

Annuaire hydrologique de la Suisse 2022

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 2022

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 de Zurich

Mise en page

Funke Lettershop AG

Photo de couverture

Situation d'étéage de l'Orbe à la station de mesure de l'OFEV Le Chenit, le 27 juillet 2022, avec un débit de seulement 2 l/s.

© Eugène Lehmann

Crédits photographiques

Page 11 : David Volken, OFEV

Page 16 : Matthias Huss, Département des géosciences de l'Université de Fribourg

Source des données

Les analyses hydrologiques sont basées sur les données provisoires de 2022.

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uz-2312-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

Table des matières

Abstracts	5
Avant-propos	6
Résumé	7
1 Les faits qui ont marqué 2022	8
2 Conditions météorologiques	14
3 Neige et glaciers	15
4 Eaux de surface	17
5 Eaux souterraines	33
Annexe	37

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

2022 restera dans les mémoires comme une année très chaude et sèche. Après un hiver peu enneigé et un printemps sec, la période estivale a été sèche et très chaude. À l'instar de la crue qui avait marqué l'été 2021, l'année 2022 a connu elle aussi des situations météorologiques que l'on s'attend désormais à vivre plus fréquemment en raison des modifications apportées par les changements climatiques.

Les conséquences pour les eaux ont été notables. Les bas niveaux des eaux souterraines et les longues périodes d'étiage dans les cours d'eau ont entraîné, comme en 2018, des restrictions de navigation sur le Rhin ainsi que des interdictions de prélèvement d'eau. Pendant les vagues de chaleur estivales, les températures de l'eau ont battu de nouveaux records, qui ont mis sous pression les organismes aquatiques et ont engendré des restrictions pour l'utilisation thermique des eaux.

Le présent annuaire hydrologique expose les faits majeurs relatifs à la situation des eaux suisses en 2022 et fournit des explications sur la situation nivologique en hiver et sur la fonte extrême des glaciers en été.

Les données hydrologiques résumées ici témoignent de ces phénomènes. En Suisse, la surveillance continue des eaux est essentielle afin de permettre aux autorités cantonales et communales compétentes de prendre en temps voulu des mesures adaptées à des situations particulières. C'est ainsi que les enseignements tirés de l'été caniculaire de 2018 ont déjà permis de mieux gérer la sécheresse de l'été 2022 dans de nombreux endroits. À partir de 2025, la mise en place d'un système national d'alerte précoce en cas de sécheresse devrait doter les cantons et les communes d'instruments encore plus efficaces.

Considérant que les défis de demain nécessitent de poursuivre et d'étendre la surveillance continue des eaux, l'OFEV a commencé pendant l'été 2022, dans le cadre d'un projet pilote, à mesurer la température de l'eau à différentes profondeurs de plusieurs lacs suisses. Cela permettra d'observer et d'apprécier sur le long terme l'évolution des eaux à ces endroits.

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

Résumé

Les faits qui ont marqué 2022

Loin des crues majeures qui ont caractérisé l'année 2021, l'année 2022 a connu des situations d'étiage intenses : des températures de l'air supérieures à la moyenne sur de longues périodes et une forte sécheresse ont provoqué une élévation des températures de l'eau ainsi qu'une baisse généralisée des niveaux et des débits. La température de l'eau considérée comme critique pour les organismes aquatiques, à savoir 25 °C, a été dépassée à de nombreuses stations, et environ un tiers des stations de mesure du débit ont enregistré des débits d'étiage qui ne surviennent statistiquement que tous les dix ans, voire plus rarement. Dans les bassins versants fortement englacés, en revanche, la fonte massive des glaciers a provoqué des débits estivaux élevés.

Conditions météorologiques

L'année 2022 est de loin l'année la plus chaude et, dans certaines régions, la plus ensoleillée depuis le début des relevés. Elle a été marquée par des températures supérieures à la moyenne sur de longues périodes, un grand manque de précipitations et un ensoleillement important. L'été caniculaire s'est accompagné de trois vagues de chaleur et, dans certaines régions, d'une sécheresse marquée.

Neige et glaciers

L'hiver 2021/2022 s'est illustré par des valeurs record : ce fut un hiver doux, plutôt peu enneigé (surtout dans le sud) et donc court. Pour les glaciers suisses, l'année 2022 a été catastrophique : en raison des très faibles précipitations neigeuses de l'hiver et des vagues de chaleur persistantes de l'été, la fonte de la glace a battu tous les records.

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

Dans presque toutes les régions de Suisse, le manque de précipitations a eu pour effet que les niveaux des lacs et des cours d'eau ont été, durant des mois, nettement inférieurs à la moyenne de la période de norme 1991-2020. En raison des faibles débits, les températures de l'eau se sont fortement élevées pendant les vagues de chaleur estivales. Elles ont atteint de nouveaux maxima dans un grand nombre de cours d'eau du Plateau.

Isotopes stables

L'année a été particulièrement chaude et très sèche. Lorsqu'il a plu, les précipitations ont été intenses. En moyenne annuelle, les valeurs de deutérium (^2H) et d'oxygène-18 (^{18}O) mesurées dans les précipitations ont donc été extraordinairement élevées.

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.

Eaux souterraines

En comparaison pluriannuelle, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources en 2022 ont été bas à un tiers des stations de mesure environ. À cause d'un manque de pluie persistant, des valeurs basses ont même été enregistrées à la moitié des stations en juillet et en août. En fin d'année, près d'une station sur deux a fait état de températures élevées dans les eaux souterraines.

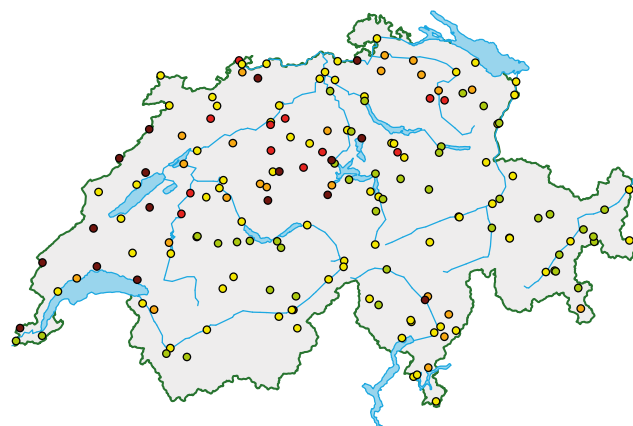
1 Les faits qui ont marqué 2022

Loin des crues majeures qui ont caractérisé l'année 2021, l'année 2022 a connu des situations d'étiage intenses: des températures de l'air supérieures à la moyenne sur de longues périodes et une forte sécheresse ont provoqué une élévation des températures de l'eau ainsi qu'une baisse généralisée des niveaux et des débits. La température de l'eau considérée comme critique pour les organismes aquatiques, à savoir 25 °C, a été dépassée à de nombreuses stations, et environ un tiers des stations de mesure du débit ont enregistré des débits d'étiage qui ne surviennent statistiquement que tous les dix ans, voire plus rarement. Dans les bassins versants fortement englacés, en revanche, la fonte massive des glaciers a provoqué des débits estivaux élevés.

Contrairement à la précédente année d'étiage (2018), qui avait démarré par de l'humidité et d'importantes précipitations neigeuses, l'hiver 2021/2022 s'est distingué par sa douceur et par une grande sécheresse dans le sud du pays (cf. chap. 2). Le printemps qui a suivi a été chaud et peu pluvieux sur l'ensemble du territoire. Avec le temps très doux et ensoleillé du mois de mai, la couche de neige, déjà mince pour la saison, a fondu très rapidement jusqu'à des altitudes élevées (cf. chap. 3).

Fig. 1.1 : Situation d'étiage dans les cours d'eau suisses en 2022

Comparaison des valeurs NM7Q avec la statistique des étiages de l'OFEV.



- Débit supérieur à un étiage survenant tous les 2 ans
- Étiage survenant tous les 2 à 10 ans
- Étiage survenant tous les 10 à 30 ans
- Étiage survenant tous les 30 à 100 ans
- Débit inférieur à un étiage survenant tous les 100 ans

L'été 2022 a été particulièrement chaud : depuis le début des relevés météorologiques, il s'agit du deuxième été le plus chaud, après l'été caniculaire de 2003. De manière inhabituelle, la chaleur s'est installée dès le mois de juin. Après avoir atteint en juin des valeurs supérieures à la moyenne dans plusieurs régions, les cumuls de précipitations ont été à nouveau nettement inférieurs à la norme 1991-2020 en juillet et en août sur une vaste partie du pays. Tandis que l'automne a été plutôt humide dans le nord des Alpes, les quantités de précipitations sont restées inférieures à la norme dans le sud des Alpes et les régions voisines.

Longue période d'étiage

Dans son ensemble, l'année 2022 a été pauvre en précipitations (70 à 90 % de la norme 1991-2020), ce qui a provoqué une sécheresse persistante. En été, la situation a été renforcée par des températures élevées, qui ont accéléré l'évaporation, et par le manque d'eau provenant de la fonte des neiges, celle-ci s'étant arrêtée dès le mois de mai. La combinaison de ces éléments a fait baisser le niveau de nombreuses eaux. La persistance de l'événement se reflète également dans les valeurs statistiques : à de nombreuses stations, les débits ont affiché des moyennes annuelles extraordinairement basses (cf. chap. 4).

En comparant les valeurs mesurées avec les statistiques des étiages (cf. fig. 1.1), il ressort que de nombreux cours d'eau ont affiché des débits qui ne surviennent que tous les deux à dix ans, voire nettement moins souvent : environ un tiers des stations de mesure de l'OFEV ont en effet enregistré des valeurs qui ne reviennent statistiquement que tous les dix ans ou plus rarement. Près d'une station sur dix a même enregistré des débits ne survenant que tous les cent ans, voire encore plus rarement. Les disparités régionales observées dans les conditions météorologiques ont provoqué des disparités spatiales et temporelles au niveau des étiages.

Sud des Alpes : des étiages pendant presque toute l'année

En raison d'un début d'année très sec dans ce secteur, beaucoup de ruisseaux et de rivières du sud des Alpes ont enregistré leurs débits les plus faibles de l'année dès le mois de mars ou d'avril. Vers la fin avril, les premières pluies fortes depuis novembre 2021 ont temporairement

détendu la situation, mais les débits sont restés inférieurs à la moyenne jusqu'en automne.

Les niveaux du lac de Lugano et du lac Majeur ont été inférieurs à la norme 1991-2020 dès le début de l'année. Par rapport à cette période de norme, de nouveaux minima pour la saison ont été mesurés au lac de Lugano dès la mi-janvier (cf. fig. 1.2 c). Le niveau d'eau le plus bas de l'année a été atteint le 22 avril. La moyenne journalière de 269,93 m établit un nouveau minimum absolu dans la série de mesures depuis 1965. Vers la fin avril, le niveau du lac a légèrement augmenté, mais ce n'est qu'à la mi-septembre qu'il a atteint des valeurs habituelles pour la saison. Pendant les années de comparaison 2003 et 2018, le lac de Lugano a été nettement moins concerné par les étiages. En 2022, le lac Majeur a connu lui aussi des niveaux d'eau très bas (cf. fig. 4.10). Contrairement au lac de Lugano, les niveaux ne se sont pas rétablis durant l'automne et ils sont restés inférieurs aux valeurs moyennes de la période de norme 1991-2020 pendant presque toute l'année.

Nord des Alpes : des niveaux au plus bas pendant l'été

Dans le nord des Alpes également, quelques cours d'eau ont affiché des niveaux très bas dès le printemps, du fait de la sécheresse. Dans l'Aar, des débits faibles ont été observés dès mars et avril. Dans le nord des Alpes, la situation d'étiage a été particulièrement perceptible à partir de juillet et surtout en août. Les niveaux d'eau les plus bas ont souvent été enregistrés vers la mi-août. Le Jura et l'ouest du Plateau ont été particulièrement touchés. Pendant cette période, des débits très faibles ont aussi été relevés dans des cours d'eau de la région du Napf et de l'est du Plateau. Dans de nombreux lacs, les niveaux d'eau étaient inférieurs à ce qu'ils sont habituellement durant les mois d'été. Comme les lacs des Quatre-Cantons, de Walenstadt et de Constance ont affiché des niveaux nettement inférieurs à la moyenne, les débits en aval ont également atteint des valeurs très basses.

À partir du 17 août 2022, les averses et les orages parfois violents ont contribué à détendre temporairement la situation d'étiage. Durant l'automne, des quantités de précipitations supérieures à la moyenne sont ensuite tombées sur le nord des Alpes, de sorte que les niveaux se sont rétablis dans la plupart des lacs et des cours d'eau. Les années de comparaison 2003 et 2018 avaient connu une évolution différente puisque les niveaux les plus bas

n'avaient été atteints qu'à l'automne dans de nombreux endroits (cf. fig. 1.2).

Fonte extrême des glaciers

La situation a été tout autre dans les bassins versants englacés de haute altitude, où la chaleur estivale a fortement intensifié la fonte des glaciers. Les taux de fonte ont largement dépassé les anciens records remontant à l'été caniculaire de 2003 (cf. point 3.2). Le phénomène a certes produit des débits élevés, mais seule la station de mesure de l'OFEV où la couverture de glace est la plus étendue (56,5 % ; station Massa – Blatten) a enregistré une nouvelle valeur maximale absolue. Les importantes masses d'eau ont fait déborder le barrage de Gebidem en aval de cette station (cf. fig. 1.3).

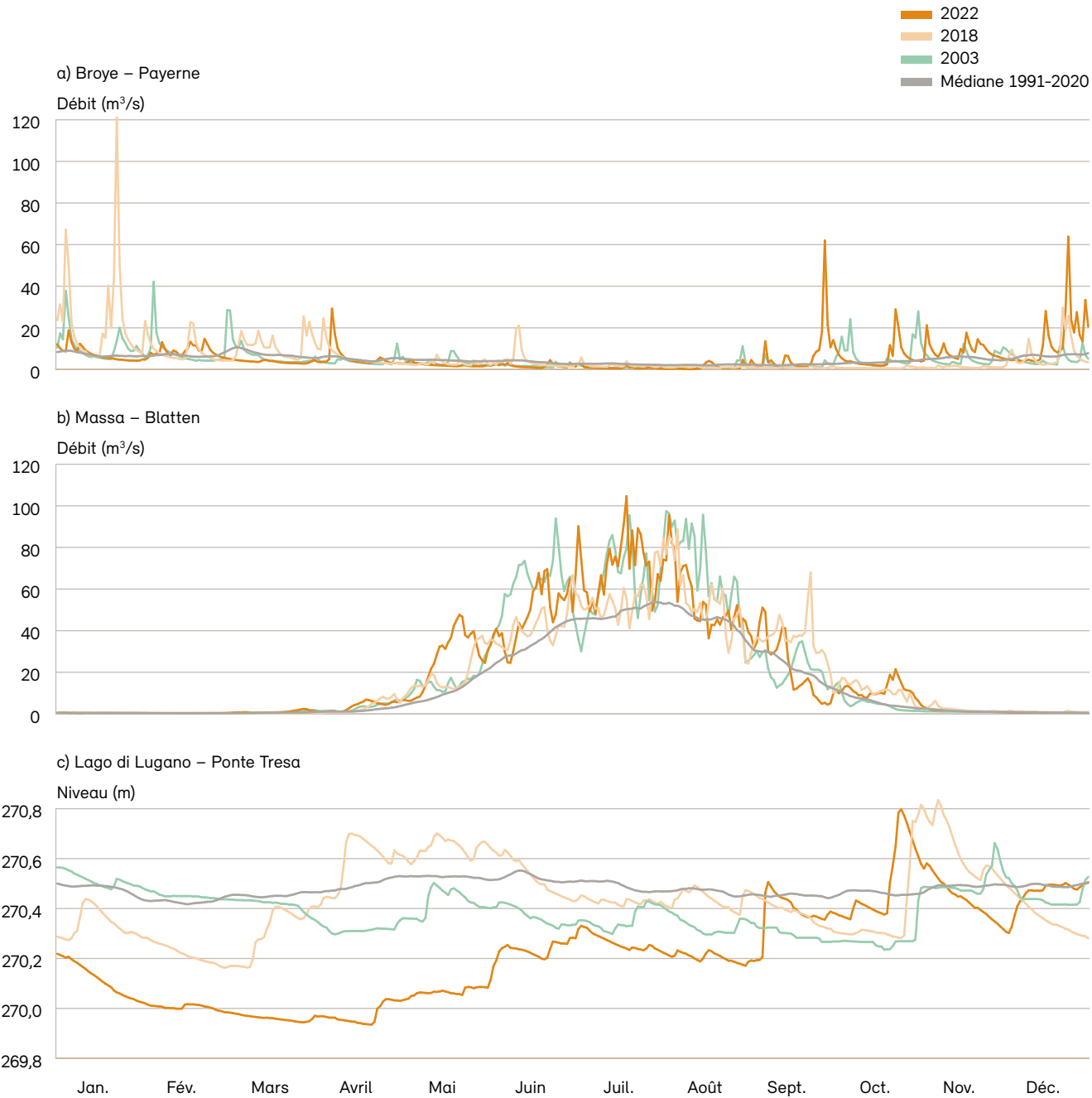
La part de l'eau de fonte glaciaire dans les débits est naturellement maximale durant les mois de juillet, août et septembre. Lorsque les températures estivales sont très élevées, l'eau de fonte fait gonfler les cours d'eau pendant la journée, et c'est aussi ce qui s'est passé en 2022. Toutefois, à toutes les stations de mesure situées dans des bassins versants où la couverture de glace dépasse 5 %, le débit estival moyen est resté inférieur à celui de l'été caniculaire de 2003. Cela suggère que le peak water a déjà été atteint dans beaucoup de bassins versants englacés de Suisse : ce terme désigne le moment où la part de l'eau de fonte glaciaire dans le débit annuel est la plus élevée ; dans les années qui suivent le peak water, la quantité d'eau de fonte baisse à nouveau, car la taille du glacier diminue. Notons toutefois que la comparaison des débits estivaux moyens ne doit pas considérer uniquement la fonte des glaciers ; d'autres facteurs jouent un rôle important, notamment la situation nivologique et les épisodes de précipitations qui surviennent localement.

