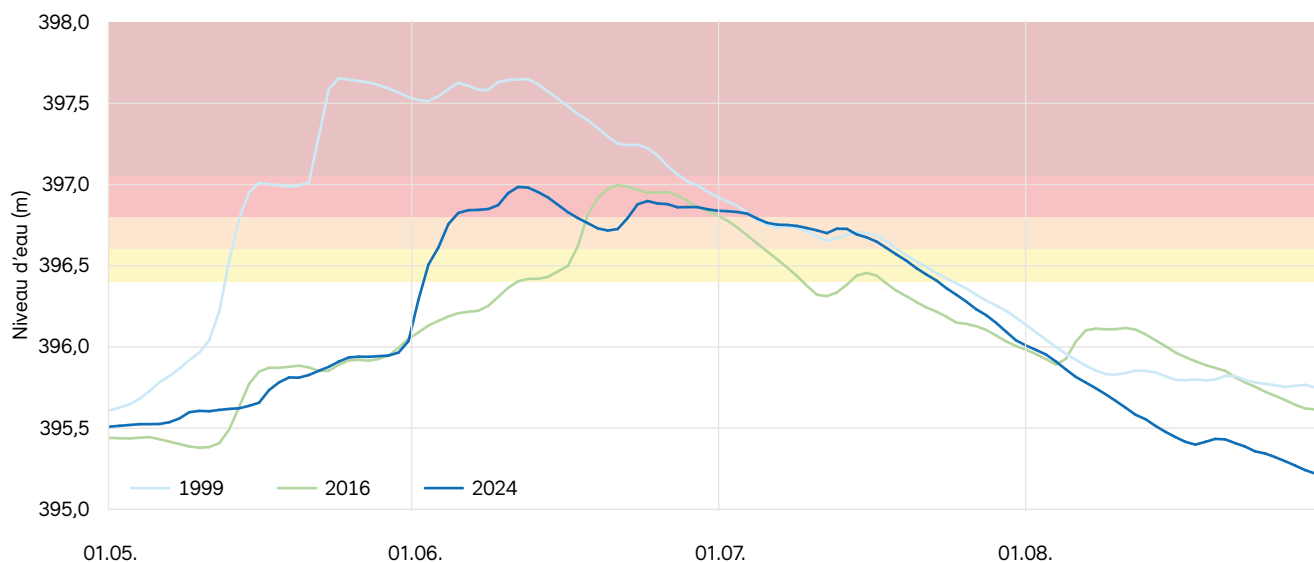
À la fin du printemps, il y a aussi eu en altitude une quantité de neige exceptionnelle pour la saison (cf. point 3.1). En raison des températures moyennes enregistrées en mai et en juin et des nombreuses nuits nuageuses, le manteau neigeux s'était humidifié et était « prêt à s'écouler » en juin. Une forte fonte des neiges, notamment dans le bassin versant du Rhône, a contribué de manière déterminante aux débits élevés enregistrés lors des événements de la seconde quinzaine de juin.

Fin mai/début juin : crues au lac de Constance et dans certaines régions du nord de la Suisse

Les fortes précipitations fin mai et début juin ont provoqué, à partir du 31 mai, des crues et des inondations dans certaines régions du nord de la Suisse. De nombreuses stations de mesure de l'OFEV dans le nord-est de la Suisse ont enregistré des débits qui, statistiquement, ne surviennent que tous les deux à dix ans. Sur la Thur à Andelfingen et sur les cours inférieurs de la Reuss, de la Limmat et du Rhin, les pointes de crue observées sont jugées encore plus rares.

Fig. 1.1 : Évolution du niveau du lac de Constance (lac inférieur) à Berlingen durant l'été 2024

Comparaison des niveaux d'eau en 2024 avec ceux de 2016 et 1999.



Le niveau du lac de Constance a rapidement monté. À partir du 4 juin, il avait atteint le niveau de danger 4 sur le lac inférieur à Berlingen (fig. 1.1), niveau atteint le 8 juin sur le lac supérieur à Romanshorn. Il a enregistré sa cote maximale, soit 397,31 m pour sa partie supérieure et 396,99 m pour sa partie inférieure, respectivement les 11 et 12 juin. Statistiquement, ce niveau correspond à peu près à une crue décennale. Il était similaire à celui enregistré lors de la crue de l'été 2016, mais inférieur au printemps 1999, le plus haut enregistré à ce jour. En raison des conditions météorologiques changeantes en juin et juillet, il a fallu attendre début août pour que le niveau de l'eau redescende à la normale saisonnière et que l'alerte de crue soit enfin levée. Les niveaux élevés du lac de Constance ont entraîné des crues prolongées du Rhin en aval du lac.

21 juin : crues en Valais et dans le val Mesolcina

L'air chaud et humide qui a balayé les Alpes en provenance du sud a déclenché de manière généralisée des précipitations de 35 à 70 mm en Valais, au Tessin, dans les Grisons et les régions voisines entre le soir du 20 et le soir du 21 juin. Localement, les quantités ont atteint 70, voire plus de 100 mm, notamment dans les vallées du sud du Valais ainsi que dans le val Mesolcina et la vallée du Rheinwald (cf. fig. 1.2). Les fortes précipitations,

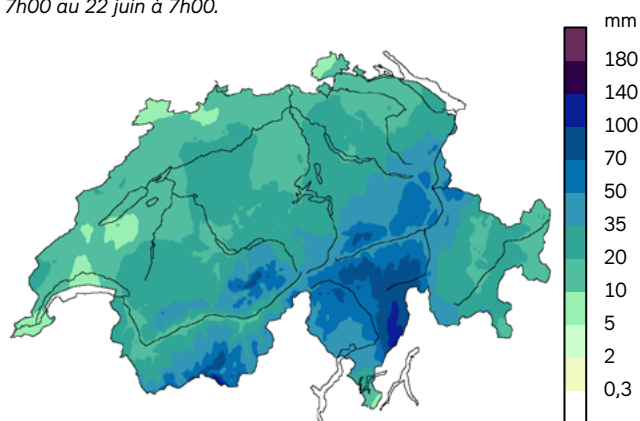
combinées en altitude à la fonte des neiges des jours de canicule précédents, ont provoqué des crues et des inondations. Plusieurs stations de mesure de l'OFEV ont enregistré des valeurs maximales qui, statistiquement, ne surviennent qu'une fois tous les dix ans, voire plus rarement (cf. fig. 1.3 et tab. 1.1).

Les précipitations ont été particulièrement importantes dans le val Mesolcina. La Moesa à Lumino a alors enregistré un débit légèrement supérieur à 600 m³/s, ce qui correspond au niveau de danger 4 (danger fort) et à un événement qui, statistiquement, survient à peu près tous les 50 ans. Dans le cours supérieur de la Moesa à Lostallo, une lave torrentielle provenant d'une vallée latérale a contraint la rivière à se chercher un nouveau lit, emportant une portion de l'autoroute. Une autre lave torrentielle à Sorte a également provoqué des dégâts importants et fait plusieurs victimes.

Les vallées de la Vispa ont aussi été fortement touchées par cet événement. À Zermatt, des inondations ont causé d'importants dégâts. La station de mesure de la Vispa à Viège a enregistré une valeur supérieure à 320 m³/s qui, statistiquement, survient environ tous les 50 ans. Sur le Rhône, les pointes de crue enregistrées à Reckingen et à Sion ont atteint des

Fig. 1.2 : Cumuls de précipitations en Suisse à la mi-juin 2024

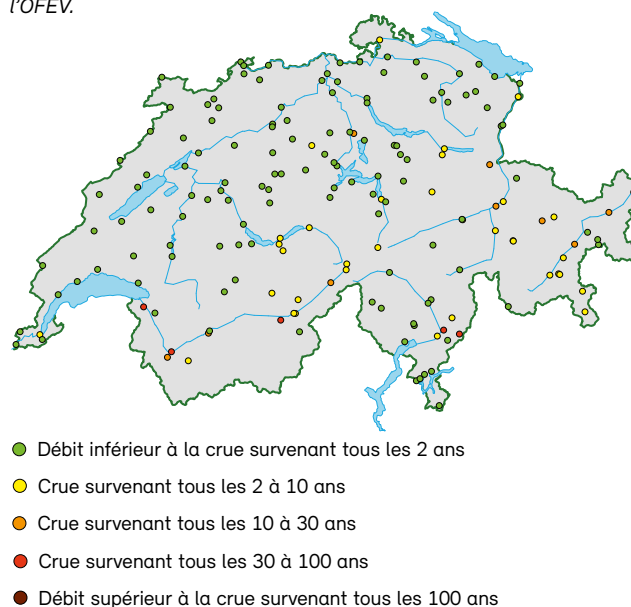
Répartition géographique des cumuls de précipitations du 20 juin à 7h00 au 22 juin à 7h00.



Source : MétéoSuisse

Fig. 1.3 : Situations de crue dans les cours d'eau du 21 au 22 juin 2024

Comparaison des débits de pointe avec les statistiques des crues de l'OFEV.



périodes de retour entre 10 et 30 ans, et même entre 30 et 50 ans plus en aval, à Branson et à la Porte du Scex.

29/30 juin : crues en Valais et dans le val Maggia

Le 29 juin, de l'air humide et instable a de nouveau atteint l'espace alpin depuis le sud. De violents orages se sont abattus sur certaines parties du Haut-Valais et dans la vallée supérieure de la Maggia, apportant rapidement d'énormes quantités de précipitations (cf. fig. 1.4). Au cours de cet épisode, les cumuls de précipitations observés y ont dépassé 70 mm, voire largement 100 mm dans les régions les plus touchées (en Valais, surtout les vallées de Conches, de Binn, de Zermatt et de Saas et, au Tessin, le val Maggia et ses vallées latérales).

En raison des pluies extrêmes de très forte intensité et d'une importante fonte des neiges, les cours d'eau ont très rapidement gonflé et débordé à plusieurs endroits. En Valais, des inondations se sont produites notamment le long du Rhône, mais aussi de torrents et de rivières dans les vallées latérales, comme la Vispa de Zermatt et le Triftbach dans la vallée de Saas. Au Tessin, la Maggia a été particulièrement touchée. Plusieurs stations de mesure de l'OFEV ont enregistré des valeurs de pointe qui, statistiquement, ne

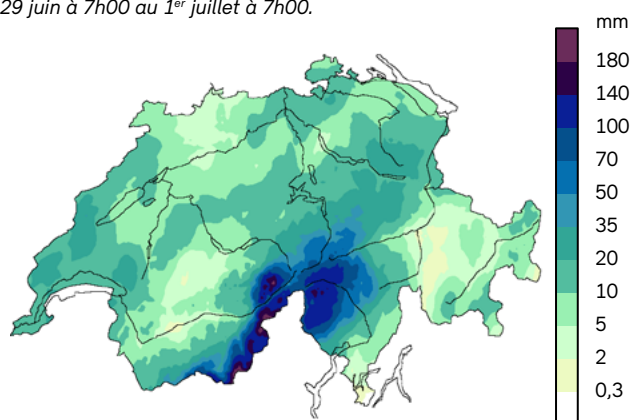
surviennent qu'une fois tous les dix ans, voire plus rarement (cf. fig. 1.5 et tab. 1.2).

Lors de ce deuxième épisode de crue en l'espace de dix jours, les débits de pointe du Rhône ont dépassé les valeurs maximales de la première crue. Plus une station de mesure est située en amont dans le bassin versant, plus cette situation s'observe (cf. fig. 1.6). Le 30 juin, les débits de la Vispa et de la Saltina étaient également plus élevés que le 21 juin. À la mi-juin, une plus grande région a été touchée par de fortes précipitations, mais les cumuls ont été généralement bien plus faibles.

Fin juin, toutes les stations de mesure du Rhône ont atteint le niveau de danger 5 (danger très fort), à l'exception de la station la plus en amont dans la vallée de Conches, à Gletsch, et de celle située juste avant l'embouchure du Rhône dans le Léman, à la Porte du Scex, où le niveau était de 3 (danger marqué). À plusieurs stations situées le long du Rhône, le débit de pointe a dépassé la valeur maximale absolue jamais enregistrée au cours des longues séries de mesures et la période de retour est estimée à plus de 100 ans. C'est aussi le cas de la Vispa à Viège avec un niveau de danger 5.

Fig. 1.4: Cumuls de précipitations en Suisse à la fin juin 2024

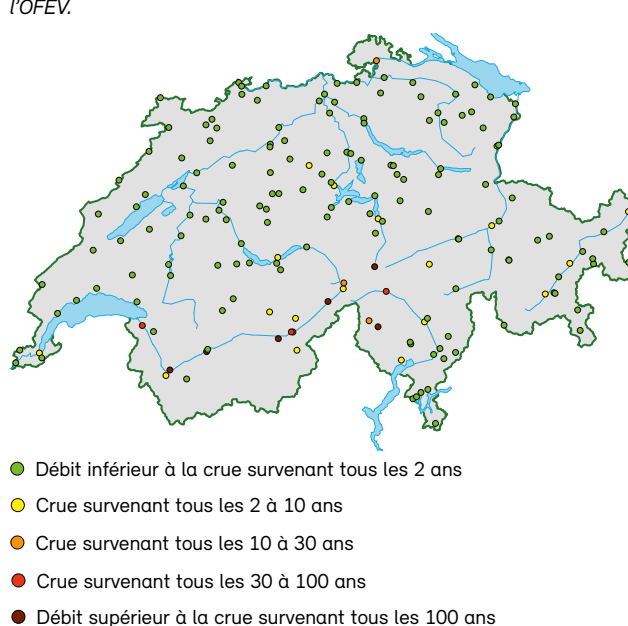
Répartition géographique des cumuls de précipitations du 29 juin à 7h00 au 1^{er} juillet à 7h00.



Source : MétéoSuisse

Fig. 1.5: Situations de crue dans les cours d'eau les 29 et 30 juin 2024

Comparaison des débits de pointe avec les statistiques des crues de l'OFEV.



