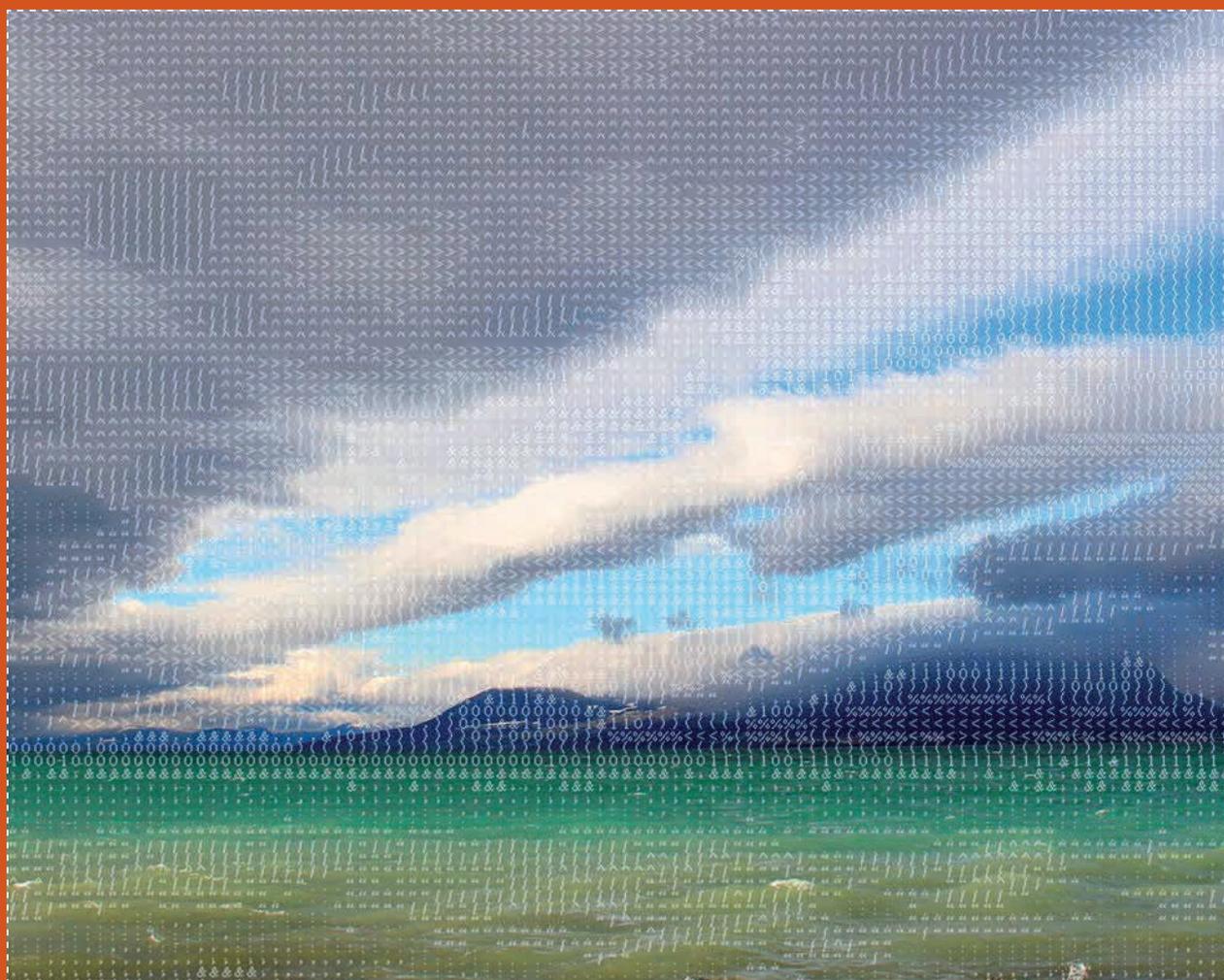


> Annuaire hydrologique de la Suisse 2012

Débit, niveau et qualité des eaux suisses



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

> Sommaire

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 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)

Référence bibliographique

OFEV (éditeur) 2015: Annuaire hydrologique de la Suisse 2012.
Office fédéral de l'environnement, Berne.
État de l'environnement n°1510, 32 p.