Interruption de la sécheresse par des épisodes orageux

À partir du début de l'été, en plus de la fonte des glaciers, de violents orages isolés ont brièvement entraîné une forte hausse des niveaux des petits et moyens cours d'eau. Ces précipitations ont causé localement des crues parfois importantes, mais elles n'ont pas détendu durablement la situation d'étiage. Le cours supérieur de l'Emme, aux alentours de Kemmeribodenbad, a été particulièrement touché le 4 juillet 2022. À la station de l'OFEV d'Emme-Eggiwil, le débit a atteint le niveau de danger 5.

Fig. 1.2 : Situation d'étiage de la Broye à Payerne, de la Massa à Blatten et du lac de Lugano à Ponte Tresa

Hydrogrammes des débits et des niveaux d'eau comparant l'année 2022, les années sèches 2003 et 2018 et les valeurs médianes de la période de comparaison 1991-2020.

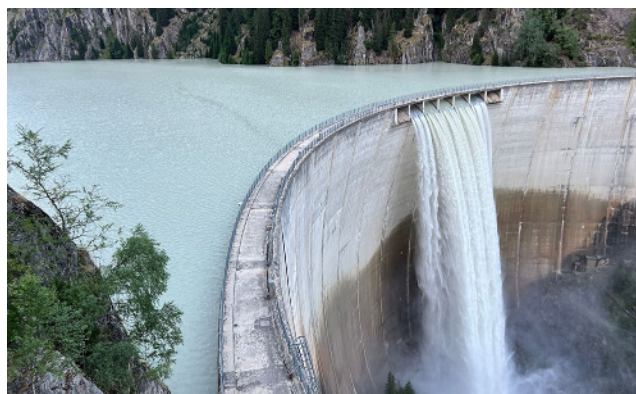


Les secteurs au centre et à l'est du versant nord des Alpes ont été particulièrement touchés par les fortes précipitations de la mi-août. Il est généralement tombé 50 à 100 mm de pluie, et localement jusqu'à 145 mm. Quelques moyens et grands cours d'eau ont atteint le niveau de danger 2, notamment la Sihl, la Thur, la Muota et l'Aa d'Engelberg. Une grande crue s'est même produite dans la Sitter. Les lacs des Quatre-Cantons, de Walenstadt, de Zurich et de Constance ont vu leurs niveaux monter de manière significative également.

Du 7 au 8 août 2022, le Sottoceneri a été frappé par de violents orages. Les précipitations les plus intenses ont été observées dans le Malcantone, avec 150 à 180 mm de pluie en douze heures. Dans la région autour de Lugano, il est tombé 100 à 150 mm sur la même durée. Ces grandes quantités de pluie ont entraîné une hausse significative du niveau de certains cours d'eau dans le sud du Tessin. Quelques affluents du lac de Lugano ont atteint les niveaux de danger 2 et 3. Le bassin versant du Tessin, principal cours d'eau du Sopraceneri, n'ayant lui été que partiellement concerné par les précipitations, les débits dans ce secteur n'ont augmenté que légèrement.

Fig. 1.3 : Barrage de Gebidem (canton du Valais) à la fin juillet 2022

La fonte extrême des glaciers pendant les vagues de chaleur de l'été 2022 a fait déborder le barrage de Gebidem en aval du glacier d'Aletsch et provoqué une crue de la Massa.

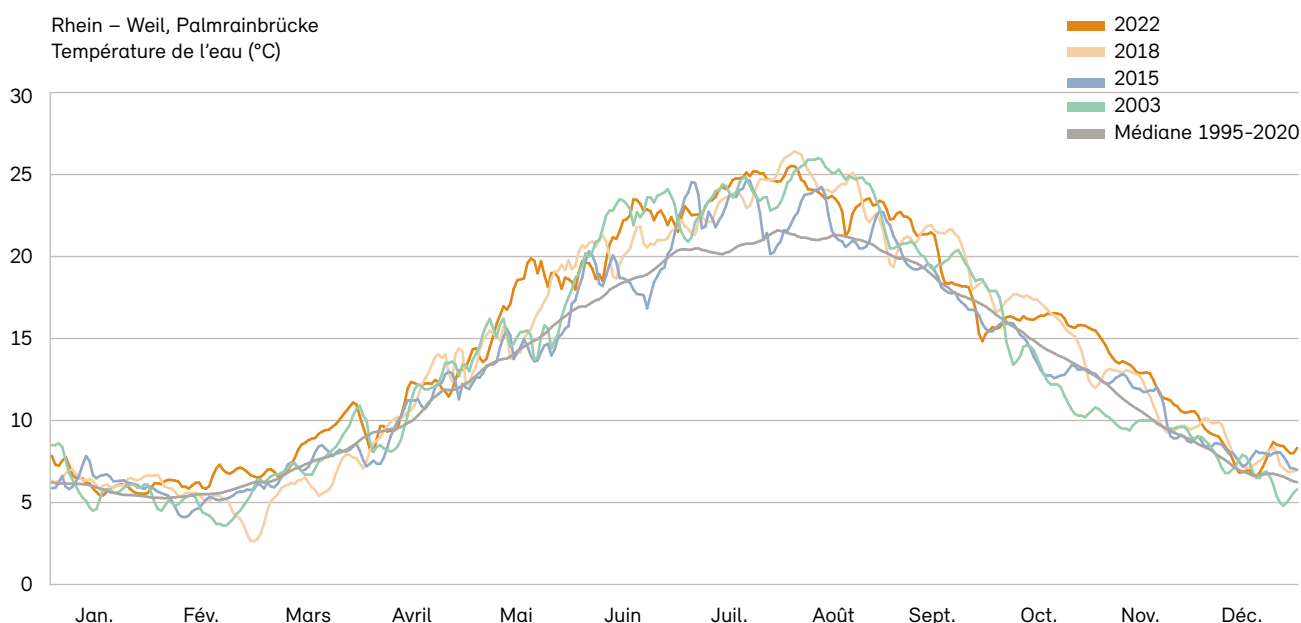


Records de température de l'eau

De mai à décembre 2022, les températures des cours d'eau à de nombreuses stations de mesure sont restées supérieures aux moyennes saisonnières pluriannuelles, ce de façon quasiment continue. De nouveaux maxima annuels

Fig. 1.4 : Températures de l'eau élevées pendant l'été 2022 à la station de mesure Rhein – Weil, Palmrainbrücke

Comparaison entre les températures de l'eau en 2022, les températures de l'eau pendant les années très chaudes 2003, 2015 et 2018 et les valeurs médianes de la période de comparaison 1995-2020. Il apparaît clairement que la température de l'eau en 2022 a fortement augmenté pendant les périodes de chaleur de juin, juillet et début août. L'eau du Rhin est également restée très chaude une bonne partie du mois de septembre.



ont été mesurés, par exemple, aux deux stations situées sur l'Aar en aval du lac de Thoune (Aar à Thoune et à Berne), à presque toutes les stations le long du Rhin et aux stations sur les affluents du Rhin (Aar, Reuss et Limmat). Nombreux sont en outre les cours d'eau qui ont battu des records de température pour les mois de juin, juillet et août.

Les seuils de température critiques pour les organismes aquatiques sont dépassés de plus en plus souvent. Une température de l'eau de 20 °C provoque déjà une situation de stress chez les espèces de poissons appréciant le froid (truites, ombres). Or les périodes de chaleur associées à de faibles débits d'eau, comme ce fut le cas en 2022, produisent de plus en plus fréquemment des températures de l'eau supérieures à 25 °C, en particulier à basse altitude (cf. fig. 1.5). De telles températures mettent la vie des poissons en danger. En pareille situation, l'ordonnance sur la protection des eaux interdit en principe tout apport supplémentaire de chaleur dans les eaux.

Les températures élevées mesurées dans les eaux suisses en 2022 s'expliquent par différents facteurs : dans de nombreux endroits, la fonte des neiges était déjà bien avancée en juin, voire terminée, jusqu'aux altitudes les plus élevées. L'apport en eau de fonte fraîche depuis les montagnes était donc très modéré. Font figure d'exception

les cours d'eau qui ont bénéficié dans une large mesure de la fonte des glaciers, par exemple la Massa et la Lonza ou le Rom à Münstair.

En raison de la sécheresse, les niveaux des cours d'eau étaient bas (à l'exception des eaux influencées par l'eau de fonte), ce qui a accéléré leur réchauffement. Par ailleurs, une vague de chaleur s'est produite tôt dans l'année et les températures de l'air sont restées longtemps supérieures à la normale.

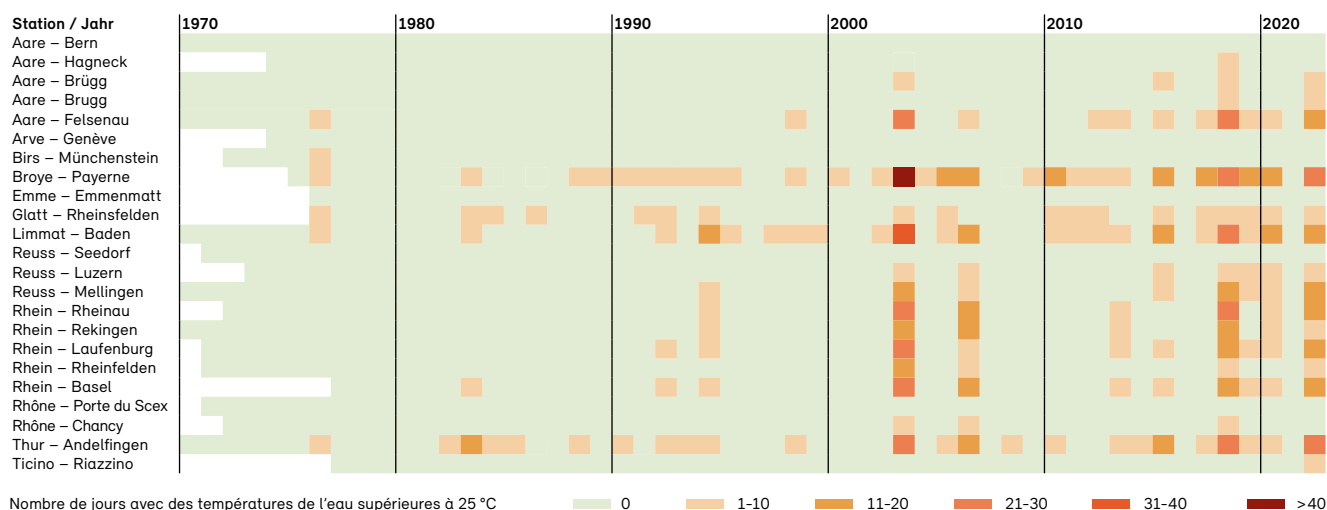
En 2022, l'OFEV a fait installer de nouvelles stations de mesure de la température de l'eau dans trois lacs. Depuis juin 2022, la nouvelle station du lac de Morat enregistre en continu les températures de l'eau à différentes profondeurs. Dès le mois de juin, des températures supérieures à 25 °C ont été mesurées à la surface du lac. En juillet, la station a affiché pendant plusieurs semaines des valeurs maximales allant jusqu'à 28 °C.

Niveaux bas des eaux souterraines et faibles débits des sources

La sécheresse a eu des conséquences non seulement sur les rivières et les lacs, mais aussi sur les niveaux des eaux souterraines et sur les débits des sources, qui n'ont cessé de diminuer en raison du manque de pluie persistant durant le premier semestre 2022 (cf. fig. 1.6). De juin à août, les

Fig. 1.5 : Nombre de jours avec des températures de l'eau supérieures à 25 °C

Sélection de stations de mesure de l'OFEV. Le nombre de jours pendant lesquels la température des cours d'eau dépasse 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.

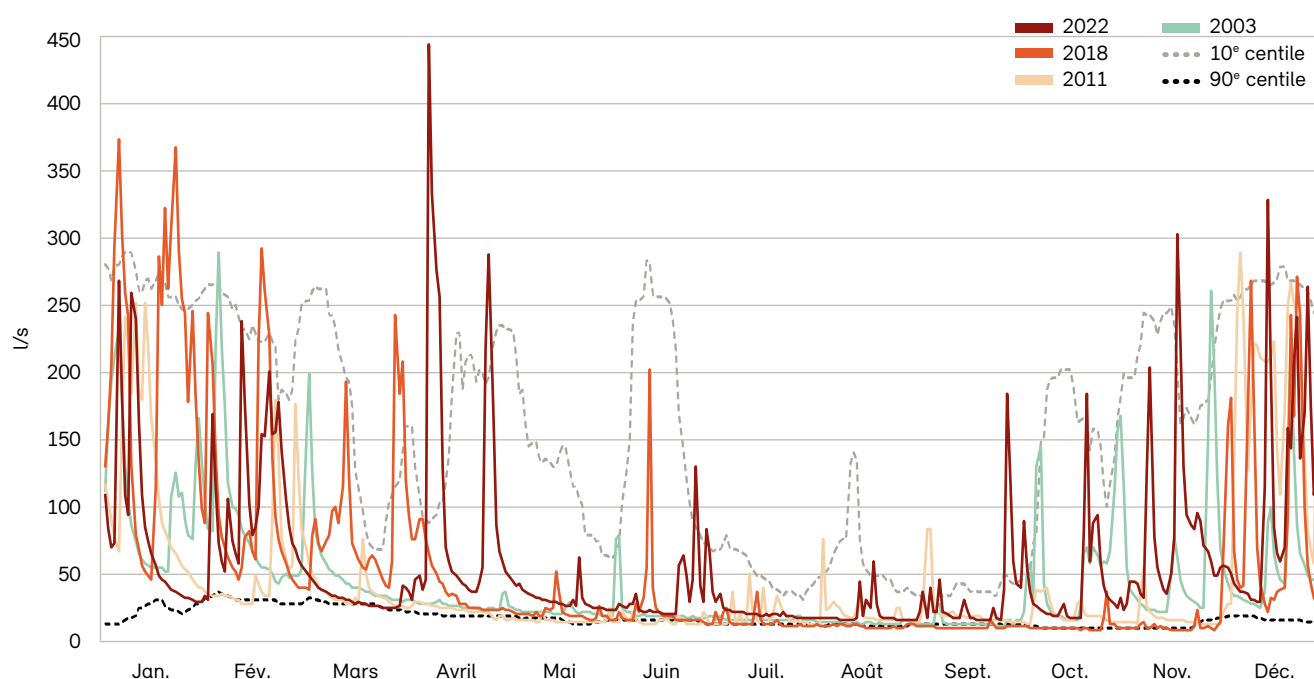


niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont affiché des valeurs basses à la moitié des stations de mesure environ (cf. point 5.1). Cependant, les minima pluviannuels n'ont pas été franchis en 2022, car des précipitations locales – en particulier dans les régions caractérisées par des aquifères proches de la surface – ont ralenti la baisse des niveaux et des débits des sources.