Tab. 1.1 : Crues du 21 au 22 juin 2024 : mesures maximales par cours d'eau

Station	Durée de la période (ans)	Maximum atteint jusque-là (m³/s)	Date (mois/année)	Ancien maximum pour juin (m³/s)	Date (année)	Max. mi-juin (m³/s)	Date	Heure	Période de retour	Niveau de danger maximum atteint
Drance – Martigny	33	177	10/2000	80,8	1991	103	21.06.24	12:00	10-30	3
Inn – Cinuos-chel	50	300	07/1987	203	1991	195	21.06.24	23:30	10-30	–
Inn – Tarasp	54	441	07/1987	295	2019	297	22.06.24	01:45	10-30	3
Landwasser – Davos	46	53,3	06/2019	53,3	2019	44,6	21.06.24	21:15	10-30	2
Lorze – Frauenthal	89	38,3	08/2007	29,9	2013	28,7	22.06.24	17:30	10-30	3
Moesa – Lumino	43	593	06/2019	593	2019	611*	21.06.24	20:45	50-100	4
Rhein – Domat/Ems	62	1750	07/1987	1513	2019	1329	21.06.24	23:05	10-30	3
Rhône – Branson	83	978	10/2000	800	1951	895	22.06.24	00:35	30-50	4
Rhône – Porte du Scex	89	1363	10/2000	940	1935	1041	22.06.24	01:25	30-50	3
Rhone – Reckingen	49	180	08/1987	136	2019	137	21.06.24	18:45	10-30	3
Rhône – Sion	108	910	09/1948	695	1935	732	21.06.24	22:40	10-30	3
Riale di Roggiasca – Roveredo	58	50,8	08/1978	39,0	2001	54,8	21.06.24	18:25	50-100	4
Seez – Mels	44	75,4	07/1987	62,8	2019	58,5	21.06.24	19:00	10-30	3
Vispa – Visp	59	329	09/1993	114	2017	324	21.06.24	19:15	50-100	4

Tab. 1.2 : Crues du 29 au 30 juin 2024 : mesures maximales par cours d'eau

Station	Durée de la période (ans)	Maximum atteint jusque-là (m³/s)	Date (mois/année)	Ancien maximum pour juin (m³/s)	Date (année)	Max. mi-juin (m³/s)	Date	Heure	Période de retour	Niveau de danger maximum atteint
Maggia – Bignasco	42	647	08/1992	502	2019	945*	30.06.24	01:05	> 100	5
Reuss – Andermatt	78	291	08/1987	166	2019	351*	30.06.24	00:45	> 100	5
Rhein – Neuhausen	65	1173	05/1999	1159	1999	921	29.06.24	11:20	10-30	3
Rhône – Branson	83	978	10/2000	800	1951	1081*	30.06.24	08:25	> 100	5
Rhone – Brig	59	557	10/2000	381	2019	589*	29.06.24	23:25	50-100	5
Rhone – Gletsch	68	56,3	07/2013	20,4	2007	29,1	29.06.24	23:15	10-30	3
Rhône – Porte du Scex	89	1363	10/2000	940	1935	1193	30.06.24	10:50	50-100	3
Rhone – Reckingen	49	180	08/1987	136	2019	245*	30.06.24	00:05	> 100	5
Rhône – Sion	108	910	09/1948	695	1935	958*	30.06.24	06:45	> 100	5
Riale di Calneggia – Caveragno	57	122	07/2021	121	2019	89,5	30.06.24	00:10	10-30	3
Saltina – Brig	58	123	10/2000	42,7	2002	65,0	30.06.24	00:30	10-30	3
Ticino – Piotta	55	210	08/1987	69,8	2002	122	30.06.24	00:45	30-50	4
Vispa – Visp	59	329	09/1993	114	2017	522*	30.06.24	00:25	> 100	5

* nouvelles valeurs maximales absolues
en gras : nouveau record pour juin

Ne figurent pas dans ces tableaux les stations de mesure qui ont enregistré des débits avec une période de retour inférieure à dix ans.

Le 30 juin, une pointe de crue de près de 950 m³/s a été enregistrée sur la Maggia à Bignasco, dépassant largement le record précédent d'environ 650 m³/s (sachant que la série de mesures ne couvre que 42 ans). La nouvelle valeur maximale correspond au niveau de danger 5 et à une période de retour de plus de 100 ans. Dans le val Maggia et le val Bavona, ainsi que le long du Rhône et dans la vallée de Saas, les dégâts ont été considérables et des victimes sont à déplorer. À noter également la pointe de crue de près de 350 m³/s de la Reuss à Andermatt dans la nuit du 30 juin au 1^{er} juillet. Il s'agit d'un nouveau maximum sur la série de mesures des 78 dernières années. Le record précédent, établi en août 1987 avec plus de 290 m³/s, a été largement dépassé. Mais il n'y a eu que des dégâts mineurs.

7 juillet : beaucoup de pluie et crues dans le sud du Tessin et les Grisons

De fortes précipitations et des orages, à nouveau combinés à une limite des chutes de neige élevée, ont également engendré des crues durant le week-end des 6 et 7 juillet. Les plus grosses pluies sont tombées sur le sud du Tessin, dans le val Bregaglia et en Engadine.

Dans le sud du Tessin, le débit de la Breggia à Chiasso a atteint le niveau de danger 3 le 7 juillet. Le débit de pointe de presque 140 m³/s correspond à peu près à une crue décennale, voire trentennale. Le même jour, les cours d'eau de

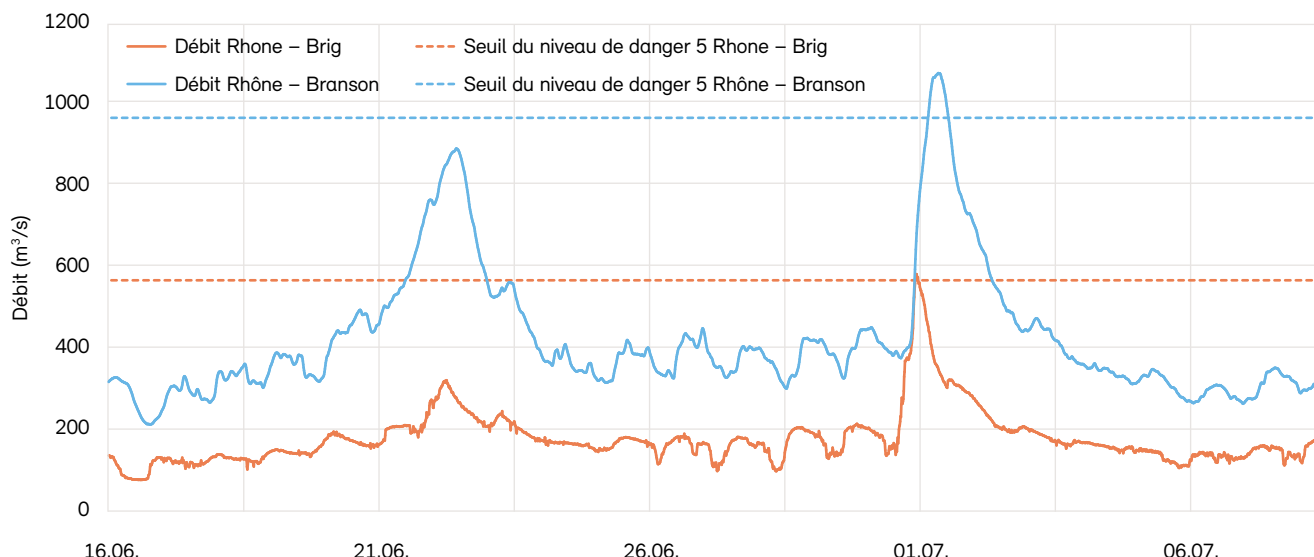
l'Engadine et d'autres régions des Grisons ont aussi connu de fortes hausses. Les stations de mesure de l'Inn à Cinuoschel, à Tarasp et à Martina ont enregistré des pointes de crue correspondant à un événement décennal, voire trentennal. Celles-ci étaient légèrement plus importantes que lors des crues de la mi-juin 2024, qui avaient touché l'Engadine de manière marginale (cf. fig. 1.3). Il en va de même pour les stations de mesure de l'Albula à Tiefencastel et du Landwasser à Davos. Le Dischmabach à Davos a même enregistré un débit d'un peu plus de 20 m³/s, soit une crue cinquantennale, voire centennale qui correspond au niveau de danger 5. Le pic de la mi-juin a été largement dépassé.

Au cours de l'été, il y a encore eu de violents orages qui ont provoqué localement des crues. Notamment le 21 juillet sur la partie est du versant nord des Alpes, où un nouveau record a été enregistré pour le mois de juillet à la station de mesure de la Sitter à Appenzell, avec près de 150 m³/s. Un autre orage violent a frappé la région de Brienz (BE) le 12 août. Le Milibach est sorti de son lit et a causé des dégâts importants dans le village de Brienz. L'événement était très localisé et n'a été enregistré par aucune station mesurant les débits. Le niveau du lac de Brienz n'a que faiblement augmenté.

Une analyse approfondie des événements est en cours (cf. annexe).

Fig. 1.6 : Débit du Rhône aux stations de mesure de l'OFEV à Brigue et à Branson pendant la crue de juin 2024

Le Rhône a connu deux crues importantes durant la seconde quinzaine de juin. Le débit de pointe a été plus élevé lors de l'épisode de la fin juin, atteignant le niveau de danger 5 dans la nuit du 30 juin au 1^{er} juillet.



2 Conditions météorologiques

La Suisse a connu une nouvelle année très chaude. À commencer par l'hiver le plus doux jamais enregistré. Le printemps a été particulièrement pluvieux dans de nombreuses régions, surtout dans le sud des Alpes. L'été a été marqué par le deuxième mois d'août le plus chaud depuis le début des mesures et plusieurs graves intempéries. À la fin de l'automne, les régions de basse altitude des deux côtés des Alpes ont enregistré des chutes de neige record.

Les cumuls de précipitations de l'hiver 2023/2024 ont atteint 130 à 160 % des valeurs de la norme 1991-2020 sur une grande partie du territoire. Localement, cet hiver a été l'un des dix plus pluvieux depuis le début des mesures. Dans les montagnes du sud des Alpes, des quantités considérables de neige fraîche sont tombées, surtout fin février et début mars.

Au printemps 2024, la plupart des régions de Suisse ont enregistré des quantités de précipitations supérieures à la moyenne. Les conditions très humides ont été remarquables dans le sud des Alpes et dans les régions voisines. Les mois de mars et de mai, très pluvieux, sont à l'origine de cette humidité printanière.

La moyenne nationale de la température estivale a été supérieure de 1,6 °C à la norme 1991-2020. Il s'agit du sixième été le plus chaud depuis le début des mesures en 1864. Les trois mois d'été ont apporté des précipitations inférieures à la moyenne sur une grande partie du territoire, entre 70 et 90 % des valeurs de la norme.

Violentes intempéries en été (cf. chap. 1)

Les importants cumuls de précipitations de mai, notamment à la fin du mois, et de début juin ont fait que la situation en matière de crue était tendue en Suisse orientale, du lac des Quatre-Cantons au lac de Constance et le long du Rhin.

Dans la nuit du 20 au 21 juin, de l'air chaud et humide provenant du sud a traversé les Alpes et provoqué de fortes précipitations dans les vallées méridionales du Valais et sur le versant sud des Alpes. Conjuguées à la fonte des neiges de cette période estivale, elles ont généré des débits importants. Dans les régions de Zermatt (Valais)

et du val Mesolcina (versant sud des Alpes), les torrents en crue et les masses de gravats charriés ont causé des dégâts considérables.

Le 29 juin, de l'air humide et instable a gagné l'espace alpin depuis le sud. De violents orages se sont abattus sur certaines parties du Haut-Valais et du Tessin, avec des précipitations très importantes en peu de temps. Les grandes quantités de pluie ont rapidement gonflé les débits et fait déborder les cours d'eau.

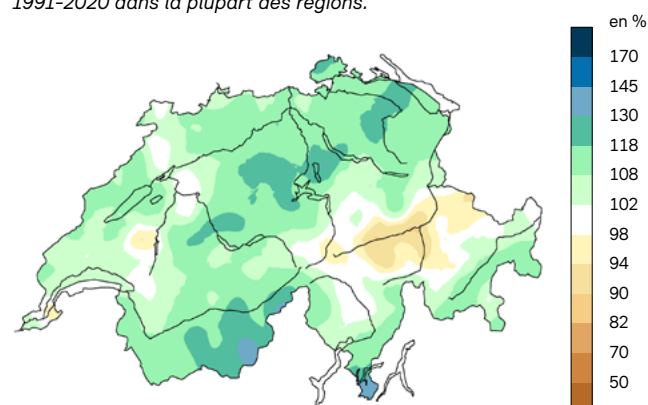
Du 6 au 7 juillet, il y a eu de fortes précipitations, s'étendant du sud du Tessin au val Bregaglia et à la Haute-Engadine. Les eaux des torrents en crue et les masses de gravats charriés ont causé des dégâts localement.

Le 12 août, des orages localement violents accompagnés de fortes précipitations se sont abattus sur l'Oberland bernois en peu de temps. Les masses d'eau et de matériaux charriés ont provoqué d'importants dégâts aux maisons, aux routes et aux installations ferroviaires à Brienz.

Après un mois de septembre un peu plus frais que la normale, les mois d'octobre et de novembre ont été particulièrement doux, notamment en altitude. Les trois mois d'automne ont apporté des cumuls de précipitations supérieurs à la moyenne sur une vaste partie du territoire.

Fig. 2.1 : Lame d'eau précipitée annuelle (en % de la norme)

En 2024, le cumul des précipitations a atteint 90 à 115 % de la norme 1991-2020 dans la plupart des régions.



Source texte et graphique : MétéoSuisse

3 Neige et glaciers

L'hiver 2023/2024 a été exceptionnellement riche en précipitations et chaud. Toutefois, en raison des températures supérieures à la moyenne, les hauteurs de neige en dessous de 1400 m ont été nettement inférieures à la moyenne. Les températures élevées enregistrées en juillet et août, combinées à la poussière du Sahara, ont entraîné une perte de 2,5 % du volume des glaciers.

3.1 Neige

Le début de l'hiver a apporté beaucoup de neige dans le nord. De la mi-novembre à Noël 2023, il a neigé régulièrement au nord de la crête principale des Alpes ; les stations situées en altitude ont enregistré des hauteurs de neige largement supérieures à la moyenne sur une grande partie du territoire. Une couche de neige relativement épaisse s'est formée dans le nord. À moyenne altitude, il y avait moins de neige en raison de la limite des chutes de neige parfois élevée. À partir de Noël et jusqu'à la fin janvier, la tendance s'est inversée : il y a eu moins de neige fraîche. De mi-février à début avril, des situations de barrage du sud répétées et marquées ont apporté de fortes précipitations sur le versant sud des Alpes et en partie aussi sur la crête principale des Alpes.

Au printemps 2024, le temps n'est jamais resté ensoleillé et sec très longtemps, il y a eu des précipitations récurrentes, sous forme de neige en altitude. Deux épisodes notables et très chauds durant la première quinzaine d'avril ont rapidement favorisé l'humidification du manteau neigeux. À la mi-avril, les versants nord étaient déjà humidifiés jusqu'à une altitude d'environ 2500 m, les versants est, sud et ouest même jusqu'en haute montagne. À partir de la mi-avril, l'hiver est revenu dans le nord avec un refroidissement marqué et d'importantes chutes de neige. Jusqu'à deux mètres de neige fraîche ont été enregistrés dans le nord à la fin avril.

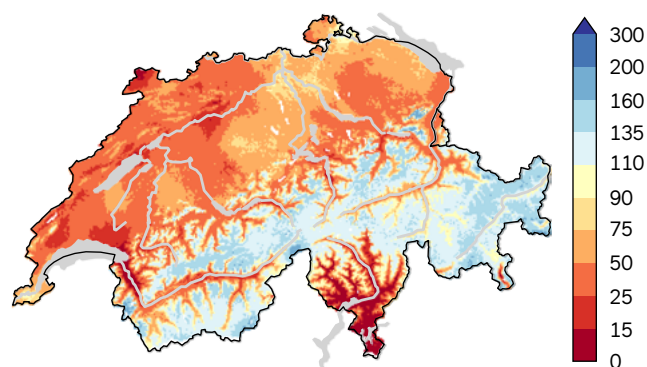
Quantités de neige fraîche et hauteurs de neige en comparaison pluriannuelle

L'hiver 2023/2024 a été marqué par de forts contrastes des deux côtés des Alpes. En dessous de 1400 m, les hauteurs de neige étaient nettement inférieures à la moyenne, tandis qu'au-dessus de 2200 m, c'était clairement l'inverse. Cette situation s'explique par les fortes quantités de précipitations, mais aussi par des températures nettement supérieures à la moyenne pendant le semestre d'hiver. Par conséquent, seules les zones situées en altitude ont pu profiter des chutes de neige fréquentes et enregistrer une durée de couverture neigeuse moyenne. Ce n'est qu'en haute montagne que la fonte des neiges s'est produite quelques semaines plus tard que de coutume.