Lectorat

Jacqueline Dougoud, Zurich

Traduction

Virginie Linder, Anet

Graphisme, mise en page

Magma – die Markengestalter, Berne

Photo de couverture

Lac de Neuchâtel, le 22.1.2012
Photo: Adrian Jakob, OFEV

Source iconographique

Page 12: Matthias Huss, Département des géosciences de l'Université de Fribourg

Source des données

Les analyses hydrologiques sont basées sur les données définitives de 2012.

Commande de la version imprimée et téléchargement (PDF)

OFCL, Diffusion des publications fédérales, CH-3003 Berne
Tél. +41 (0)58 465 50 50
verkauf.zivil@bbl.admin.ch
Numéro de commande: 810.200.019f
www.bafu.admin.ch/uz-1510-f

Cette publication est également disponible en allemand, italien et anglais.

Impression neutre en carbone et faible en COV sur papier recyclé.

Accès aux données et à de plus amples informations:
www.bafu.admin.ch/hydrologie

Préface	3
Abstracts	4
Résumé	5
<hr/>	
1 Les faits qui ont marqué 2012	6
<hr/>	
2 Conditions météorologiques	10
<hr/>	
3 Neige et glaciers	11
<hr/>	
4 Eaux de surface	13
<hr/>	
5 Eaux souterraines	28
<hr/>	
Annexe	30

> Préface

2012 – une année sans événements marquants? À quelques détails près, les débits des grandes rivières, les températures de l'eau et les niveaux des eaux souterraines ont fluctué dans une fourchette normale. Seules exceptions, locales et passagères: la froideur du mois de février, qui a fait chuter les températures de l'eau et apparaître comme par magie de superbes formations de glace sur les lacs du pays; l'onde de crue impressionnante qui, début juillet, s'est propagée le long de la Zulg et de l'Aar dans le canton de Berne suite à un violent orage; la vague de chaleur d'août a fait monter la températures de l'eau pour le plus grand plaisir des baigneurs. Autant de moments qui resteront gravés dans bien des mémoires.

Dans l'ensemble, 2012 a été une année normale. C'est pourquoi, pour une fois, le premier chapitre du présent annuaire ne dépeint aucune crue ni aucune sécheresse. Plusieurs exemples et analyses montrent que les données hydrologiques de 2012 s'inscrivent dans la moyenne des séries de mesures interannuelles, l'année n'ayant guère fourni de nouvelles valeurs extrêmes.

Notons que 2012 fut en revanche un millésime particulier pour le projet «Changement climatique et hydrologie en Suisse» (CCHydro), qui s'est achevé au printemps par une conférence et une publication. Depuis 2009, une équipe de chercheurs dirigée et financée par l'OFEV a étudié l'impact du changement climatique sur le régime des eaux de la Suisse jusqu'en 2100. Les scientifiques sont arrivés à la conclusion que, globalement, les ressources hydriques subiront peu de changements. Suite à l'élévation des températures de l'air, les stocks de neige et de glace vont cependant diminuer. Les étés pourraient devenir plus secs, les hivers plus humides. Il faut aussi s'attendre à une redistribution saisonnière des débits ainsi qu'à une multiplication des crues et des étiages. Le Programme national de recherche 61 «Gestion durable de l'eau» en a étudié les conséquences et a envisagé des scénarios supplémentaires. L'année de publication est 2014.

Espérons et souhaitons qu'à l'avenir il y ait encore de temps à autre des années où rien de spécial ne sera à signaler dans l'annuaire hydrologique.

Karine Siegwart
Sous-directrice
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

> 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 from 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.

Keywords:

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

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.

Stichwörter:

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

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 en Suisse. 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 suisses y figurent également. La plupart des données proviennent des relevés de l’OFEV.

Mots-clés:

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

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.

