

Annuaire hydrologique de la Suisse 2020

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 2020

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: WSL 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 Zurich

Référence bibliographique

OFEV (éd.) 2021 : Annuaire hydrologique de la Suisse 2020. Débit, niveau et qualité des eaux suisses. Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement n° 2109 : 39 p.

Traduction

Service linguistique de l'OFEV

Mise en page

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Photo de couverture

Crue du 3 octobre 2020 : la crue de la Reuss uranaise a eu pour effet de déverser dans le lac d'Uri de grandes quantités d'eau, mais aussi des matières fines et des charges solides. Photo : Angel Sanchez, département des travaux publics du canton d'Uri

Crédits photographiques

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

Source des données

Les analyses hydrologiques sont basées sur les données provisoires de 2020.

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uz-2109-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 2021

Table des matières

Abstracts	5
<hr/>	
Avant-propos	6
<hr/>	
Résumé	7
<hr/>	
1 Les faits qui ont marqué 2020	8
<hr/>	
2 Conditions météorologiques	13
<hr/>	
3 Neige et glaciers	14
<hr/>	
4 Eaux de surface	16
<hr/>	
5 Eaux souterraines	34
<hr/>	
Annexe	38

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

Chère lectrice, cher lecteur,

Marquée par la pandémie de coronavirus, 2020 aura été une année exceptionnelle pour notre société. Du point de vue hydrologique, elle aura été une année de contrastes : après une longue période de sécheresse au printemps, la situation est revenue à la normale grâce à d'abondantes précipitations en mai et en juin, de sorte qu'aucune pénurie notable d'eau n'a été enregistrée. À l'opposé, deux épisodes de crue suprarégionaux sont survenus à la fin de l'été et en automne, provoquant des inondations dans le sud des Alpes, en Suisse centrale et dans certaines parties de Suisse orientale. À chaque fois, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a publié des alertes de crue ainsi qu'une évaluation des données hydrologiques. Vous trouverez plus de détails sur ces événements au chapitre 1 du présent annuaire.

La problématique de la sécheresse occupera de plus en plus le devant de la scène au cours des années à venir. Or la prévision des périodes de sécheresse laisse entrevoir d'importantes lacunes, alors même que les prévisions hydrologiques et les alertes en cas de crue sont de plus en plus précises. Aujourd'hui, il manque à la Suisse un système de prévision et d'alerte opérationnel au niveau fédéral. La plateforme de recherche expérimentale drought.ch, de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, de l'EPF Zurich et de l'Université de Zurich, montre à quoi pourrait ressembler un tel système.

Enfin, le nouveau système de gestion des données, qui s'appuie sur la base WISKI, est entré en service. La migration des données s'est achevée en 2020. Les tâches quotidiennes peuvent depuis lors être réalisées avec les nouveaux outils. Ce système garantit la continuation et la fiabilité du contrôle, de la correction et de l'analyse des données mesurées, tout en permettant d'autres usages, comme servir de base de travail pour le présent annuaire.

Je vous souhaite une agréable lecture de cette rétrospective de l'année 2020.

Carlo Scapozza
Chef de la division Hydrologie de l'OFEV

Résumé

Conditions météorologiques

En 2020, les températures annuelles relevées dans la plupart des régions de Suisse ont dépassé de 1,4 à 1,7 °C celles de la norme 1981-2010. La moyenne nationale a été supérieure à la norme de 1,5 °C, ce qui en fait, avec l'année 2018, la plus élevée depuis le début des mesures en 1864. Les précipitations ont quant à elles atteint entre 80 et 100 % de la période de référence.

Neige et glaciers

Du début à la fin de l'hiver 2019/2020, l'enneigement s'est révélé légèrement inférieur à la moyenne dans toute la Suisse. La deuxième moitié de la saison a été extrêmement sèche dans le sud du pays ; la partie centrale du versant nord des Alpes a elle aussi enregistré moins de précipitations que la normale. En revanche, il a davantage neigé en Valais. Les glaciers suisses ont continué à perdre de leur volume en été. Bien que 2020 n'ait pas été une année record, la fonte des glaciers a été massive, modifiant durablement le paysage alpin.

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

En 2020, les débits annuels ont été nettement inférieurs à la moyenne dans le nord et le nord-ouest de la Suisse. Certains bassins versants du Valais et de l'Engadine ont affiché des valeurs au-dessus de la norme 1981-2010. Sur l'année, des niveaux d'eau élevés en début d'année et au mois d'octobre ont alterné avec des niveaux bas au début de l'été. Ces fortes variations ont également été observées dans les lacs, particulièrement pendant les épisodes de crue survenus à l'automne. Les températures moyennes de l'eau ont été élevées surtout dans le Jura et dans l'espace alpin.

Isotopes stables

En février, un pic de chaleur a fait monter les valeurs δ dans les précipitations au-dessus de la moyenne saisonnière. De mai à juillet, les températures accrues de l'air ont à leur tour généré des valeurs δ élevées dans les précipitations en comparaison pluriannuelle. Dans les cours d'eau, on observe également cette évolution saisonnière des valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$.

Charges solides en suspension

En août, les charges solides mensuelles mesurées aux stations du nord des Alpes et du Tessin ont presque toutes été plus importantes que celles de la période de référence. En octobre, le regain de précipitations dans le nord des Alpes a été à l'origine de charges solides supérieures à la moyenne.

Eaux souterraines

Entre avril et juillet 2020, un tiers des stations de mesure ont enregistré des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources faibles en comparaison pluriannuelle. Après les fortes précipitations d'octobre, la moitié des stations de mesure ont relevé des niveaux temporairement accrus. Quant à la température des eaux souterraines, elle a été élevée à près d'une station de mesure sur deux.

1 Les faits qui ont marqué 2020

En 2020, la Suisse a enregistré une quantité de précipitations inférieure à la moyenne, même si deux grands épisodes de crue ont touché de nombreuses eaux du sud des Alpes, des Alpes centrales ainsi que des régions voisines fin août et début octobre. Une comparaison entre les deux événements montre leurs points communs et leurs différences.

Les cumuls de précipitations tombées sur de nombreuses régions suisses pendant l'été sont restés en deçà de la moyenne jusqu'au 27 août 2020. Toutefois, une faible dépression venue du golfe de Gênes et passant au-dessus des Alpes pour se diriger vers le nord-ouest a été à l'origine de très fortes pluies du 28 au 30 août.

Les 28 et 29 août, d'importantes précipitations, parfois entrecoupées d'orages, se sont abattues sur le Tessin et dans les régions adjacentes du canton des Grisons. Les 29 et 30 août, de violentes pluies ont également touché la partie orientale du versant nord des Alpes.

Après trois semaines très sèches au début du mois, un courant d'air froid venu de l'Atlantique Nord a entraîné de fortes intempéries en Suisse à partir du 25 septembre. Le 2 octobre, une zone de dépression tempétueuse située devant la Bretagne a généré un fort courant de sud-ouest au-dessus de l'espace alpin, ce qui a fait remonter une

masse d'air humide de la Méditerranée vers le sud des Alpes. En passant au-dessus du massif montagneux, cette masse a provoqué, par endroits, de très grandes quantités de précipitations.

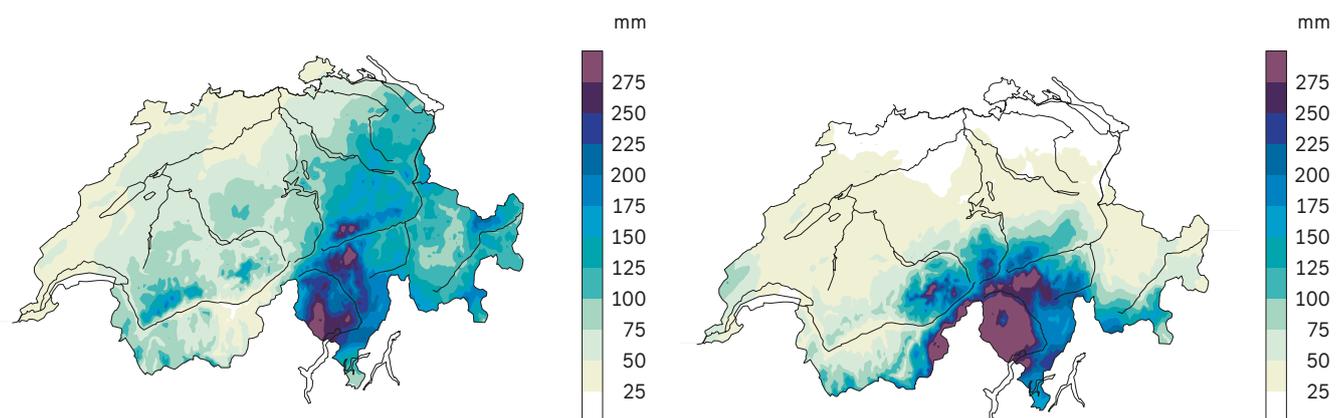
Les précipitations les plus violentes ont été observées dans le sud des Alpes et dans les régions voisines du Valais, jusque dans le nord des Grisons en passant par la région du Gothard, même si un fort vent du sud a également poussé les précipitations dans l'Oberland bernois et en Suisse centrale, où il a par conséquent également beaucoup plu.

Un mois d'octobre marqué par de très fortes précipitations sur des zones étendues

La comparaison des cumuls montre que les intempéries de début octobre ont touché une région bien plus vaste que fin août (cf. fig. 1.1). Du 28 au 30 août, il est tombé plus de 275 mm de précipitations dans le val Maggia, dans la région du col du Lukmanier ainsi que dans des parties de la Surselva. Du 2 au 4 octobre, des quantités similaires ont été mesurées dans tout l'ouest du Tessin, ainsi que dans des parties du Haut-Valais et de l'Oberland bernois. Les cumuls se sont révélés aussi nettement supérieurs à la normale dans la vallée de la Reuss. En revanche, la

Fig. 1.1: Cumuls des précipitations sur trois jours

Cumuls des précipitations du 28.8.2020, 8h00, au 31.8.2020, 8h00 (à gauche) et du 2.10.2020, 8h00, au 5.10.2020, 8h00 (à droite).



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

zone affichant plus de 100mm de pluie en trois jours a été beaucoup plus étalée en août, et a notamment aussi touché la Suisse orientale.

Fin août, les précipitations ont connu de courts épisodes d'intensité plus marquée et ont duré plus longtemps que celles de début octobre, mais toujours avec des interruptions. En octobre, elles se sont essentiellement circonscrites sur 24 heures (du 2 octobre 2020, 8h00, au 3 octobre 2020, 8h00). Dans le triangle situé entre le Simplon, la région du Gothard et Locarno, les cumuls enregistrés durant cet intervalle aux stations pluviométriques ont frôlé les valeurs maximales lorsqu'ils n'ont pas établi de nouveaux records.

De nombreuses crues enregistrées aux stations de mesure de l'OFEV

Du fait des grandes quantités de précipitations tombées, les niveaux des lacs et des cours d'eau des régions concernées ont rapidement augmenté, en août comme en octobre. Un quart des stations hydrologiques de l'OFEV ont enregistré leur plus haute valeur pour 2020 fin août et presque un tiers, début octobre.

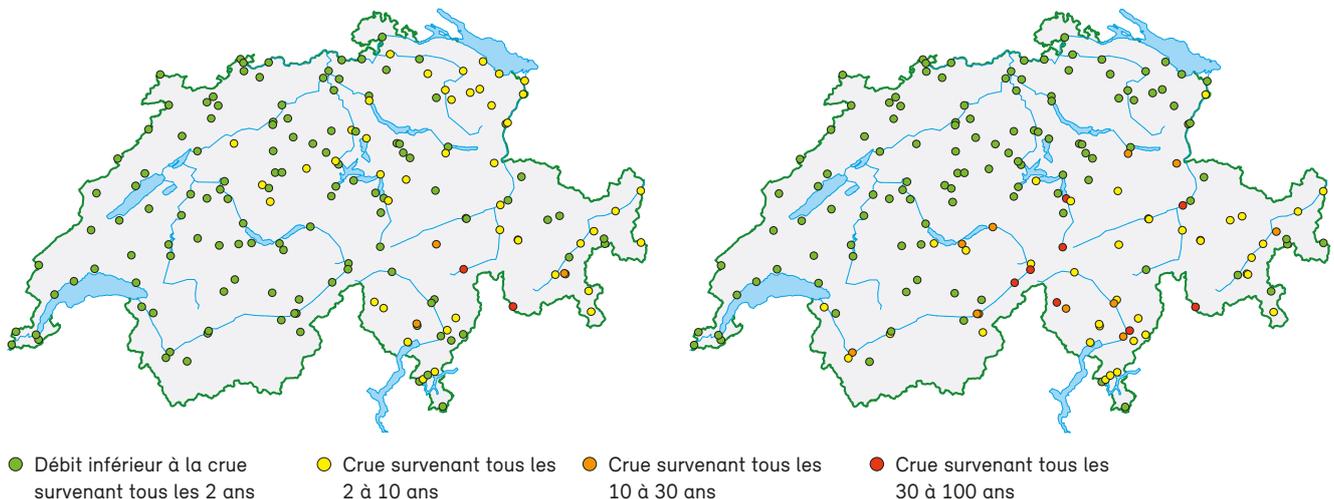
L'analyse des débits de pointe (cf. fig. 1.2) montre la répartition géographique des quantités de précipitations tombées lors de ces deux épisodes de crue. Autant en août qu'en octobre, la limite des chutes de neige était très élevée et a seulement baissé vers la fin de l'épisode pluvieux. Une toute petite partie des précipitations est tombée sous forme de neige et n'a par conséquent pas directement contribué à l'écoulement.

Fin août, une situation de départ favorable au Tessin

Lors de l'épisode de crue de fin août, une cinquantaine de stations de mesure ont enregistré des débits de pointe n'apparaissant statistiquement que tous les deux ans au maximum, tandis que cinq stations du Tessin et des Grisons ont relevé des valeurs mesurées au plus tous les dix ans (cf. tab. 1.1). Les temps de retour les plus longs ont été observés sur la Mera à Soglio et sur le Rhin postérieur à Hinterrhein. L'épisode pluvieux de fin août a aussi touché la Suisse orientale et centrale, ainsi que l'Emmental. C'est parce que les conditions de départ étaient favorables – le sol était desséché, les cours d'eau se trouvaient en situation d'étiage en de nombreux endroits – que les énormes quantités d'eau qui se sont déversées

Fig. 1.2: Situations de crues dans les cours d'eau

Crues du 28 au 31 août (à gauche) et du 3 au 4 octobre 2020 (à droite). Comparaison des débits de pointe avec les statistiques des crues de l'OFEV.



sur le sud des Alpes n'ont pas donné lieu à des débits de pointe encore plus élevés. Comme précisé plus haut, de la pluie est tombée de manière intermittente dans certaines régions, de sorte que beaucoup d'hydrogrammes montrent des baisses intermédiaires, comme celui de la Maggia à Bignasco (cf. ligne bleue de la fig. 1.3).