L'été 2024 a été le sixième été le plus chaud depuis le début des mesures. Les températures élevées, probablement accentuées par la poussière du Sahara, ont entraîné une fonte rapide de la neige en été, même en haute montagne. Les seules chutes de neige notables ont eu lieu en septembre, mais la neige a ensuite presque entièrement disparu.

Fig. 3.1 : Hauteur de neige (en % de la norme)

Hauteurs de neige pendant l'hiver 2023/2024 (novembre à avril) par rapport à la période 1991-2020.



Source texte : SLF

Source graphique : SLF et MétéoSuisse

3.2 Glaciers

Après les années extrêmes 2022 et 2023, aucun répit n'est en vue pour les glaciers suisses : malgré des chutes de neige exceptionnelles en hiver, des températures record en juillet et août, combinées à la poussière du Sahara, ont entraîné une perte de 2,5 % du volume des glaciers.

L'année glaciaire 2024 est marquée par de forts contrastes : jusqu'en juin, les glaciers suisses ont bénéficié de conditions exceptionnellement favorables grâce à un enneigement hivernal supérieur de 30 % à la moyenne et à un début d'été pluvieux. Cependant, la poussière du Sahara qui a recouvert la surface de la neige a accéléré la fonte et le mois d'août a même enregistré la plus grande perte de glace depuis le début des mesures. Globalement, les glaciers ont fondu de manière significative aussi en 2024, comme le montrent les données du réseau des relevés glaciologiques suisse (GLAMOS).

Le recul des langues glaciaires et leur désintégration se poursuivent sans relâche dans le sillage des changements climatiques. Au cours des années 2022 et 2023, 10 % du volume des glaciers suisses ont disparu, un record inédit. La perte enregistrée cette année (env. 2,5 %) est aussi supérieure à la moyenne de la dernière décennie. Si les importantes chutes de neige hivernales ont ralenti la perte de glace, elles n'ont pas suffi à l'arrêter. À la mi-mai par exemple, on mesurait encore six mètres de neige sur le Claridenfirn (GL), qui ont complètement disparu en septembre. Les glaciers situés en dessous de 3000 m ont complètement fondu, avec des pertes allant jusqu'à deux mètres d'épaisseur (p. ex. glacier du Giétro [VS], glacier de la Plaine Morte [BE], glacier du Silvretta [GR]). Grâce aux importantes chutes de neige durant l'hiver, les glaciers exposés au sud ont subi des pertes un peu moins importantes (p. ex. glacier du Basòdino [TI]).

Source texte : Département des géosciences de l'Université de Fribourg et Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW) de l'EPF de Zurich

Fig. 3.2 : Une équipe de mesure descend sur la langue fraîchement enneigée du glacier de Findelen (VS) jusqu'à la marge glaciaire et ses lacs, qui étaient encore recouverts d'épaisses masses de glace il y a dix ans



4 Eaux de surface

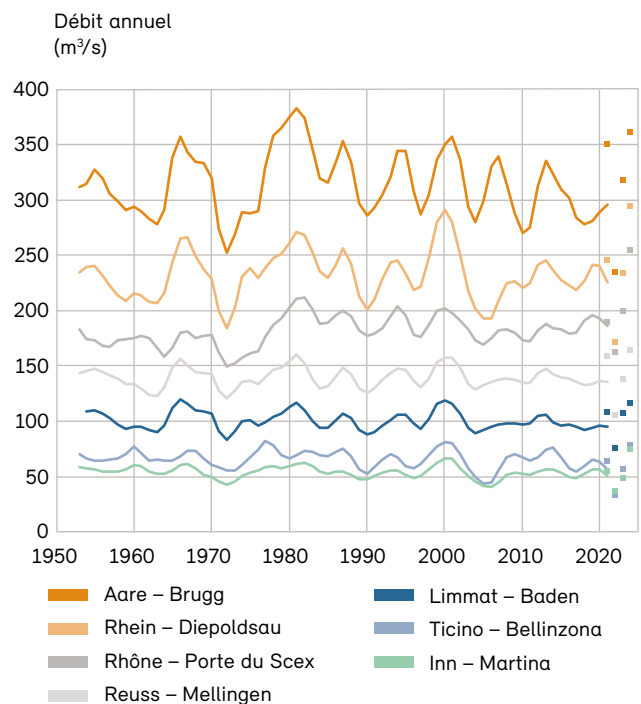
Pour de nombreux cours d'eau et lacs, les moyennes annuelles des débits et des niveaux d'eau se sont situées au-dessus de la moyenne en 2024. De fortes précipitations ont provoqué à plusieurs reprises des crues à l'échelle locale et régionale et entraîné une élévation prolongée du niveau des lacs, en particulier dans les cantons du Valais, du Tessin et des Grisons, mais aussi en Suisse orientale et dans l'Oberland bernois. En hiver et à la fin de l'été, les températures des cours d'eau ont parfois dépassé la moyenne, mais les valeurs sont largement restées dans la normale tout au long de l'année.

4.1 Débits

En 2024, les débits annuels moyens dans les grands bassins versants ont été en grande partie supérieurs aux valeurs de la norme 1990-2020. Les débits du Doubs à Ocourt et de la Birse à Münchenstein étaient proches de leur moyenne pluriannuelle. L'Aar, la Reuss et la Limmat, ainsi que la Maggia à Locarno, ont enregistré des débits supérieurs à la norme (110 à 120 %). Des débits nettement supérieurs à la moyenne (plus de 120 %) ont été observés en Suisse orientale, pour la Thur à Andelfingen et le Rhin à Diepoldsau, ainsi que pour le Tessin à Bellinzona. Avec une valeur de près de 140 %, le Rhône à la Porte du Scex et l'Inn à Martina se sont écartés encore davantage de la norme. Plusieurs stations de mesure de l'OFEV ont enregistré de nouvelles moyennes annuelles maximales pour leur période de mesure, notamment sur le Rhône, de Reckingen dans la vallée de Conches jusqu'à son embouchure dans le Léman. En plus des fortes crues en juin (cf. chap. 1), la fonte marquée de la neige et des glaciers a largement contribué à ces volumes de débit considérables. Des moyennes annuelles exceptionnellement élevées ont aussi été enregistrées pour l'Aar jusqu'à Brienzwiler et à Berne. Elles se situent dans la fourchette des valeurs enregistrées en 1999, année marquée par un « hiver à avalanches » et des crues extrêmes à l'Ascension et à la Pentecôte. En 2024, l'Aar n'a toutefois pas connu d'importants débits de pointe isolés, plutôt des phases prolongées avec des valeurs supérieures à la moyenne de la fin mai à la fin octobre. D'autres bassins versants ont également présenté des moyennes annuelles élevées,

Fig. 4.1 : Variation du débit annuel de différents bassins versants de grande taille à partir de 1950

Les lignes représentent les moyennes lissées sur sept ans et les points, les quatre derniers débits annuels.



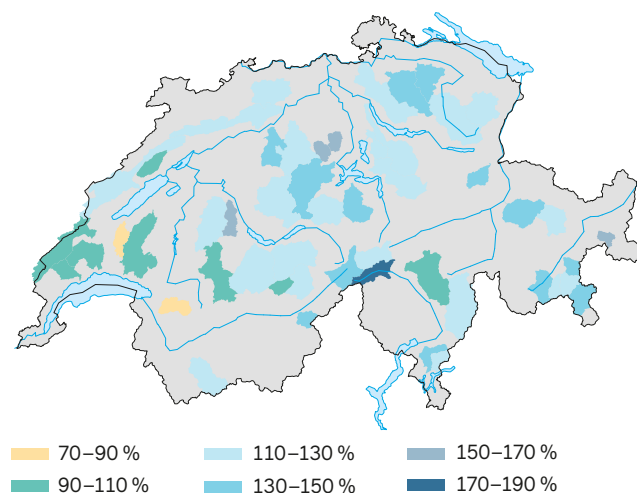
notamment l'Aa d'Engelberg à Buochs et la Petite Emme à Werthenstein, en Suisse centrale, ainsi que la Sitter à Appenzell, la Seez à Mels et la Julia à Tiefencastel, dans l'est et le sud-est de la Suisse.

La fourchette des débits annuels dans les grands bassins versants varie entre 100 et environ 140 % (voir ci-dessus) ; dans les bassins versants de taille moyenne, cette fourchette est nettement plus large, entre 70 et 180 % (cf. fig. 4.2). Cette situation a déjà été abordée dans les annuaires précédents : plus un bassin versant est grand, moins les événements extrêmes locaux apparaissent dans les évaluations. Ce constat s'applique aux conditions tant humides que sèches. Le débit à la station de mesure correspond à la somme des débits dans les sous-bassins, de sorte que les valeurs inférieures et supérieures à la moyenne s'équilibrent souvent.

La figure 4.2, qui présente les variations des moyennes annuelles par rapport à la norme, donne un aperçu simplifié des

Fig. 4.2 : Conditions d'écoulement dans différents bassins versants de taille moyenne

Moyennes annuelles 2024 de différents bassins versants de taille moyenne par rapport au débit moyen de la norme 1991-2020 (%).



débits enregistrés au cours de l'année sous revue. Ont notamment contribué à cette situation : un printemps pluvieux, en particulier dans le sud des Alpes ; de fortes précipitations fin mai/début juin dans le nord-est de la Suisse ; plusieurs épisodes de précipitations importantes sur une grande partie du territoire fin juin, combinés à une fonte des neiges marquée en Valais, au Tessin et dans les Grisons ; de fortes pluies et des orages dans le sud du Tessin, dans le val Bregaglia et en Engadine début juillet ; de violents orages au cours de l'été, par exemple sur l'est du versant nord des Alpes fin juillet et mi-août dans la région de Brienz, ainsi que des précipitations supérieures à la moyenne pendant les mois d'automne.

Cinq bassins versants, dont les valeurs mensuelles sont représentées dans les figures 4.3 et 4.4 et les valeurs journalières dans les figures 4.5 à 4.8, illustrent de manière exemplaire les événements de l'année sous revue.

Les débits enregistrés pour le **Rhône à la Porte du Scex**, comme à d'autres stations de mesure de la vallée du Rhône, ont été nettement supérieurs à la norme, et pas seulement l'été en raison des crues extrêmes. Le printemps et l'automne ont aussi été riches en précipitations, ce qui a donné des valeurs supérieures à la moyenne pour chaque mois de l'année. En plus des nouvelles moyennes annuelles maximales, plusieurs stations de mesure de la vallée du

Rhône ont enregistré de nouveaux maxima pour le mois de juin et de nouveaux records absolus (cf. chap. 1).

Pour l'**Inn à Martina**, où l'excédent annuel était encore plus important que pour le Rhône, en plus des crues de juin et juillet avec des périodes de retour entre 10 et 30 ans, certains mois ont aussi enregistré des débits proches de la norme (mars et août) ou légèrement inférieurs (septembre et décembre) (fig. 4.3). Les excédents importants enregistrés en milieu d'année ont dominé le résultat global.

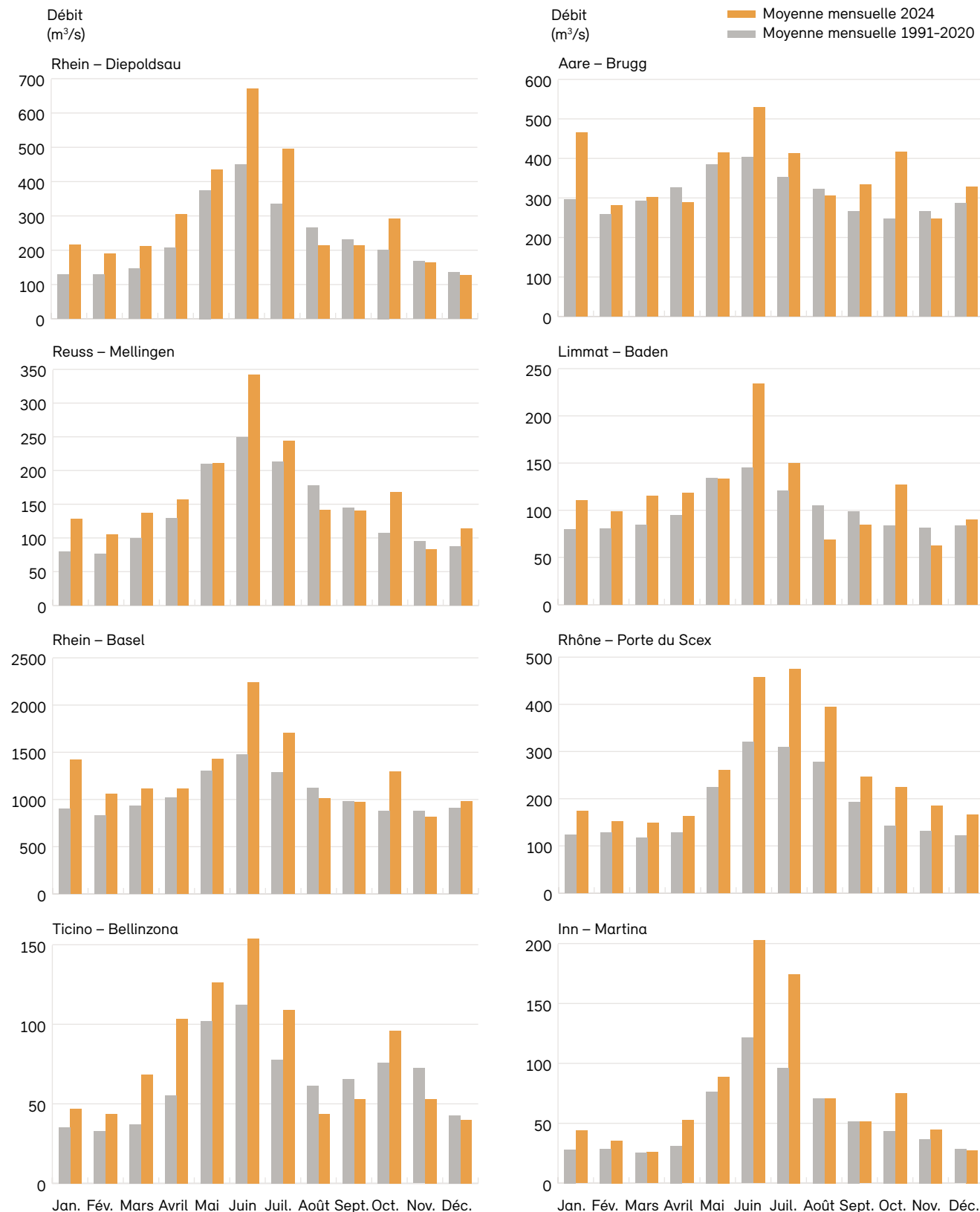
La **Thur à Andelfingen**, avec un débit annuel supérieur de 20 % à la valeur attendue, a présenté les deux extrêmes : des mois avec des débits inhabituellement élevés et des mois avec des valeurs nettement inférieures à la moyenne. En juin, le débit de la Thur a été près de deux fois et demie supérieur à la moyenne mensuelle, contre à peine plus de la moitié en août. La pointe de la crue début juin n'était pas extrême, avec une période de retour de deux à cinq ans, mais cinq jours avec des valeurs largement supérieures à 200 m³/s ont conduit à une moyenne considérable pour le mois de juin.

Le **Doubs** doit son débit annuel moyen à des débits mensuels pour un tiers normaux, pour un tiers supérieurs à la moyenne et pour un tiers inférieurs à la moyenne. Mars et août n'ont fourni qu'environ la moitié du débit normal. Par ailleurs, l'hiver 2023/2024, doux et pluvieux, les fortes précipitations fin mai/début juin et le mois d'octobre humide ont apporté au Doubs des débits supérieurs à la moyenne.