Malgré les niveaux durablement bas des eaux souterraines, l'alimentation en eau potable a été garantie dans tout le pays. L'eau potable provient à 80 % des eaux souterraines ; le reste est issu des eaux de surface, en particulier des lacs. Cependant, les régions n'ayant localement que de petits aquifères et de petites sources ont connu quelques difficultés d'approvisionnement, comme dans le Jura et les Préalpes.

Fig. 1.6 : Débit de la source de Milandre Amont

Débit de la source de Milandre Amont à Boncourt (canton du Jura) (aquifère karstique) en 2022 par rapport aux valeurs des 10^e et 90^e centiles de la période de norme 1991-2020 et aux valeurs journalières des années 2003, 2011 et 2018. L'hydrogramme fait ressortir clairement les différentes périodes de sécheresse de l'année.



Conséquences et mesures

Quelques cantons ont connu des difficultés d'approvisionnement public en eau, qui ont été compensées en majeure partie par les réseaux de distribution d'eau. Dans des cas isolés, des restrictions d'utilisation ou des mesures d'approvisionnement de secours ont toutefois été nécessaires. Dans la plupart des cantons, des communes ou leurs distributeurs d'eau ont lancé des appels à économiser la précieuse ressource. Le bas niveau des cours d'eau a entraîné des restrictions de prélèvement d'eau à des fins d'irrigation agricole sur le Plateau, dans le Jura et sur le versant nord des Alpes. Localement sont

apparus des conflits entre l'utilisation de l'eau, la pêche et la protection des eaux. Dans de nombreux endroits, la faiblesse des débits a entraîné une réduction de la production des centrales hydroélectriques, et il a fallu imposer des restrictions de navigation sur le Rhin et sur certains lacs. Afin de protéger les organismes aquatiques, des pêches de sauvetage (électriques ou à la main) ont été pratiquées, et des cours d'eau ont connu des interdictions de baignade ou d'accès. Une étude sur les effets de la sécheresse 2022, réalisée sur mandat de l'OFEV, est publiée sous www.bafu.admin.ch/eaux > Publications et études > Études.

2 Conditions météorologiques

L'année 2022 est de loin l'année la plus chaude et, dans certaines régions, la plus ensoleillée depuis le début des relevés. Elle a été marquée par des températures supérieures à la moyenne sur de longues périodes, un grand manque de précipitations et un ensoleillement important. L'été caniculaire s'est accompagné de trois vagues de chaleur et, dans certaines régions, d'une sécheresse marquée.

Dans le sud des Alpes, les trois mois d'hiver ont été pauvres en précipitations. Dans le reste du pays, le cumul des précipitations hivernales a souvent atteint entre 90 et 120 % de la norme 1991-2020.

Au cours du printemps, les précipitations sont souvent restées nettement inférieures à la norme, et elles ont même atteint des valeurs basses record dans certaines régions. Dans le sud des Alpes, le printemps 2022 a été localement le moins pluvieux depuis plus de 60 ans, avec des précipitations inférieures à 40 % de la norme. Les précipitations ont été faibles surtout en mars et en mai. Dans le sud des Alpes, il n'est tombé localement que 10 % de la norme 1991-2020 pour un mois de mars. En mai également, les cumuls de précipitations sont souvent restés inférieurs à la norme. Sur de nombreux sites de mesure en Suisse romande, mai 2022 est le mois de mai le moins pluvieux depuis le début des relevés.

En 2022, la Suisse a connu son deuxième été le plus chaud depuis le début des relevés en 1864. L'été caniculaire s'est accompagné de trois vagues de chaleur, qui ont débuté respectivement à la mi-juin, vers la mi-juillet et au début du mois d'août. De juin à août, les cumuls de précipitations estivales ont atteint entre 60 et 80 % de la norme dans de nombreuses régions de Suisse. Dans certains secteurs, principalement en Suisse romande, il est tombé moins de 60 % des quantités de pluie normales, alors que le sud des Alpes, la Suisse orientale et le Plateau central ont reçu localement des précipitations supérieures à 80 % de la norme. En juin, les quantités de pluie en Suisse ont souvent atteint entre 80 et 120 % de la norme. Certains sites de mesure ont enregistré l'un des mois de juin les plus humides depuis le début des relevés. Au mois de juillet, en revanche, les précipitations ont

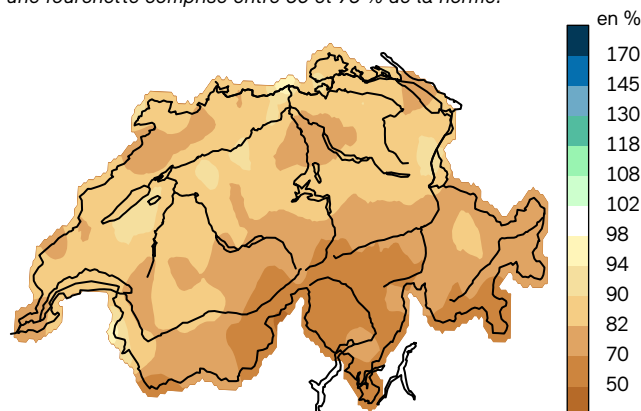
atteint dans certaines régions de Suisse moins de 30 % des quantités de pluie normales, et localement moins de 10 %. Dans le sud-ouest du pays, certains secteurs ont même enregistré le mois de juillet le plus sec depuis plus de 50 ans. Les températures élevées, l'évaporation importante qui en a résulté et le manque de pluie des mois précédents ont eu pour effet que ce secteur a connu une forte sécheresse. Les précipitations du mois d'août, avec seulement 40 à 70 % de la norme, sont restées une fois de plus inférieures à la moyenne dans de nombreuses régions. En revanche, il a beaucoup plu entre Schaffhouse et le lac de Constance, avec 130 à 180 % de la norme.

Dans le nord des Alpes, l'automne a apporté des quantités de précipitations souvent excédentaires. En Suisse romande et localement sur le Plateau central, elles ont dépassé 130 % de la norme. Dans les Alpes, les valeurs ont évolué dans de nombreux endroits entre 80 et 120 % de la norme. En revanche, le sud des Alpes et les régions limitrophes n'ont souvent reçu que 60 à 90 % de la norme 1991-2020.

Décembre a été froid jusqu'après le milieu du mois, avec plusieurs épisodes de chutes de neige jusqu'à basse altitude. Un fort réchauffement a ensuite fait grimper la limite des chutes de neige à plus de 2000 m.

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

En 2022, le cumul des précipitations a atteint 70 à 90 % de la norme 1991-2020. Dans le sud des Alpes, les valeurs se sont situées dans une fourchette comprise entre 50 et 75 % de la norme.



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

3 Neige et glaciers

L'hiver 2021/2022 s'est illustré par des valeurs record: ce fut un hiver doux, plutôt peu enneigé (surtout dans le sud) et donc court. Pour les glaciers suisses, l'année 2022 a été catastrophique: en raison des très faibles précipitations neigeuses de l'hiver et des vagues de chaleur persistantes de l'été, la fonte de la glace a battu tous les records.

3.1 Neige

Les premières neiges sont tombées début novembre dans toute la Suisse à des altitudes supérieures à 2200 m environ, et même au-dessus de 1500 m environ dans les Grisons. Sur le versant nord des Alpes, le manteau neigeux hivernal s'est formé généralement au-dessus de 800 m les 26 et 27 novembre. De nombreuses autres chutes de neige au cours des jours et des semaines qui ont suivi ont contribué à ce que quelques stations de Suisse occidentale à environ 1300 m enregistrent des hauteurs de neige record peu avant la mi-décembre. Une semaine avant Noël, les hauteurs de neige étaient donc environ deux à quatre fois plus élevées que la normale entre 600 et 1500 m sur le versant nord des Alpes, et encore environ 1,5 fois plus élevées au-dessus de 2000 m.

Sur le versant nord des Alpes, la couverture neigeuse s'est maintenue au-dessus de 1000 m jusqu'à la mi-mars 2022. Le nombre de jours avec couverture neigeuse s'est ainsi situé dans la fourchette normale jusqu'à fin mars, à l'exception de la tranche d'altitude entre 600 et 900 m, où le nombre de jours avec de la neige a été légèrement supérieur à la moyenne. En revanche, il y a eu généralement peu de neige sur le Plateau. Après une période extraordinairement longue de 30 jours sans neige fraîche, le versant nord des Alpes et l'Engadine conservaient encore à la fin mars, au-dessus de 1500 m, entre 30 et 60 % de la hauteur de neige habituelle.

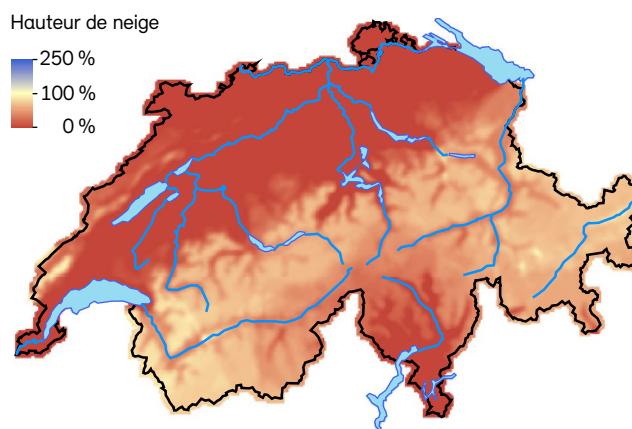
La situation a été tout autre sur le versant sud des Alpes, en particulier au Tessin et dans la région du Simplon, où il n'y avait quasiment plus de neige en dessous de 1800 m à la fin mars. En raison du manque persistant de précipitations depuis le début de l'hiver, une fine couche de neige permanente n'était présente depuis novembre qu'au-dessus de 1800 m.

Sur l'ensemble de la période allant de novembre 2021 à fin mars 2022, les hauteurs moyennes de neige ont été nettement inférieures à la normale sur le versant nord des Alpes en dessous de 800 m en raison de températures hivernales plus douces et sur le versant sud des Alpes en dessous de 1700 m en raison d'une absence remarquable de précipitations. Au-dessus de 2000 m, les hauteurs moyennes de neige sur le versant sud des Alpes ont à peine atteint la moitié de la normale. Sur le versant nord des Alpes et en Engadine, les hauteurs moyennes de neige depuis le 1^{er} novembre ont atteint 80 à 100 % des normales pluriannuelles (1991-2020) entre 1200 et 2000 m et 70 à 90 % au-dessus de 2000 m.

En raison de températures fortement supérieures à la moyenne en mai et en juin, la fonte totale de la neige a eu lieu environ un mois plus tôt que la normale à tous les niveaux d'altitude. Dans le canton des Grisons, au Weissfluhjoch (2540 m), la fonte totale de la neige a été enregistrée le 6 juin ; il s'agit de la deuxième date la plus précoce depuis près de 90 ans (après le 3 juin 1947). Les hivers des années 2022 et 1947 ont été marqués par plusieurs épisodes importants de poussières de sable en provenance du Sahara, qui ont certainement contribué à augmenter les taux de fonte.

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

Hauteurs de neige pendant l'hiver 2021/2022 (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

L'année 2022 a été catastrophique pour les glaciers suisses : avec un hiver où il a très peu neigé et un été avec des vagues de chaleur persistantes, tous les records ont été battus en matière de fonte des glaces. Les taux de fonte ont largement dépassé les anciens records remontant à l'été caniculaire de 2003 : en 2022, les glaciers ont perdu près de 3 km³ de glace, soit plus de 6 % du volume restant. À titre de comparaison, on considèrerait jusqu'à présent qu'une perte de glace de 2 % par an était « énorme ». Les dégâts ont été particulièrement catastrophiques pour les petits glaciers : ainsi, le glacier du Pizol (canton de Saint-Gall), le Vadret dal Corvatsch (canton des Grisons) et le Schwarzbachfirn (canton d'Uri) ont pratiquement disparu et les programmes de mesure ont été arrêtés.

En Engadine et dans le sud du Valais, une couche de glace de 4 à 6 m d'épaisseur a disparu à 3000 m d'altitude, soit parfois plus du double de la fonte maximale enregistrée précédemment. Même aux points de mesure culminants (p. ex. Jungfraujoch), des pertes importantes ont été mesurées. Une perte moyenne d'épaisseur de glace d'environ 3 m a été enregistrée dans toutes les régions, atteignant

parfois des valeurs supérieures à 4 m (p. ex. glacier de Gries dans le Valais, Ghiacciaio del Basòdino au Tessin). Les observations montrent que de nombreuses langues de glacier se désintègrent, avec des îlots de rocher surgissant d'une fine couche de glace en plein milieu du glacier. Ces processus accélèrent la fonte des calottes glaciaires.

La situation était déjà exceptionnelle en hiver et au printemps : pour la plupart des glaciers, l'enneigement de l'hiver 2021/2022 a eu lieu début novembre, ce qui correspond plus ou moins à la normale. Mais la couche de neige a disparu à peu près un mois plus tôt que d'habitude, quelle que soit l'altitude (cf. point 3.1). Dans les Alpes, l'épaisseur de neige a rarement été aussi faible au printemps, surtout dans le sud du pays. La situation a été aggravée par les poussières de sable du Sahara qui sont venues se déposer en quantité importante entre mars et mai. La neige souillée a absorbé davantage d'énergie solaire, ce qui a accéléré sa fonte. Les glaciers ont ainsi perdu leur couche de neige protectrice dès le début de l'été. C'est pourquoi la chaleur persistante et parfois très importante enregistrée entre mai et début septembre a décimé les glaciers.

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 : Absence totale de neige sur le glacier de Gries (canton du Valais) début septembre 2022, même aux endroits où l'altitude est la plus élevée



4 Eaux de surface

Dans presque toutes les régions de Suisse, le manque de précipitations a eu pour effet que les niveaux des lacs et des cours d'eau ont été, durant des mois, nettement inférieurs à la moyenne de la période de norme 1991-2020. En raison des faibles débits, les températures de l'eau se sont fortement élevées pendant les vagues de chaleur estivales. Elles ont atteint de nouveaux maxima dans un grand nombre de cours d'eau du Plateau.

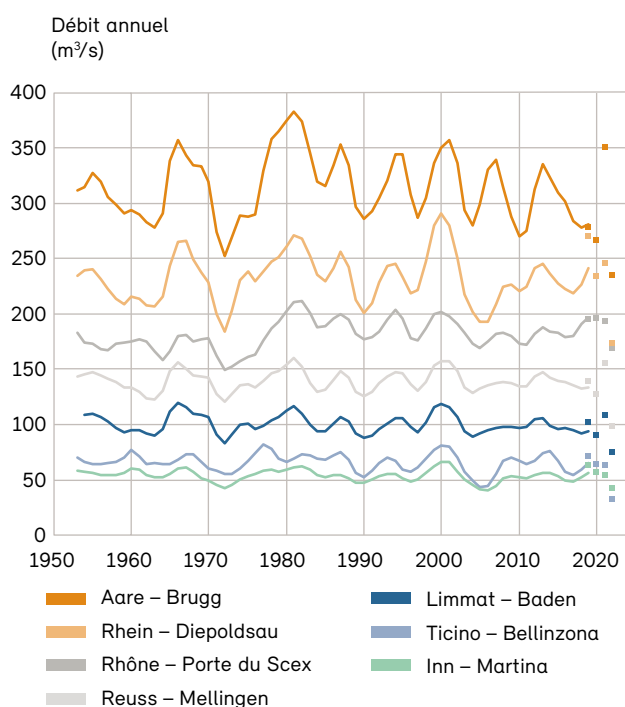
4.1 Débits

En 2022, les débits annuels moyens dans tous les grands bassins versants ont été nettement inférieurs à la moyenne pluriannuelle de la norme 1991-2020. Aucun n'a dépassé 90 % de la norme. Le Rhône à la Porte du Scex a atteint 89 % du débit moyen de la norme. Son bassin versant, qui compte parmi les bassins suisses de grande taille, est le plus fortement englacé (10 %). La fonte du glacier d'Aletsch a contribué à ce débit comparativement élevé, comme en attestent les relevés à la station en aval du glacier, où la Massa a enregistré son plus haut débit annuel sur une série de mesures de 92 ans (cf. fig. 4.4 et 4.8). Hormis le Rhône, seul le débit de l'Inn a atteint plus de 80 % de la norme. Les valeurs pour la Reuss, le Rhin alpin, la Thur, l'Aar et la Limmat se sont situées entre 70 et 80 %, tandis que les débits de la Birse et du Doubs ont atteint environ deux tiers de la norme. La situation a été dramatique sur le versant sud des Alpes : avec une moyenne annuelle de 33 m³/s, le débit du Tessin à la station de Bellinzone a été à peine supérieur à la moitié du débit moyen de la norme. Il s'agit de la valeur la plus basse de toute la série de mesures effectuées depuis plus de 100 ans. À la station de Locarno, la Maggia a elle aussi enregistré son plus bas débit annuel sur une série de mesures de 40 ans, en atteignant seulement un quart de la norme.