Tab. 1.1: Crues en août et octobre 2020 – Cours d'eau

Nom de la station	Durée de la période (ans)	Maximum* août 2020 (m ³ /s)	Date	Heure	Temps de retour	Maximum* oct. 2020 (m ³ /s)	Date	Heure	Temps de retour
Aare - Brienzwiler	105	113	30.08.2020	19:45	<2	300	03.10.2020	04:00	10-30
Goneri - Oberwald	30	12,3	29.08.2020	17:55	<2	92,7	03.10.2020	03:35	50-100
Hinterrhein - Hinterrhein, Schiessplatz	11	114	29.08.2020	12:25	30-50	77,5	03.10.2020	08:35	<2
Linth - Mollis, Linthbrücke	98	219	30.08.2020	14:10	2-10	286	03.10.2020	10:45	10-30
Lütschine - Gsteig	97	77,1	30.08.2020	12:50	<2	194	03.10.2021	02:15	10-30
Maggia - Bignasco, Ponte nuovo	39	485	30.08.2020	05:15	2-10	537	03.10.2020	06:45	10-30
Mera - Soglio	15	106	29.08.2020	03:35	50-100	109	03.10.2020	10:00	50-100
Moesa - Lumino, Sassello	48	313	29.08.2020	14:35	2-10	570	03.10.2020	09:45	30-50
Ova da Cluozza - Zernez	58	8,87	30.08.2020	13:30	2-10	11,4	03.10.2020	12:00	10-30
Rein da Sumvitg - Sumvitg, Encardens	85	48,2	29.08.2020	06:50	10-30	29,0	03.10.2020	07:55	2-10
Reuss - Andermatt	76	54,5	29.08.2020	19:55	<2	258	03.10.2020	07:55	50-100
Reuss - Seedorf	98	252	30.08.2020	11:45	<2	577	03.10.2020	02:20	30-50
Rhein - Domat/Ems	60	874	30.08.2020	13:40	2-10	1429	03.10.2020	12:10	30-50
Rhône - Branson	63	272	31.08.2020	20:45	<2	668	03.10.2020	12:40	10-30
Rhone - Brig	55	101	30.08.2020	20:50	<2	407	03.10.2020	07:00	10-30
Rhone - Reckingen	71	28,4	30.08.2020	11:35	<2	175	03.10.2020	08:30	30-50
Riale di Calneggia - Caveragno, Pontit	54	56,4	30.08.2020	10:10	2-10	108	03.10.2020	05:08	30-50
Riale di Pincascia - Lavertezzo	28	219	29.08.2020	11:25	10-30	120	03.10.2020	08:05	2-10
Rosegbach - Pontresina	66	52,2	30.08.2020	09:30	10-30	37,7	03.10.2020	11:10	2-10
Saltina - Brig	55	3,57	30.08.2020	11:35	<2	59,5	03.10.2020	05:40	10-30
Seez - Mels	55	56,4	30.08.2020	13:34	2-10	59,6	03.10.2020	10:48	10-30
Ticino - Bellinzona	102	856	29.08.2020	13:10	<2	1345	03.10.2020	12:25	10-30
Ticino - Pollegio, Campagna	34	228	30.08.2020	11:15	<2	515	03.10.2020	07:50	10-30

* Débit de pointe

Figurent dans le tableau les stations de mesure qui ont enregistré en août ou en octobre des débits présentant un temps de retour supérieur à dix ans. Les stations auxquelles des valeurs inférieures ont été mesurées ne sont pas mentionnées ci-dessus.

Des temps de retour plus élevés en octobre

Lors de l'épisode de crue d'octobre, des débits de pointe présentant un temps de retour de plus de deux ans ont été observés à pratiquement autant de stations hydrologiques qu'en août. Il s'agissait d'ailleurs souvent des mêmes stations. En revanche, un plus grand nombre d'entre elles ont enregistré des temps de retour plus élevés début octobre, surtout au Tessin, où les débits de pointe ont très souvent été nettement plus élevés que fin août. L'hydrogramme de la Maggia à Bignasco illustre à titre d'exemple la différence entre l'épisode de crue d'octobre et celui d'août (cf. ligne orange de la fig. 1.3).

En plus du Tessin et des Grisons, les crues ont également touché le Valais, l'est de l'Oberland bernois, la vallée de la Reuss et le canton de Glaris. Le débit de pointe de la Reuss à Andermatt correspond à un temps de retour de 50 à 100 ans, celui à Seedorf de 30 à 50 ans. Pour la première fois depuis la crue dévastatrice de 1987, les digues se sont révélées insuffisantes pour retenir les masses d'eau. La Reuss a donc été déviée de façon maîtrisée vers l'autoroute A2 et ses environs, comme le prévoit le concept de protection intégrée. Bien que le niveau de la

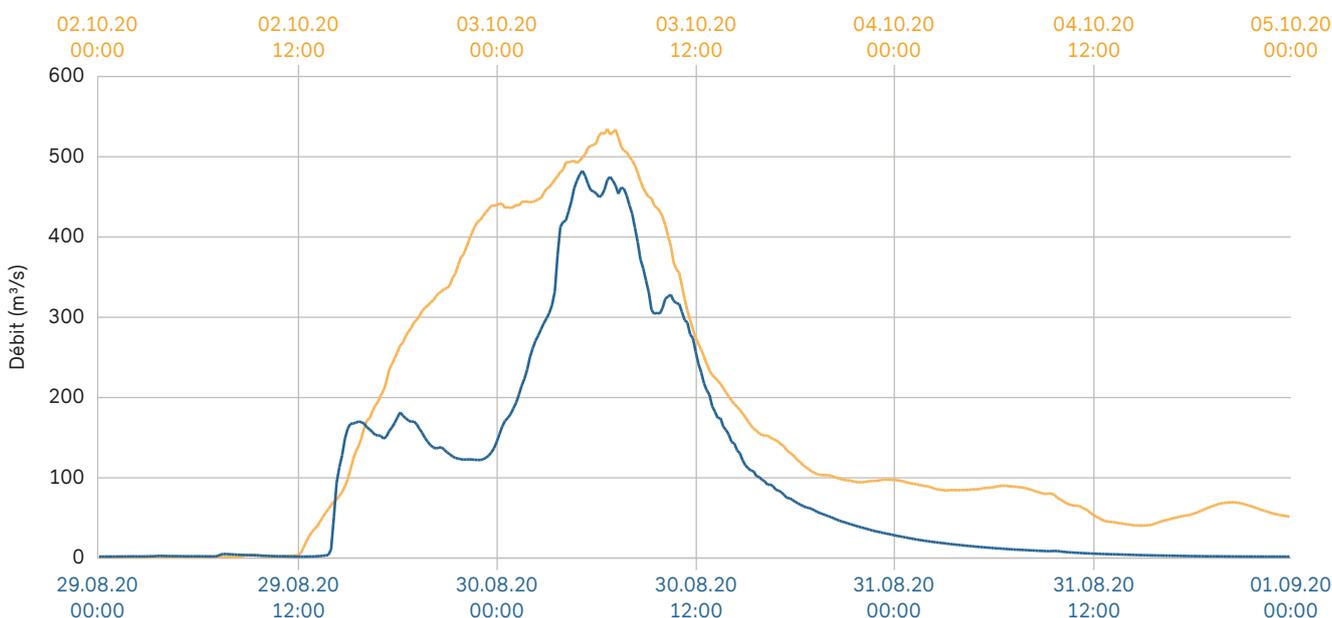
rivière ait très rapidement augmenté, l'autoroute a pu être fermée à temps et être rouverte après une vingtaine d'heures seulement. Les mesures mises en place après 1987 se sont avérées efficaces, notamment grâce à l'engagement des nombreuses parties concernées. Le fait que la limite des chutes de neige dans la région des cours supérieurs du Rhône et de la Reuss a rapidement chuté au-dessous de 2000 m vers la fin de l'épisode pluvieux a également contribué à limiter la hausse des débits.

Une forte hausse des niveaux des lacs tessinois

Tant fin août que début octobre, certains lacs ont vu leur niveau monter fortement en raison du débit accru de leurs affluents (cf. point 4.2). Cependant, hormis les grands lacs tessinois, leur niveau est resté en deçà du degré de danger 2 lors des deux épisodes.

Le lac Majeur a été particulièrement touché par les deux épisodes de crue (cf. fig. 4.10). Son niveau s'est élevé de 1,30m entre le 28 août midi et la nuit du 30 août au 1^{er} septembre.

Fig. 1.3: Comparaison des hydrogrammes de l'épisode de crue de fin août (ligne bleue) et de celui de début octobre (ligne orange) enregistrés à la station hydrologique de la Maggia à Bignasco.



Si le lac a pu absorber les fortes quantités d'eau que lui ont apportées ses affluents en restant à son maximum à 90 cm en dessous du seuil de danger 2, c'est parce qu'il s'établissait à seulement 192,30 m avant la montée des eaux, un niveau extraordinairement bas. Une fois l'épisode terminé, son niveau ne dépassait que légèrement les valeurs pluriannuelles usuelles pour fin août.

Début octobre, le niveau du lac est monté de presque 2,5 m en l'espace d'environ 36 heures (par comparaison, le lac Majeur avait gagné 3,5 m en quatre jours lors de la grande crue d'octobre 2000). Comme ses trois grands affluents – le Toce, la Maggia et le Tessin – l'alimentaient à ce moment-là avec plus de 6000 m³/s à eux seuls, le lac a vu son niveau monter de jusqu'à 12 cm par heure. Lorsque la pluie a faibli, le lac a atteint son plus haut niveau dans la nuit du 4 au 5 octobre, avec 195,46 m, juste en deçà du seuil d'alerte 3 et a débordé par endroits.

Le lac a donc nettement dépassé la valeur usuelle saisonnière, mais est très vite redescendu à son niveau moyen.

Pour sa part, le lac de Lugano a vu son niveau monter de 60 cm lors de l'épisode de crue d'octobre, du fait du débit élevé de ses affluents. Il a atteint son maximum, 271,05 m (seuil de danger 2), dans la soirée du 5 octobre. Par contre, il n'a été que faiblement touché par l'épisode de crue d'août, son niveau étant alors resté sous le seuil de danger 2.

Des valeurs maximales pour octobre, pour les eaux souterraines aussi

Les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources étaient généralement très bas avant l'épisode de crue du mois d'août (cf. point 5.1). Après les fortes précipitations de la fin du mois, les eaux souterraines ont rapidement monté le long des cours d'eau. Mais il aura fallu les intenses précipitations de début octobre pour que les réservoirs aquifères se remplissent durablement, battant même de nouveaux records pour un mois d'octobre à certaines stations de mesure (cf. tab. 1.2).

Tab. 1.2: Épisode de crue d'octobre 2020 – Eaux souterraines

Station	Unité	Durée de la période (ans)	Maximum atteint jusque-là	Date	Ancien maximum pour octobre	Date	Maximum octobre 2020	Date
Niveau des eaux souterraines								
Giubiasco	m	15	211,50	09.11.2018	209,77	15.10.2014	210,20	05.10.2020
Luterbach	m	22	423,01	23.01.2018	421,61	27.10.2019	422,02	31.10.2020
Pregassona	m	16	274,50	26.11.2014	272,63	01.10.2014	272,64	15.10.2020
Soral	m	45	372,65	13.07.2020	371,80	01.10.2019	372,56	02.10.2020
Débits des sources								
Andermatt	l/s	13	19,6	11.05.2012	14,9	22.10.2019	17,9	03.10.2020
Bever	l/s	9	6,38	24.10.2013	6,38	24.10.2013	10,3	28.10.2020
Enney	l/s	15	64,4	22.01.2018	37,8	24.10.2013	39,3	29.10.2020
L'Abbaye	m ³ /s	12	10,0	21.03.2010	4,54	21.10.2019	4,84	23.10.2020
Lenk	l/s	12	178	06.05.2015	157	11.10.2011	161	24.10.2020
Mund	l/s	13	271	25.12.2018	47,4	30.10.2018	108	03.10.2020
Muotathal	m ³ /s	32	25,0	05.01.2016	14,8	09.10.2003	23,8	24.10.2020
Obersaxen	l/s	17	175	08.09.2008	111	24.10.2013	136	04.10.2020
Pfäfers-Vättis	l/s	20	13,9	04.06.2012	11,1	01.10.2011	11,3	30.10.2020

2 Conditions météorologiques

En 2020, les températures annuelles relevées dans la plupart des régions de Suisse ont dépassé de 1,4 à 1,7°C celles de la norme 1981-2010. La moyenne nationale a été supérieure à la norme de 1,5°C, ce qui en fait, avec l'année 2018, la plus élevée depuis le début des mesures en 1864. Les précipitations ont quant à elles atteint entre 80 et 100% de la période de référence.

L'hiver 2020 a été le plus doux depuis le début des mesures en 1864 et le mois de février a été particulièrement clément dans tout le pays. Les précipitations ont été suffisantes sur la majorité du territoire suisse pendant l'hiver, le cumul des précipitations atteignant 100 à 120% de la norme 1981-2010. Le sud des Alpes a enregistré extrêmement peu de précipitations en janvier et en février. Dans le reste du pays, les précipitations ont atteint 150 à 200% de la norme en février, souvent grâce à des courants d'air chauds et humides venant de l'ouest et du nord-ouest. Le mois de février a en outre été inhabituellement agité. Trois tempêtes hivernales se sont abattues sur la Suisse au cours de la première moitié du mois.

Après l'hiver le plus doux, la Suisse a enregistré son troisième printemps le plus chaud depuis le début des mesures. Du fait du beau temps, qui a entraîné une période de sécheresse persistante de la mi-mars à la fin avril, les cumuls de précipitations n'ont atteint au printemps que 50 à 70% de la norme sur de larges parties de la Suisse. En avril, ils n'ont souvent représenté que 40 à 60% de la norme, et même souvent encore moins dans le nord-ouest de la Suisse, sur l'est du Plateau et dans le secteur central du versant nord des Alpes.

Après un début d'été marqué par des températures moyennes, c'est entre la fin du mois de juillet et la première moitié de celui d'août qu'il a fait le plus chaud. La première vague de chaleur a été enregistrée en Suisse romande le 27 juillet, puis a touché le sud du pays le lendemain. La deuxième vague de chaleur est partie du sud des Alpes le 6 août, gagnant le nord de celles-ci le jour suivant. Des températures de 30°C et plus pendant la journée se sont maintenues six à sept jours selon les régions. Un courant de sud-ouest persistant a poussé de l'air chaud et humide de la Méditerranée sur le sud

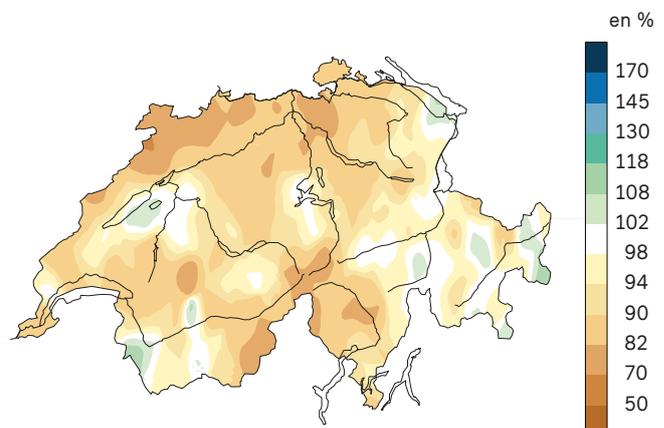
des Alpes du 28 au 30 août 2020. Des précipitations abondantes se sont abattues sur le Tessin et les régions voisines du canton des Grisons du 28 au 29 août 2020, avant de s'étendre au secteur oriental du versant nord des Alpes du 29 au 30 août.

À l'automne, les mois de septembre et novembre ont été dans l'ensemble doux et ensoleillés et le second a été extrêmement faible en précipitations. Octobre a en revanche été froid et très riche en précipitations, avec de très abondantes précipitations à son début. Déclenchées par un fort courant de sud-ouest, avec par moment des rafales de vent du sud, ces précipitations ont principalement touché le sud des Alpes, mais aussi le Valais, l'Oberland bernois, la Suisse centrale et les Grisons.

Il a neigé jusqu'à basse altitude, dans le nord de la Suisse, pour le premier jour de l'hiver météorologique. Deux jours plus tard, d'intenses chutes de neige sont tombées sur le sud des Alpes, avant de s'étendre sur le massif montagneux en direction du nord. Il est également tombé une grande quantité de neige fraîche sur les sommets tessinois et grisons.

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

En 2020, le cumul des précipitations a atteint 80 à 100% de la norme 1981-2010. Dans le sud des Alpes et en Engadine, les valeurs se sont situées le plus souvent dans une fourchette comprise entre 90 et 110%.



Source texte et graphique : Office fédéral de météorologie et de climatologie (MétéoSuisse)

3 Neige et glaciers

Du début à la fin de l'hiver 2019/2020, l'enneigement s'est révélé légèrement inférieur à la moyenne dans toute la Suisse. La deuxième moitié de la saison a été extrêmement sèche dans le sud du pays; la partie centrale du versant nord des Alpes a enregistré moins de précipitations que la normale. En revanche, il a davantage neigé en Valais. Les glaciers suisses ont continué à perdre de leur volume en été. Bien que 2020 n'ait pas été une année record, la fonte des glaciers a été massive, modifiant durablement le paysage alpin.