La **Maggia à Locarno** est aussi un exemple particulier. Aucun mois n'a enregistré un débit normal (normal signifiant ici : moyenne mensuelle entre 75 et 125 %). La variabilité du débit de la Maggia est telle que des valeurs extrêmes ne sont pas inhabituelles. Les débits importants de mars (340 %) à juin contrastent avec les faibles débits enregistrés en août, septembre (seulement un tiers de la norme), novembre et décembre. Le 30 juin, un nouveau record avec une période de retour de plus de 100 ans a été observé pour la Maggia à Bignasco. Les 1800 m³/s mesurés pour la Maggia à Locarno sont attendus environ tous les cinq ans selon les statistiques. Le sous-bassin jusqu'à Bignasco couvre environ un tiers de la superficie totale du bassin versant de la Maggia jusqu'à Locarno.

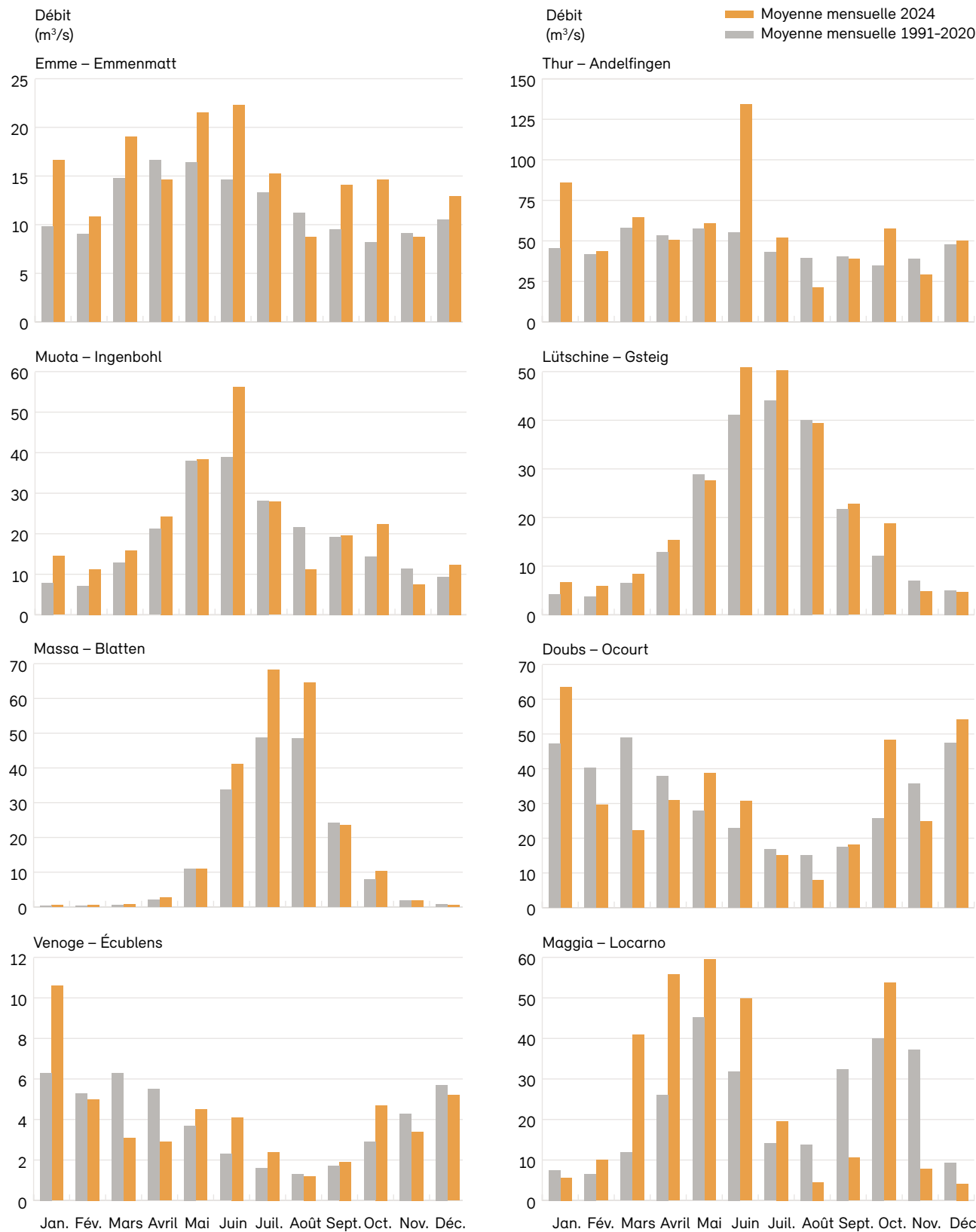
Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de grande taille

Fig. 4.3 : Moyennes mensuelles 2024 des débits (orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020 (gris)



Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de taille moyenne

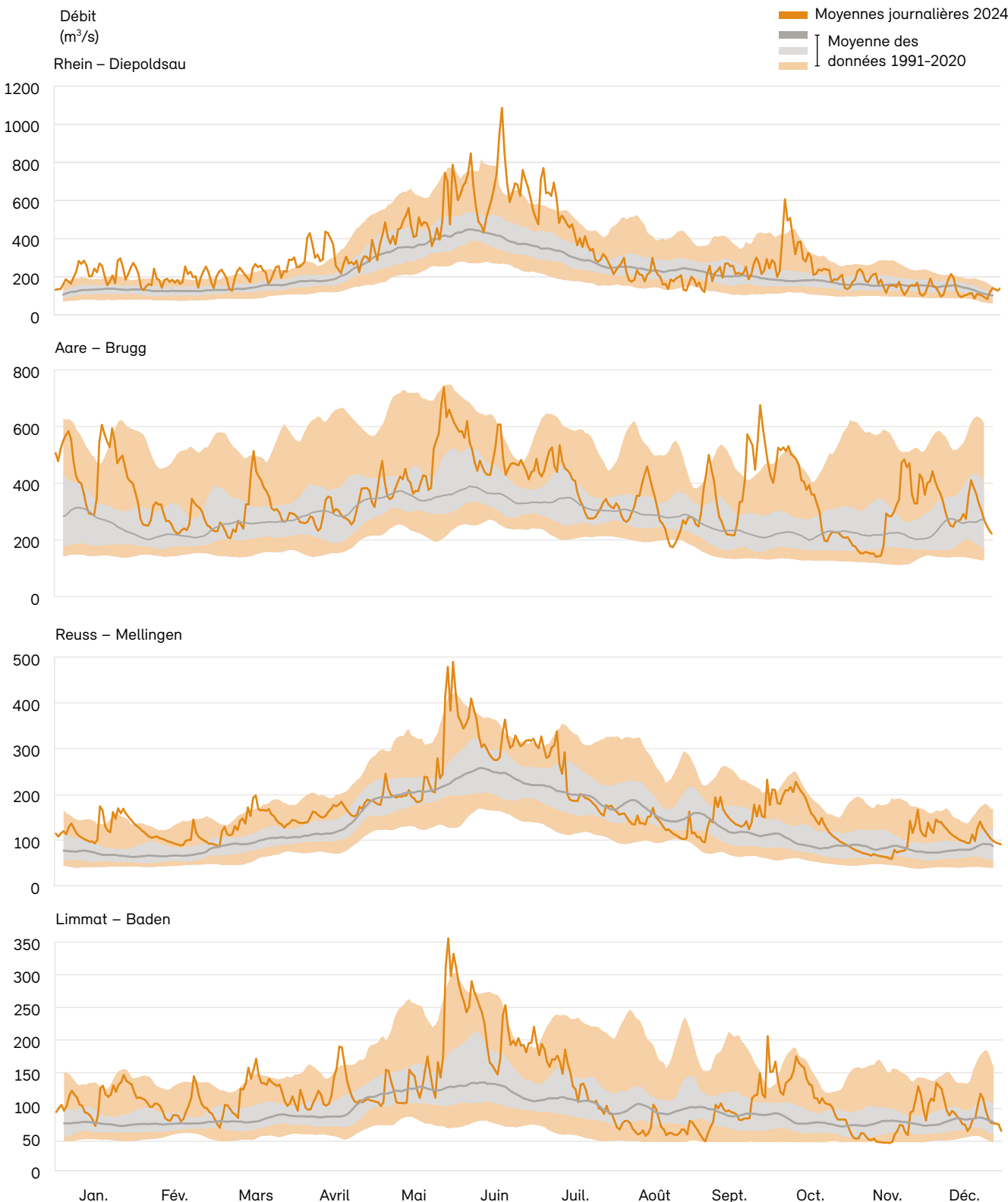
Fig. 4.4 : Moyennes mensuelles 2024 des débits (orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020 (gris)



Moyennes journalières des débits de différents bassins versants de grande taille (1/2)

Fig. 4.5 : Moyennes journalières 2024 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

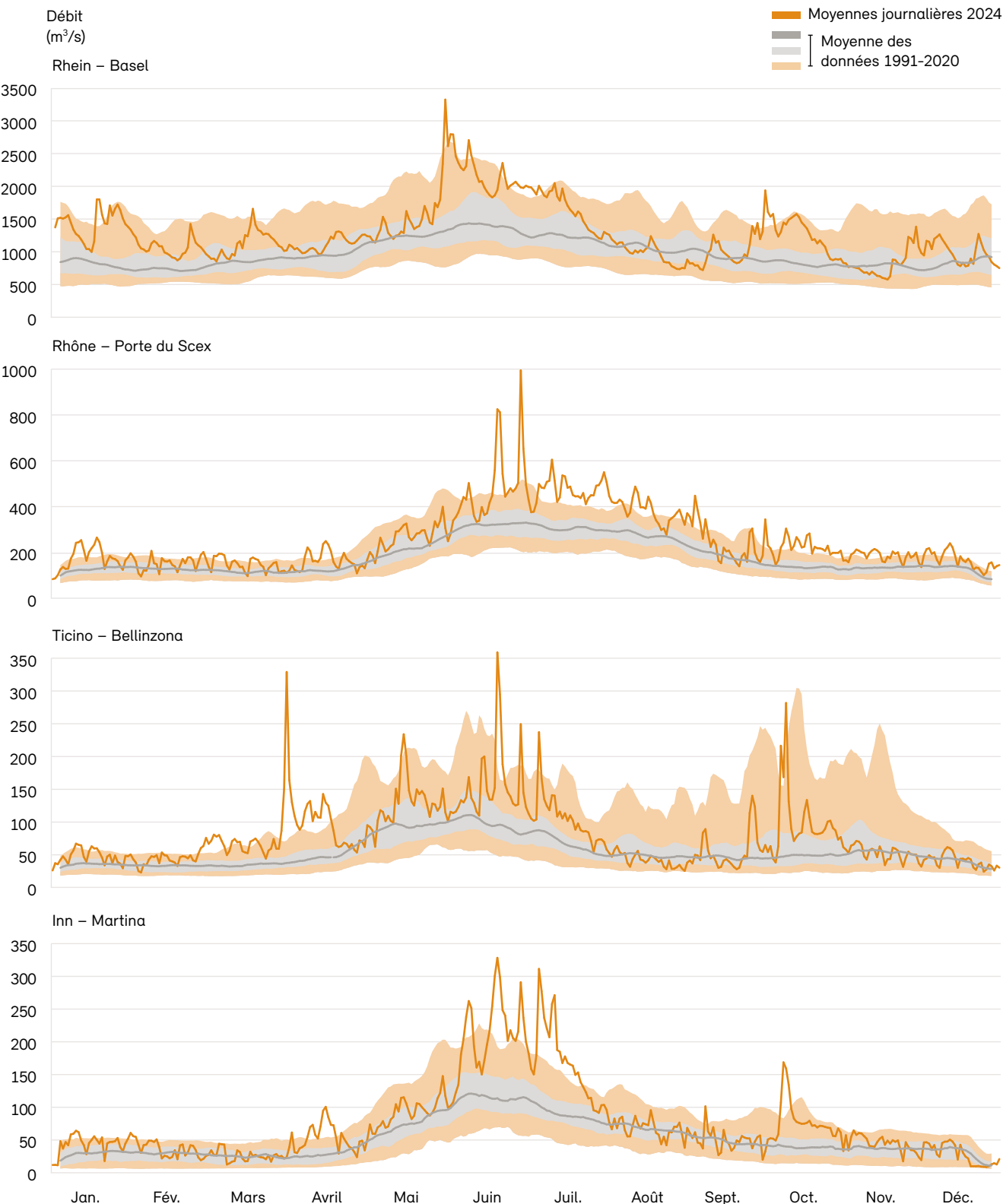
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



Moyennes journalières des débits de différents bassins versants de grande taille (2/2)

Fig. 4.6 : Moyennes journalières 2024 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

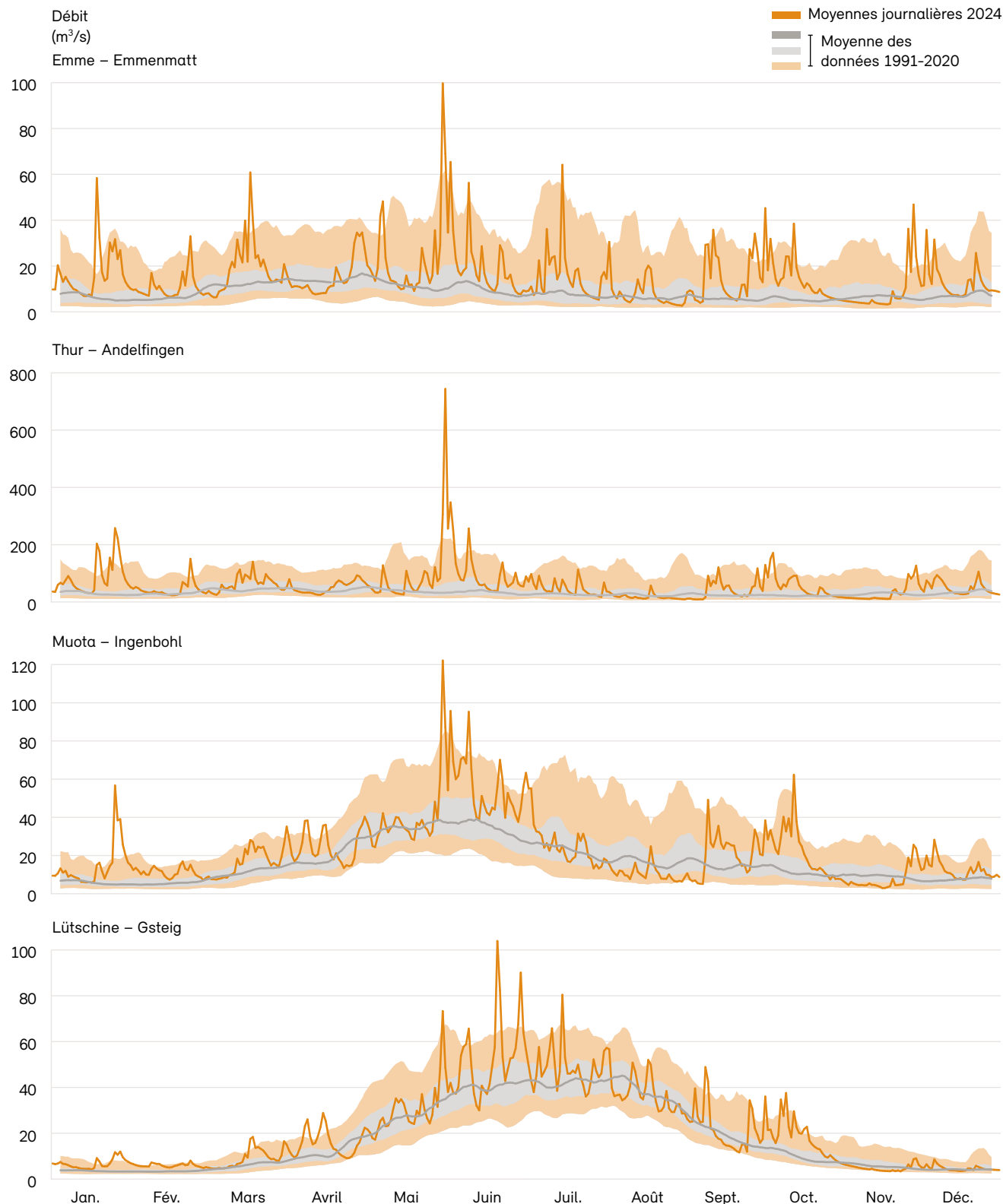
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