Parmi une sélection de bassins versants de taille moyenne (cf. fig. 4.2), seuls quatre ont atteint le débit moyen de la norme 1991-2020 (entre 90 et 110 % de la norme) et quatre l'ont dépassée (entre 110 et 130 % ou entre 130 et 150 % de la norme). Dans les bassins avec des débits supérieurs à la moyenne, le taux de glaciation a joué un rôle déterminant. Comme indiqué plus haut, la Massa a enregistré en

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

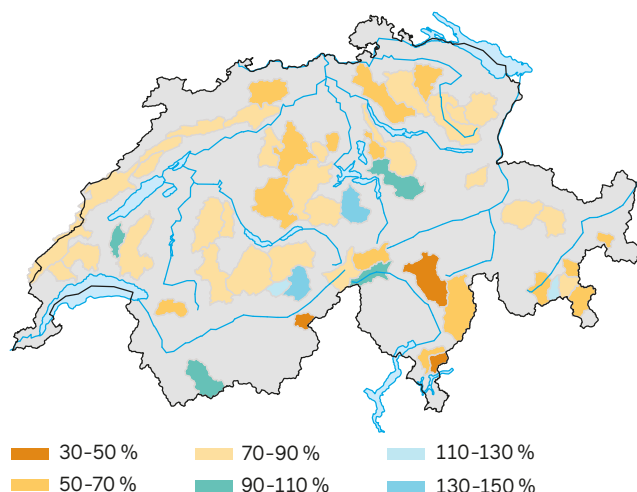
Les lignes représentent les moyennes lissées sur sept ans et les points, les quatre derniers débits annuels.



2022 un nouveau débit record, supérieur de 34 % au débit moyen de la norme. Le débit annuel de l'Aa d'Engelberg, à la station de Buochs, a également dépassé la norme d'environ 35 %, mais il est resté juste en dessous du record de l'année précédente. Les débits de la Lonza à Blatten et du Rosegbach à Pontresina ont dépassé la norme de près de 15 % mais, là aussi, une moyenne annuelle supérieure avait déjà été mesurée les années précédentes. Les bassins versants avec des débits de l'ordre de 70 à 90 % de la norme se situent principalement dans le nord des Alpes, de la Suisse romande jusqu'à la Suisse orientale. Les bassins avec des débits nettement inférieurs à la moyenne se situent dans le centre, le nord et le nord-est de la Suisse et dans le sud des Alpes. Dans ces régions, une trentaine de stations de mesure de l'OFEV ont enregistré de nouveaux minima pour les débits annuels. Des moyennes annuelles extrêmement basses ont même été enregistrées dans trois bassins : les débits du Brenno à Loderio, du Cassarate à Pregassona et de la Saltine à Brigue ont à peine atteint

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

Moyennes annuelles 2022 de différents bassins versants de taille moyenne par rapport au débit moyen de la norme 1991-2020 (en %).



45 % de la norme. Seule la Saltine a toutefois enregistré une nouvelle valeur minimale, le Cassarate et le Brenno ayant déjà affiché des moyennes annuelles plus basses respectivement en 2003 et en 2005.

Les faibles moyennes annuelles sont le reflet de faibles moyennes mensuelles et journalières. Pour établir de nouveaux records, il faut de longues périodes d'étiage, or une grande partie de la Suisse en a connu en 2022. De façon générale, les débits relevés en juin, juillet, août et – dans une moindre mesure – en septembre ont été nettement inférieurs aux moyennes pluriannuelles correspondantes. Les graphiques représentant les débits mensuels moyens dans certains bassins versants de grande taille (cf. fig. 4.3) et de taille moyenne (cf. fig. 4.4) montrent clairement à quel point les débits ont été bas durant l'été 2022. À la station de Diepoldsau, sur le Rhin, les débits mensuels relevés de juin à septembre ont atteint au maximum deux tiers de la norme. En juillet et en août, ils se sont situés juste au-dessus de 50 %. À la station de Brugg, sur l'Aar, les valeurs mensuelles de 2022 n'ont jamais dépassé 60 % des valeurs moyennes pluriannuelles durant les mois de mars (49 % seulement), mai, juin, juillet et août. Si l'on ajoute avril et septembre, l'Aar a eu pendant sept mois des débits toujours nettement inférieurs à la moyenne. À la station d'Écublens, la Venoge a commencé l'année 2022 avec un

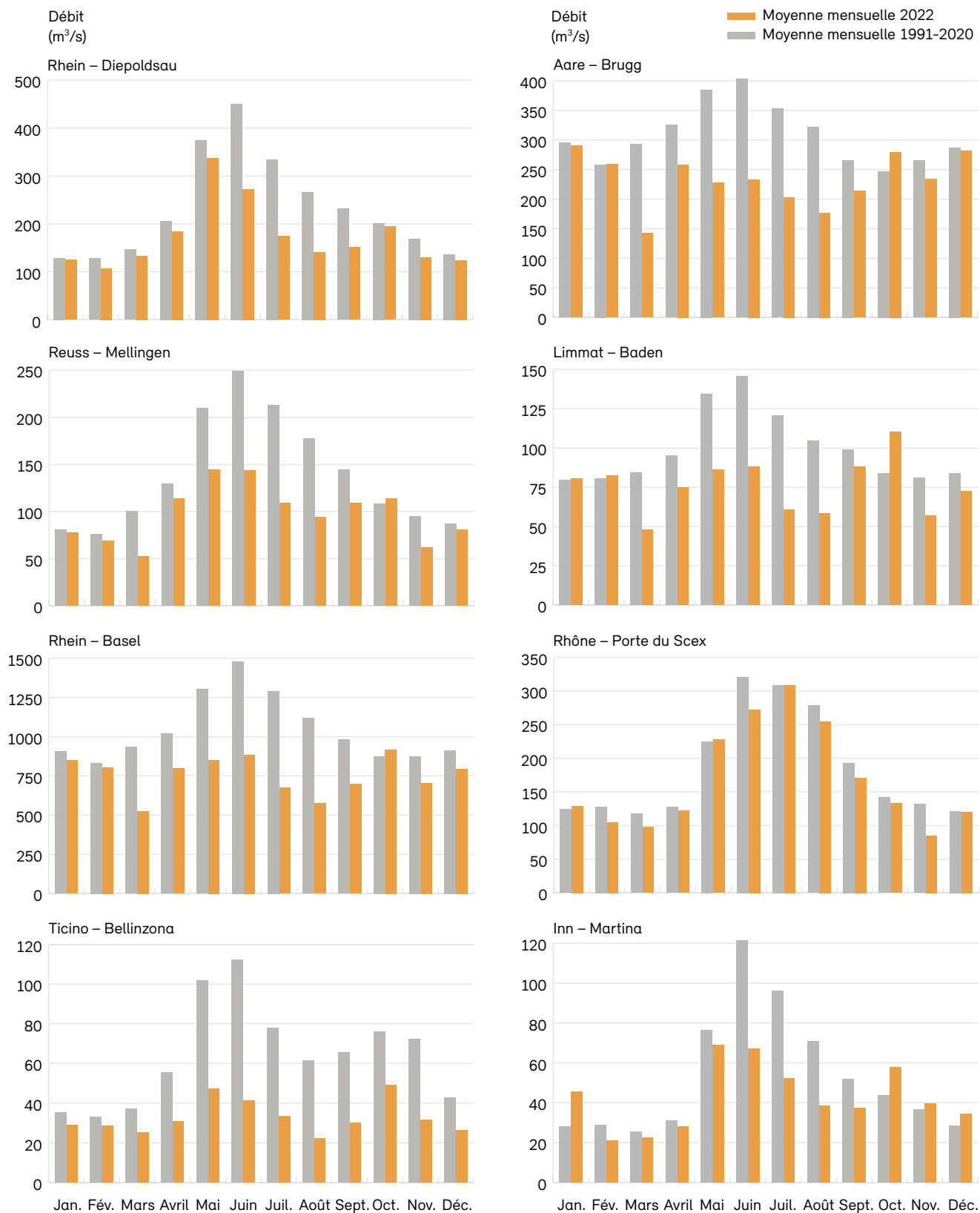
débit déjà inférieur à la moyenne. De mars à août, les débits ont conservé un niveau très modeste, qui n'a pas dépassé 40 % de la norme en mai et en juillet.

La situation a été encore plus extrême dans le sud des Alpes : en 2022, aucun des débits mensuels du Tessin à Bellinzone ni de la Maggia à Locarno n'a dépassé les normales correspondantes de la période 1991-2020. Chaque mois, le débit de la Maggia est resté inférieur à 70 % de la norme. Les écarts les plus importants ont été observés en mai (seulement 14 % de la norme), en septembre (15 %) et en novembre (15 %). Dans les deux bassins versants, cette situation s'est traduite par une nouvelle moyenne annuelle minimale pour l'ensemble de la période de mesure.

Les graphiques représentant les débits journaliers moyens dans certains bassins versants (cf. fig. 4.5 à 4.8) montrent de quelle façon les valeurs mesurées en 2022 ont évolué en dehors des fourchettes normales. Les valeurs situées en dessous de la zone orange correspondent aux 5 % des débits les plus bas pour un jour donné dans l'année : à Diepoldsau, de telles valeurs ont été mesurées de juin à début septembre ; à Brugg, de mai à début septembre (avec de brèves interruptions) et déjà en mars ; sur la Venoge, de mai à début septembre ; et sur la Maggia, de mars à la mi-juin puis de la mi-juillet à la mi-octobre. De nouvelles valeurs minimales pour le mois ont été observées principalement en juin, juillet et août, et déjà de mars à mai au Tessin. Les détails sont présentés au chapitre 1. Les graphiques montrent que, même pendant une longue phase de sécheresse, les débits peuvent dépasser très rapidement la limite haute de la fourchette normale en raison d'épisodes de fortes précipitations, comme ce fut le cas lors des orages et des violentes averses de la mi-août (cf. chap. 1). Durant l'automne, enfin, des quantités de précipitations supérieures à la moyenne sont tombées sur le nord des Alpes, de sorte que les niveaux se sont rétablis dans la plupart des cours d'eau et des lacs.

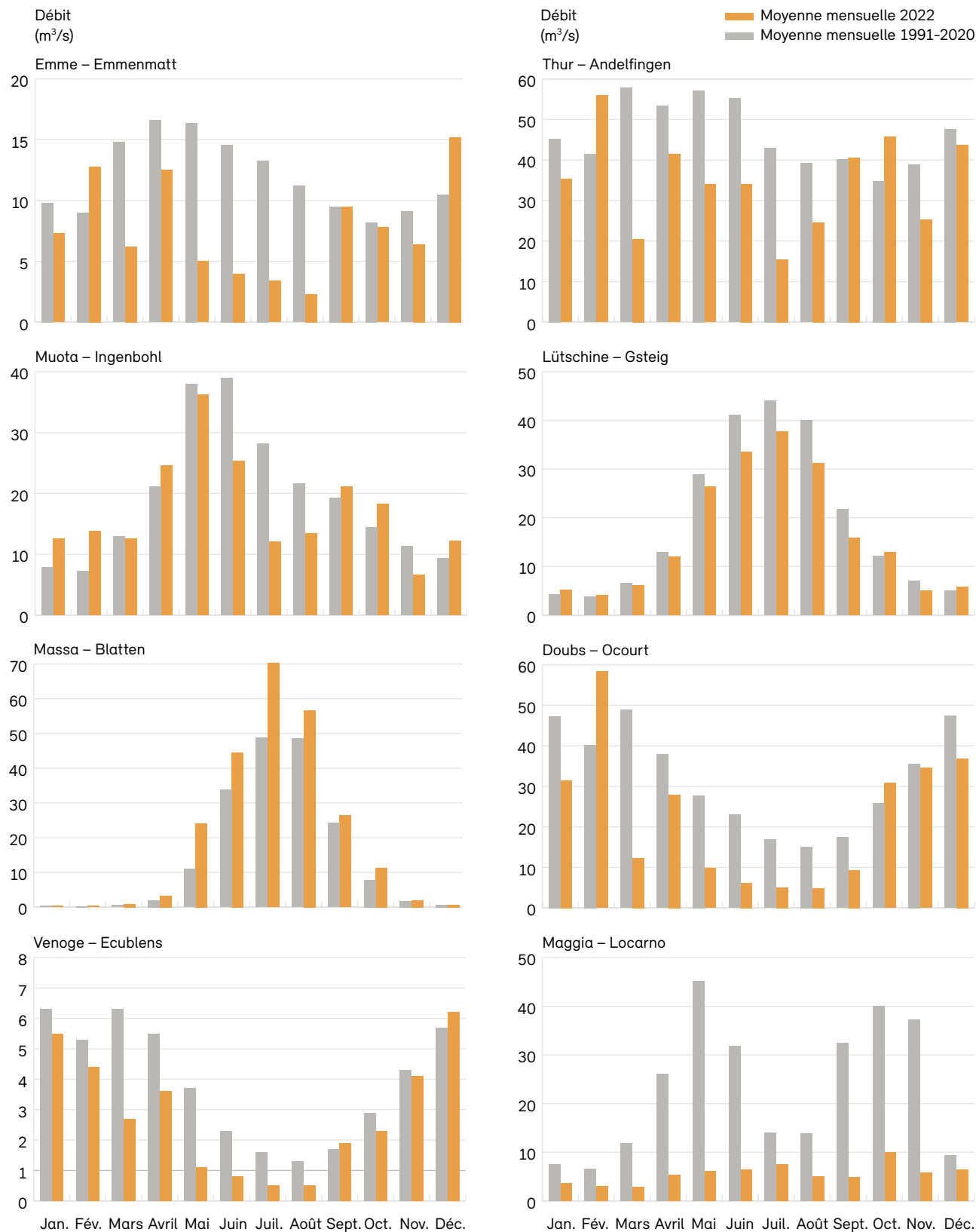
Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de grande taille

Fig. 4.3 : Moyennes mensuelles 2022 des débits (orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020 (gris)



Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de taille moyenne

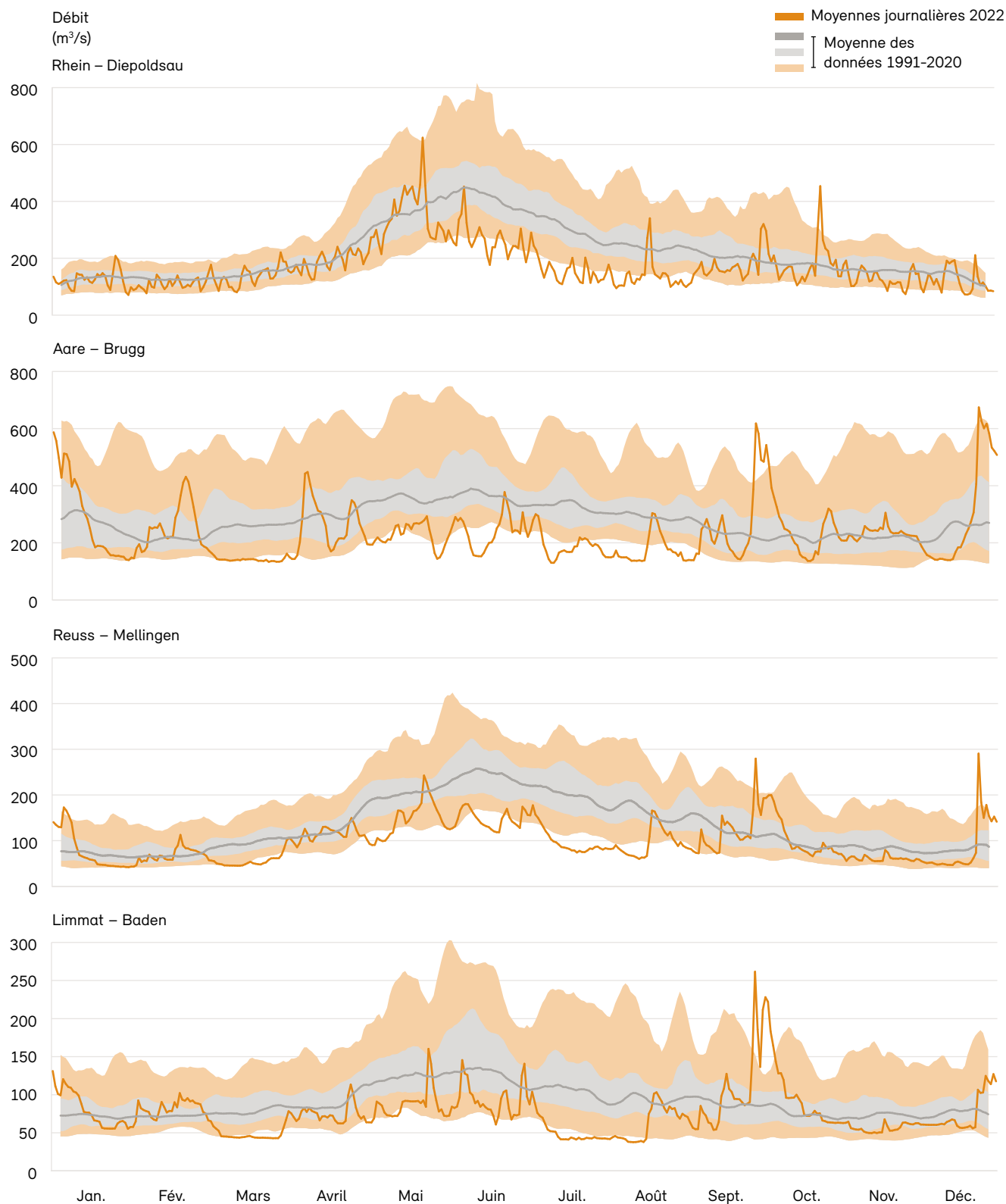
Fig. 4.4 : Moyennes mensuelles 2022 des débits (orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020 (gris)