3.1 Neige

Le mois d'octobre 2019 a été très chaud et très riche en précipitations. La limite des chutes de neige étant élevée, il n'a neigé qu'en haute montagne. En novembre, le sud a connu une météo très maussade. Les cumuls de neige fraîche enregistrés sur le versant sud des Alpes ont atteint des records suite aux nombreuses précipitations et à l'abaissement de la limite des chutes de neige. Le mois de décembre a été chaud et humide. Les précipitations sont tombées en abondance sur la Suisse romande et sur les Alpes, particulièrement sur le versant sud de celles-ci. À la fin de l'année, la couverture neigeuse atteignait dans les Alpes généralement 80 à 120 cm à 2000 m d'altitude et dans le sud et par endroits dans l'ouest du pays jusqu'à 200 cm.

Le mois de janvier 2020 a été chaud et les précipitations se sont révélées faibles sur l'ensemble de la Suisse. À la fin du mois, une zone de basse pression a déterminé le temps dans le pays. En deux jours, il est ainsi tombé entre 40 et 70 cm de neige au-dessus de 1400 m d'altitude et jusqu'à 100 cm en Bas-Valais, sur la région du Gothard ainsi que dans le secteur oriental du versant nord des Alpes.

Février est resté sec sur le versant sud des Alpes. Pendant plusieurs semaines, la météo a été dominée par un courant de sud-ouest; il n'y a toutefois pratiquement pas eu de masses d'air froid. À la fin du mois, il a neigé à plusieurs reprises, parfois en abondance. En trois jours, il est ainsi généralement tombé plus de 50 cm de neige

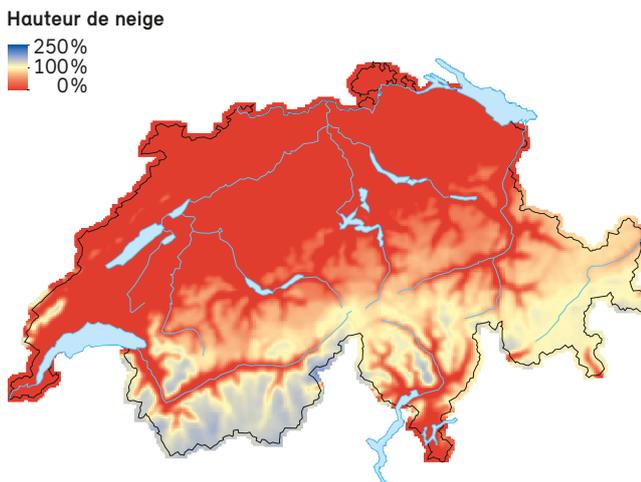
sur l'ouest et le nord du pays. Sur tout le mois, il n'y a qu'en Valais que la quantité de neige a été supérieure à la moyenne pluriannuelle.

Début mars, des chutes de neige parfois intenses se sont accompagnées de violentes rafales de vent. Il a neigé jusqu'à basse altitude le long du versant sud des Alpes. Au Tessin, des précipitations ont mis fin à une période de sécheresse de 70 jours consécutifs. À compter du 21 mars, les températures ont nettement baissé des deux côtés des Alpes. Fin mars, il a de nouveau neigé dans presque tout le pays. C'est dans le secteur central du versant sud des Alpes, dans la région de Rheinwald et dans le val Bregaglia que les cumuls ont été les plus élevés, entre 20 et 40 cm.

Avril a été marqué par de nombreuses journées ensoleillées et une chaleur de début d'été. C'est seulement à la fin du mois que de nouvelles précipitations sont tombées sur toute la Suisse, avec parfois de la neige jusqu'à moyenne altitude. Ce mois a enregistré un grand déficit de précipitations et la douceur des températures a accéléré la fonte des neiges. Fin avril, il n'y avait déjà plus de neige à de nombreuses stations de mesure situées au-dessous de 2000 m d'altitude. En haute altitude aussi, la couverture neigeuse était nettement plus fine qu'à l'ordinaire.

Le mois de mai a été doux même si, en haute montagne, des chutes de neige récurrentes ont ramené un semblant d'hiver. Il est tombé beaucoup de neige en début de mois, particulièrement sur l'ouest et le nord du pays. La seconde moitié de mai a débuté sous les précipitations. C'est dans le val Bregaglia et sur le massif de la Bernina qu'il a le plus neigé. Par la suite, des températures estivales ont régné pendant plusieurs jours, de sorte que la limite du zéro degré est montée à plus de 4000 m d'altitude.

Fig. 3.1: Hauteur de neige (en % de la norme)
 Hauteur de neige pendant l'hiver 2019/2020 (novembre à avril)
 par rapport à la période 1971-2000.



Source texte et graphique : WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF)

3.2 Glaciers

Les glaciers ont plus fondu au cours de la dernière décennie que depuis le début des observations. En 2020, le phénomène s'est inexorablement poursuivi, sans être aussi dramatique partout, l'été ayant été un peu moins chaud. Début mai, la couverture neigeuse sur les glaciers correspondait à la moyenne de ces dix dernières années. Cependant, les langues des glaciers ont commencé à perdre leur couverture neigeuse tôt et la fonte y a atteint des niveaux très élevés. En septembre 2020, la zone d'accumulation du grand glacier d'Aletsch près du Jungfraujoch présentait ainsi la plus fine épaisseur de

neige depuis le début des mesures, il y a 100 ans. Pour la plupart des glaciers, la situation a toutefois été moins préoccupante que sur la période 2017-2019. Malgré tout, le volume total des glaciers suisses s'est encore réduit de 2 % pendant l'année hydrologique 2019/2020. La tendance à la baisse se poursuit.

Les quantités de neige et de fonte des neiges relevées sur plus de 20 glaciers à travers tout le pays font apparaître d'importantes disparités au niveau des pertes enregistrées. Si certains glaciers plats de basse altitude (le glacier de Tsanfleuron p. ex.) affichent en moyenne une réduction de leur épaisseur de glace de 2 m, d'autres, situés à haute altitude dans le sud du Valais ou au Tessin et en Engadine (comme le glacier du Findelen ou le glacier Basòdino) n'ont perdu que 0,5 m. Ils le doivent aux abondantes chutes de neige du début de l'hiver et aux répercussions positives de celles survenues en été. Depuis 1960, les glaciers suisses ont perdu un volume d'eau équivalent au lac de Constance. Le paysage alpin s'en est vu profondément modifié : les marges glaciaires se retirent et de nouveaux lacs de montagne apparaissent. Certains petits glaciers, désagrégés, ont dû être rayés du réseau d'observation (Vadret dal Corvatsch, p. ex.). En outre, le recul des glaciers entraîne des dangers comme l'effondrement observé au glacier de Tourtemagne et la vidange du lac glaciaire de la Plaine Morte l'ont montré de manière spectaculaire.

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

Fig. 3.2: Gros ruisseaux d'eaux de fonte sur le glacier de Findelen (VS) en septembre, à plus de 3000 m d'altitude



4 Eaux de surface

En 2020, les débits annuels ont été nettement inférieurs à la moyenne dans le nord et le nord-ouest de la Suisse. Certains bassins versants du Valais et de l'Engadine ont affiché des valeurs au-dessus de la norme 1981-2010. Sur l'année, des niveaux d'eau élevés en début d'année et au mois d'octobre ont alterné avec des niveaux bas au début de l'été. Ces fortes variations ont également été observées dans les lacs, particulièrement pendant les épisodes de crue survenus à l'automne. Les températures moyennes de l'eau ont été élevées surtout dans le Jura et dans l'espace alpin.

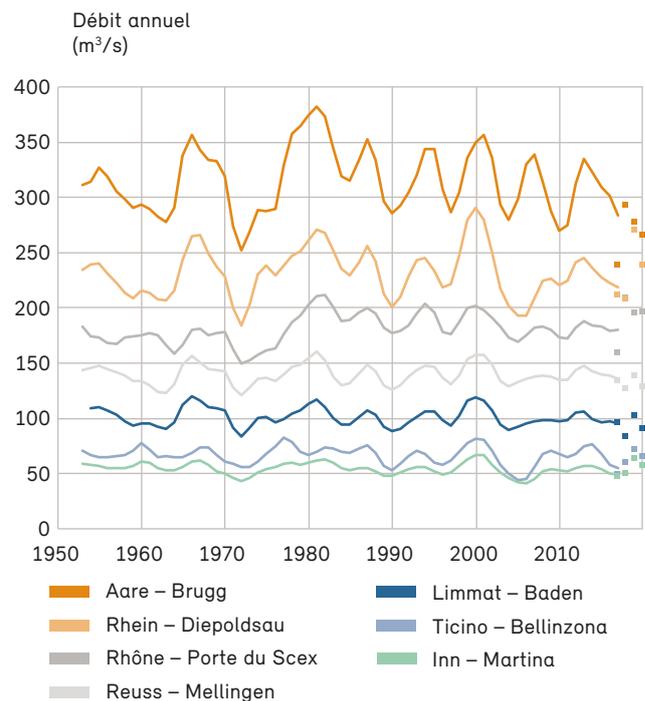
4.1 Débits

Par rapport à la norme 1981-2010, les débits annuels moyens des grands bassins versants se sont situés, en 2020, dans une fourchette comparable à celle de 2019. Avec un écart compris entre -40 % et +5 %, ils ont toutefois été un peu plus faibles que ceux de l'an passé (entre -25 % et +20 %). Des débits nettement inférieurs à la moyenne ont été observés dans le nord et le nord-ouest de la Suisse : seulement 61 % pour la Birse et 66 % pour le Doubs. Les débits annuels de l'Aar à Brugg, la Limmat, la Thur et la Maggia se situaient dans une fourchette comprise entre 80 % et 90 % et ceux de la Reuss, du Rhin à Diepoldsau, de l'Inn, du Tessin et du Rhône, dans une fourchette comprise entre 90 % et 105 %. Le débit de l'Aar relevé à Brugg a de nouveau été largement en deçà de la moyenne pluriannuelle. Aucun autre bassin versant n'illustre aussi bien la tendance à la baisse du débit annuel à long terme observée durant ces 30 à 40 dernières années (cf. fig. 4.1).

Trois bassins versants de taille moyenne situés en Valais et en Engadine ont affiché des débits nettement supérieurs à ceux de la période de référence (cf. fig. 4.2). Les bassins qui ont enregistré des débits conformes à la normale (entre 90 et 110 %), ou juste en deçà de celle-ci (entre 85 et 90 %), se trouvent tous au sud d'une ligne passant au-dessus des Préalpes et allant du lac Léman à la Suisse orientale. Au nord-ouest de cette ligne, les débits annuels n'ont pas dépassé 90 %. La majorité des bassins versants de taille moyenne du Plateau n'ont

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.

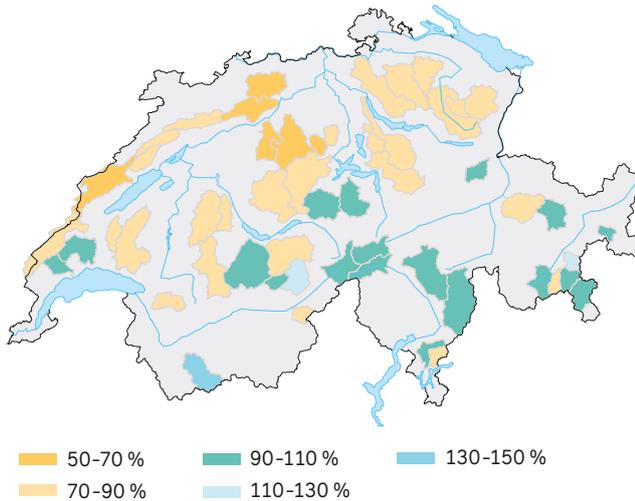


même pas franchi la barre des 80 %. Les plus faibles débits ont été relevés dans la partie centrale du Plateau et dans le nord de la Suisse entre la Suhre et l'Ergolz, avec des valeurs inférieures à 70 %. Un nouveau minimum annuel de l'Allaine a été enregistré à Boncourt (non indiqué sur la carte).

Les figures 4.3 à 4.8 illustrent l'évolution des débits tout au long de l'année 2020. Un même schéma se retrouve dans de nombreux bassins versants du nord des Alpes, avec des valeurs fortement supérieures à la moyenne en février, relativement basses d'avril à juillet et de nouveau supérieures à la moyenne en octobre (p. ex. Emme - Emmenmatt, Reuss - Mellingen et surtout Rhein - Diepoldsau pour le mois d'octobre). Les débits accrus relevés en février sont la conséquence de vents d'ouest et de nord-ouest doux et humides qui ont engendré des précipitations supérieures à la moyenne. Les précipitations de début octobre ont été tellement abon-

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

Moyennes annuelles 2020 de différents bassins versants de taille moyenne par rapport au débit moyen de la norme 1981-2010 (en %).



dantes que leurs effets sont très clairement identifiables, même dans les représentations avec les données mensuelles. Beaucoup de bassins versants de taille moyenne ont enregistré des débits de 30 à 60 % supérieurs à la norme. Le Rhin antérieur et le Rhin postérieur ont même dépassé leur moyenne mensuelle pluriannuelle de 80 à 90 % (cf. chap. 1).

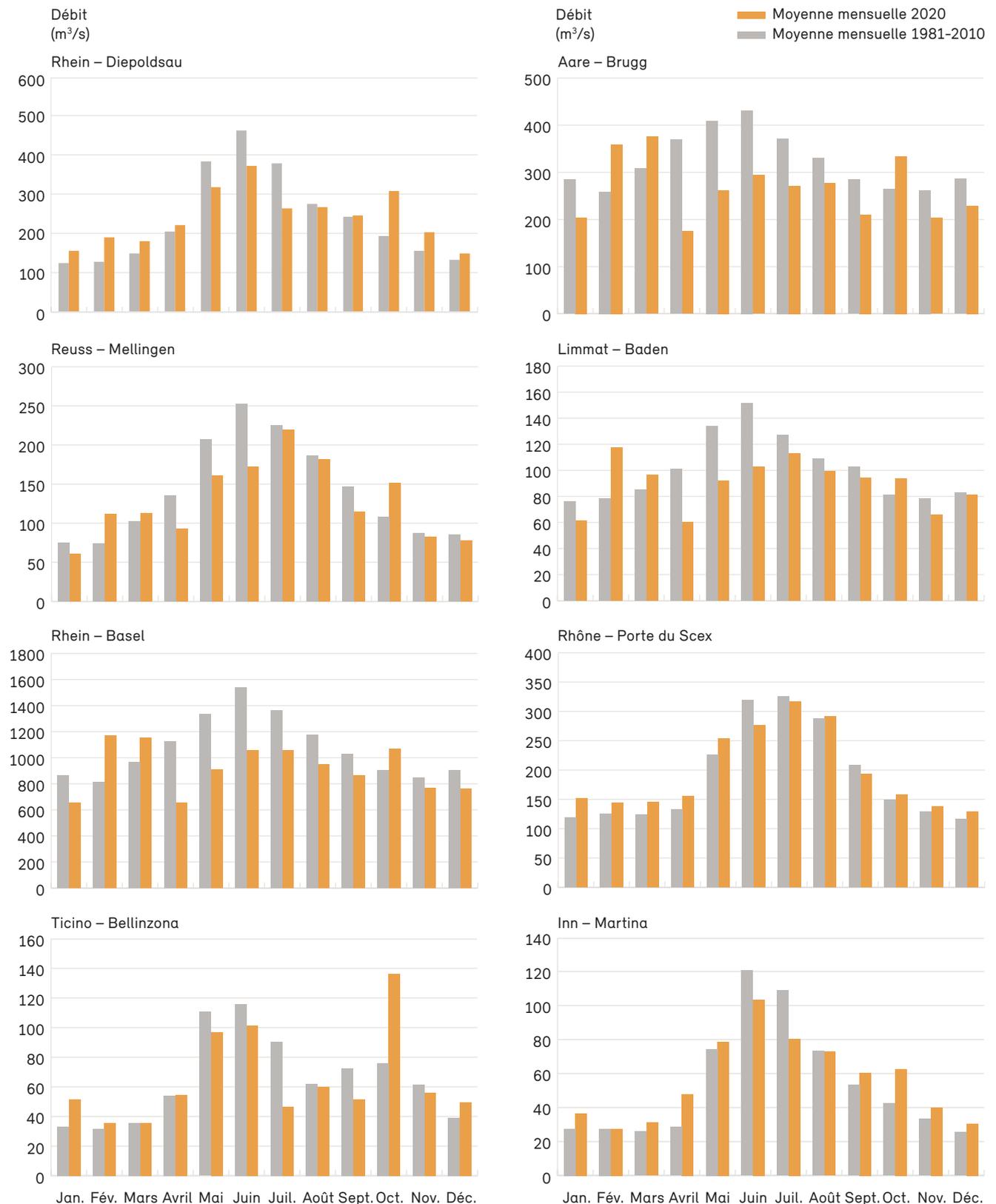
Contrairement aux observations valant pour le nord des Alpes, le bassin versant du Rhône a affiché des débits supérieurs à la moyenne en février, mais aussi en janvier, mars et avril, mois qui ont été bien trop humides. Il en est allé de même pour le val Postchavio et le val Müstair. Le débit du Rhône à la Porte du Scex a dépassé la norme de plus de 50 % en janvier et de presque 30 % en avril. Des quantités de précipitations excessivement faibles ayant été enregistrées dans le sud de la Suisse en janvier et en février, les valeurs mensuelles sont en de nombreux endroits restées en deçà de la moyenne pluriannuelle de janvier à juillet. Les débits de la Maggia à Locarno n'ont jamais dépassé 65 % de la norme entre mars et juillet et se sont élevés à seulement 30 % en avril et en juillet. En revanche, les moyennes mensuelles ont atteint plus du double de celles de la période de référence durant les mois d'août et d'octobre, lors des deux grands épisodes de crue de 2020.