Parole chiave:

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

> Résumé

Conditions météorologiques

En moyenne suisse, la température annuelle de 2012 s'est située 0,5 °C au-dessus de la normale de 1981 à 2010. Dans le nord du pays et certaines régions de la partie orientale du versant nord des Alpes, il est tombé des quantités de précipitations supérieures à la moyenne interannuelle (de 110 à 125 %). Au sud des Alpes ainsi que dans le nord et le centre des Grisons, les valeurs ont parfois atteint 110 à 120 % de la normale, sinon 95 à 110 %.

Neige et glaciers

L'hiver 2011/12 a été bien enneigé à moyenne et haute altitude, surtout en décembre et janvier. Il a relativement peu neigé en plaine et dans le sud. Les chutes de neige ayant été faibles en février et mars, et même quasi inexistantes en novembre, la hauteur de neige fraîche sur tout l'hiver est demeurée légèrement en deçà de la normale. L'année hydrologique 2011/12 a été marquée par les pertes de masse considérables des glaciers.

Débits

Dans l'ensemble, 2012 a été une année moyenne. Au nord des Alpes, dans les bassins versants de grande taille, les moyennes annuelles des débits se sont situées entre 10 et 20 % au-dessus de la moyenne de la période de référence 1981–2010. Les débits du Rhône et de l'Inn sont demeurés juste au-dessus de la normale (5 %), ceux de la Maggia et du Ticino juste au-dessous.

Dans les grands bassins versants du nord des Alpes, les débits mensuels ont été supérieurs à la normale en janvier ainsi que de septembre à décembre. De février à avril ainsi qu'en juillet et août, les stations ont mesuré des valeurs basses. En juin, le Rhin, la Reuss et la Limmat ont été nettement au-dessus de la normale, l'Aar légèrement au-dessous. Les bassins versants du Rhône et du Ticino ne se sont guère écartés des moyennes mensuelles interannuelles. Le débit de l'Inn a été nettement supérieur à la normale en juin, puis inférieur en juillet.

Niveaux des lacs

En 2012, les moyennes annuelles du lac de Neuchâtel, du lac Léman et du lac Majeur se sont situées quelques centimètres au-dessous des normales. Parmi les grands lacs suisses, les lacs de Walenstadt et de Constance (tous deux non régulés) ont vu leur niveau dépasser sensiblement la moyenne interannuelle.

Températures de l'eau

En 2012, les températures annuelles moyennes se sont situées quelques dixièmes de degré seulement au-dessus des moyennes de la période de référence 1981–2010. Elles ont ainsi été nettement plus basses qu'en 2011, mais plus élevées qu'en 2010. C'est sur les cours inférieurs des bassins versants de l'Aar et du Rhin qu'ont été enregistrés les plus grands écarts positifs par rapport aux normales (+0,5 °C environ).

Isotopes stables

Les isotopes stables dans les précipitations ont affiché des valeurs δ basses en début et en fin d'année, en raison des quantités de neige supérieures à la normale. En août, la vague de chaleur a élevé les valeurs δ au-dessus de la moyenne.

Eaux souterraines

En 2012, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont généralement été normaux. Les eaux souterraines ont toutefois connu des niveaux localement bas durant les mois chauds et secs de juillet et août, puis élevés de septembre à novembre, en raison de précipitations abondantes.

1 > Les faits qui ont marqué 2012

L'année 2012 est pauvre en événements hydrologiques marquants. À quelques détails près, les débits des bassins versants de grande taille, les températures de l'eau et les niveaux des eaux souterraines ont fluctué dans une fourchette normale.

1.1 2012 – une année normale

En 2012, il y a eu une vague de froid en février, quelques crues locales vers fin juin/début juillet et en octobre ainsi qu'une vague de chaleur fin août. Peu de dommages ont été à déplorer. Cette année restera dans les mémoires comme normale et plutôt banale, comme l'illustrent les quatre paragraphes suivants.

Précipitations annuelles et débit annuel

La figure 1.1 représente les précipitations en fonction du débit depuis 1901 (en moyenne sur toute la Suisse). Le point orange correspond à l'année 2012. Sa position indique que celle-ci se situe dans la moyenne, autant en ce qui concerne les précipitations annuelles que le débit annuel.