Moyennes journalières des débits de différents bassins versants de taille moyenne (1/2)

Fig. 4.7 : Moyennes journalières 2024 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

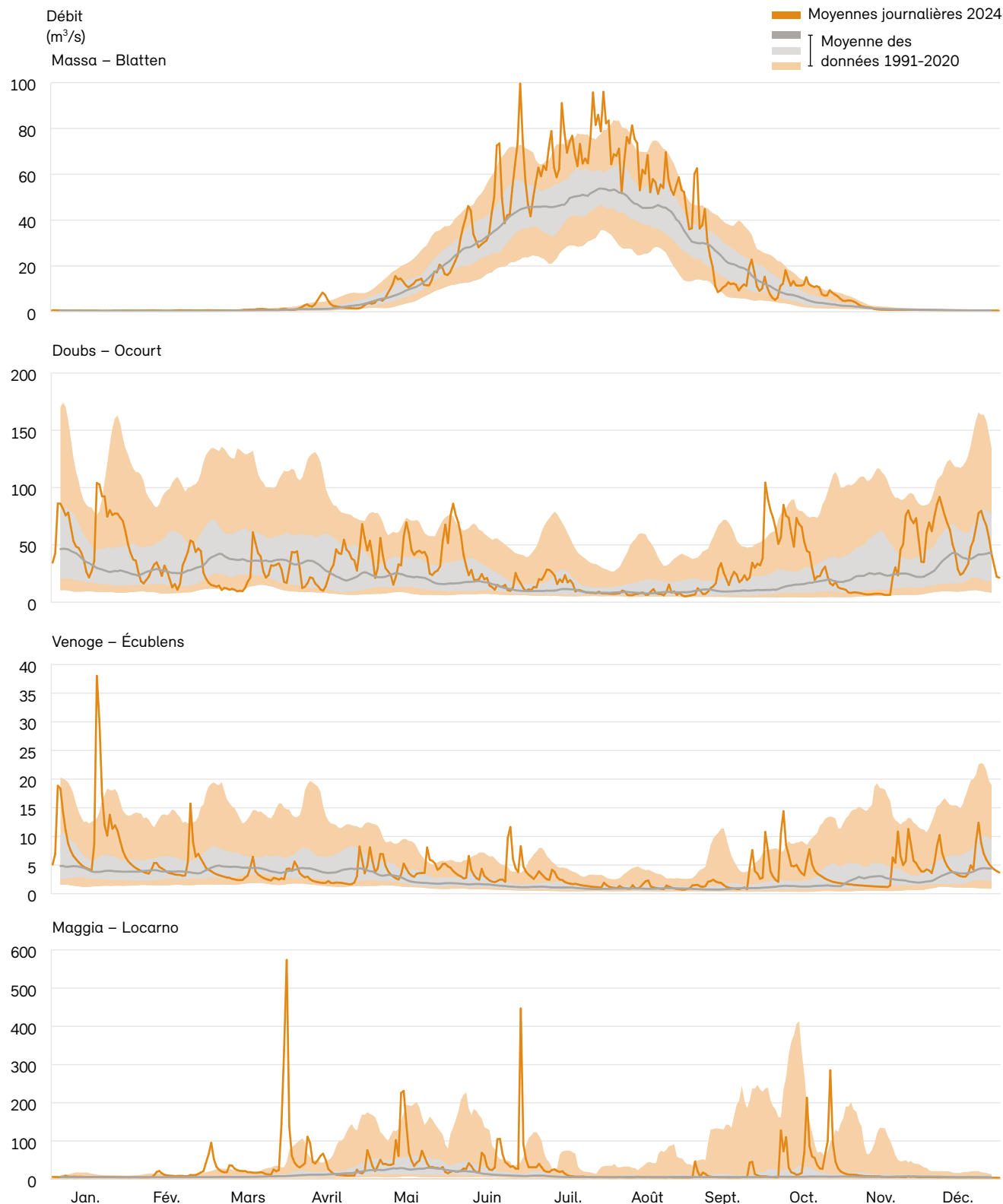
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



Moyennes journalières des débits de différents bassins versants de taille moyenne (2/2)

Fig. 4.8: Moyennes journalières 2024 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



4.2 Niveaux des lacs

Près de la moitié des grands lacs ont affiché des niveaux équilibrés en moyenne annuelle, tandis que les autres ont enregistré des niveaux nettement supérieurs à la moyenne pluriannuelle. Le lac de Thoue a constitué une exception, avec un niveau inférieur à la normale de 3 cm, en raison d'un abaissement exceptionnel en début d'année. Les écarts les plus importants par rapport à la norme 1991-2020 ont été enregistrés au lac Majeur et au lac de Constance. Deux lacs plus petits, ceux de Baldegg et de Sempach, ont enregistré un nouveau record pour le mois de juin.

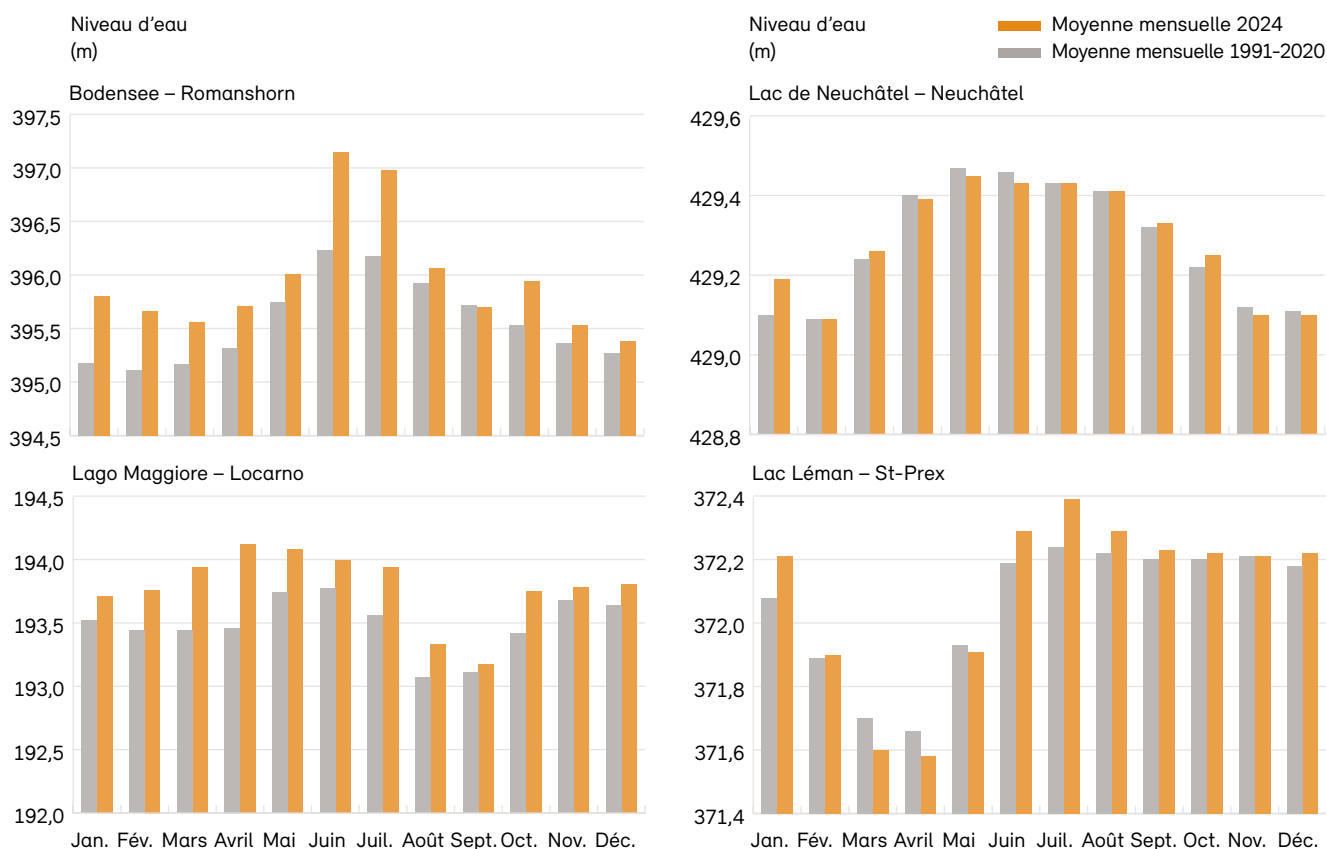
Au début de l'année, le niveau du **lac de Constance** était déjà supérieur de plus d'un demi-mètre à son niveau habituel. Les différences les plus importantes ont toutefois été observées pendant les crues de juin et juillet : le niveau est alors resté près de 60 jours au niveau de danger 2 ou plus, dont 26 jours au niveau 4, à environ

60 cm des valeurs maximales absolues de 1999. Parmi les grands lacs, seul le lac de Constance (supérieur et inférieur) a atteint le niveau 4 durant l'été 2024.

À partir de février, le niveau du **lac de Neuchâtel** est resté proche de l'hydrogramme moyen de la période de norme. En conséquence, la différence entre les moyennes annuelles était minime. Les grands lacs régulés du nord des Alpes ont pu être contrôlés conformément au règlement, même pendant les crues estivales.

Tous les mois de l'année, les valeurs moyennes mesurées au **lac Majeur** ont été supérieures à la norme. Le niveau de danger 2 a été atteint pendant quelques jours début avril et mi-mai. Le **lac de Lugano** a atteint le niveau de danger 3 pendant quelques jours. En 2024, le Léman a connu des variations importantes par rapport à son niveau moyen. Les crues du Rhône en juin ont fait monter le niveau du lac au niveau de danger 2.

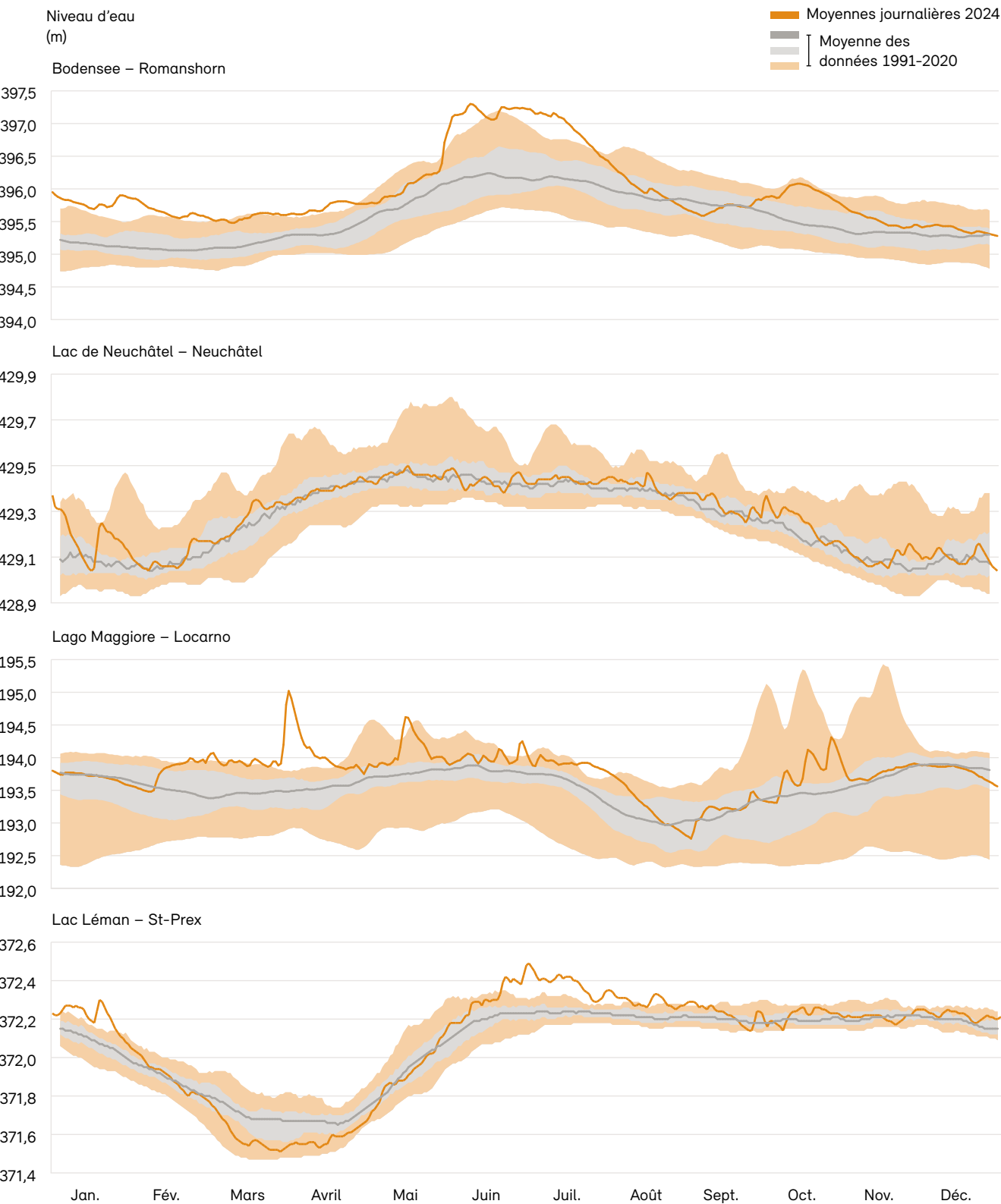
Fig. 4.9 : Moyennes mensuelles 2024 des niveaux d'eau (orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020 (gris)



Niveaux journaliers de différents lacs

Fig. 4.10 : Moyennes journalières 2024 des niveaux d'eau (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



4.3 Températures de l'eau

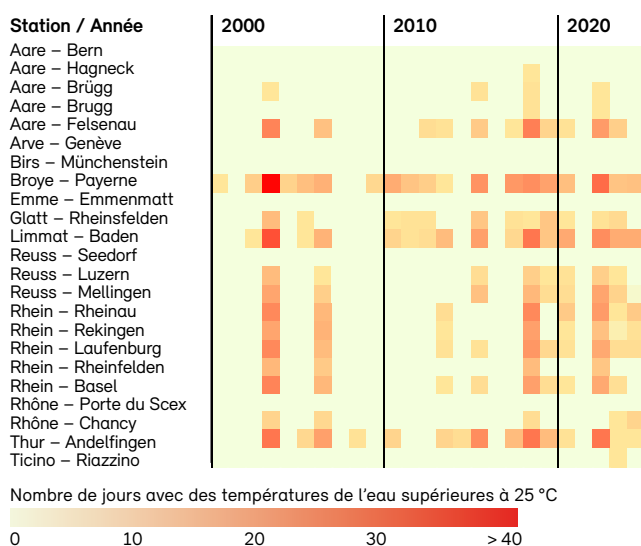
Le réseau de mesure comprend environ 80 stations le long de petits et grands cours d'eau. Les séries de mesures permettent d'observer l'état et l'évolution de la température des cours d'eau suisses et d'élaborer, des scénarios de température en fonction des changements climatiques à venir. Depuis 2022, la température est mesurée par des sondes dans les lacs de Morat, de Hallwil, d'Aegeri, de Lugano et dans quelques petits lacs. En 2025, les stations sont intégrées dans un programme de suivi à long terme avec l'aide des cantons. La mesure est effectuée en continu de la surface au fond du lac. Les résultats, qui ne portent que sur les cours d'eau, sont publiés en ligne (cf. annexe).