Dans le val Müstair, au sud-est de la Suisse, les valeurs mensuelles ont toutes été supérieures aux moyennes pluriannuelles, sauf en juin et en juillet. Au Tessin, en dehors des épisodes de crue suprarégionaux d'août et d'octobre, il s'est produit au début du mois de juin un événement météorologique notable, qui a surtout concerné les bassins versants autour du lac de Lugano. Le niveau du lac a monté et le bulletin climatologique de MétéoSuisse explique pourquoi: «Le 4 juin, un premier front froid en provenance de l'ouest a apporté des précipitations dans toute la Suisse. Le front froid est quasiment resté stationnaire au-dessus de la Suisse, ce qui a provoqué l'accumulation de 80 mm de pluie à certains endroits du Tessin au cours de la journée. Le 7 juin, un nouveau front froid a apporté de fortes précipitations dans le nord des Alpes. Dans le sud de celles-ci, des orages ont engendré des cumuls journaliers bien supérieurs à 100 mm dans certaines stations de mesure. Au poste pluviométrique de Ponte Tresa, 172 mm ont été relevés.» Ces précipitations ont gonflé le débit de la Tresa à Ponte Tresa à 50 % au-dessus de sa valeur normale pour un mois de juin et celui de la Magliasina à Magliaso à plus du double de sa moyenne habituelle pour ce mois. La Cassarate à Pregassona et la Magliasina ont enregistré de nouveaux records mensuels lors de cet épisode de crue. Le débit de pointe de la Magliasina correspond à un temps de retour de 30 à 50 ans.

En 2020, de nouveaux maxima et minima ont été enregistrés certains mois dans d'autres bassins versants: des maxima en février à près de dix stations des Alpes; des minima en avril à dix stations du nord-ouest de la Suisse, dans la partie centrale du Plateau et dans le bassin de la Thur; des minima en juin pour l'Aar (Oberland bernois), la Limmat et la Murg à Frauenfeld; des maxima en octobre à près de 20 stations, surtout au Tessin, en Haut-Valais, sur la Reuss et dans les Grisons.

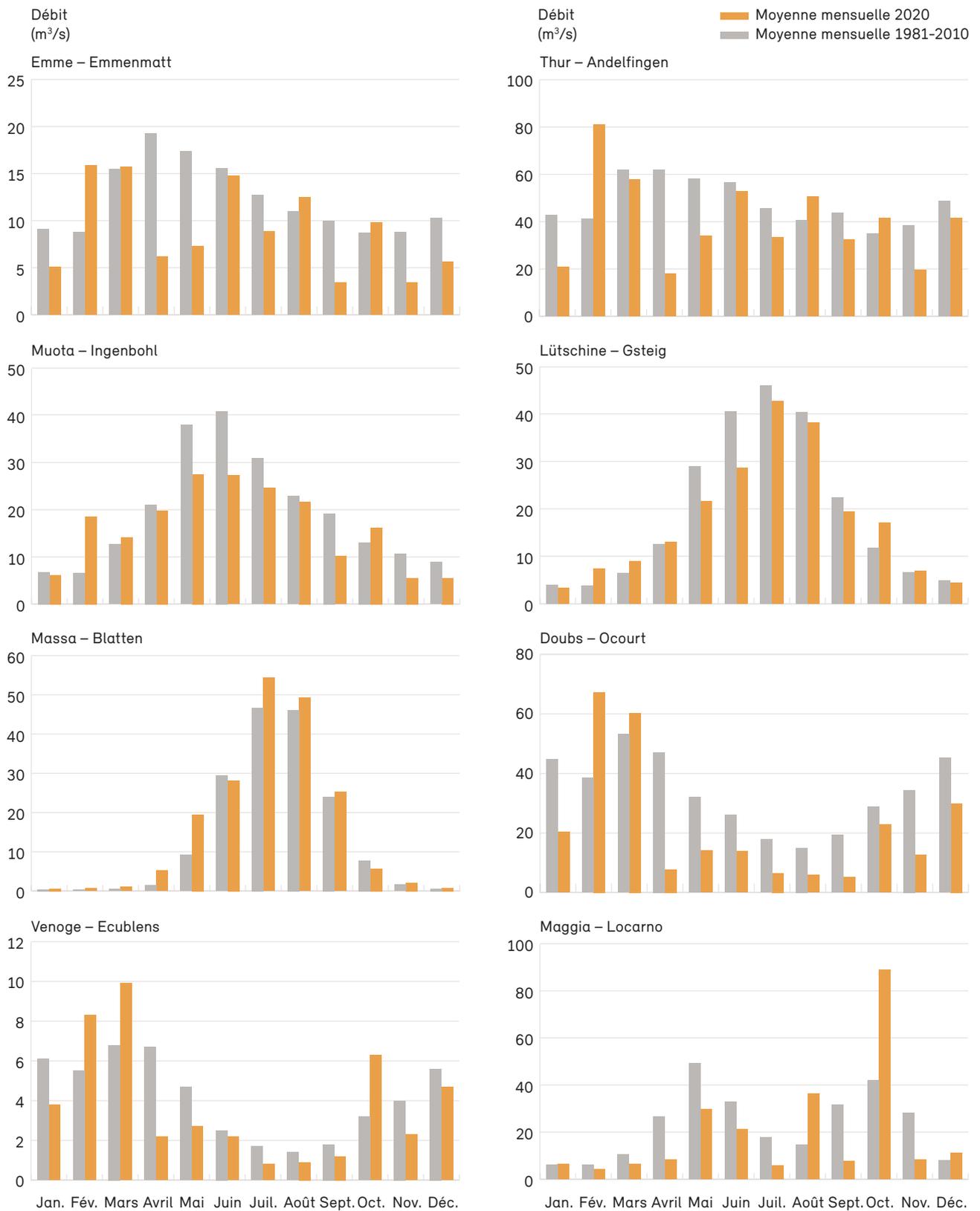
Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de grande taille

Fig. 4.3 : Moyennes mensuelles 2020 des débits (orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010 (gris)



Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de taille moyenne

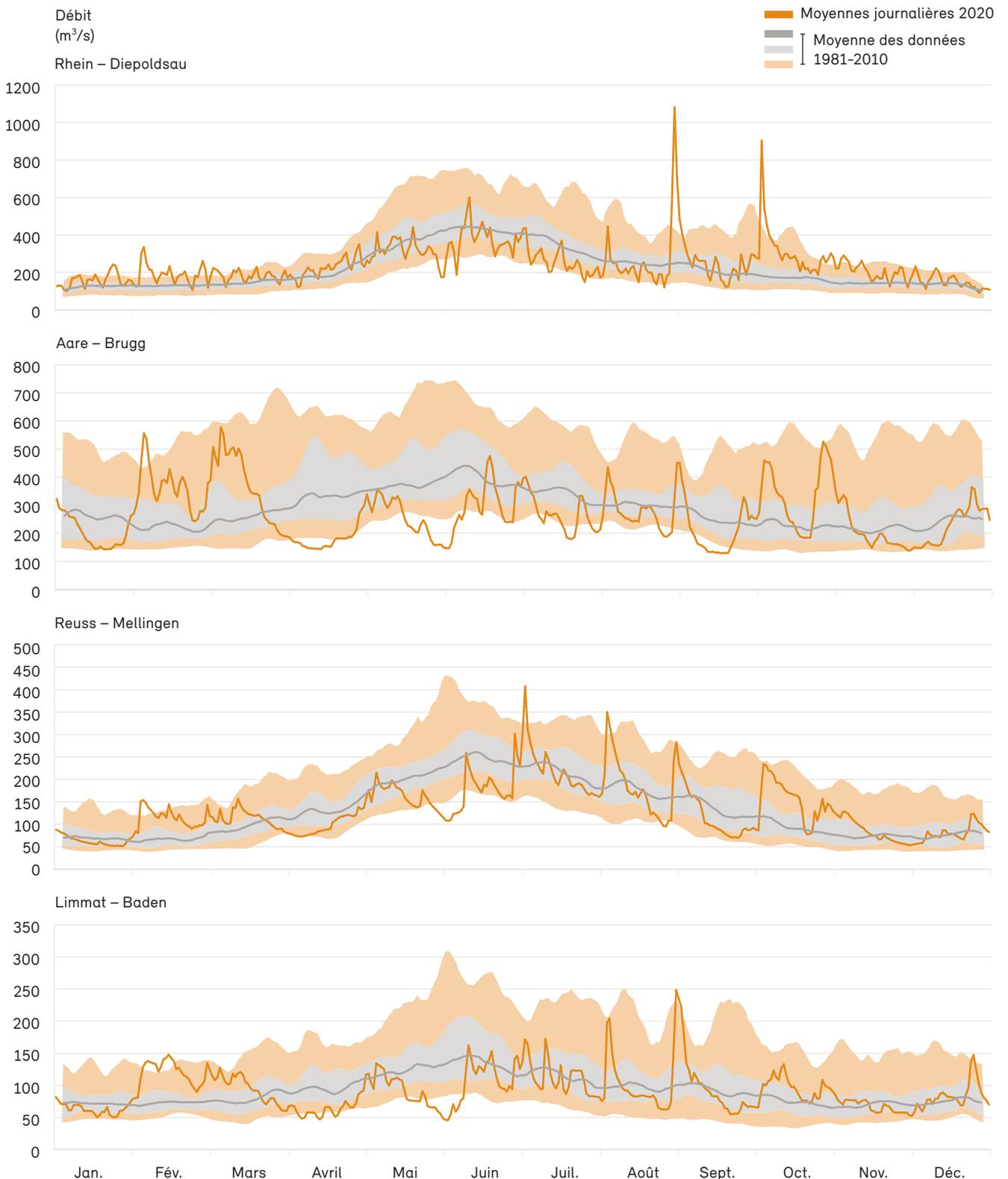
Fig. 4.4 : Moyennes mensuelles 2020 des débits (orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010 (gris)



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

Fig. 4.5: Moyennes journalières 2020 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010

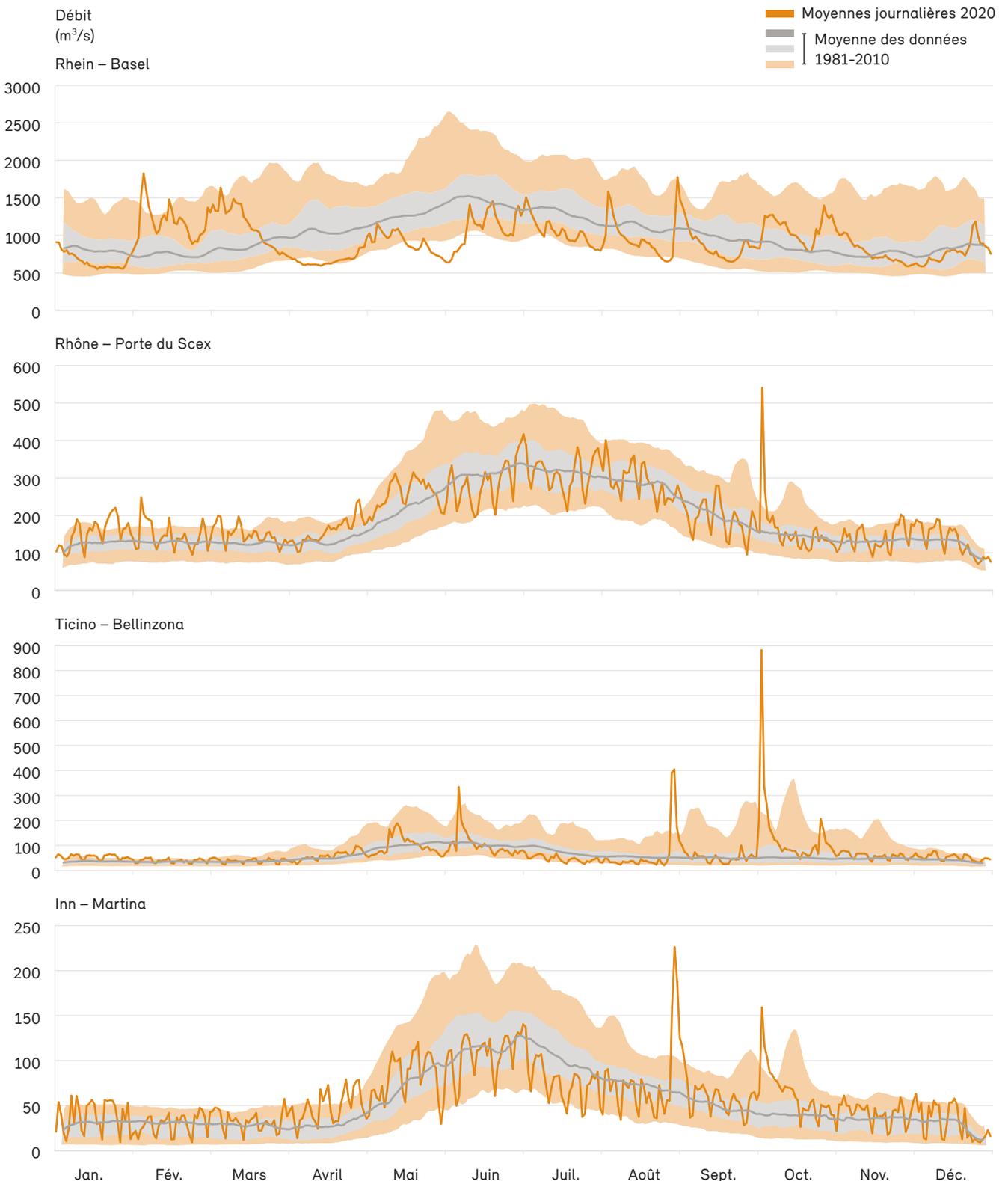
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur des zones orange et 50 %, de la zone grise.