Comparaison des courbes des débits classés

La figure 1.2 permet de comparer la courbe 2012 des débits classés du Rhône à la Porte du Scex avec les courbes d'une année particulièrement humide (1999) et d'une année très sèche (1976), ainsi qu'avec celle de la période de référence 1981–2010. Dans le domaine des débits élevés et moyens, les valeurs de 2012 sont très proches de celles de la période de référence. Pour ce qui est des débits bas, les courbes évoluent dans une plage étroite. Cela est dû à la grande influence de l'utilisation de la force hydraulique, responsable d'une certaine normalisation des débits d'étiage.

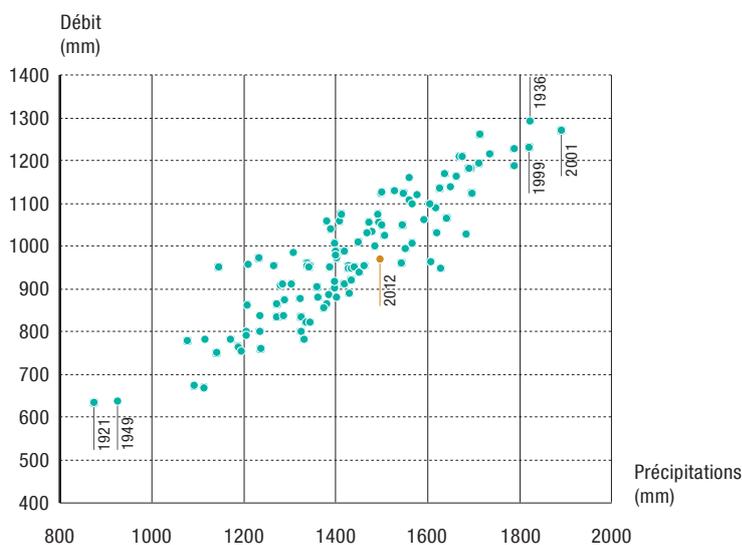


Fig. 1.1 Précipitations annuelles et moyennes annuelles des débits de 1901 à 2012 pour l'ensemble de la Suisse. En orange, 2012.

Niveaux moyens des lacs

En vue de caractériser les niveaux des lacs, le nombre de jours durant lesquels le niveau du lac de Constance dépasse un certain seuil a été déterminé. C'est la cote d'été qui a été retenue comme valeur limite. Il s'agit de la plus élevée des douze moyennes mensuelles interannuelles. Pour le lac de Constance, la cote d'été de juillet est à 396,41 m. La figure 1.3 représente les dépassements de la cote d'été depuis 1930. L'année 2012, avec 42 jours, se place juste au-dessus de la moyenne interannuelle de 39,5 jours.

Températures moyennes de l'eau

La figure 1.4 permet de comparer les moyennes mensuelles des températures de l'eau relevées en 2010, 2011 et 2012 dans l'Aar à Berne. En 2012, la température annuelle moyenne y a été nettement plus basse qu'en 2011, une année sèche et chaude, mais tout de même plus élevée qu'en 2010.

En février, la station de l'Aar à Berne a mesuré 0,7 °C de moins qu'en moyenne mensuelle interannuelle. Elle n'a cependant enregistré aucun nouveau minimum mensuel – contrairement à plusieurs stations sur le cours inférieur de l'Aar et du Rhin, et contrairement au Rhône en aval du Léman. Si la vague de chaleur qui a sévi en août s'est traduite par une moyenne mensuelle située 2 °C au-dessus de la moyenne mensuelle interannuelle, il manquait encore 1,4 °C pour atteindre le record d'août 2003.