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

Fig. 4.5: Moyennes journalières 2022 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

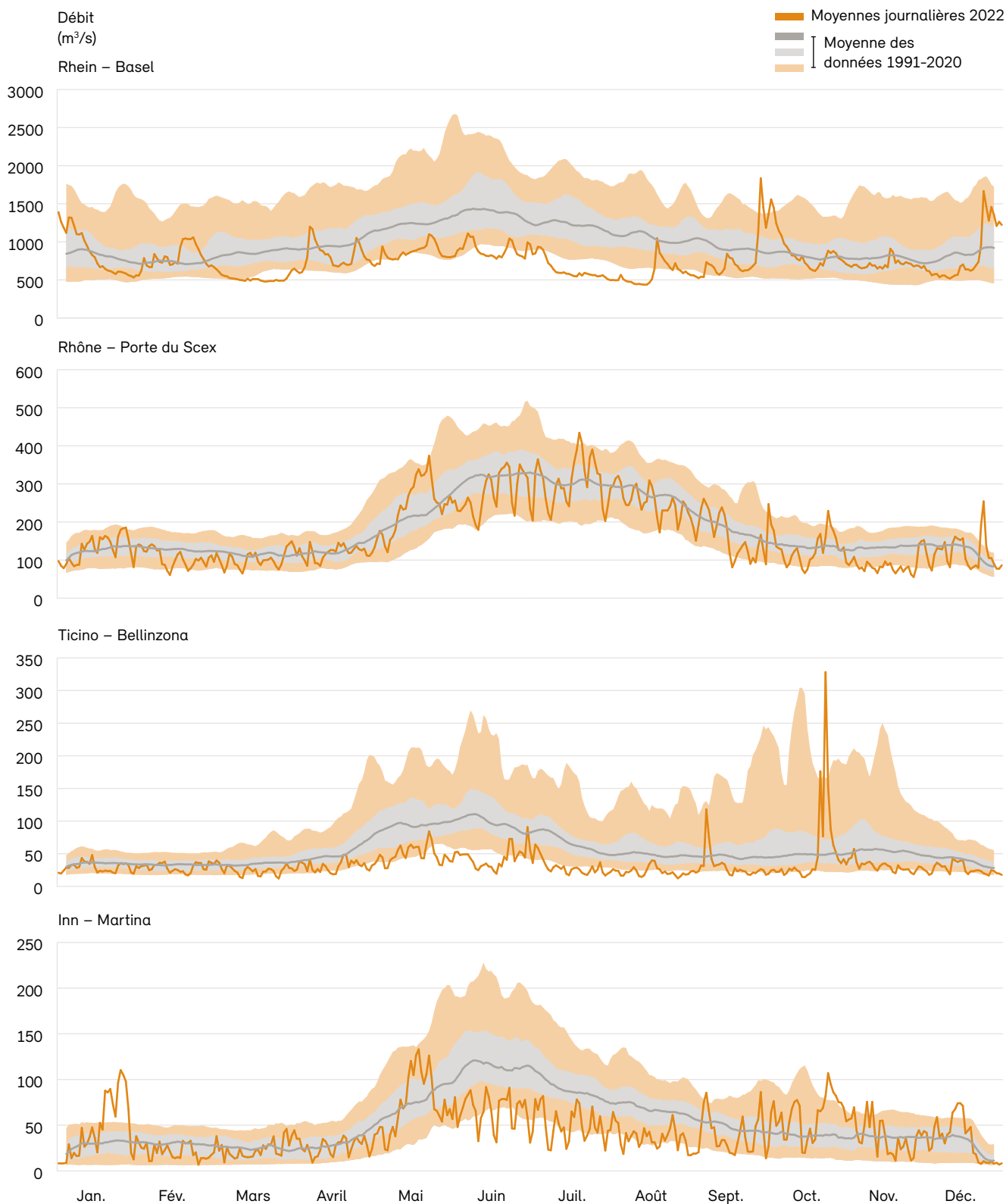
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



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

Fig. 4.6 : Moyennes journalières 2022 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

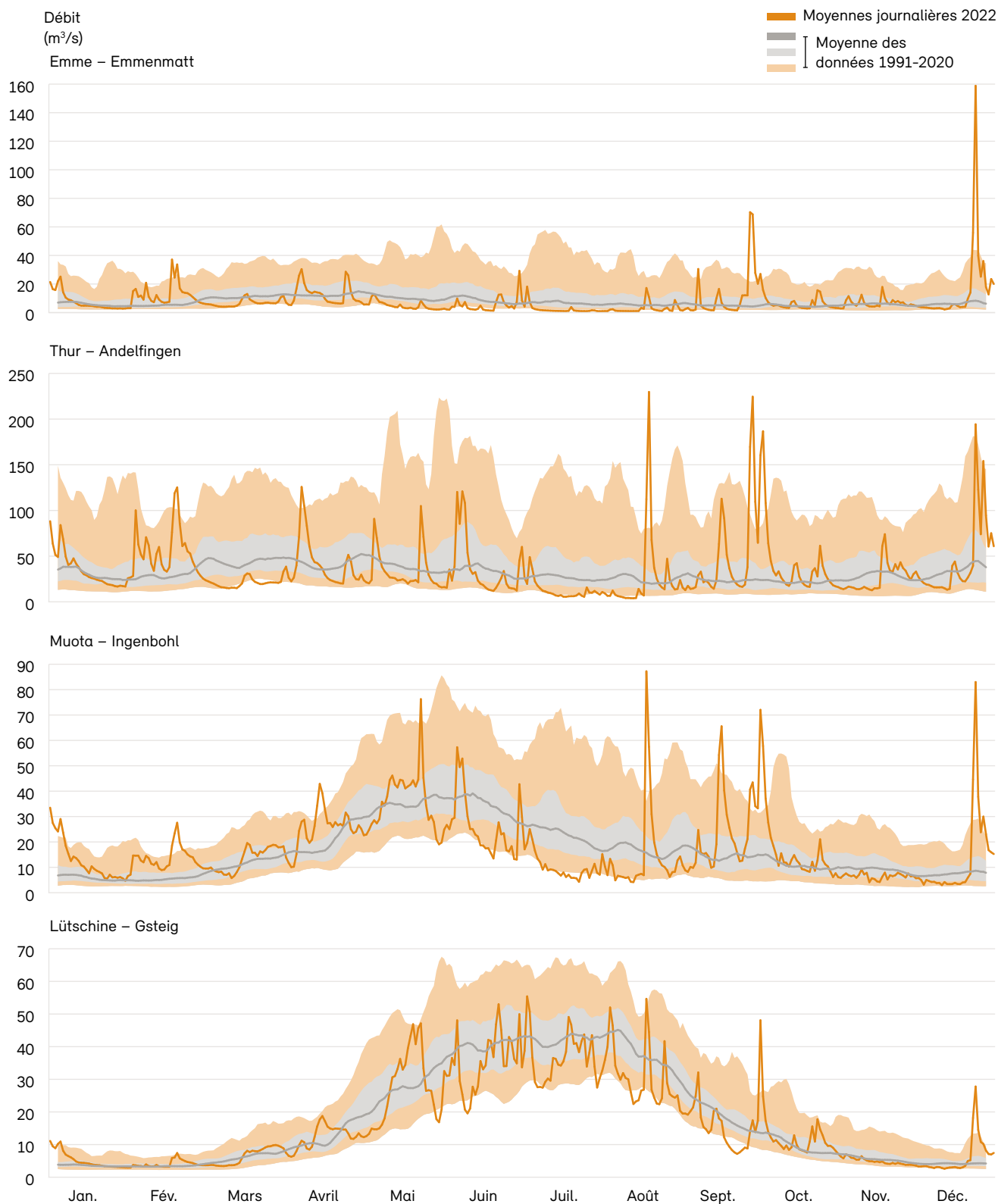
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



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

Fig. 4.7 : Moyennes journalières 2022 des débits (ligne orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020

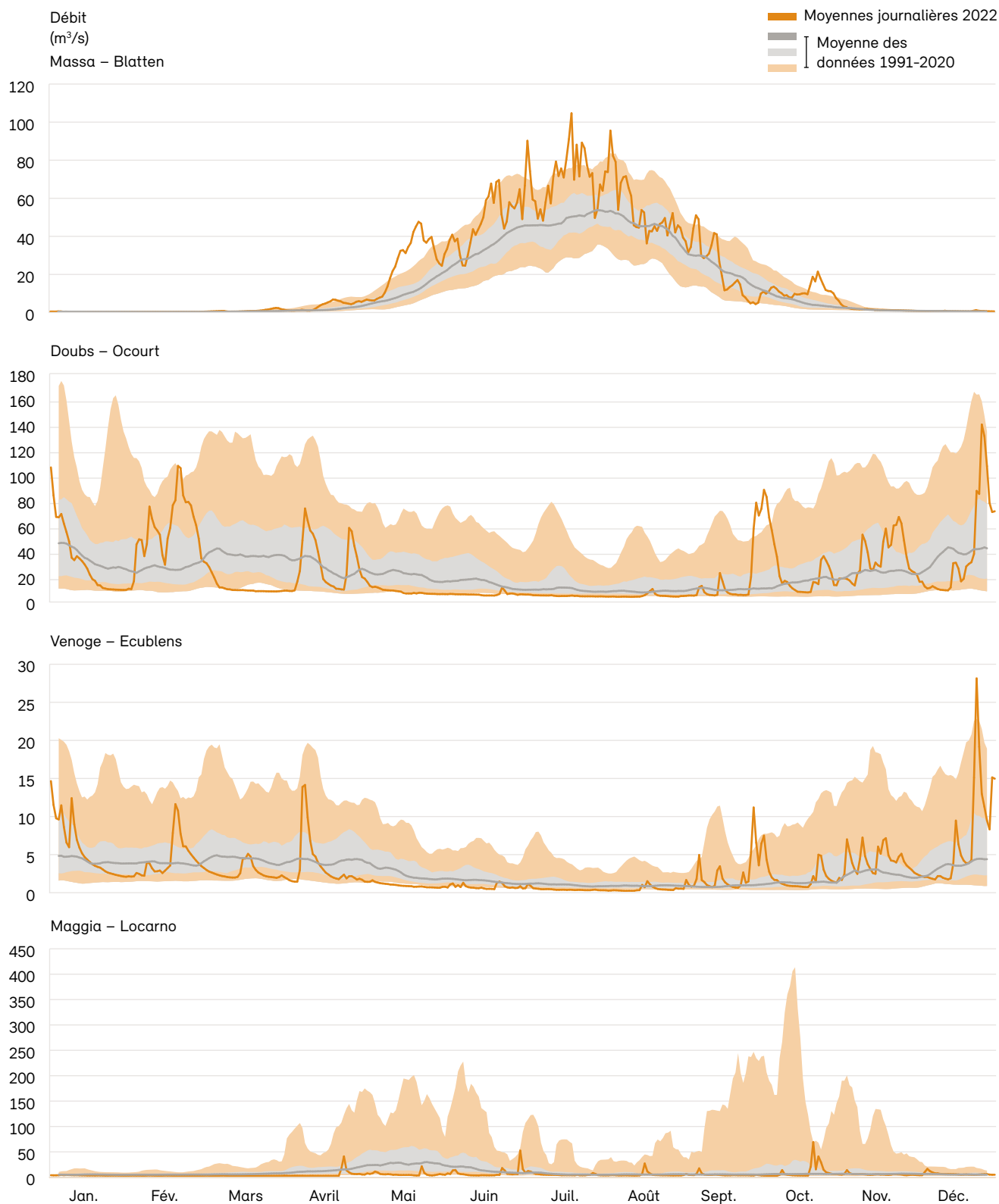
90 % des moyennes journalières se trouvent à l'intérieur de la zone orange et 50 %, à l'intérieur de la zone grise.



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

Fig. 4.8 : Moyennes journalières 2022 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

Le manque persistant de précipitations et les températures élevées de l'année 2022 ont laissé leur empreinte sur les lacs également. Parmi les grands lacs de Suisse, seul le Léman a affiché un niveau annuel moyen sensiblement supérieur à la norme 1991-2020, à savoir +3 cm. Il a bénéficié des débits très supérieurs à la moyenne des affluents alimentés par les bassins versants englacés (cf. fig. 4.8, Massa – Blatten). Dans une demi-douzaine d'autres grands lacs, le niveau annuel moyen a été quasiment identique à la normale. Dans la majorité des cas, cependant, les niveaux d'eau en 2022 ont été nettement inférieurs à la moyenne pluriannuelle. Les plus grands écarts ont été mesurés dans les lacs de Walenstadt (-20 cm) et de Constance (Bodensee – Romanshorn: -16 cm; Bodensee – Berlingen: -32 cm), tous deux non régulés, ainsi qu'au Tessin, dans le lac de Lugano (-29 cm) et le lac Majeur (-88 cm). Le niveau annuel moyen observé en 2022 au lac Majeur, à savoir 192,61 m, est le plus bas de toute la série de mesures effectuées depuis 80 ans. Il est inférieur de plus de 20 cm au chiffre de 1949. Le lac de Lugano a lui aussi atteint en 2022 sa plus basse valeur depuis le début des mesures il y a une soixantaine d'années.

Le niveau du lac de Lugano, avec sa moyenne annuelle très basse, a évolué de façon remarquable au cours de l'année: de nouvelles valeurs minimales pour le mois ont d'abord été enregistrées de janvier à septembre; à la mi-septembre, le niveau a fluctué pour la première fois de l'année dans une fourchette habituelle pour la saison; enfin, une petite crue s'est produite à la fin octobre. Malgré des niveaux extrêmement bas, le lac Majeur n'a enregistré qu'une seule valeur minimale pour le mois, à savoir en juin. La courbe des moyennes mensuelles des niveaux d'eau n'en est pas moins impressionnante, puisque les douze valeurs de 2022 sont restées nettement inférieures à la moyenne pluriannuelle de la norme 1991-2020 (cf. fig. 4.9). L'écart avec la norme a été supérieur à 1 m en juin, juillet et décembre. Il n'y a qu'en août et en septembre que l'écart a été inférieur à 70 cm. De nouveaux minima mensuels ont également été enregistrés au lac de Constance, à Berlingen, en juillet et en août ainsi qu'au lac de Walenstadt en août. En début et en fin d'année, le

niveau du lac de Constance a globalement fluctué dans une fourchette habituelle. Du milieu de l'année jusqu'à l'automne, les eaux du lac sont restées à un niveau bas à très bas pour la saison. Les moyennes mensuelles de juin à septembre ont été nettement inférieures aux moyennes pluriannuelles pour ces quatre mois (respectivement -37 cm, -54 cm, -55 cm et -34 cm).

Bien que le débit annuel moyen du lac Majeur en 2022 soit le plus bas de toute la période de mesure, la plus petite moyenne journalière de l'année 2022 n'a rien d'exceptionnel: des moyennes encore plus basses ont été relevées une année sur trois au cours de la période de norme 1991-2020. Au lac de Lugano, en revanche, la moyenne journalière la plus basse de l'année 2022 (mi-avril) est également la plus basse de toute la période de mesure. Cette valeur (269,93 m) n'a pas été approchée pendant la période de norme 1991-2020. Le deuxième minimum, relevé en 2011, s'établit à 270,06 m.