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

Fig. 4.6 : Moyennes journalières 2020 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010

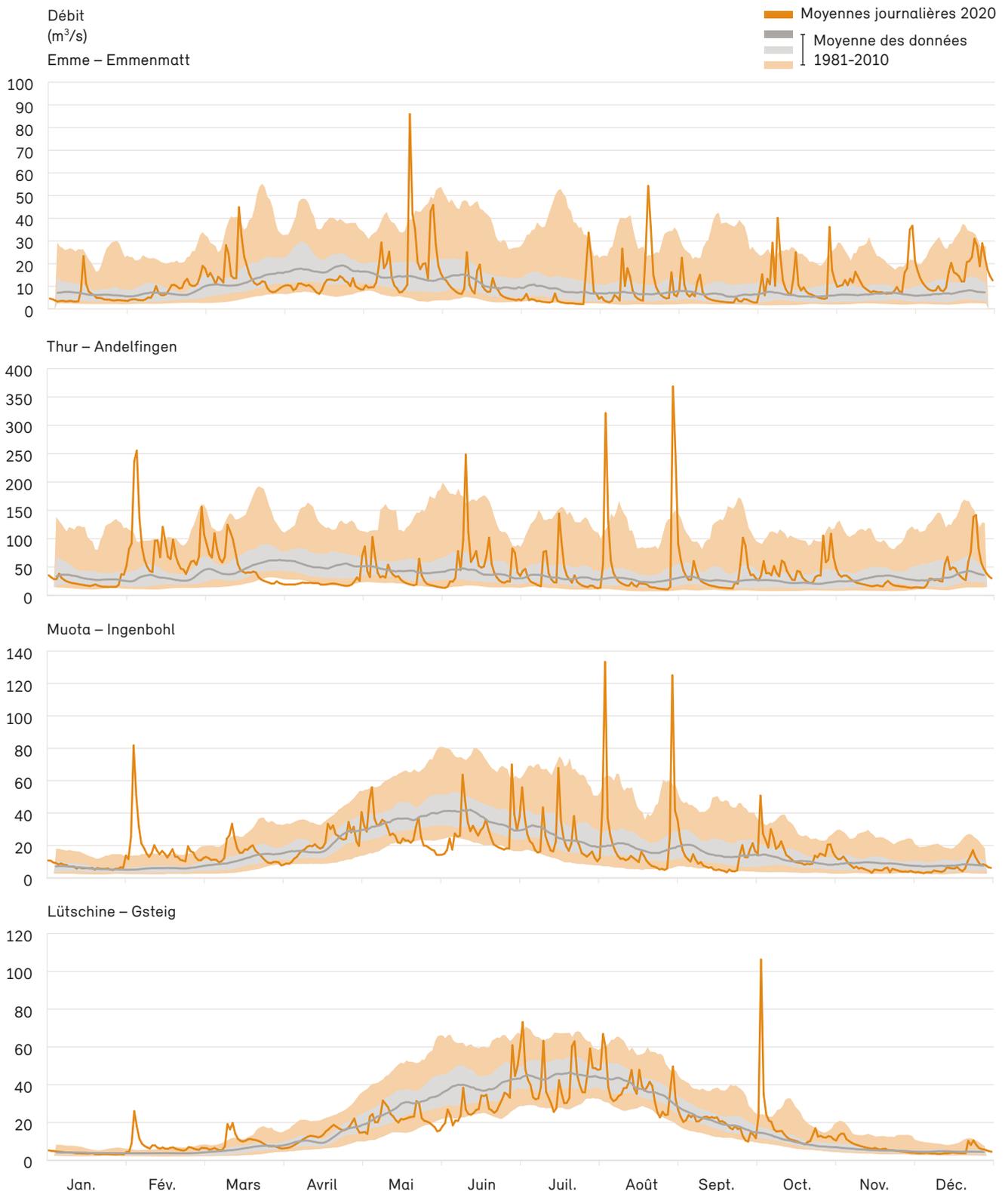
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur des zones orange et 50 %, de la zone grise.



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

Fig. 4.7 : Moyennes journalières 2020 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010

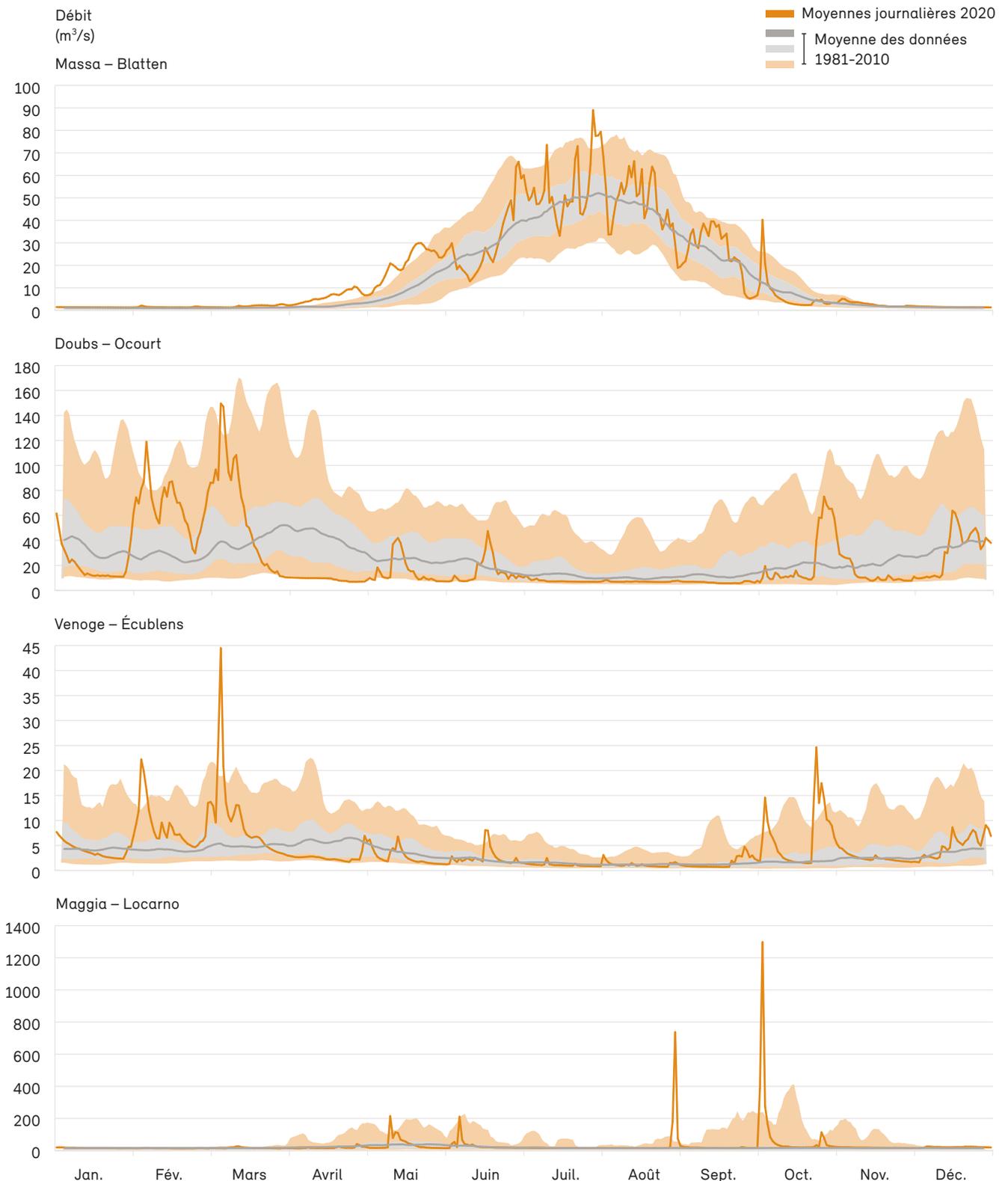
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur des zones orange et 50 %, de la zone grise.



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

Fig. 4.8 : Moyennes journalières 2020 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010

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



4.2 Niveaux des lacs

En 2020, les niveaux annuels moyens des grands lacs ont globalement été comparables à la moyenne pluriannuelle ou affichaient seulement quelques centimètres de moins. On dénombre toutefois des exceptions : -8 cm pour le lac de Walenstadt, qui s'écarte la plus de la norme, et -5 cm pour les lacs de Zoug et de Thoue. Avec $+12$ cm, le lac de Constance (lac Supérieur) s'est à nouveau établi nettement au-dessus de sa moyenne pluriannuelle. Les raisons expliquant le niveau annuel moyen bas du lac de Thoue sont détaillées ci-après.

Les courbes mensuelles (cf. fig. 4.9) et journalières (cf. fig. 4.10) des niveaux des eaux montrent un profil de fluctuation très différent pour chacun des quatre lacs représentés. Les conséquences de l'hiver doux, du mois de février chaud, mais avec des jours de tempête, du printemps pauvre en précipitations et de l'été très chaud se sont nettement fait sentir sur le lac de Constance, qui n'est pas régulé : son niveau a largement dépassé la moyenne pluriannuelle en février et en mars, tandis qu'il était clairement au-dessous de celle-ci de mai à août. Les fortes précipitations observées fin août ont marqué le début d'une phase qui a duré jusqu'à la fin de l'année et durant laquelle son niveau a été supérieur à la moyenne. À l'inverse, le lac de Neuchâtel a fluctué dans son étroite fourchette habituelle. En 2020, l'écart entre son niveau maximal et son niveau minimal s'est établi à moins de 50 cm, alors que le même écart a été environ deux fois plus élevé pour le lac de Constance et plus de six fois plus grand pour le lac Majeur. Ce dernier présente par ailleurs une dynamique fort impressionnante. En effet, il n'est pas inhabituel d'assister à de brusques hausses de niveau (cf. annuaires hydrologiques 2018 et 2019). Lors de l'épisode de crue d'octobre, le lac Majeur a d'ailleurs présenté un niveau correspondant au degré de danger 2 pendant sept jours. De son côté, le lac de Lugano a connu deux périodes pendant lesquelles son niveau se trouvait au degré de danger 2 : une de six jours début juin et une de cinq jours début octobre.

En 2020, le niveau du lac Léman a lui aussi évolué selon son schéma habituel : baisse rapide et continue jusqu'en mars, aplatissage de la courbe en mars et avril, puis remontée rapide jusqu'à début juin et niveau constant

jusqu'à fin décembre. Les minima enregistrés en mars et avril 2020 ont été toutefois nettement inférieurs aux moyennes pluriannuelles et la hausse du niveau du lac avant le second semestre a été plus tardive, mais un couple de canards y est pour beaucoup (cf. ci-dessous).

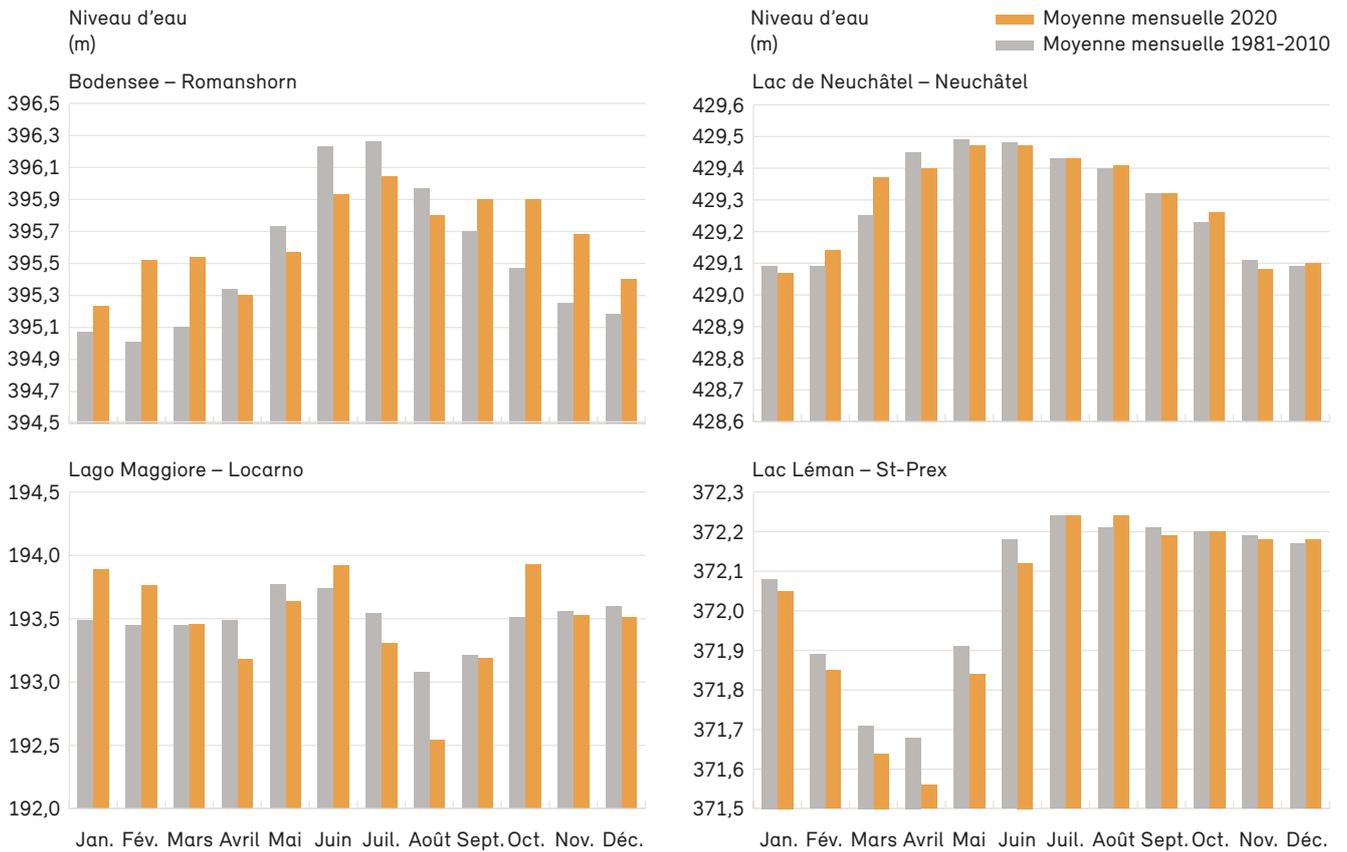
Mis à part le lac de Constance et le lac de Walenstadt, tous les grands lacs de la Suisse sont régulés. Or des facteurs autres que le régime d'écoulement de leurs affluents et les conditions météorologiques à court terme peuvent influencer sur cette régulation. L'année 2020 en fournit deux exemples.

Le niveau du lac de Thoue est resté particulièrement bas du 20 janvier au 20 février suite à la décision du service de régulation de l'Office des eaux et des déchets du canton de Berne de procéder à un abaissement exceptionnel de ses eaux. En cette saison de l'année, le niveau du lac est en effet ramené tous les quatre ans à une cote très basse de 557 m, à condition que la météo s'y prête. Cet abaissement permet d'effectuer des travaux dans les zones riveraines. Il concerne les deux grands lacs de l'Oberland bernois, tour à tour. En 2022, c'est le lac de Brienz qui sera abaissé.

La modification de l'évolution du niveau du lac Léman a eu une tout autre cause. Le bulletin 293 du Service d'information ornithologique de la Station ornithologique suisse a rapporté qu'un couple d'Eider à duvet avait fait son nid sur les berges du lac. La cane a été observée en train de couvrir ses œufs mi-mai et les canetons ont été vus à compter du 5 juin. Grâce à la coopération avec le Service de l'écologie de l'eau du canton de Genève, la régulation du niveau du lac Léman a pu être modifiée de sorte que le niveau n'augmente pas comme d'habitude à cette période de l'année pour ne pas inonder le nid.