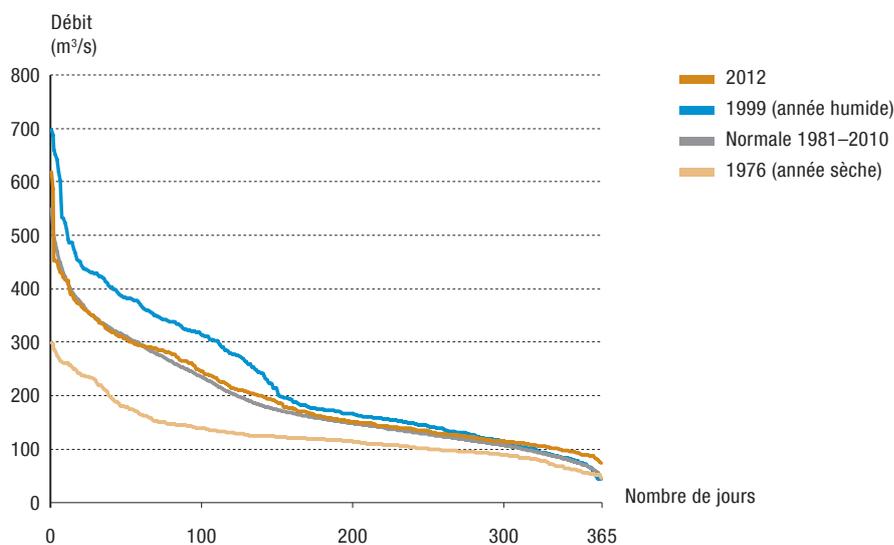


Fig. 1.2 Courbes des débits classés de la station Rhône – Porte du Scex, comparaison de l'année 2012 avec une année humide et une année sèche, ainsi qu'avec la période de référence 1981-2010.

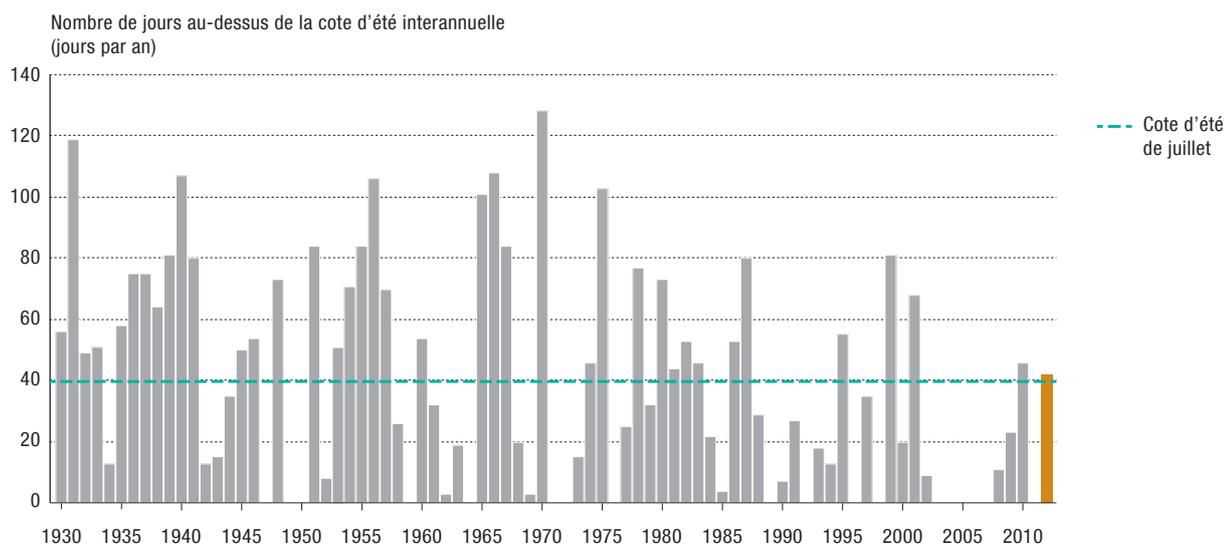


Fig. 1.3 Nombre de jours durant lesquels le niveau du lac de Constance a dépassé la cote d'été. En orange, 2012