Moyennes annuelles et jours au-dessus de 25 °C

L'année 2024 a été marquée par des épisodes de chaleur temporaires au premier et au troisième trimestre. Les moyennes annuelles n'ont enregistré que quelques nouveaux records isolés sur le Plateau et dans les Alpes. Par rapport aux deux années précédentes, les valeurs maximales journalières ont plus rarement dépassé la limite de 25 °C (cf. fig. 4.11). Des dépassements ont surtout été constatés dans le haut Rhin et ses affluents, ainsi

Fig. 4.11 : Température de l'eau : jours dépassant 25 °C

Sélection de stations de mesure de l'OFEV. Le nombre de jours avec des températures supérieures à 25 °C continue d'augmenter. Plus la teinte dans le tableau est foncée, plus le nombre de jours par an avec des températures de l'eau supérieures à 25 °C est élevé.



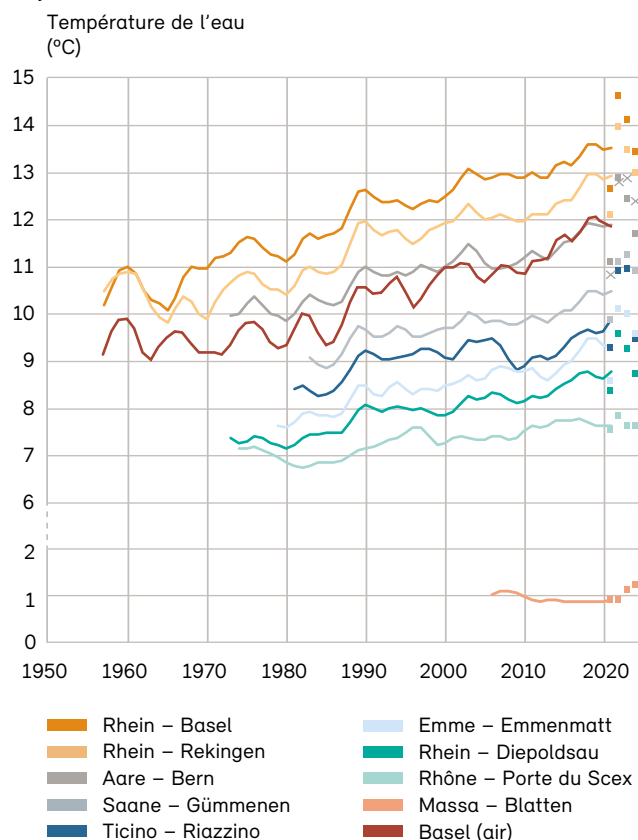
qu'à quelques stations du Plateau et en aval du Léman (Rhône-Chancy).

Températures élevées de l'eau en hiver et à la fin de l'été

Selon MétéoSuisse, l'hiver 2023/2024 a été le plus doux jamais enregistré en Suisse. En janvier, il y a eu de nouveaux minima et maxima mensuels des températures de l'eau, principalement dans les Alpes. Des températures basses peuvent survenir pendant les périodes plus chaudes en raison de la fonte des neiges ou de conditions météorologiques locales particulières. Du fait du record de chaleur enregistré en février, de nouveaux maxima ont été observés à plus de 30 stations ce mois-là. En août, mois ensoleillé et peu pluvieux, très peu de stations du Plateau et des Alpes ont relevé de nouveaux maxima mensuels. Avec la chaleur de début de septembre, près de 30 stations, principalement sur le Plateau et le long du Rhin, ont enregistré de nouvelles maximales pour ce mois.

Fig. 4.12 : Évolution de la température de différents cours d'eau suisses de 1954 à 2024

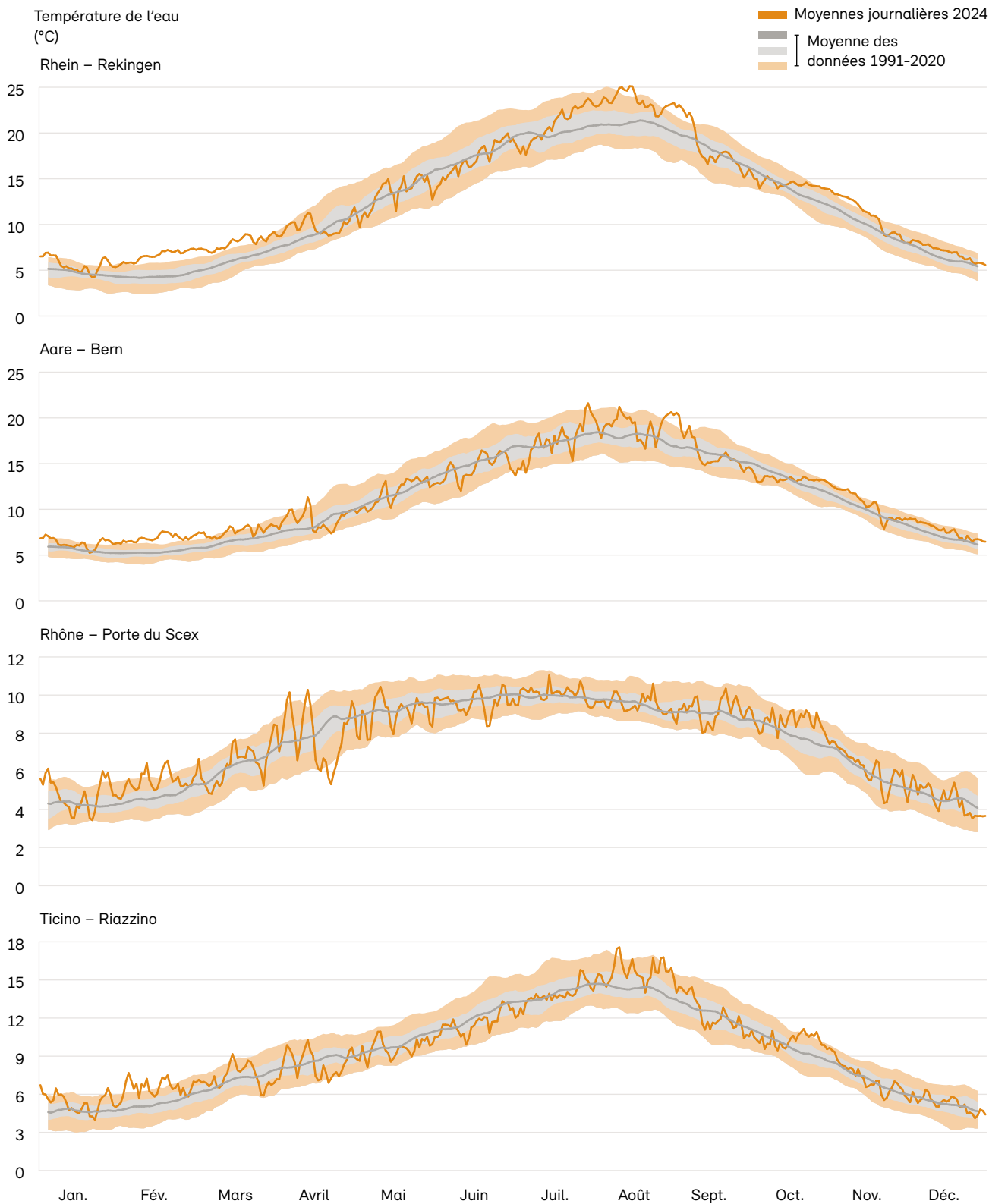
Les lignes représentent les moyennes lissées sur sept ans et les points ou les croix (température de l'air), les quatre dernières moyennes annuelles.



Températures journalières moyennes à différentes stations

Fig. 4.13 : Moyennes journalières 2024 des températures de l'eau (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



4.4 Isotopes stables

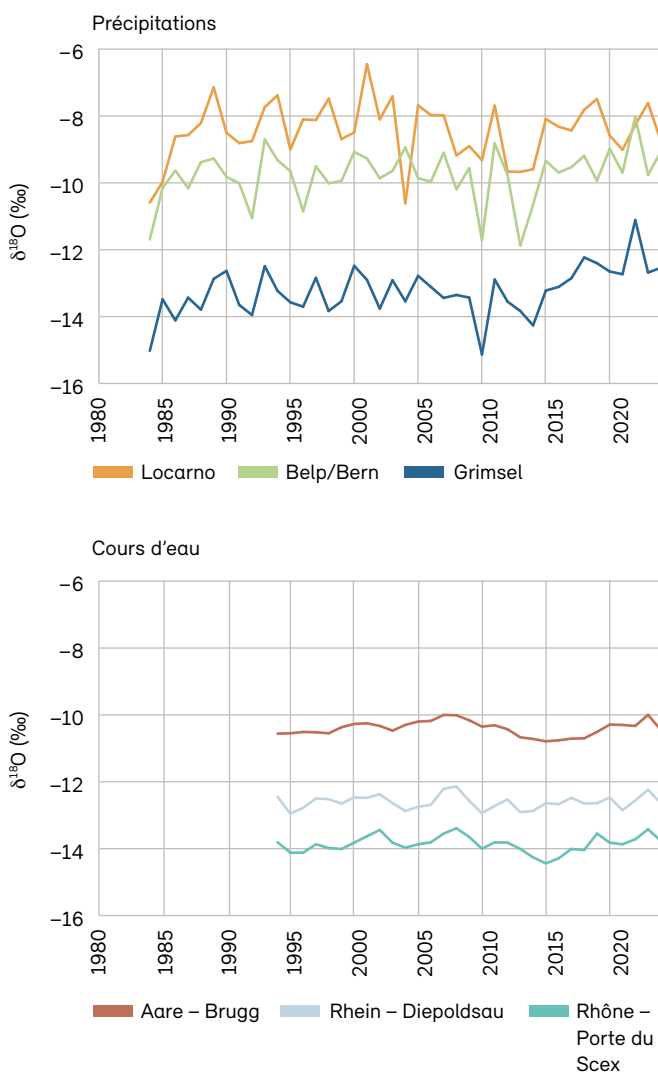
Les isotopes stables présents dans les précipitations, les eaux de surface et les eaux souterraines constituent des indicateurs naturels fournissant des informations supplémentaires fort utiles pour les études régionales climatologiques, environnementales et hydrologiques. Ils permettent ainsi de déterminer, dans les eaux souterraines, l'origine, la durée de séjour et le ratio de mélange des différentes composantes de l'eau, ou encore d'estimer l'altitude moyenne d'un bassin versant. Les informations isotopiques sont précieuses, en particulier pour les investigations relatives aux ressources en eau dans les bassins versants alpins ; elles permettent en effet souvent de connaître la durée de séjour de composantes « jeunes » de l'eau ou d'obtenir des indications sur les cheminements de l'eau à l'échelle suprarégionale. Dans le cadre du module ISOT (isotopes de l'eau) de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, l'évolution régionale à long terme du deutérium (^2H) et de l'oxygène-18 (^{18}O) est suivie à l'échelle nationale, grâce à treize stations pluviométriques et à neuf stations hydrométriques. De cette façon, de longues séries de données de référence sont disponibles pour des études hydro(géo)logiques et météorologiques.

Les valeurs isotopiques des précipitations sont soumises à des fluctuations saisonnières régulières, auxquelles se superposent les évolutions à long terme. Parallèlement à la tendance générale observée pour les températures, les valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ dans les précipitations ont crû depuis le début des années 1980 et jusqu'au début du XXI^e siècle à toutes les stations pluviométriques. Entre 2005 et 2015 en revanche, on a constaté une stagnation, voire une baisse de ces valeurs ; mais depuis lors, elles sont à nouveau en augmentation (cf. fig. 4.14). L'année 2024 a été très chaude, en particulier le mois d'août. Les valeurs de deutérium et d'oxygène-18 mesurées dans les précipitations en 2024 ont donc été supérieures à la moyenne des dernières années.

On observe également une évolution saisonnière des valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ dans les cours d'eau, mais fortement retardée et atténuée dans le débit en raison des effets de mélange dans le bassin versant. Là aussi, une interruption passagère dans la tendance à la hausse des valeurs enregistrées pour les isotopes a été observée entre 2008 et 2015 (cf. fig. 4.14). Les valeurs de deutérium et d'oxygène-18 enregistrées dans le Rhin, l'Aar et le Rhône en 2024 se situaient dans la moyenne pluriannuelle.

Fig. 4.14 : Stations de mesure de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA (module ISOT)

Évolution des valeurs $\delta^{18}\text{O}$ dans les précipitations et dans les cours d'eau à différentes stations de mesure de 1984 à 2024.



Les données relatives à l'oxygène-18 et au deutérium présents dans les précipitations ont été interpolées spatialement afin de générer des cartes à l'échelle nationale. À cette fin, une régression multiple comprenant la topographie et la quantité de précipitations mensuelles a été réalisée, suivie d'une interpolation des résidus au moyen du krigeage ordinaire. Les données de 2007 à 2023 ont été utilisées pour développer le modèle. Des données mensuelles maillées avec une résolution de 500 m sont disponibles pour ces années.

4.5 Qualité de l’eau, propriétés physiques et chimiques

L’OFEV surveille la qualité des cours d’eau en collaboration avec les cantons à 142 stations du programme « Observation nationale de la qualité des eaux de surface » (NAWA). Au cours de la période contractuelle 2022-2025, le module NAWA TREND analyse également les micropolluants organiques à 38 stations. Dans le cadre du programme NAWA FRACHT (anciennement « Surveillance nationale continue des cours d’eau » [NADUF]), l’OFEV collecte des données physico-chimiques continues à haute résolution à 15 stations (niveau d’eau, débit, température, conductivité, pH, oxygène) et prélève des échantillons composites hebdomadaires ou bimensuels proportionnels au débit destinés aux analyses de laboratoire (nutriments, paramètres géogènes, métaux lourds et micropolluants à quelques stations). La combinaison des analyses chimiques et des données de débit permet de calculer de manière fiable les flux de substances dans les cours d’eau et d’établir des bilans de masse relatifs aux lacs. Il est ainsi possible d’identifier les évolutions et, si nécessaire, de proposer des mesures de protection des eaux.

Lorsque l’on considère les flux de substances, deux aspects doivent être pris en compte : d’une part, les débits, qui varient entre les saisons et les stations, et d’autre part, les concentrations. Le produit de la

concentration et du débit donne le flux, qui est mesuré en unités de poids par unité de temps.