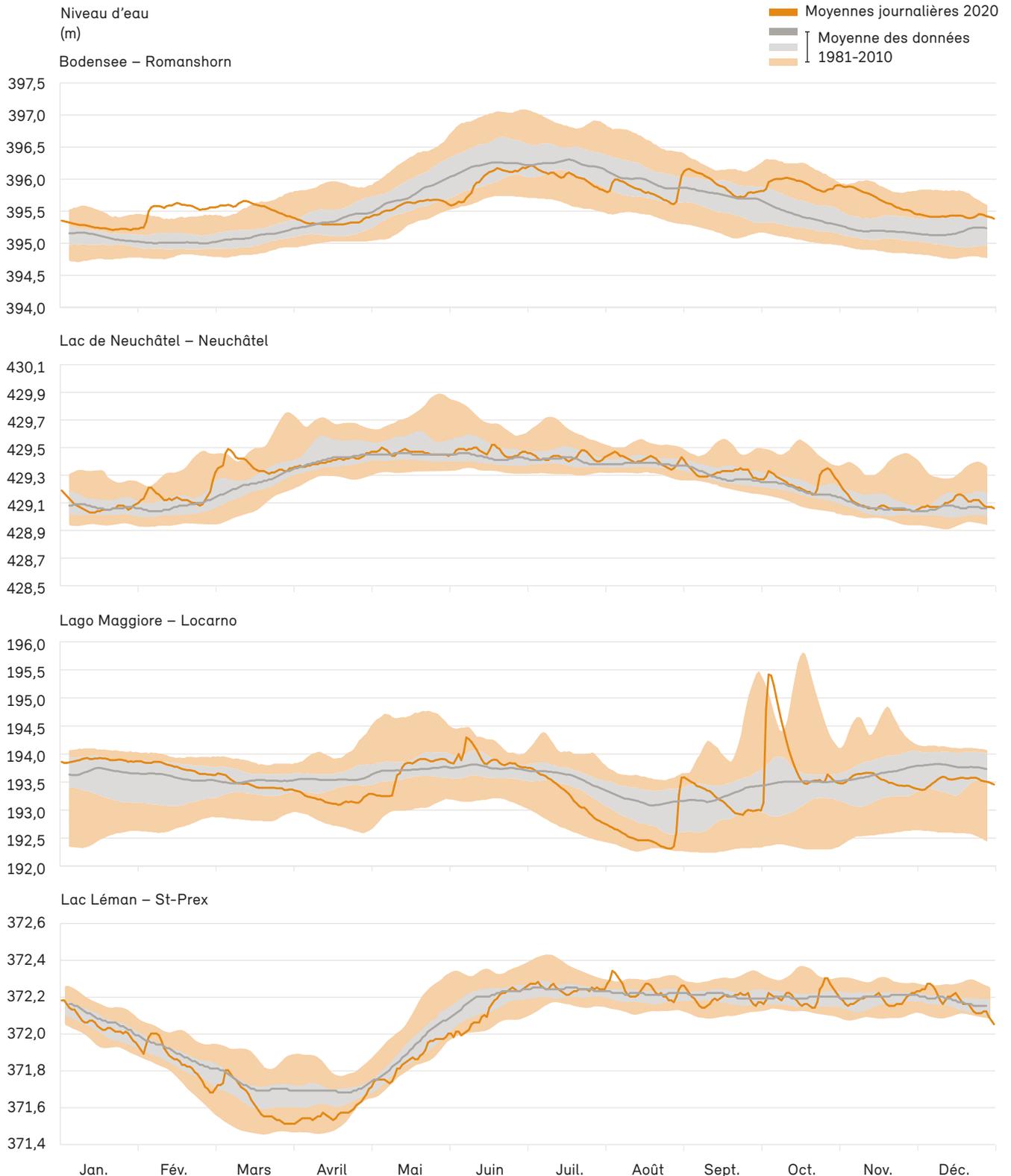
Moyennes mensuelles des niveaux de différents lacs

Fig. 4.9: Moyennes mensuelles 2020 des niveaux d'eau (orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010 (gris)



Niveaux journaliers de différents lacs

Fig. 4.10: Moyennes journalières 2020 des niveaux d'eau (ligne orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010
 90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur des zones orange et 50 %, de la zone grise.



4.3 Températures de l'eau

En 2020, les températures de l'air ont été comparables à 2018, dernière année record (cf. chap. 2). Elles ont notamment été élevées dans les Alpes et le Jura, ce qui s'est reflété dans les moyennes annuelles de la température des cours d'eau. De nouveaux maxima ont en effet été enregistrés à certains endroits, principalement le long de l'arc jurassien et dans l'espace alpin. Contrairement à 2019, où aucune nouvelle valeur maximale n'avait été relevée, la tendance au réchauffement des cours d'eau s'est poursuivie en 2020, mais plus faiblement qu'en 2018.

L'année 2020 s'est distinguée par un hiver très doux, des températures de l'air élevées et beaucoup de journées ensoleillées pendant la saison froide. Si de nouveaux minima de la température de l'eau ont été enregistrés à certains endroits au mois de janvier dans la partie du pays allant des Alpes au lac de Constance, vers la fin de l'hiver les stations de mesure de l'OFEV ont relevé un nombre exceptionnel de nouveaux maxima pour le mois de février. Pour un petit nombre de stations situées dans l'espace alpin, de nouveaux minima et maxima ont même été observés au cours du même mois en raison des fortes fluctuations de la température de l'eau.

Bien que le printemps 2020 ait été le troisième printemps le plus chaud depuis le début des mesures, qu'il ait été particulièrement ensoleillé dans certaines régions et qu'une sécheresse persistante ait régné en avril, il n'a pas eu de répercussions excessives sur les valeurs maximales ou minimales de la température de l'eau. Les vagues de chaleur modérées qui ont traversé la Suisse en été n'ont pas eu non plus d'effet notable sur les valeurs mensuelles. Seuls quelques nouveaux maxima ont été relevés de manière isolée pendant les trois mois d'été, en particulier dans les Alpes.

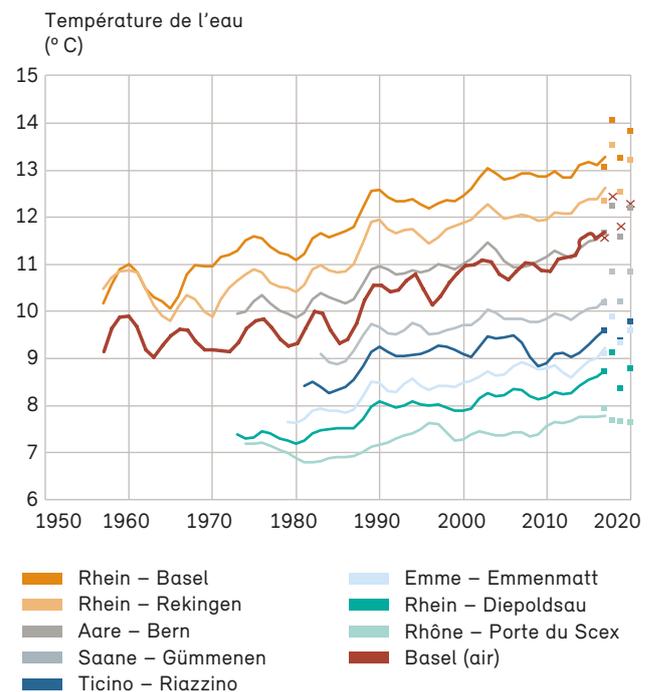
L'automne ayant été contrasté, avec un temps encore doux et ensoleillé à son début, de nouveaux maxima et minima mensuels de la température de l'eau ont été enregistrés en septembre à certaines stations. Au mois d'octobre, qui a été riche en précipitations, la température de l'eau n'a nulle part dépassé le maximum mensuel, mais elle n'a pas non plus été en deçà des valeurs mini-

males. C'est seulement en novembre que de nouveaux maxima mensuels ont été enregistrés pour la température de l'eau, dans l'espace alpin et dans la région du lac de Constance.

Le début de l'hiver en décembre, marqué par des chutes de neige sur tout le pays, n'a pas non plus eu d'effet notable sur les températures de l'eau. C'est seulement dans l'est du pays que des minima mensuels ont été dépassés à certains endroits.

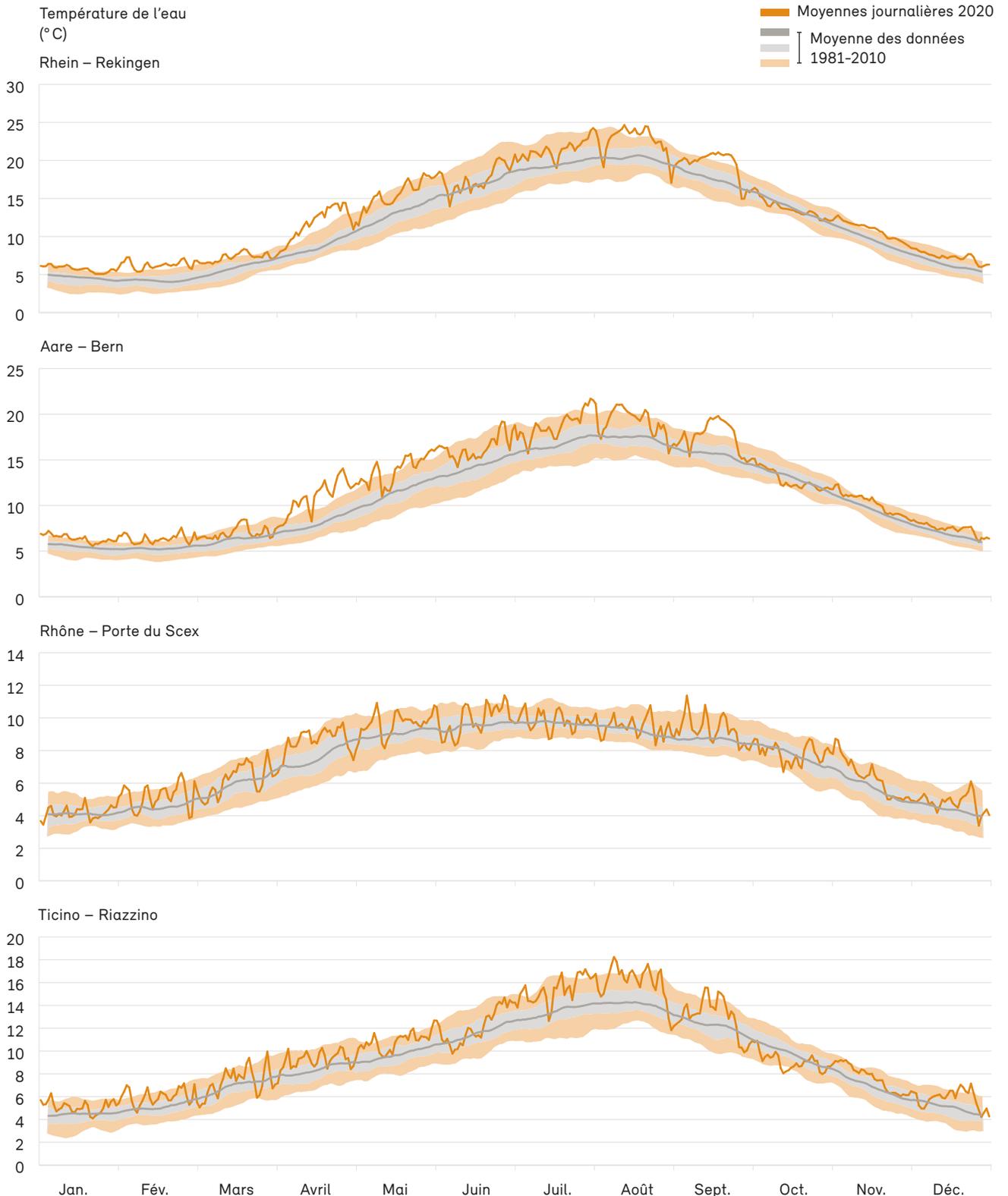
Fig. 4.11 : Évolution de la température de différents cours d'eau suisses de 1954 à 2020

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



Températures journalières moyennes de différentes stations

Fig. 4.12: Moyennes journalières 2020 des températures de l'eau (ligne orange) par rapport à celles de la période de référence 1981-2010
 90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur des zones orange et 50 % de la zone grise.



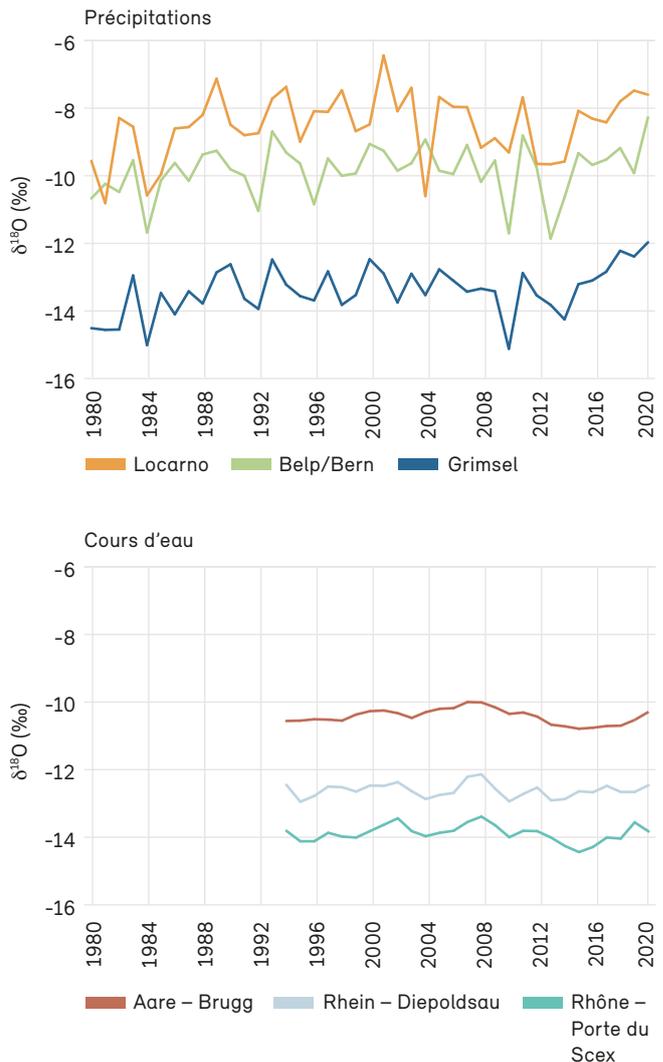
4.4 Isotopes stables

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. Ils assurent par conséquent une meilleure compréhension des processus impliqués, aussi bien pour répondre à des questions pratiques dans le domaine de l'hydrogéologie que dans le cadre de projets de recherche. Les informations isotopiques sont précieuses, en particulier pour les investigations relatives aux ressources en eau dans les bassins versants alpins ; elles permettent en effet 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. La corrélation fondée sur la physique entre la composition des isotopes stables de l'eau et les températures de l'air et l'humidité relative de l'air dans les régions d'où proviennent les précipitations est utilisée de plus en plus dans les études météorologiques. 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 hydro-métriques. De cette façon, de longues séries de données de référence sont disponibles pour des études hydro(gé)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. 4.13).

Fig. 4.13 : 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 1980 à 2020.



En février 2020, un pic de chaleur a fait monter les valeurs δ dans les précipitations au-dessus de la moyenne saisonnière. De mai à juillet, les températures élevées de l'air ont à leur tour généré des valeurs δ élevées dans les précipitations en comparaison pluriannuelle. Les valeurs δ observées dans les précipitations de fin août et surtout de début octobre correspondent aux moyennes pluriannuelles de ces mois. Un coup de froid en décembre, accompagné de neige jusqu'en plaine, a ensuite fait baisser ces valeurs.

On observe également l'évolution saisonnière des valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ dans les cours d'eau, mais de manière très atténuée en raison des effets de mélange dans le débit, qui varient selon les régions (p. ex. dans l'Aar, le Rhin et le Rhône). Là aussi, une interruption passagère dans la tendance à la hausse des valeurs enregistrées pour les isotopes a été observée entre 2008/2009 et 2015. L'augmentation des valeurs δ observée depuis 2015 dans l'Aar à Brugg, dans le Rhin à Diepoldsau et dans le Rhône à la Porte du Scex s'est également poursuivie en 2020 (cf. fig. 4.13).

Le pic de chaleur relevé en février 2020 a également conduit à des valeurs δ relativement élevées dans les cours d'eau en comparaison pluriannuelle. La fonte des neiges et des glaciers ont fait baisser ces valeurs dans l'Aar à Brienzwiler, dans le Rhône à la Porte du Scex et dans l'Inn à S-chanf. Pendant les fortes précipitations de fin août et début octobre, les valeurs δ relevées dans les cours d'eau aux stations de mesure correspondaient aux moyennes saisonnières.

4.5 Qualité de l'eau, propriétés physiques et chimiques

En complément des programmes ordinaires NAWA Trend et NAWA Fracht de la Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF), différentes études pilotes, portant essentiellement sur les charges en micropolluants, ont été lancées en 2020 sur la qualité des eaux dans le cadre du programme NADUF. Les charges donnent une meilleure vue d'ensemble que les concentrations, car elles reflètent la pollution durable et intégrale d'un bassin versant. Relevant en continu des échantillons composés proportionnels au débit, les stations du programme NADUF se prêtent parfaitement à cet objectif. Elles couvrent les principaux bassins versants de Suisse, comme celui du Rhin, du Rhône et de l'Inn.