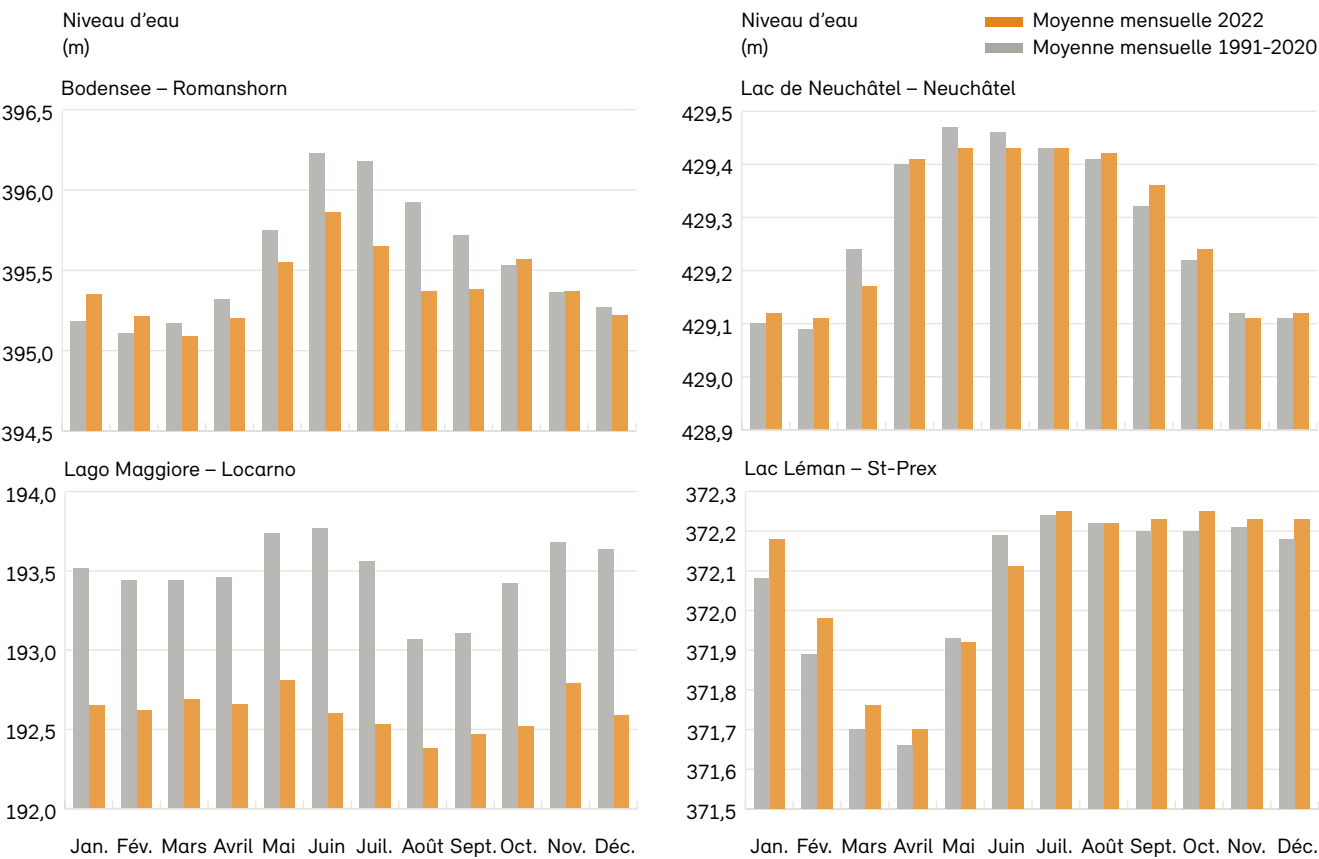
Pendant les premiers et les derniers jours de l'année, le niveau du lac de Neuchâtel a été nettement supérieur au niveau attendu pour la saison. Par ailleurs, entre la mi-août et la fin octobre, le lac a réagi aux épisodes isolés de précipitations par de nettes hausses de niveau. Contrairement aux lacs du sud du pays, le niveau du Léman a été fréquemment supérieur à la moyenne pluriannuelle; il l'a même été de façon continue entre le début de l'année et la fin avril. Seul le mois de mai a connu une phase prolongée de niveaux inférieurs à la moyenne. À partir du milieu de l'année, les eaux du lac ont conservé un niveau constant habituel, à l'exception de quelques variations.

En 2022, aucun des grands lacs de Suisse n'a enregistré un nouveau maximum mensuel et aucun n'a franchi le seuil de danger 2.

Le niveau du lac de Brienz est resté particulièrement bas de la mi-janvier jusqu'au 20 février 2022 suite au nouvel abaissement exceptionnel de ses eaux (après celui de 2018). Un tel abaissement permet d'effectuer des travaux dans les zones riveraines. Il concerne tour à tour les deux grands lacs de l'Oberland bernois que sont les lacs de Brienz et de Thoune.

Moyennes mensuelles des niveaux de différents lacs

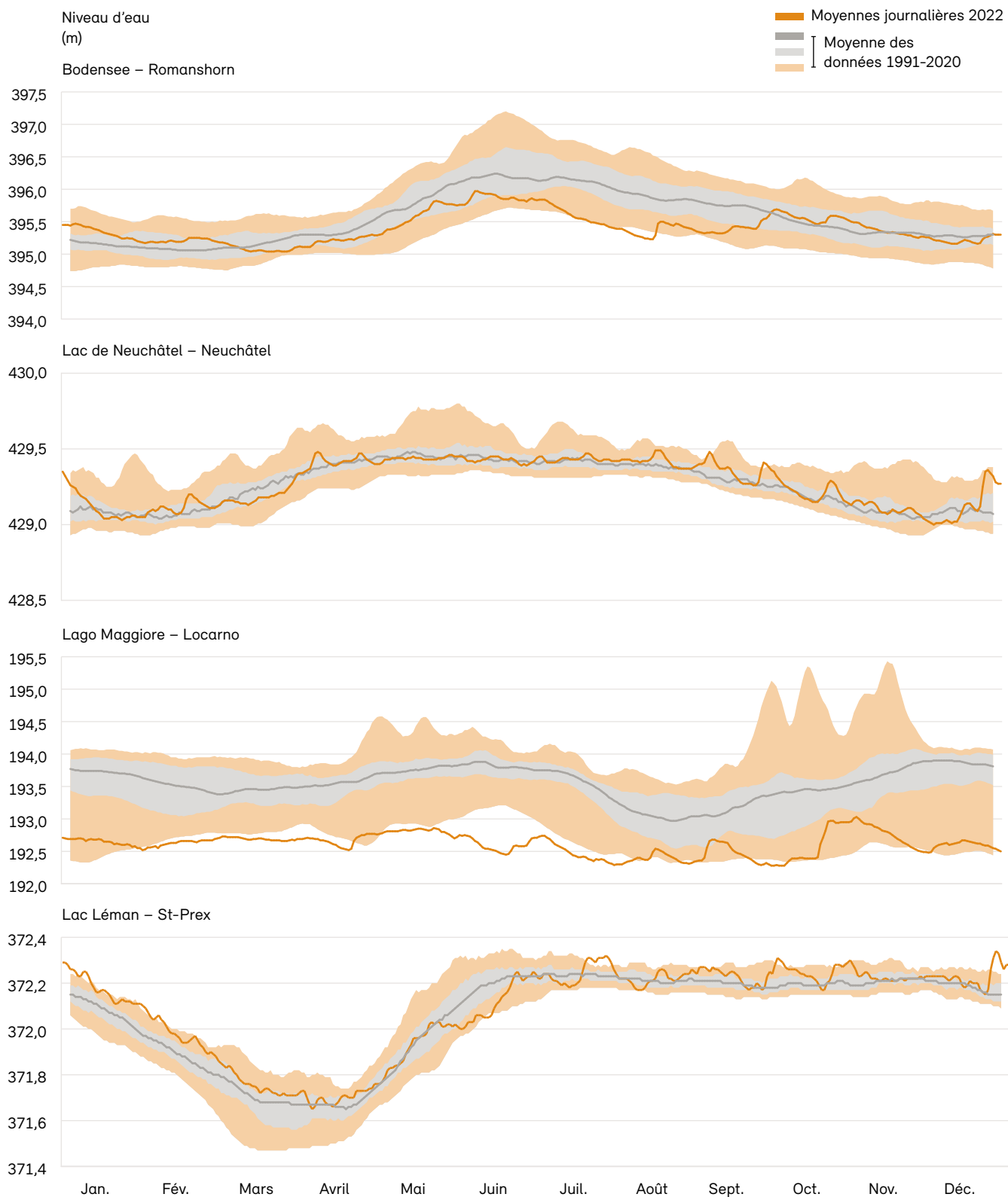
Fig. 4.9 : Moyennes mensuelles 2022 des niveaux d'eau (orange) par rapport à celles de la norme 1991-2020 (gris)



Niveaux journaliers de différents lacs

Fig. 4.10: Moyennes journalières 2022 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

Les moyennes annuelles de la température de l'eau ont atteint des sommets en 2022. La douceur du printemps et surtout l'intensité des trois vagues de chaleur estivales, accompagnées de situations d'étiage, ont eu un impact significatif sur l'évolution des températures de l'eau. Près d'un tiers des stations de l'OFEV ont enregistré des dépassements des moyennes annuelles précédentes. C'est un peu moins que lors de la dernière année extrême (2018), mais l'année 2022 vient clairement renforcer la tendance à la hausse des températures de l'eau, après trois années moins marquées (2019 à 2021). Dans le bassin du Rhin et dans le secteur où l'Aar se jette dans le Rhin, presque toutes les stations de mesure ont relevé des températures de l'eau supérieures aux maximales. Dans l'arc jurassien et dans l'ouest des Alpes centrales, aucune station n'a enregistré de nouvelles moyennes annuelles maximales.

Comme le montre le graphique des moyennes annuelles (cf. fig. 4.11), la tendance à la hausse des températures de l'eau a franchi un palier dès la fin des années 1980, puis de nouveau en 2003. Les deux années extrêmes 2018 et 2022 s'inscrivent dans une nouvelle phase de réchauffement, qui se dessine déjà depuis les années 2014/2015.

Les élévations de température à long terme concernent principalement les eaux de basse altitude, si elles ne sont pas atténuées par exemple par l'influence des eaux souterraines ou par un ombrage suffisant. Dans les zones plus élevées, en particulier là où l'influence des glaciers est importante (comme c'est le cas pour la Massa à Blatten), les apports accrus d'eau de fonte ont pour effet que les températures de l'eau n'augmentent pas.

Dépassements minimes en hiver et au printemps

Au début du premier trimestre 2022, pendant les premiers jours de janvier, les températures de l'eau à de nombreuses stations ont été nettement supérieures aux valeurs pluriannuelles. Les températures de l'air ont ensuite été exceptionnellement élevées durant tout le trimestre, mais cela n'a pas eu d'influence excessive sur le nombre de dépassements des maxima de janvier à avril. La situation a été tout autre en mai et surtout en juin : la douceur extrême, l'absence de précipitations et l'ensoleillement (très fort dans certaines régions) ont entraîné une hausse remarquable des températures de l'eau, qui s'est poursuivie durant les mois d'été.

Été caniculaire

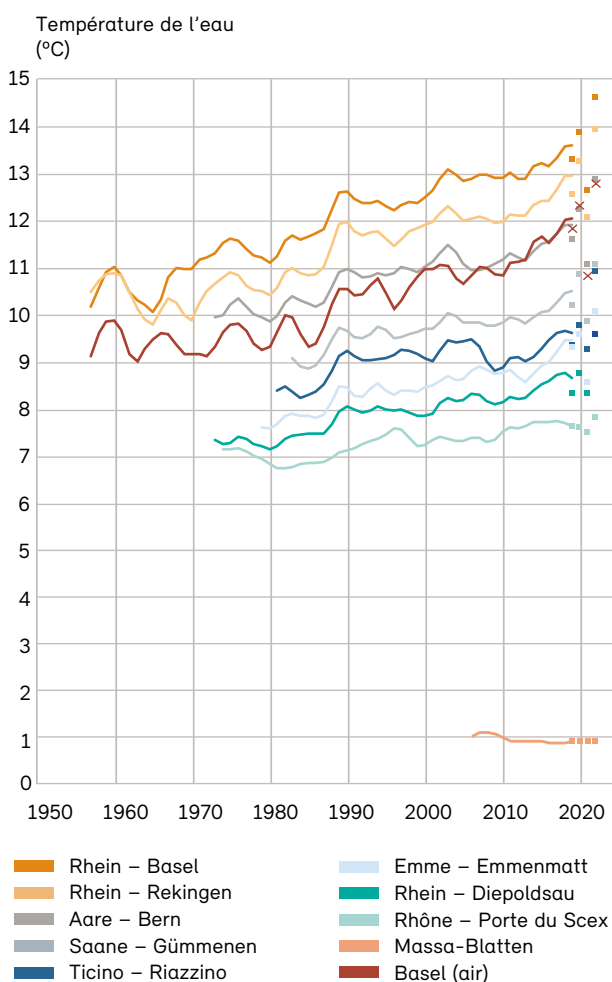
En juillet et en septembre, un tiers des stations de mesure ont affiché des moyennes mensuelles supérieures aux maximales pluriannuelles (cf. chap. 1). Ont fait exception les stations situées dans l'arc jurassien et dans l'ouest des Alpes centrales.

Valeurs supérieures à la moyenne à l'automne et en hiver

Durant l'automne également, les températures de l'eau à de nombreuses stations sont restées supérieures à la moyenne pendant plusieurs mois (cf. fig. 4.12). De nouveaux maxima mensuels ont été enregistrés principalement en novembre, à près d'un quart des stations, en particulier dans le bassin du Rhin et dans le secteur où l'Aar se jette dans le Rhin.

Fig. 4.11 : Évolution de la température de différents cours d'eau suisses de 1954 à 2022

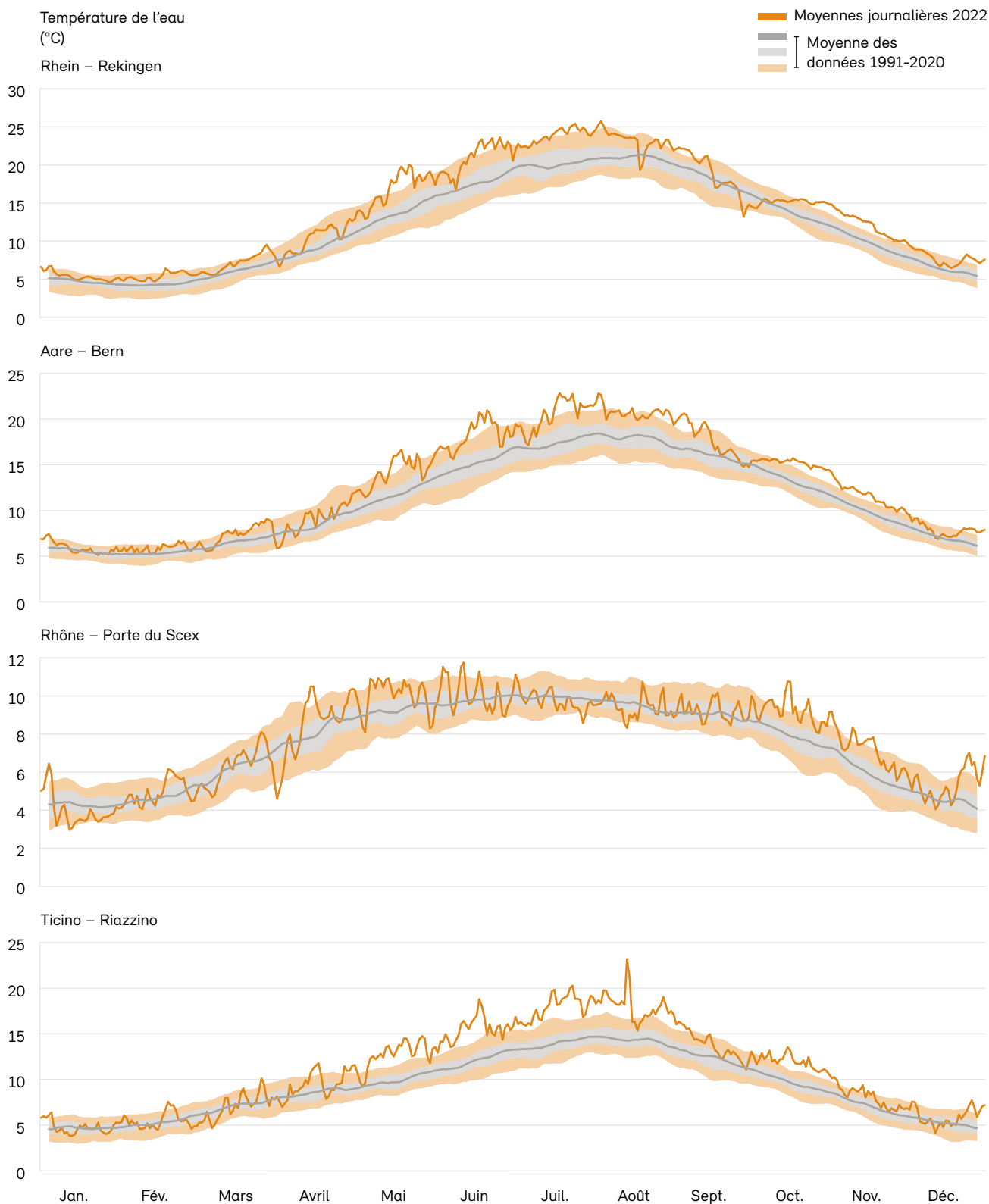
Les lignes représentent les moyennes lissées sur sept ans et les points ou les croix (température de l'air), les quatre dernières moyennes annuelles.