Évolution des flux de sulfate dans les bassins versants principaux

Les paramètres géogènes tels que le sulfate sont mesurés depuis des décennies dans le cadre du programme NAWA FRACHT. Le sulfate n’est naturellement présent qu’en quantités modérées dans les eaux suisses, la grande majorité étant alors d’origine géologique, provenant de la dissolution du gypse ou d’autres anhydrites dans les eaux souterraines, ainsi que de l’altération de minéraux tels que la pyrite. D’autres sources, anthropiques, participent aussi aux apports de sulfate dans les eaux, comme l’utilisation d’engrais minéraux soufrés ainsi que les déversements d’eaux usées et d’eaux industrielles. D’un point de vue écotoxicologique, le sulfate ne pose néanmoins aucun problème dans la plage de concentration observée depuis le début des mesures.

La formation de pluies acides provoquée par l’oxydation du dioxyde de soufre présent dans l’air est un autre aspect anthropique pouvant influencer les quantités de sulfate se retrouvant dans les eaux de surface. Les rejets de dioxyde de soufre ont constamment diminué au cours des dernières décennies, rendant ce phénomène bien moins fréquent qu’auparavant. Cela explique en partie le recul des flux de sulfate constaté dans certains bassins versants, à certaines stations de mesure.

Tab. 4.1 : Tendances des concentrations et flux de sulfate, ainsi que des débits entre 1984 et 2024 et du débit moyen
Mois d’été (E juin-septembre) et d’hiver (H décembre-mars).

Cours d’eau	Station	Débit 1984-2024 (m³/s)	Concentrations de sulfate			Débits		Flux de sulfate		
			E	H	Évolution (%)	E	H	E	H	Évolution (%)
Rhône	Porte du Scex	184	=	+	+ 6	=	=	=	+	+ 6
Rhône	Chancy	340	+	-	+ 1	-	=	-	+	- 10
Rhein	Weil	1054	-	--	- 17	-	=	--	-	- 22
Rhein	Rekingen	441	+	-	- 4	-	+	-	+	- 6
Rhein	Diepoldsau	233	+	-	- 4	=	=	=	=	+ 1
Aare	Brugg	314	=	-	- 7	-	=	--	=	- 19
Thur	Andelfingen	47	--	--	- 44	=	=	--	--	- 47
Glatt	Rheinsfelden	9	--	--	- 36	-	=	--	--	- 46
Inn	S-chanf	21	++	+	+ 26	-	=	+	=	+ 10

--

 en forte diminution

-

 en diminution

=

 sans changements

+

 en augmentation

++

 en forte augmentation

Le tableau 4.1 présente l'évolution des concentrations et des flux de sulfates, ainsi que l'évolution des débits entre les années 1984 et 2024. Les concentrations et les flux sont restés généralement stables sur cette période, hormis aux stations de la Thur à Andelfingen et de la Glatt à Rheinsfelden, où une diminution nette des concentrations et des flux d'environ 40 %, tant en hiver qu'en été, est enregistrée.

À la station du Rhin à Weil, les concentrations et les flux diminuent d'environ 20 % sur toute la période, de manière plus marquée en hiver pour les concentrations et plus marquée en été pour les flux. À la station de l'Inn à S-chanf, c'est au contraire une augmentation notable des concentrations (+ 26 %) ainsi qu'une augmentation modérée des flux (+ 10 %) qui est à signaler.

Après analyse, il s'avère que la diminution des apports par les précipitations n'explique qu'une part limitée des changements observés à travers le temps. Une diminution du nombre d'industries ou une modification de leurs rejets (textiles et papeterie notamment) ainsi qu'une amélioration des processus de traitement des eaux usées, et d'éventuels changements dans les processus d'altération rocheuse jouent donc un rôle prépondérant dans l'évolution au cours des 40 dernières années.

Dans l'optique d'établir les causes précises des changements, seule une analyse détaillée du nombre d'industries ayant cessé leurs activités ou ayant modifié leurs processus de fabrication pourrait apporter des éléments concrets quantitatifs supplémentaires dans les bassins versants concernés (Thur, Glatt, Rhin). Quant aux stations d'épuration, peu de données existent en l'état sur les concentrations du sulfate.

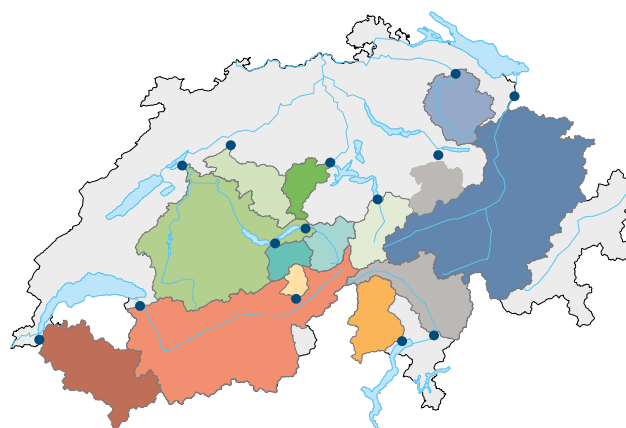
Le sulfate reste néanmoins un paramètre majoritairement influencé par des processus naturels (altération et dissolution de minéraux) ainsi que l'effet de dilution saisonnier provoqué par les précipitations et les modifications annuelles de débits dans les cours d'eau.

4.6 Charges en suspension

L'OFEV mesure deux fois par semaine, à treize stations hydrométriques, la concentration des matières en suspension qui sont transportées par les cours d'eau (cf. fig. 4.15). Les échantillons sont mis en corrélation avec les données sur la turbidité mesurées en continu, puis extrapolées en charges mensuelles et annuelles à l'aide des données sur les débits. Combinées avec les observations hydrologiques et écologiques, ces données permettent d'optimiser la gestion et d'améliorer la protection des eaux.

Les concentrations de matières en suspension dans les eaux dépendent fortement, entre autres, des turbulences et du débit. Cette corrélation est aisément reconnaissable au fait que les charges durant les mois de basses eaux en hiver ne présentent qu'une petite partie des charges annuelles dans la majeure partie des cours d'eau. Cependant, un gros orage peut provoquer une charge journalière représentant une grande partie de la charge annuelle. De plus amples informations sont disponibles sur Internet (cf. annexe).

Fig. 4.15 : Stations du réseau de mesure des matières solides en suspension de l'OFEV (points), avec leurs bassins versants



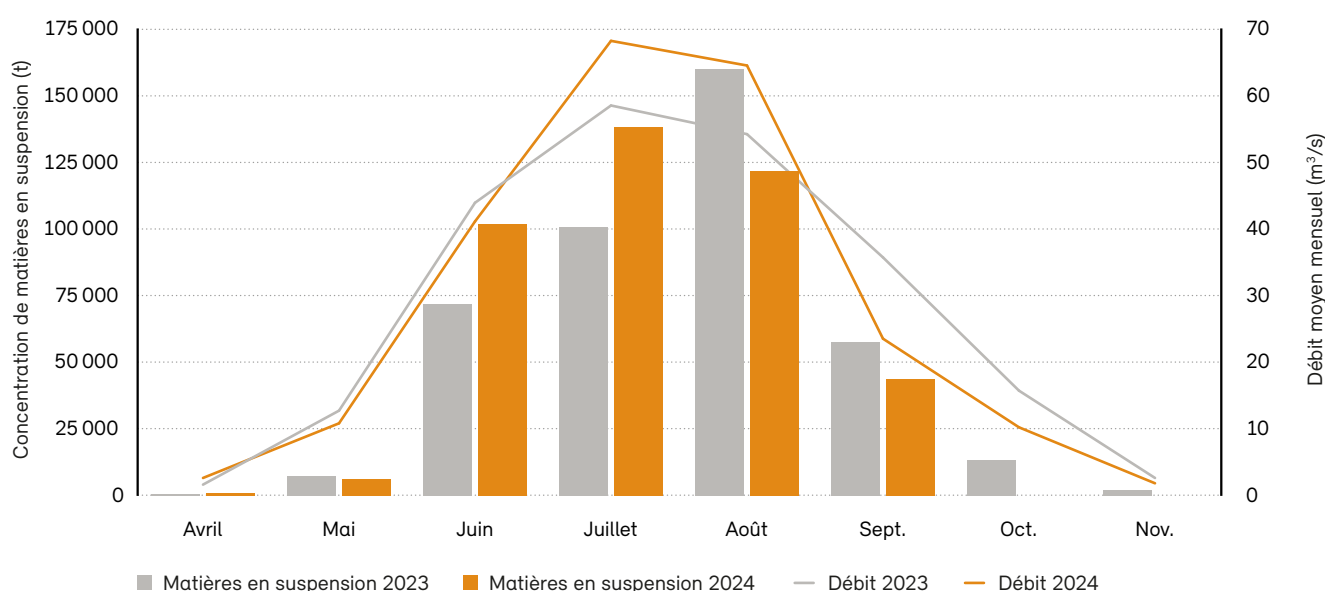
Estimation des charges en suspension dans la Massa à Blatten bei Naters

Une quatorzième station de mesure a été installée sur la Massa à Blatten bei Naters, en aval du glacier d'Aletsch. Elle a pour mission de mesurer les charges qui sont en suspension dans ce cours d'eau alimenté principalement par l'eau de fonte du glacier. À long terme, les séries de mesures permettront de tirer des conclusions sur l'influence des changements climatiques sur le transport des sédiments. Il s'agit notamment de mesurer la disponibilité de matières supplémentaires du fait du dégel du pergélisol et du retrait des glaciers, qui n'est pas sans répercussions sur différents domaines tels que l'écologie, la gestion des eaux et la production d'énergie. Dans le cadre d'une première phase de test qui a débuté en 2023, la station est utilisée pour mesurer la turbidité de l'eau en continu. De mai à novembre 2023 et de mai à novembre 2024, des échantillons de matières en suspension ont été prélevés

automatiquement chaque jour afin d'obtenir un premier bilan de la dynamique sédimentaire. Le débit de la Massa à Blatten étant déjà mesuré depuis plusieurs années, ces données servent à déterminer les charges en suspension en y associant la concentration de sédiments en suspension.

La figure 4.16 montre une estimation de la concentration mensuelle de matières en suspension à cette station de mesure pour les années 2023 et 2024. À titre indicatif, le débit mensuel moyen est représenté par une ligne. Il ressort du graphique que la charge en suspension suit le schéma saisonnier de la fonte des glaciers, avec des concentrations plus élevées pendant les mois plus chauds de juillet et d'août. À l'inverse, les concentrations sont nettement plus faibles pendant les mois plus froids, à savoir avril, mai, octobre et novembre. Les charges en suspension de la Massa à Blatten varient entre près de 500 t en avril et plus de 150 000 t pendant la période estivale.

Fig. 4.16 : Concentration mensuelle de matières en suspension, calculée pour la Massa à Blatten bei Naters pour les années 2023 et 2024, et débit moyen mensuel



5 Eaux souterraines

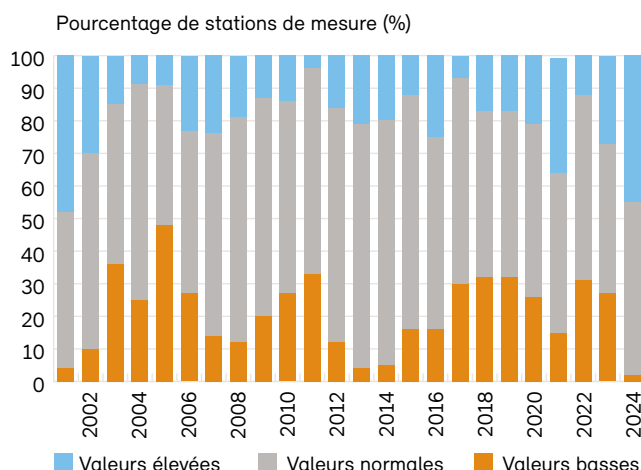
En comparaison pluriannuelle, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources en 2024 ont été hauts à une moitié des stations de mesure environ. De même, près d'une station sur deux a fait état de températures élevées dans les eaux souterraines.

5.1 Eaux souterraines – quantité

Le suivi des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources à une centaine de stations de mesure, dans le cadre de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, permet de connaître les quantités actuelles d'eaux souterraines en Suisse et d'en comparer l'évolution avec de longues séries de données. Les résultats des mesures renseignent en outre sur l'impact potentiel à long terme des changements climatiques sur les ressources en eaux souterraines (p. ex. multiplication escomptée d'événements extrêmes tels que crues ou sécheresses).

Fig. 5.1 : Niveaux des eaux souterraines et débits des sources de 2001 à 2024

Pourcentage des stations de mesure du module QUANT de NAQUA ayant enregistré des valeurs annuelles basses, normales et élevées pour le niveau des eaux souterraines ou le débit des sources de 2001 à 2024. Gris : valeur annuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs mesurées entre 2001 et 2020. Bleu : valeur annuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevées des valeurs mesurées entre 2001 et 2020. Orange : valeur annuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs mesurées entre 2001 et 2020.

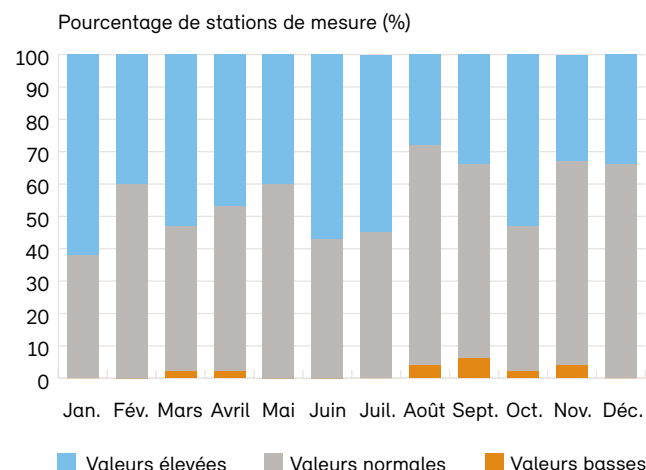


Selon les tendances météorologiques pluriannuelles (température et précipitations), la Suisse connaît fréquemment de longues périodes caractérisées par des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources tantôt assez bas, tantôt assez élevés. Considérée sous cet angle, l'année 2024 s'inscrit dans une période présentant, en comparaison pluriannuelle, des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources qui sont principalement hauts (cf. fig. 5.1).

En raison des quantités de précipitations supérieures à la moyenne entre janvier et juin 2024, près de la moitié des stations de mesure ont enregistré des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources élevés pendant ces mois (cf. fig. 5.2). Ces valeurs ont augmenté en particulier lors de fortes précipitations. C'était notamment le cas fin mai et début juin en Suisse orientale, ainsi que les 20 et 21 juin dans le sud des Alpes et les vallées méridionales du Valais.

Fig. 5.2 : Niveaux des eaux souterraines et débits des sources en 2024

Pourcentage des stations de mesure du module QUANT de NAQUA ayant enregistré des valeurs mensuelles basses, normales et élevées pour le niveau des eaux souterraines ou le débit des sources de janvier à décembre 2024. Gris : valeur mensuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs mesurées pour ce mois entre 2001 et 2020. Bleu : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevées des valeurs mesurées pour ce mois entre 2001 et 2020. Orange : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs mesurées pour ce mois entre 2001 et 2020.



Les précipitations tombées en juillet et août ont été inférieures à la normale sur une grande partie du territoire. Les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont alors baissé, en particulier dans les aquifères proches de la surface. Fin août, certains petits aquifères proches de la surface en Suisse orientale ont ainsi enregistré des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources bas (cf. fig. 5.2).