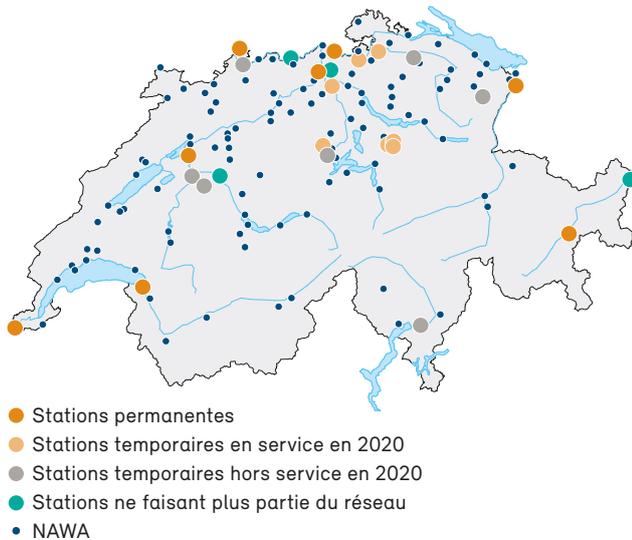
Jusqu'à présent, les mesures effectuées permettaient seulement de suivre partiellement les substances transportées en grandes quantités dans les cours d'eau. Les résultats de la station de surveillance du Rhin, à Weil am Rhein, et de celles du programme NADUF à Brugg et à la Porte du Scex, montrent que certaines substances présentant de grosses charges ne font pas partie des micropolluants examinés aujourd'hui dans le cadre du programme TREND. De plus, les analyses sont effectuées à une seule station (par cours d'eau) pour le Rhin, l'Aar et le Rhône. L'influence des grands lacs sur le transport des micropolluants, par exemple, ne peut ainsi pas être examinée. Ces études pilotes permettront de se procurer une première vue d'ensemble concernant les questions suivantes :

- quels micropolluants retrouve-t-on dans les charges relevées en Suisse ?
- quelle est l'importance des charges charriées à l'étranger ?
- quelle est l'importance des charges qui arrivent et qui sortent des grands lacs ?

L'objectif est de se faire un ordre d'idée de l'importance des charges et des disparités régionales. Dans un premier temps, aucune estimation quantitative des charges annuelles ou de leur répartition saisonnière ne pourra être effectuée. Ces études pilotes permettront de planifier les futures mesures, voire l'extension des programmes de

Fig. 4.14: Stations de mesure actives de la Surveillance nationale continue des cours d'eau (NADUF)

Stations de mesure de NADUF relevant la qualité des eaux en Suisse. État 2020.



mesure. En outre, elles aideront à mieux évaluer et coordonner les possibilités de coopération avec les services spécialisés cantonaux.

Pour la période d'août à décembre, les stations suivantes ont effectué des analyses de charges à l'aide d'une méthode LC/MS (chromatographie liquide couplée à une spectrométrie de masse) et d'agents complexants.

- Rhône : Chancy et Porte du Scex
- Aar : Brugg et Hagneck
- Rhin : Weil, Rekingen et Diepoldsau
- Inn : S-chanf

Les groupes de paramètres analysés comprennent un peu plus de 300 composés différents allant des produits phytosanitaires, des agents complexants et des produits chimiques industriels aux résidus de principes médicamenteux actifs, en passant par des composants présents dans les produits alimentaires ou les articles d'hygiène corporelle. De premiers échantillons ont été analysés aux stations citées plus haut, ainsi qu'à quelques autres, à la recherche d'acide trifluoroacétique. Ce produit chimique se forme, entre autres, dans l'atmosphère lors de la dégradation des réfrigérants halogénés volatils

sous l'effet des rayons UV puis finit dans les cours d'eau par l'intermédiaire des précipitations. Les résultats sont attendus pour 2021.

Les données brutes en temps réel, non corrigées, des analyses en ligne des paramètres dits locaux (teneur en oxygène, conductivité électrique et pH) peuvent être consultées en permanence sur le site Internet de l'OFEV et peuvent être commandées une fois qu'elles ont fait l'objet d'un examen de leur plausibilité et d'une correction qualitative. En 2020, ces paramètres ne présentaient aucune caractéristique notable.

La pandémie de coronavirus a aussi marqué de son empreinte le programme NADUF, du moins temporairement. Certains prélèvements n'ont pas pu être effectués, les personnes qui s'en chargeaient appartenant à un groupe à risque en raison de leur âge et n'étant donc pas autorisées à sortir. De plus, le laboratoire de l'Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau est resté fermé quelques mois et aucun échantillon n'a donc pu être analysé.

4.6 Charges solides en suspension

L'OFEV mesure deux fois par semaine, à onze stations hydrométriques, la concentration des sédiments en suspension qui sont transportés par les cours d'eau (cf. fig. 4.15). Les échantillons sont corrélés avec les données sur la turbidité mesurées en ligne; les charges mensuelles et annuelles en sont ensuite extrapolées. Combinées avec les observations hydrologiques et écologiques, ces données permettent d'optimiser la gestion et la protection des eaux.

Les concentrations de solides en suspension dans les eaux dépendent fortement, entre autres, des turbulences et de la quantité d'eau. 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 (cf. fig. 4.16). Cependant, un gros orage peut provoquer une charge journalière représentant une grande partie de la charge annuelle. Des événements extraordinaires survenus au cours d'une seule année peuvent par conséquent influencer considérablement sur les valeurs moyennes de la période de référence de sept ans, allant de 2014 à 2020. Une période de référence plus longue n'est malheureusement pas possible actuellement, pour des raisons de méthodologie.

Les débits mesurés dans le nord des Alpes en 2020 ont été de 14 % inférieurs à ceux de 2019 et de 9 % au Tessin. Dans la vallée du Rhône, les débits relevés en 2020 ont été du même ordre de grandeur que ceux de 2019.

En août, les charges solides mensuelles étaient supérieures à celle de la période de référence (2014-2020) à presque toutes les stations situées dans le nord des Alpes et au Tessin (cf. fig. 4.16). Les charges mensuelles les plus élevées ont été observées aux stations de Linth - Mollis, Thur - Halden et Rhein - Diepoldsau en août: 1,2 million de tonnes à Diepoldsau et un nouveau record à Halden avec 73 000 tonnes.

En octobre, la hausse des précipitations dans le nord des Alpes a entraîné des charges solides dépassant la moyenne mensuelle. Les valeurs mensuelles les plus importantes ont été relevées aux stations de Reuss - See-

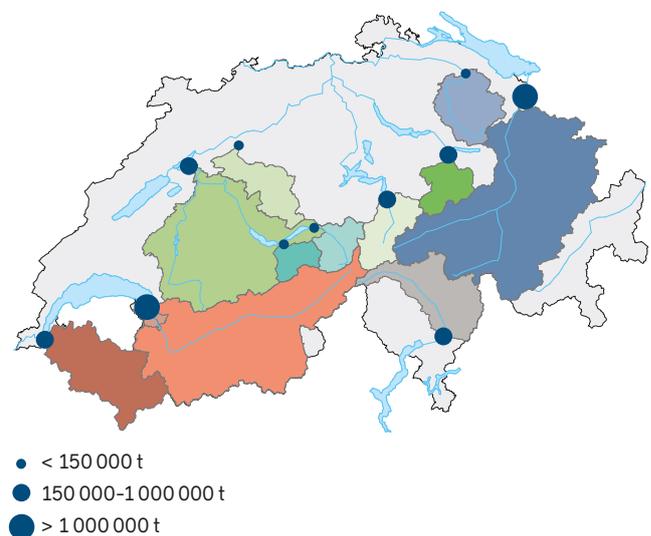
dorf et Aare - Brienzwiler. C'est à la station de mesure d'Arve - Genève, Bout du Monde qu'a été enregistré la plus forte valeur de charges solides en suspension au mois de février. Dans le sud des Alpes, de violentes pluies en octobre ont été à l'origine d'une forte augmentation des matières en suspension à la station de Bellinzone, où un nouveau record a été établi avec 0,3 million de tonnes.

Les charges solides annuelles déposées en 2020 par le Rhin dans le lac de Constance et par la Linth dans le lac de Walenstadt ont été inférieures de respectivement 60 et 20 % par rapport à 2019. L'année 2020 n'a quasiment rien changé aux valeurs de référence du dépôt sédimentaire valables pour le lac de Constance; en revanche, elles ont augmenté d'environ 10 % pour le lac de Walenstadt.

À la station de Reuss - Seedorf, les sédiments en suspension ont été 55 % plus élevés qu'en 2019 et supérieurs d'environ 13 % à la période de référence. Les charges annuelles ont au contraire diminué aux stations de Thur - Halden (-12 %), Rhône - Porte du Scex (-29 %) et Arve - Genève (-32 %). À celle de Ticino - Bellinzona, les sédiments en suspension charriés vers le lac Majeur ont été nettement plus élevés, 56 % de plus qu'en 2019, ce qui correspond à 25 % de plus que la moyenne de la période de référence.

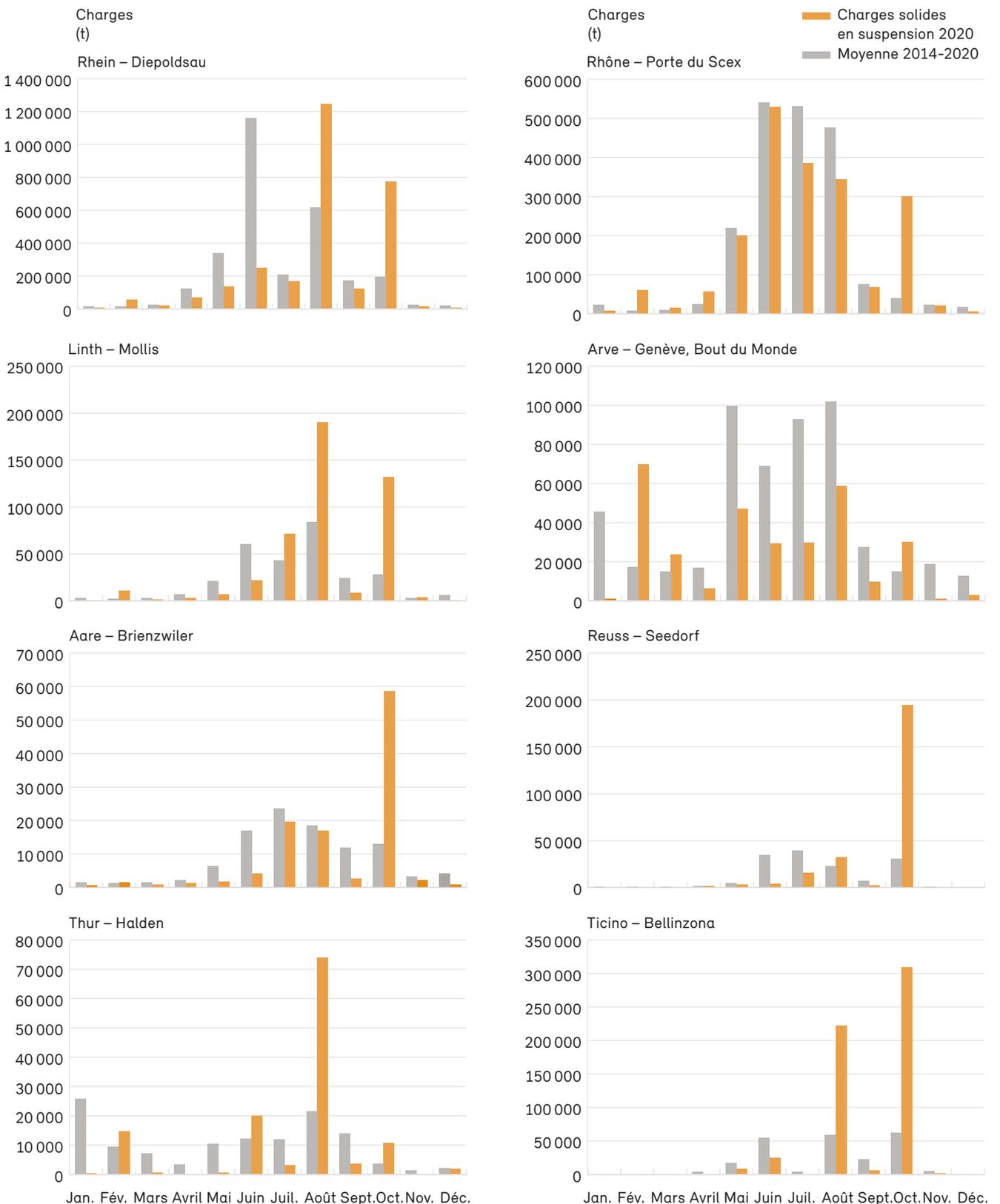
Fig. 4.15: Charges solides en suspension de différents bassins versants en 2020

Charges annuelles classées en 2020 aux emplacements de prélèvement du réseau d'observation du transport de sédiments de l'OFEV.



Moyennes mensuelles des charges solides en suspension de différents bassins versants

Fig. 4.16: Moyennes mensuelles 2020 des charges solides en suspension (orange) par rapport à celles de la période 2014-2020 (gris)



5 Eaux souterraines

Entre avril et juillet 2020, un tiers des stations de mesure ont enregistré des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources faibles en comparaison pluriannuelle. Après les fortes précipitations d'octobre, la moitié des stations de mesure a relevé des niveaux temporairement accrus. Quant à la température des eaux souterraines, elle a été élevée à près d'une station de mesure sur deux.

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 à 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).

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. Vue sous cet angle, l'année 2020 s'inscrit dans une période qui perdure depuis 2015, avec des niveaux des eaux souterraines bas et des débits des sources faibles (cf. fig. 5.1). Après les intenses précipitations d'octobre 2020, des niveaux élevés, bien que temporaires, ont été enregistrés à la moitié des stations de mesure (cf. fig. 5.2).

Début 2020, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources étaient normaux. La quantité de précipitations supérieure à la moyenne de février a fait

Fig. 5.1 : Niveaux des eaux souterraines et débits des sources de 2000 à 2020

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 2000 à 2020. Gris : valeur annuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs. Bleu : valeur annuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevés des valeurs. Rouge : valeur annuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs.

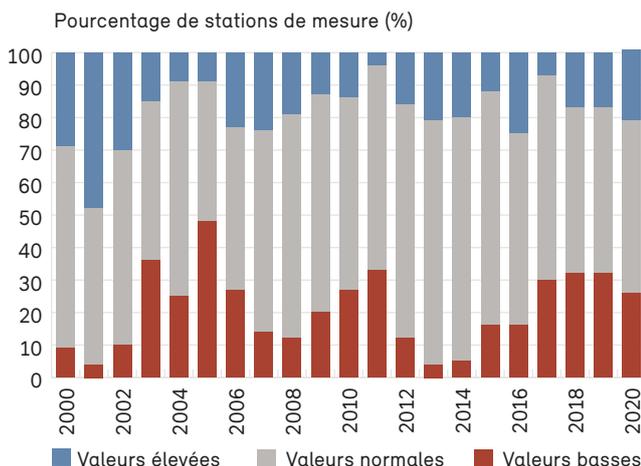
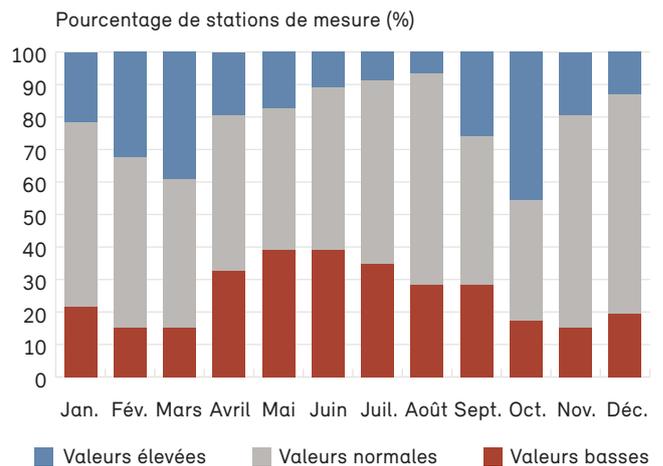


Fig. 5.2 : Niveaux des eaux souterraines et débits des sources en 2020

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 janvier à décembre 2020. Gris : valeur mensuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs mesurées entre 2000 et 2019. Bleu : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevés des valeurs mesurées entre 2000 et 2019. Rouge : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs mesurées entre 2000 et 2019.



monter les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources à des valeurs élevées à un tiers des stations (cf. fig. 5.2 et 5.3, état des eaux souterraines le 8 mars 2020).