Températures journalières moyennes de différentes stations

Fig. 4.12 : Moyennes journalières 2022 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.



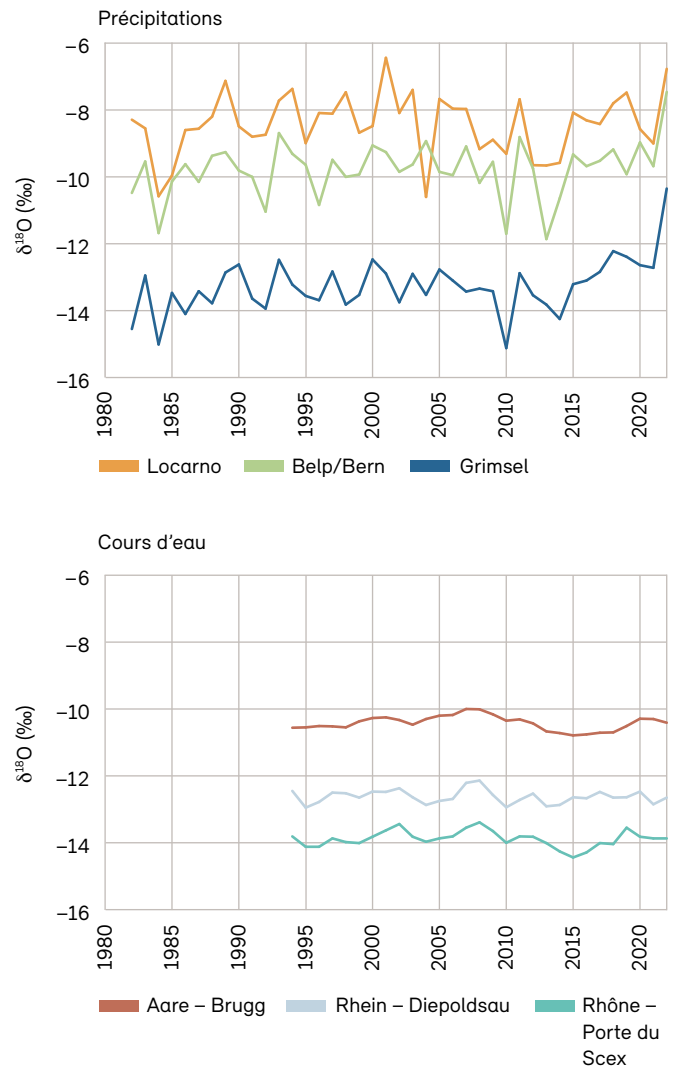
4.4 Isotopes stables

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. 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 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. La corrélation fondée sur la physique entre la composition des isotopes stables de l'eau ainsi que les températures et l'humidité relative de l'air dans les régions d'où proviennent les précipitations est utilisée dans les études météorologiques et dans l'analyse des modifications du cycle de l'eau liées aux facteurs climatiques. 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. 4.13). L'année 2022 a été exceptionnellement chaude, avec des périodes de sécheresse persistantes. Les précipitations ont souvent pris la forme

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 1982 à 2022



de pluies intenses. En moyenne annuelle, les valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ mesurées dans les précipitations ont donc été extraordinairement élevées.

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. 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. 4.13).

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 141 stations du programme « Observation nationale de la qualité des eaux de surface » (NAWA) (cf. fig. 4.14). Au cours de la nouvelle période contractuelle 2022-2025, le module NAWA TREND analysera également les micropolluants organiques à 38 stations. Dans le module NAWA FRACHT (« Surveillance nationale continue des cours d'eau » – NADUF), qui a fêté son 50^e anniversaire en 2022, l'OFEV collecte in situ des données physico-chimiques continues à haute résolution à 14 stations (niveau d'eau, débit, température, conductivité, pH, oxygène) conjointement au prélèvement d'échantillons composites hebdomadaires ou bimensuels proportionnels au débit, destinés aux analyses de laboratoire (nutriments, paramètres géogènes, métaux lourds). La combinaison des analyses chimiques et des données de débit permet de procéder à un calcul robuste des flux de substances dans les cours d'eau et d'établir des bilans de masse relatifs aux lacs. 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. Il est ainsi possible d'identifier les évolutions et, si nécessaire, de proposer des mesures de protection des eaux.

Les résultats généraux des mesures ne sont pas publiés dans l'annuaire hydrologique. Des informations et des données complémentaires sont disponibles sur Internet (cf. annexe).

Évolution des flux de chlorures dans des bassins versants importants

Des paramètres géogènes tels que le chlorure sont mesurés depuis des décennies dans le cadre du programme NADUF. Le chlorure n'est naturellement présent qu'en petites quantités dans les eaux suisses, la grande majorité étant d'origine humaine (p. ex. salage des voies de circulation, industrie, épuration des eaux usées, agriculture). D'un point de vue écotoxicologique, le chlorure ne pose aucun problème dans la plage de concentration observée. Néanmoins, des concentrations plus élevées pourraient avoir une influence négative notamment sur certains procédés industriels gourmands en eau ainsi que sur certains processus de corrosion liés aux canalisations.

Fig. 4.14 : Stations de mesure actives des réseaux NAWA et NADUF
Stations de mesure de la Surveillance nationale continue des cours d'eau (NADUF) relevant la qualité des eaux en Suisse. État 2022.

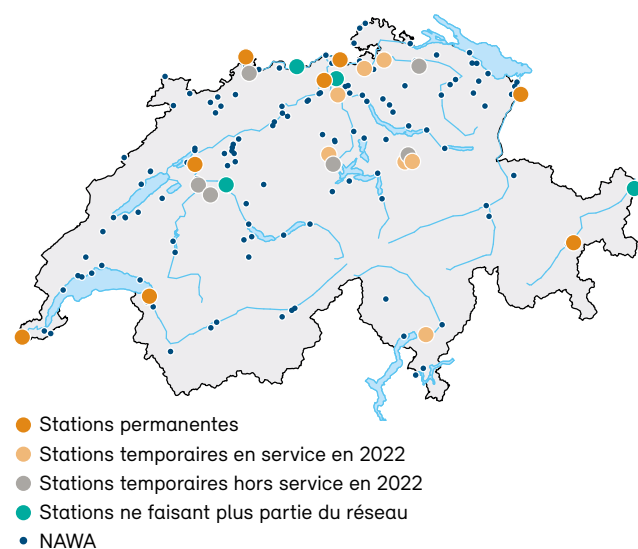


Tableau 4.1 : Débit moyen (Q_m) sur la période 1972-2022 et tendance qualitative des concentrations de chlorure, débits (Q) et flux de chlorure sur la période 1983-2022

(– en baisse, = inchangé, + en hausse, ++ en forte hausse).

H : décembre à mars, E : juin à septembre.

Station	Q_m (m ³ /s)	Conc. de chlorure		Q		Flux de chlorure	
		E	H	E	H	E	H
Rhein – Weil	1054	+	+	–	=	–	=
Thur – Andelfingen	47	+	+	=	=	+	+
Aare – Brugg	314	+	+	–	=	=	+
Rhein – Rekingen	441	+	+	–	=	+	+
Rhein – Diepoldsau	233	+	++	–	=	+	++
Rhône – Chancy	340	++	++	–	=	+	++
Rhône – Porte du Scex	184	+	++	=	=	++	++

Les tendances générales des débits, des concentrations et des flux de chlorures aux principales stations NADUF sont résumées dans le tableau 4.1. Entre 1983 et 2022, les concentrations de chlorures ont globalement augmenté. En revanche, les débits sont restés à peu près stables ou ont même diminué en été à certaines stations. Quant aux flux de chlorures, ceux-ci ont augmenté à toutes les stations à l'exception de Weil.

Weil est en effet la seule station qui présente une baisse momentanée des flux de chlorure. Cette baisse s'observe entre les années 1983 et 2002, aussi bien en été qu'en hiver. Ensuite, les flux de chlorure sont plutôt stables en été, voire en hausse en hiver. Il s'agit d'un probable effet secondaire positif de la Convention sur les chlorures, signée en 1976 dans le but de réglementer les apports salins provenant des mines de potasse (CIPR, 2018). De nombreuses activités minières ont alors cessé vers la fin du XX^e siècle et la problématique de la pollution saline des eaux a fait l'objet d'une plus grande attention.

Aux stations d'Andelfingen et de Brugg, la hausse des concentrations de chlorures a entraîné une faible augmentation des flux malgré des débits stables ou en légère baisse, tandis qu'à Diepoldsau et Rekingen la hausse des flux a été plus marquée. C'est néanmoins aux stations de Porte-du-Scex et de Chancy, situées respectivement en amont et en aval du Léman, que l'augmentation des concentrations et des flux de chlorures est la plus prononcée.

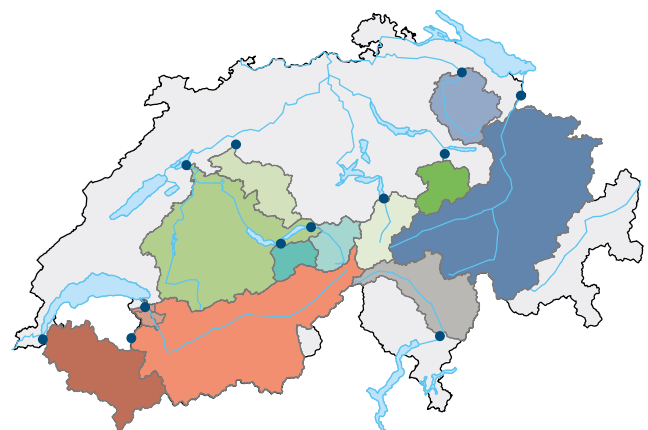
À l'avenir, des analyses plus précises de l'évolution temporelle et de la répartition spatiale du chlorure dans le Rhône, associées à une étude du temps de séjour de l'eau dans le Léman ou des conditions de débit prédominantes, pourraient combler les lacunes existantes. Il pourrait s'agir par exemple d'approfondir les connaissances sur le temps de transport du sel de déneigement dans les eaux de surface ou sur le stockage temporaire de chlorure dans le lac. Une étude plus détaillée de l'évolution du rapport chlorure-sodium pourrait également être instructive pour expliquer l'augmentation des concentrations ainsi que les sources exactes du chlorure (sel de déneigement, apports industriels ou apports des stations d'épuration).

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 corrélés avec les données sur la turbidité mesurées en continu ; 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. 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 de mesure du réseau de mesure des matières solides en suspension de l'OFEV



5 Eaux souterraines

En comparaison pluriannuelle, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources en 2022 ont été bas à un tiers des stations de mesure environ. À cause d'un manque de pluie persistant, des valeurs basses ont même été enregistrées à la moitié des stations en juillet et en août. En fin d'année, 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 les crues ou les 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. Considérée sous cet angle, l'année 2022 s'inscrit dans une période présentant, en comparaison pluriannuelle, des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources qui sont bas (cf. fig. 5.1).

Janvier 2022 a été pauvre en pluie sur l'ensemble du pays. Mais comme décembre 2021 avait connu des précipitations supérieures à la moyenne dans le nord des Alpes, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources

Fig. 5.1 : Niveaux des eaux souterraines et débits des sources de 2001 à 2022

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 2022. 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.

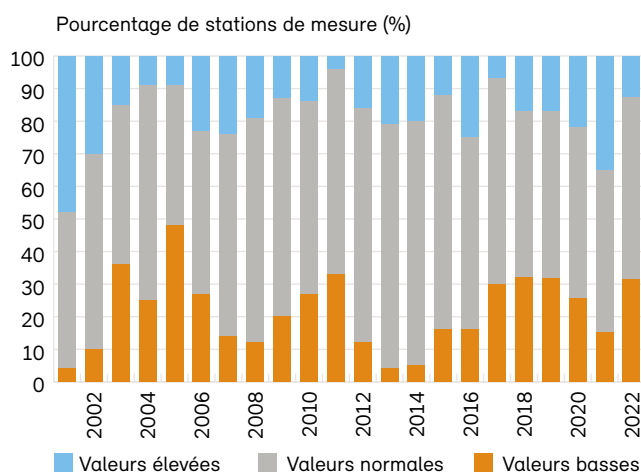
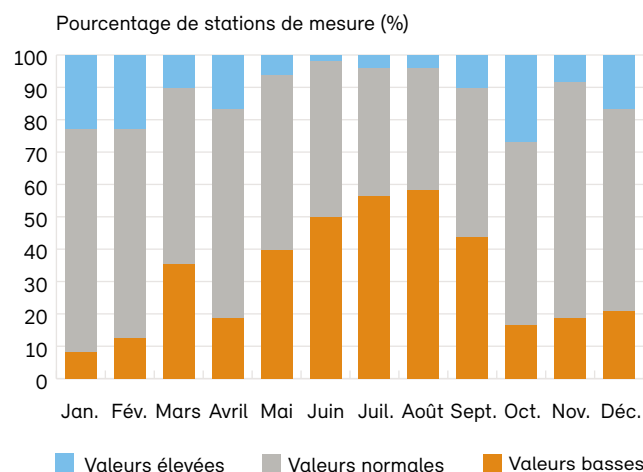


Fig. 5.2 : Niveaux des eaux souterraines et débits des sources en 2022

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 2022. Gris : valeur mensuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs mesurées entre 2001 et 2020. Bleu : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevées des valeurs mesurées entre 2001 et 2020. Orange : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs mesurées entre 2001 et 2020.



affichaient encore des valeurs normales en février 2022, avec une tendance hétérogène (cf. fig. 5.3, état des eaux souterraines le 7 février 2022).

Les précipitations ayant été globalement inférieures à la moyenne de janvier à mai, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources mesurés début juin ont affiché des valeurs basses à la moitié des stations environ (cf. fig. 5.2 et 5.3, état des eaux souterraines le 7 juin 2022).

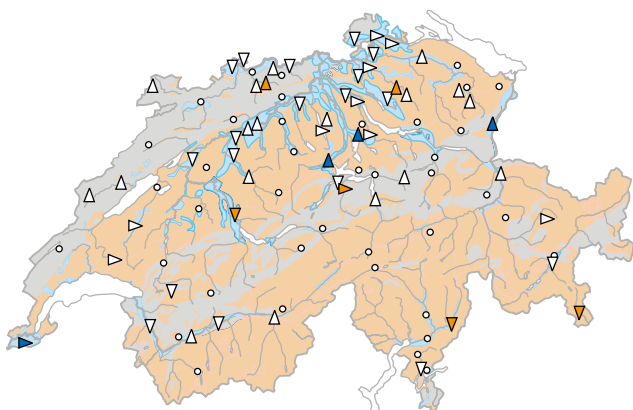
Les pluies de septembre ont ensuite fait remonter le niveau des eaux souterraines et accru le débit des sources, principalement dans le cas des aquifères proches de la surface. Ainsi, les valeurs mesurées à la mi-octobre ont été généralement normales, avec une tendance hétérogène (cf. fig. 5.3, état des eaux souterraines le 18 octobre 2022).