Au cours de la première quinzaine de septembre, il y a eu des chutes de neige exceptionnelles en altitude. Les températures douces qui ont suivi ont rapidement fait fondre la neige. Les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont alors augmenté. En octobre, la moitié des stations de mesure ont enregistré un niveau élevé pour les eaux souterraines et les débits des sources (cf. fig. 5.2).

L'arrivée de l'hiver fin novembre a apporté de fortes chutes de neige jusqu'à basse altitude des deux côtés des Alpes. À haute altitude, il a également neigé en abondance peu avant Noël. Au Tessin et dans les Grisons, le temps était en revanche sec en décembre. En novembre et décembre, un tiers des stations de mesure ont ainsi enregistré des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources élevés.

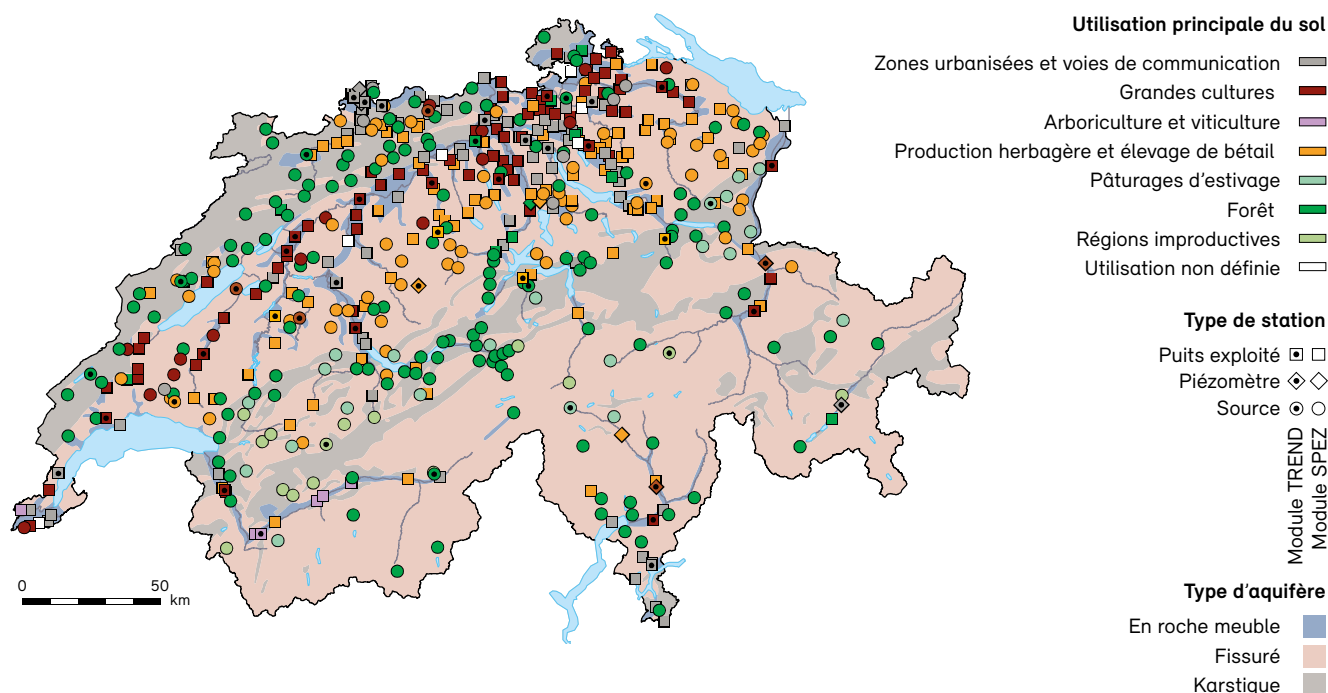
5.2 Eaux souterraines – qualité

Les eaux souterraines sont la principale source d'eau potable en Suisse. Si disposer d'eaux souterraines en quantité suffisante et de qualité irréprochable a semblé aller de soi jusqu'à présent, les réservoirs aquifères sont pourtant de plus en plus sous pression. Des traces de substances de synthèse, très tenaces pour la plupart, portent atteinte à la qualité des eaux souterraines.

L'état et l'évolution de la qualité des eaux souterraines sont relevés dans le cadre de NAQUA (cf. fig. 5.3). Les mesures réalisées à 550 stations réparties sur l'ensemble du pays permettent non seulement de détecter rapidement la présence de substances problématiques ou de changements indésirables, mais aussi de vérifier l'efficacité des mesures prises dans le domaine de la protection des eaux souterraines. Les analyses de la qualité des eaux souterraines se concentrent par conséquent sur les variations à long terme, significatives du point de vue statistique, et non sur les fluctuations saisonnières ou d'une année à l'autre. Ces dernières ne sont donc pas présentées dans l'annuaire hydrologique. Des informations plus détaillées sont disponibles sur Internet (cf. annexe).

Fig. 5.3: Stations de mesure NAQUA (modules TREND et SPEZ)

Stations de mesure des modules TREND et SPEZ relevant la qualité des eaux souterraines, utilisation principale du sol dans le bassin d'alimentation et type d'aquifère.



5.3 Eaux souterraines – températures

Le suivi de la température des eaux souterraines à une centaine de stations de mesure dans le cadre de NAQUA permet de connaître l'état des eaux souterraines en Suisse et d'en comparer l'évolution avec de longues séries de données. Il est ainsi possible de constater les éventuelles répercussions des changements climatiques – en particulier de l'augmentation des températures de l'air et de la multiplication prévue des canicules – sur les températures des eaux souterraines.

D'après MétéoSuisse, l'année 2024 a été très chaude. Elle a commencé par un temps extrêmement doux. Le mois d'août 2024 a été l'un des plus chauds depuis le début des mesures. Octobre et novembre ont été des mois très doux également (cf. chap. 2).

En comparaison pluriannuelle, la période de 2015 à 2024 se distingue par des températures d'eaux souterraines élevées (cf. fig. 5.4). Les températures de l'air ayant été élevées en 2024, un nombre exceptionnel de stations de mesure ont affiché des températures d'eaux souterraines élevées tout au long de l'année (cf. fig. 5.5 et 5.6).

Fig. 5.4: Température des eaux souterraines de 2001 à 2024

Pourcentage de stations de mesure ayant enregistré des valeurs annuelles basses, normales et élevées pour la température des eaux souterraines de 2001 à 2024. Gris : valeur annuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs mesurées entre 2001 et 2020. Orange : valeur annuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevés des valeurs mesurées entre 2001 et 2020. Bleu : valeur annuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs mesurées entre 2001 et 2020.

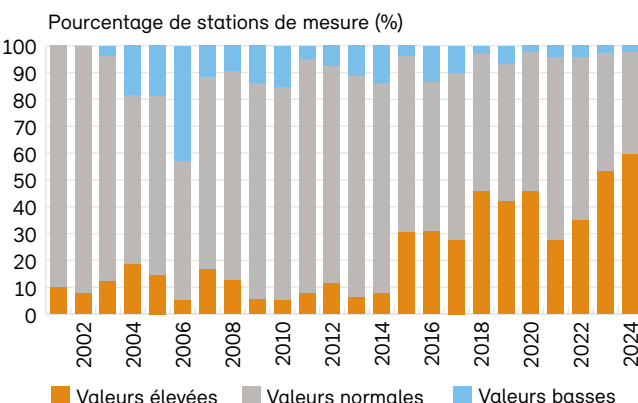


Fig. 5.5: Stations de mesure NAQUA (module QUANT)

Température moyenne des eaux souterraines en 2024 par rapport à la période 2001-2020.

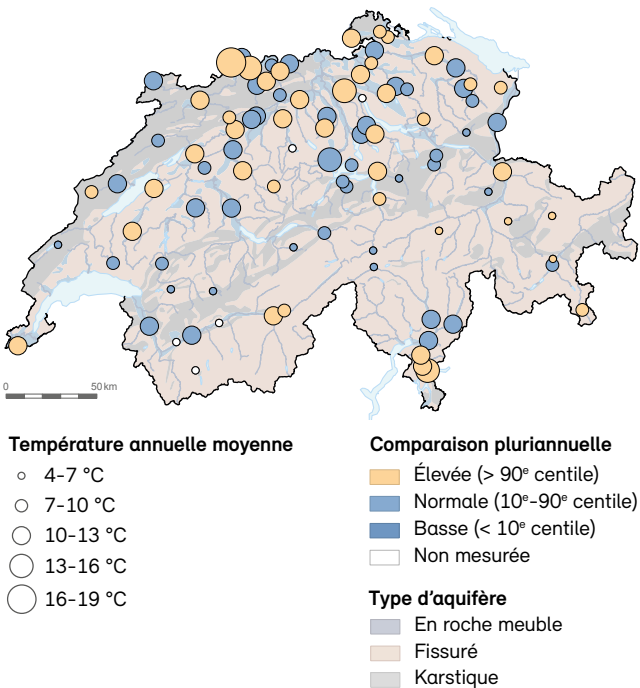
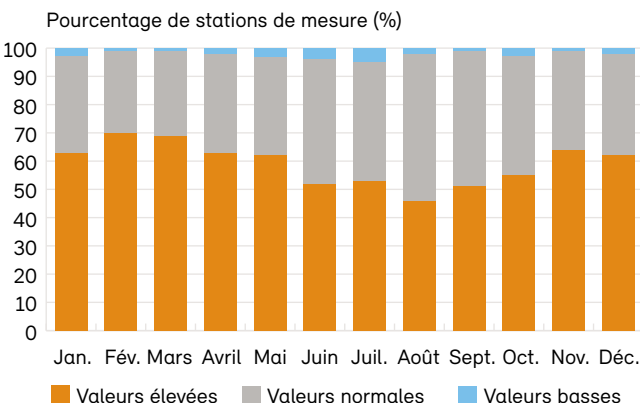


Fig. 5.6: Température des eaux souterraines en 2024

Pourcentage de stations de mesure ayant enregistré des valeurs mensuelles basses, normales et élevées pour la température des eaux souterraines en 2024. Gris : valeur mensuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs mesurées pour ce mois entre 2001 et 2020. Orange : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevés des valeurs mesurées pour ce mois entre 2001 et 2020. Bleu : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs mesurées pour ce mois entre 2001 et 2020.



Annexe

Glossaire

Niveau de danger

Pour les alertes en cas de crue, l'OFEV distingue cinq niveaux de danger, conformément aux dispositions de l'ordonnance sur l'alarme et le réseau radio de sécurité. Chacun renseigne sur l'intensité de l'événement, les conséquences possibles et les comportements à adopter.

Pour les lacs, la limite de crue marque le passage du niveau 3 (« danger marqué ») au niveau 4 (« danger fort »). Lorsque ce niveau est atteint, le risque d'inondation augmente. Les bâtiments et les infrastructures peuvent subir des dommages.

Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA)

En collaboration avec les cantons, l'OFEV établit les bases permettant de documenter et d'évaluer l'état ainsi que l'évolution des eaux suisses au niveau national avec les volets FRACHT, TREND et SPEZ. NAWA FRACHT (anciennement NADUF, **Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses**) suit depuis plus de 50 ans l'évolution des concentrations et des flux de substances dans différents cours d'eau suisses. Le programme NADUF a été intégré à NAWA en 2014 en tant que sous-programme et, début 2025, renommé NAWA FRACHT. NAWA TREND observe et évalue depuis 2011 l'état des cours d'eau à l'aide des concentrations de substances, tandis que NAWA SPEZ sert aux observations spéciales limitées dans le temps.

Observation nationale des eaux souterraines NAQUA

NAQUA se compose des quatre modules QUANT, TREND, SPEZ et ISOT. Le premier est consacré à l'observation quantitative des eaux souterraines, tandis que le deuxième et le troisième se focalisent sur la qualité. Servant à observer les isotopes stables dans les précipitations et les cours d'eau, le quatrième livre des données de référence pour les eaux souterraines.

Normale

Pour décrire les conditions climatologiques ou hydrologiques moyennes d'une station, on utilise les valeurs moyennes (normales) de divers paramètres mesurés sur une longue période. Dans le présent annuaire, la période de norme 1991-2020 est utilisée pour les comparaisons climatologiques et hydrologiques relatives aux eaux de surface. La période de norme 2001-2020 est utilisée pour les eaux souterraines.

^2H , ^{18}O

Le deutérium (^2H) est un isotope naturel stable de l'hydrogène. L'oxygène-18 (^{18}O) est un isotope naturel stable de l'oxygène. Les isotopes sont des atomes d'un élément possédant le même nombre de protons, mais un nombre différent de neutrons. Les valeurs δ (valeurs delta) sont des coefficients des isotopes considérés $\delta(^2\text{H}/^1\text{H})$, abrégé en $\delta^2\text{H}$, et $\delta(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})$, abrégé en $\delta^{18}\text{O}$.

Informations complémentaires

Des informations détaillées sur les thèmes de l'Annuaire hydrologique de la Suisse et sur les réseaux hydrométriques de l'OFEV ainsi que des données actuelles et historiques sont disponibles sur Internet, sous :

Données actuelles et historiques :

www.hydrodaten.admin.ch

Bulletin des eaux souterraines de l'OFEV :

www.hydrodaten.admin.ch/fr/grundwasser/bulletin

Résultats NAQUA :

www.bafu.admin.ch/naqua

**Résultats NAWA FRACHT (anc. NADUF) –
téléchargement des données :**

<https://opendata.eawag.ch/dataset/naduf-national-long-term-surveillance-of-swiss-rivers-2024-2>

**NAWA FRACHT (anc. NADUF) –
description du réseau d'observation :**

www.bafu.admin.ch/nawa-fracht

Résultats NAWA TREND sous forme de carte :

<https://s.geo.admin.ch/10n4yh67m9q4>

NAWA – description du réseau d'observation :

www.bafu.admin.ch/nawa

**Réseau d'observation des transports de
sédiments par les cours d'eau :**

www.bafu.admin.ch/sediment

Mesure de la température des cours d'eau :

www.bafu.admin.ch > *Thème Eaux* > *Cours d'eau* > *Température de l'eau*

Mesure de la température de l'eau des lacs :

www.bafu.admin.ch > *Thème Eaux* > *Lacs* > *Température de l'eau des lacs*

**Indicateurs Eaux et informations complémentaires
sur l'eau :**

www.bafu.admin.ch/eaux

**Eaux suisses et changements climatiques –
Scénarios hydrologiques Hydro-CH2018 :**

www.nccs.admin.ch/hydro

Atlas hydrologique de la Suisse HADES :

<https://atlashydrologique.ch>

**Eaux suisses. État et mesures. Publication de
l'OFEV, août 2022 :**

www.bafu.admin.ch/uz-2207-f

**Dossiers Web de l'OFEV sur des événements
hydrologiques de l'année 2024 :**

www.bafu.admin.ch > *Thème Eaux* > *Événements extrêmes*

Analyse des intempéries de l'été 2024

Les explications fournies dans le présent annuaire se concentrent sur la situation hydrologique des cours d'eau et des lacs. Les intempéries de l'été 2024 ont causé d'importants dégâts dans de nombreuses régions de Suisse et fait plusieurs victimes. Dans le cadre d'une analyse des événements, les services spécialisés de la Confédération et des cantons concernés examinent conjointement les causes et les conséquences de ces intempéries. L'analyse se concentre en particulier sur la vérification des bases de danger existantes (notamment pour les cours d'eau en pente raide concernés par des processus d'érosion et de transport de sédiments ainsi que par des laves torrentielles), le comportement et l'efficacité des mesures de protection et des lacs de retenue, ainsi que la qualité des prévisions et l'efficacité des alertes. La publication de cette analyse est prévue pour 2027.