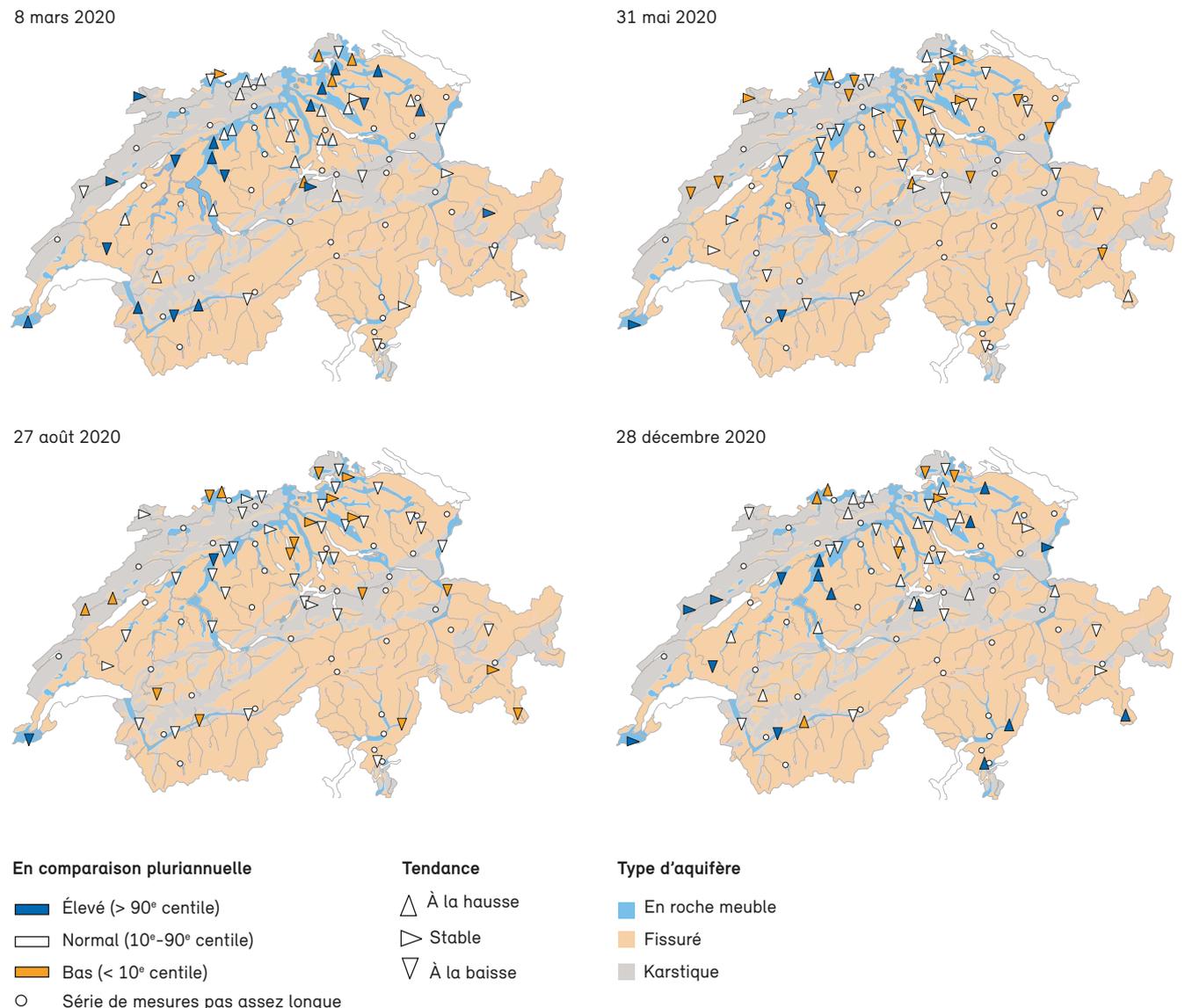
Les quantités de précipitations inférieures à la moyenne en avril et en mai ont eu pour conséquence des niveaux normaux, voire bas, des eaux souterraines et des débits des sources fin mai dans le nord des Alpes (cf. fig. 5.3, état des eaux souterraines le 31 mai 2020).

Suite aux précipitations également inférieures à la moyenne en juin et juillet, les parties centrale et orientale du Plateau ont affiché des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources généralement bas.

En revanche, les niveaux des eaux souterraines au fond des vallées traversées par des cours d'eau alpins sont restés dans la normale en raison de l'infiltration accrue d'eaux fluviales dues à la fonte des neiges et des glaciers (cf. fig. 5.3, état des eaux souterraines le 27 août 2020).

Fig. 5.3: État des eaux souterraines en 2020

Niveaux des eaux souterraines et débits des sources ainsi que leur tendance pendant quatre jours de référence en 2020, par rapport à la période de mesure 2000-2019.



Entre le 28 et le 30 août, ainsi que du 2 au 5 octobre, de fortes précipitations se sont abattues sur le sud des Alpes et dans les Alpes centrales, faisant grimper les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources, surtout le long des cours d'eau. La moitié des stations de mesure a donc temporairement enregistré des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources élevés en octobre (cf. fig. 5.2 et fig. 5.3, état des eaux souterraines le 28 octobre 2020).

Au mois de novembre, exceptionnellement faible en précipitations, et jusqu'à la fin de l'année, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources étaient de nouveau dans la normale.

5.2 Eaux souterraines – qualité

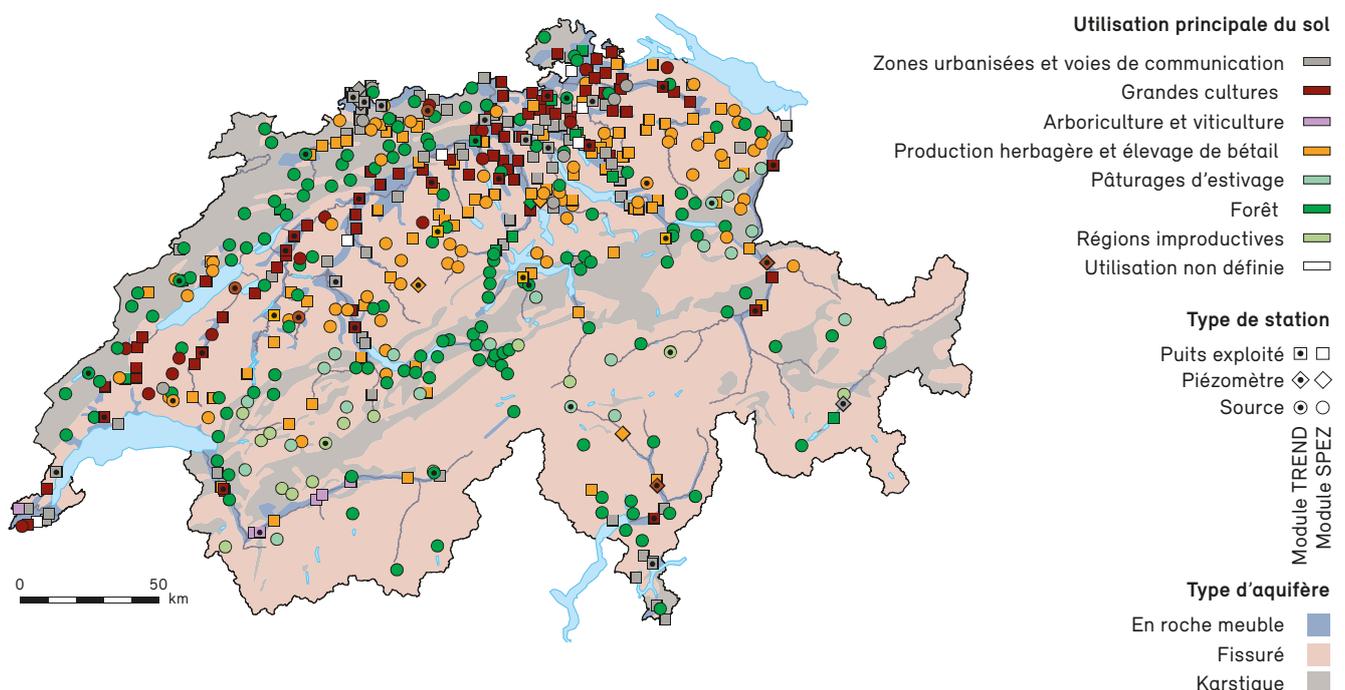
Les eaux souterraines sont la principale source d'eau potable en Suisse. Si disposer d'eaux souterraines en quantité suffisante et de qualité irréprochable a semblé aller de soi jusqu'à présent, les réservoirs aquifères sont

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 l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA. Les mesures réalisées à 550 stations réparties sur l'ensemble du pays (cf. fig. 5.4) 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. Elles ne sont donc pas publiées dans l'annuaire hydrologique, mais dans le rapport de 2019 « État et évolution des eaux souterraines en Suisse ». Des informations plus détaillées sont disponibles sur Internet (cf. annexe).

Fig. 5.4: Stations de mesure de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA (modules TREND et SPEZ)

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



5.3 Eaux souterraines – température

Le suivi de la température des eaux souterraines réalisé à une centaine de stations de l’Observation nationale des eaux souterraines NAQUA permet de connaître l’état des eaux souterraines en Suisse et d’en comparer l’évolution à 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.

En comparaison pluriannuelle, les eaux souterraines ont présenté des températures plutôt élevées durant la période 2015 à 2020 (cf. fig. 5.5). Dans le sillage des températures supérieures à la moyenne de 2019, la situation a perduré en janvier 2020 à la moitié des stations de mesure (cf. fig. 5.6 et 5.7). En juin et en juillet, les températures observées ont été momentanément normales le long des grands cours d’eau alpins, suite à l’infiltration accrue des eaux fluviales dues à la fonte des neiges et des glaciers. À partir d’octobre, les températures des eaux souterraines étaient de nouveau élevées à presque la moitié des stations de mesure en comparaison pluriannuelle (cf. fig. 5.6).

Fig. 5.5 : Température des eaux souterraines 2000-2020

Pourcentage de stations de mesure ayant enregistré des valeurs annuelles basses, normales et élevées pour la température des eaux souterraines de 2000 à 2020. Gris : valeur annuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs. Rouge : valeur annuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevés des valeurs. Bleu : valeur annuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs.

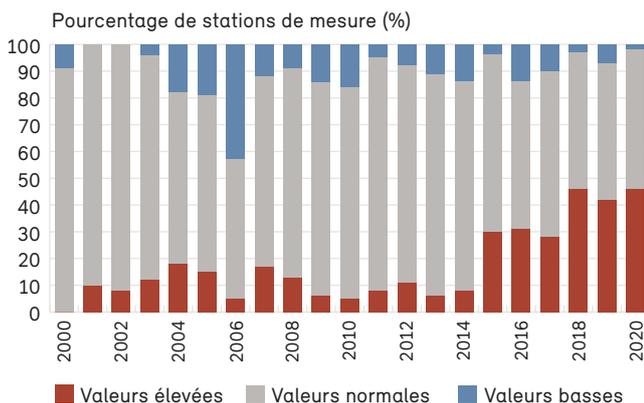


Fig. 5.6 : Température des eaux souterraines en 2020

Pourcentage de stations de mesure ayant enregistré des valeurs mensuelles basses, normales et élevées pour la température des eaux souterraines en 2020. Gris : valeur mensuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs mesurées entre 2000 et 2019. Rouge : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevés des valeurs mesurées entre 2000 et 2019.

Bleu : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs mesurées entre 2000 et 2019.

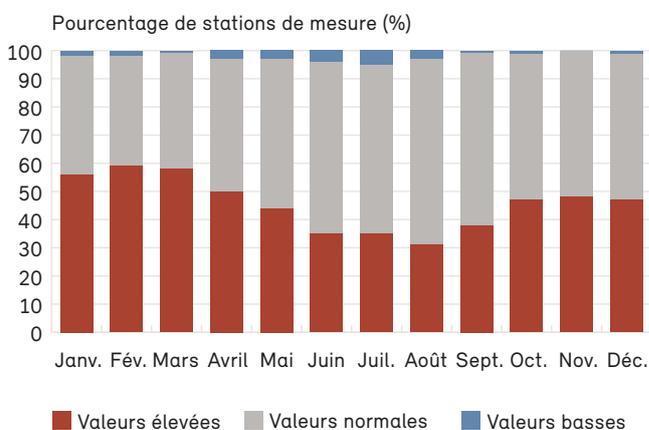
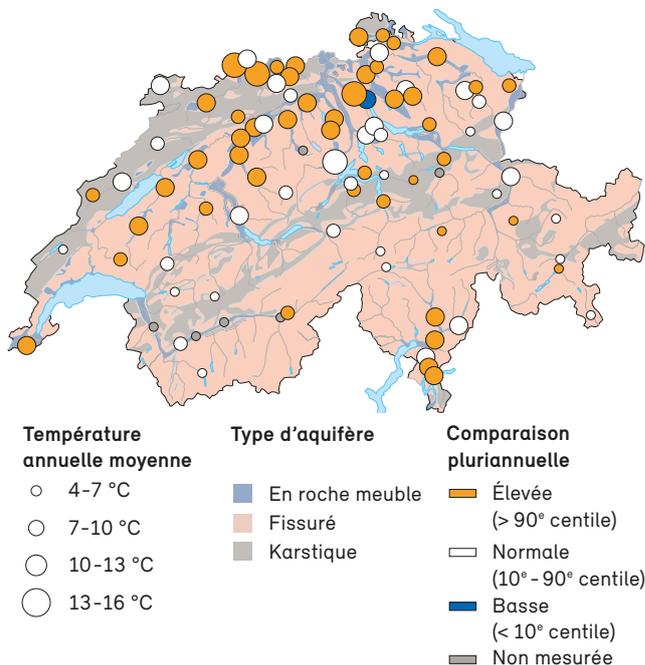


Fig. 5.7 : Stations de mesure de l’Observation nationale des eaux souterraines NAQUA (module QUANT)

Température moyenne des eaux souterraines en 2020 par rapport à la période 2000-2019.



Annexe

Glossaire

Centile

Mesure de position en statistique. Un centile détermine la part des valeurs d'une distribution situées au-dessus et au-dessous d'un certain seuil. Par exemple, la valeur du 95^e centile est telle que 95 % des observations se trouvent au-dessous et 5 % au-dessus. Le centile le plus connu est la médiane (ou le 50^e centile), qui divise les valeurs d'une distribution en deux parties égales.

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.

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, il s'agit le plus souvent de la période 1981-2010.

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.

Observation nationale des eaux souterraines NAQUA

L'Observation nationale des eaux souterraines 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.

Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF)

Le programme de mesure suit l'évolution des concentrations et des flux de substances dans différents cours d'eau suisses.

²H, ¹⁸O

Le deutérium (²H) est un isotope naturel stable de l'hydrogène. L'oxygène-18 (¹⁸O) 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 δ(²H/¹H), abrégé en δ²H, et δ(¹⁸O/¹⁶O), abrégé en δ¹⁸O.

Informations complémentaires sur Internet

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

www.bafu.admin.ch/annuairehydrologique

Données actuelles et historiques :

www.hydrodaten.admin.ch/fr

Bulletin hydrologique de l'OFEV :

www.hydrodaten.admin.ch/fr/hydro_bulletin.html

Bulletin des eaux souterraines de l'OFEV :

www.hydrodaten.admin.ch/fr/bulletin-des-eaux-souterraines.html

Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA :

www.bafu.admin.ch/naqua

Résultats de la Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF) – téléchargement des données :

<https://opendata.eawag.ch/dataset/naduf-national-long-term-surveillance-of-swiss-rivers-2020-1>

Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF) – description du réseau d'observation :

www.bafu.admin.ch/naduf

Résultats de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) sous forme de carte :

<https://s.geo.admin.ch/7a9e38d5a8>

Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) – description du réseau d'observation :

www.bafu.admin.ch/nawa

Indicateurs Eaux et informations complémentaires sur l'eau :

www.bafu.admin.ch/eaux