Après un mois de novembre marqué par de faibles pluies, le début du mois de décembre a été instable, si bien que les niveaux des eaux souterraines et les débits des

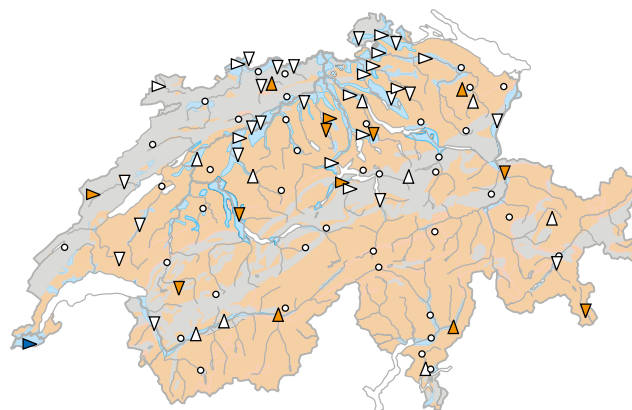
Fig. 5.3 : État des eaux souterraines en 2022

Niveaux des eaux souterraines et débits des sources ainsi que leur tendance pendant quatre jours de référence en 2022, par rapport à la période de mesure 2001-2020.

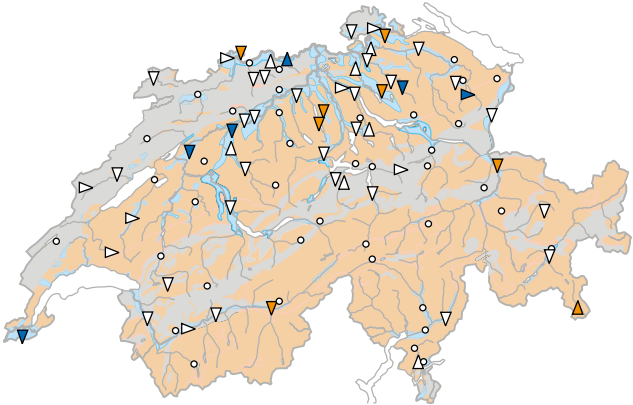
7 février 2022



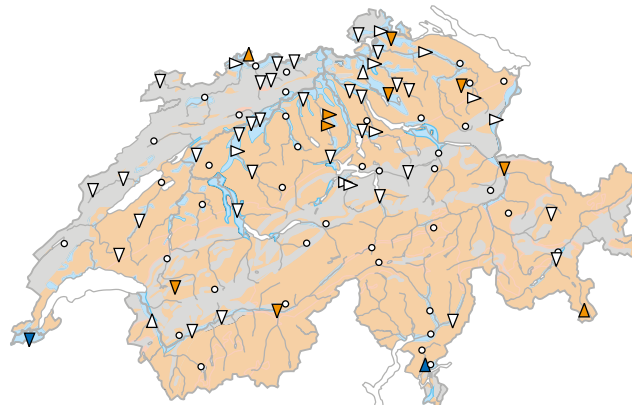
7 juin 2022



18 octobre 2022



6 décembre 2022



En comparaison pluriannuelle

- Élevé (> 90^e centile)
- Normal (10^e-90^e centile)
- Bas (< 10^e centile)
- Série de mesures pas assez longue

Tendance

- △ À la hausse
- ▷ Stable
- ▽ À la baisse

Type d'aquifère

- En roche meuble
- Fissuré
- Karstique

sources mesurés en décembre ont été normaux, avec une tendance hétérogène (cf. fig. 5.3, état des eaux souterraines le 6 décembre 2022).

Décembre ayant été de nouveau très pluvieux, les valeurs en fin d'année étaient généralement normales, et parfois élevées, avec une tendance hétérogène.

5.2 Eaux souterraines – qualité

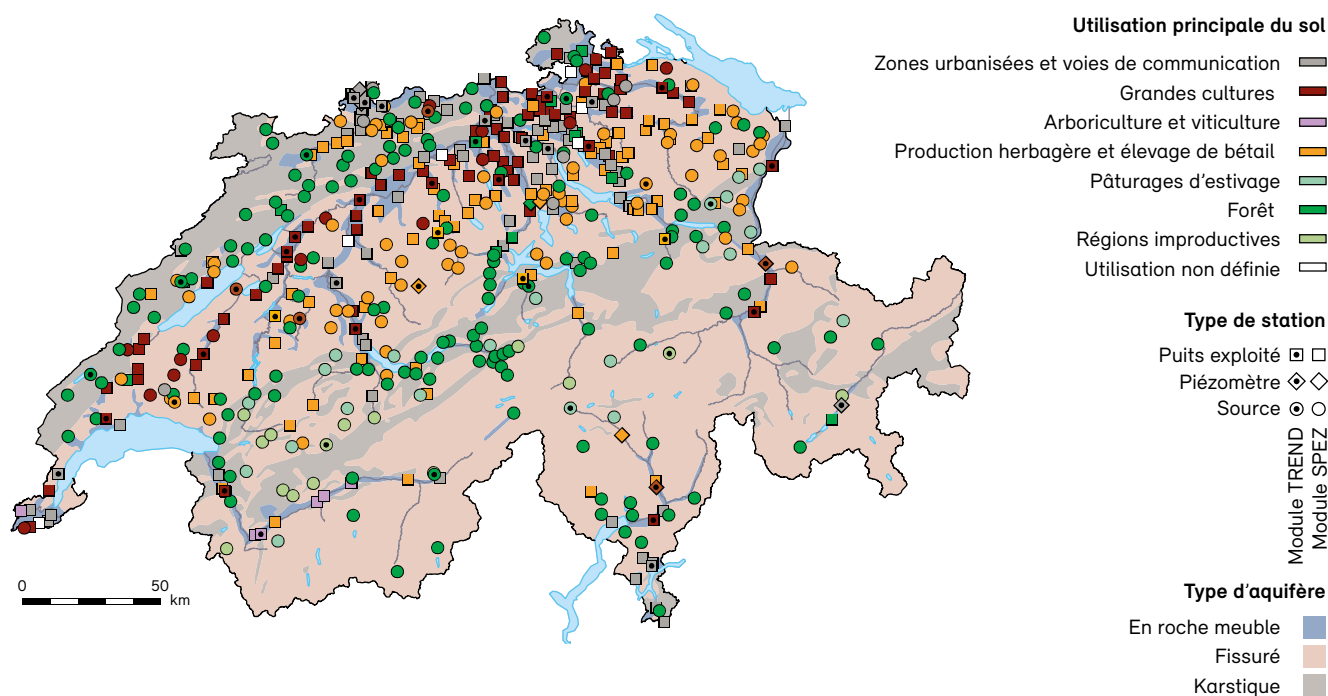
Les eaux souterraines sont la principale source d'eau potable en Suisse. Si disposer d'eaux souterraines en quantité suffisante et de qualité irréprochable a semblé aller de soi jusqu'à présent, les réservoirs aquifères sont pourtant de plus en plus sous pression. Des traces de substances de synthèse, 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 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 à une centaine de stations de mesure dans le cadre de l'Observation nationale des eaux souterraines 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.

En comparaison pluriannuelle, la période de 2015 à 2022 se distingue par des températures d'eaux souterraines plutôt élevées (cf. fig. 5.5). Les températures de l'air ayant été supérieures à la moyenne durant l'été et l'automne 2022, les eaux souterraines ainsi réchauffées ont affiché des températures élevées à près d'une station sur deux en novembre ainsi qu'en décembre (cf. fig. 5.6 et 5.7).

Fig. 5.5 : Température des eaux souterraines de 2001 à 2022

Pourcentage de stations de mesure ayant enregistré des valeurs annuelles basses, normales et élevées pour la température des eaux souterraines de 2001 à 2022. 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 élevées 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.

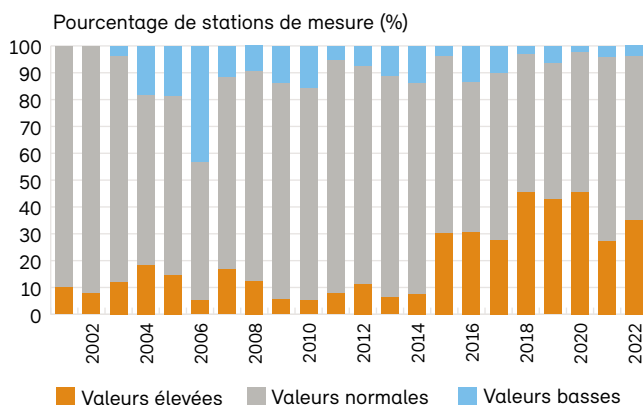


Fig. 5.6 : Température des eaux souterraines en 2022

Pourcentage de stations de mesure ayant enregistré des valeurs mensuelles basses, normales et élevées pour la température des eaux souterraines en 2022. Gris : valeur mensuelle dans la fourchette des 80 % moyens des valeurs mesurées entre 2001 et 2020. Orange : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus élevées des valeurs mesurées entre 2001 et 2020. Bleu : valeur mensuelle dans la fourchette des 10 % les plus bas des valeurs mesurées entre 2001 et 2020.

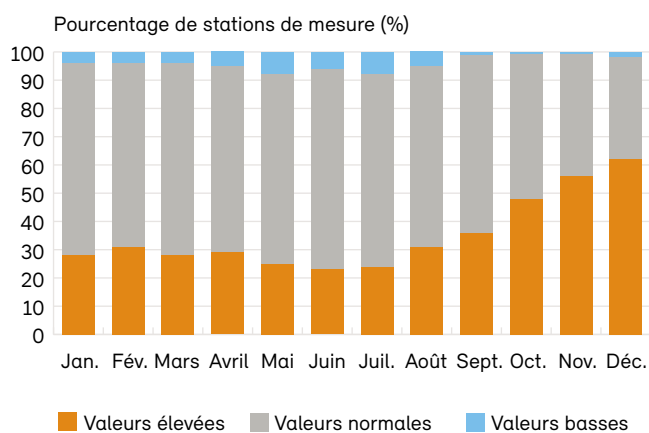
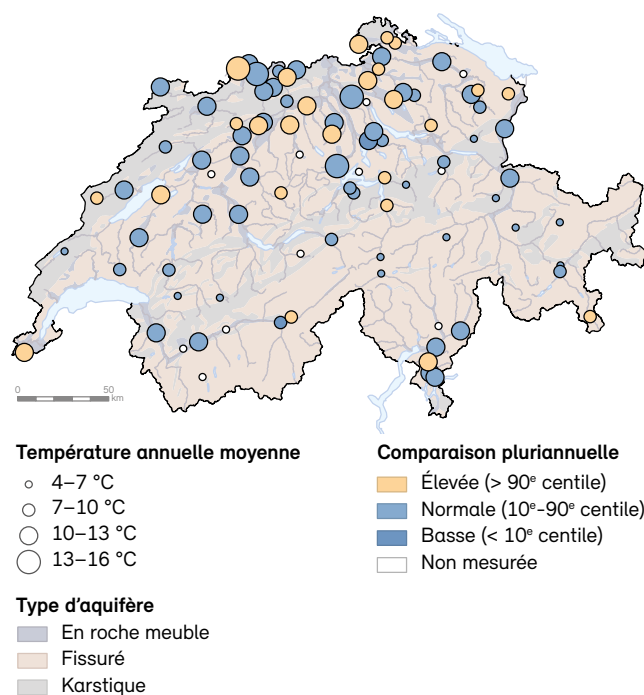


Fig. 5.7 : Stations de mesure de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA (module QUANT)

Température moyenne des eaux souterraines en 2022 par rapport à la période 2001-2020.



Annexe

Nouvelle période de norme 1991-2020

Le présent annuaire abandonne l'ancienne période de norme 1981-2010 au profit de la nouvelle période de norme 1991-2020.

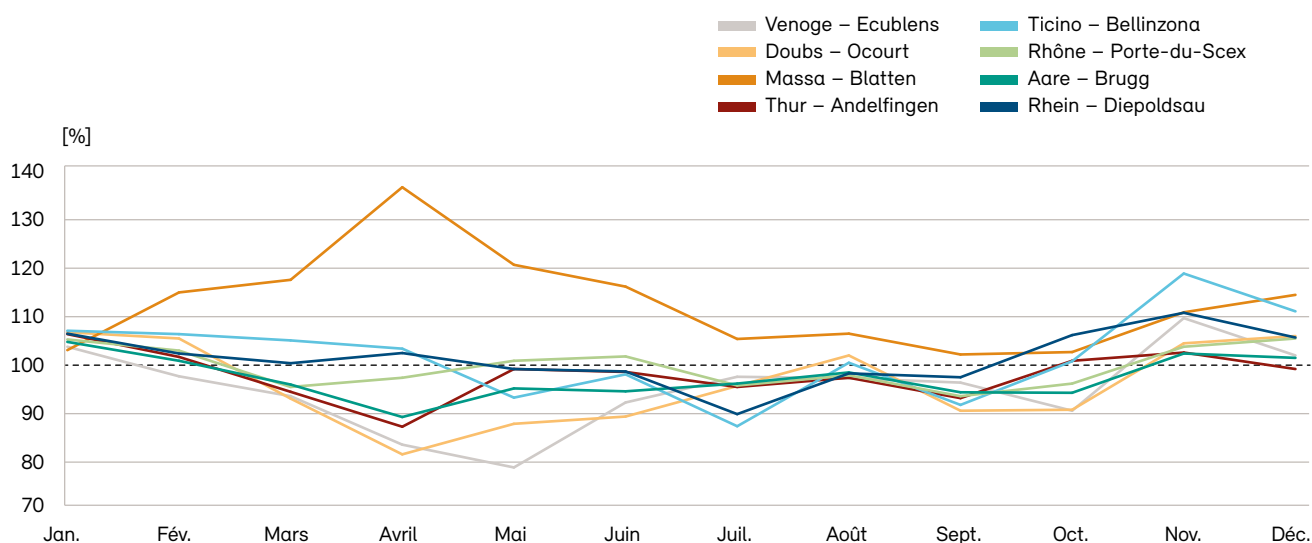
Plusieurs études récentes ont en effet montré que les conditions d'écoulement ont changé au cours des 80 dernières années. Le principal constat est que les débits en hiver ont augmenté dans la plupart des bassins versants, tandis que les débits moyens mesurés en été ont diminué de façon générale, sauf dans les bassins versants fortement englacés.

La comparaison des deux périodes de norme, qui sont décalées de dix ans, permet-elle déjà d'identifier des changements ? Le graphique ci-dessous apporte une première réponse à cette question en comparant les débits de huit bassins versants (bassins illustrés également au chap. 4).

La comparaison des deux périodes montre effectivement que les conditions d'écoulement dans les bassins versants suisses ont changé. Malgré le chevauchement important des deux périodes (de 1991 à 2010), ces changements sont parfois manifestes. Cela signifie d'une part que les décennies avant et après le chevauchement (c'est-à-dire les années 1980 et les années 2010) sont très différentes l'une de l'autre et, d'autre part, que les changements climatiques progressent à grande vitesse.

Comparaison des débits des périodes de norme 1981-2010 et 1991-2020

Comparaison des débits mensuels de huit bassins versants (en %). Les valeurs supérieures à 100 % indiquent que le débit de la période 1991-2020 est supérieur à celui de la période 1981-2010 ; les valeurs inférieures à 100 % indiquent que le débit de la période 1991-2020 est inférieur à celui de la période 1981-2010.



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.

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. Il a été intégré à NAWA en 2014 en tant que sous-programme.

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.

NM7Q

Des temps de retour sont calculés pour les valeurs mesurées en situation d'étiage. Ils indiquent la récurrence probable d'une valeur sur la base des statistiques. Un étiage quinquennal, par exemple, survient statistiquement en moyenne une fois tous les cinq ans. Les statistiques des étiages de l'OFEV utilisent le paramètre d'étiage NM7Q, soit le plus faible débit moyen sur sept

jours consécutifs durant une année. Le paramètre NM7Q se situe dans le même ordre de grandeur que la moyenne journalière minimale, mais est moins exposé aux erreurs de mesure ou aux perturbations à court terme d'origine anthropique, qui sont atténuées.

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 nouvelle période de norme 1991-2020 est utilisée pour les comparaisons climatologiques et désormais aussi pour les comparaisons hydrologiques relatives aux eaux de surface. La période de norme 2001-2020 est utilisée pour les eaux souterraines. Dans l'annuaire 2021, les comparaisons hydrologiques se référaient à la période 1981-2010.

^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 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/bulletin

Bulletin des eaux souterraines de l'OFEV :

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

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-2021-2>

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

Réseau d'observation des transports de sédiments par les cours d'eau : www.bafu.admin.ch > *Thème Eaux* > *Données, indicateurs, cartes* > *Eaux : Réseaux d'observation* > *Transports de sédiments*

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

Vague de chaleur et sécheresse 2022 :

Dossier Web de l'OFEV sur l'été 2022, avec d'autres graphiques et photos

www.bafu.admin.ch/eaux > *Dossiers* > *Événements hydrologiques*