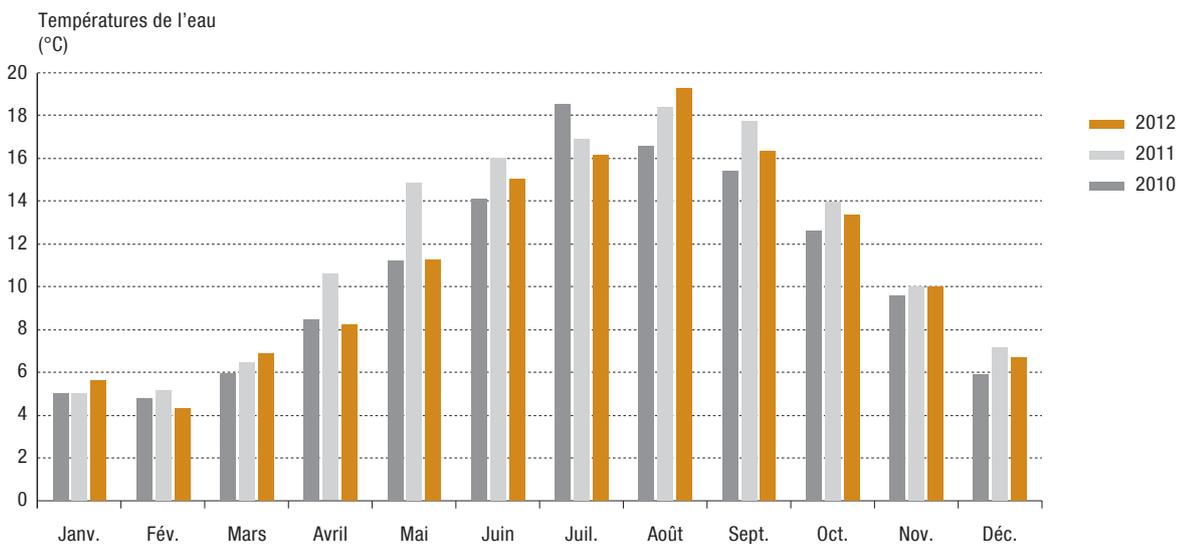


Fig. 1.4 Moyennes mensuelles des températures de l'eau en 2010, 2011 et 2012 à la station Aare – Bern

1.2 Indicateur «Débit moyen»

Le débit moyen représente le volume d'eau s'écoulant en moyenne durant une année ou une saison. Il dépend de la quantité de précipitations tombées sur le bassin et de la quantité d'eau qui ne s'écoule pas pour cause d'évaporation ou de stockage à long terme (dans les glaciers, p. ex.), mais peut aussi être influencé par des activités humaines telles que les interventions liées à la gestion des eaux (irrigation, dérivations, retenue de l'eau dans des lacs de barrage ou régulation des lacs, p. ex.). Le débit et sa répartition saisonnière sont des paramètres importants pour l'écologie aquatique et la gestion des eaux (énergie hydraulique, utilisation de l'eau potable, irrigation, navigation).

De longues séries temporelles du débit montrent comment le bilan hydrique évolue sous l'influence des facteurs mentionnés. Le débit est très sensible aux changements climatiques: la hausse de la température de l'air observée depuis le 19^e siècle favorise la fonte des glaciers et renforce l'évaporation. En même temps, les précipitations ont augmenté ces cent dernières années. Contrairement aux débits estivaux et hivernaux, le débit moyen n'affiche aucune tendance sur l'année.

Les débits annuels sont soumis à de très grandes fluctuations. Une analyse portant sur l'ensemble du 20^e siècle ne décèle aucune tendance claire, ni pour le Rhin à Bâle, ni pour le Rhône à la Porte du Scex. Une distinction entre semestre d'été et semestre d'hiver montre toutefois que le débit moyen tend à augmenter en hiver et à diminuer en été.

La hausse des débits hivernaux est due au fait qu'avec le réchauffement climatique les précipitations tombent davantage sous forme de pluie en hiver et sont moins stockées sous forme de neige ou de glace. Ainsi, lors de la fonte des neiges et des glaciers en été, les réservoirs ne sont que partiellement remplis; les débits estivaux ont donc tendance à diminuer. Cela peut avoir aussi bien des répercussions positives (production accrue d'énergie hydraulique en hiver, p. ex.) que négatives (sécheresse et pénurie d'eau en été) sur la nature, la qualité de l'eau et la gestion des eaux.

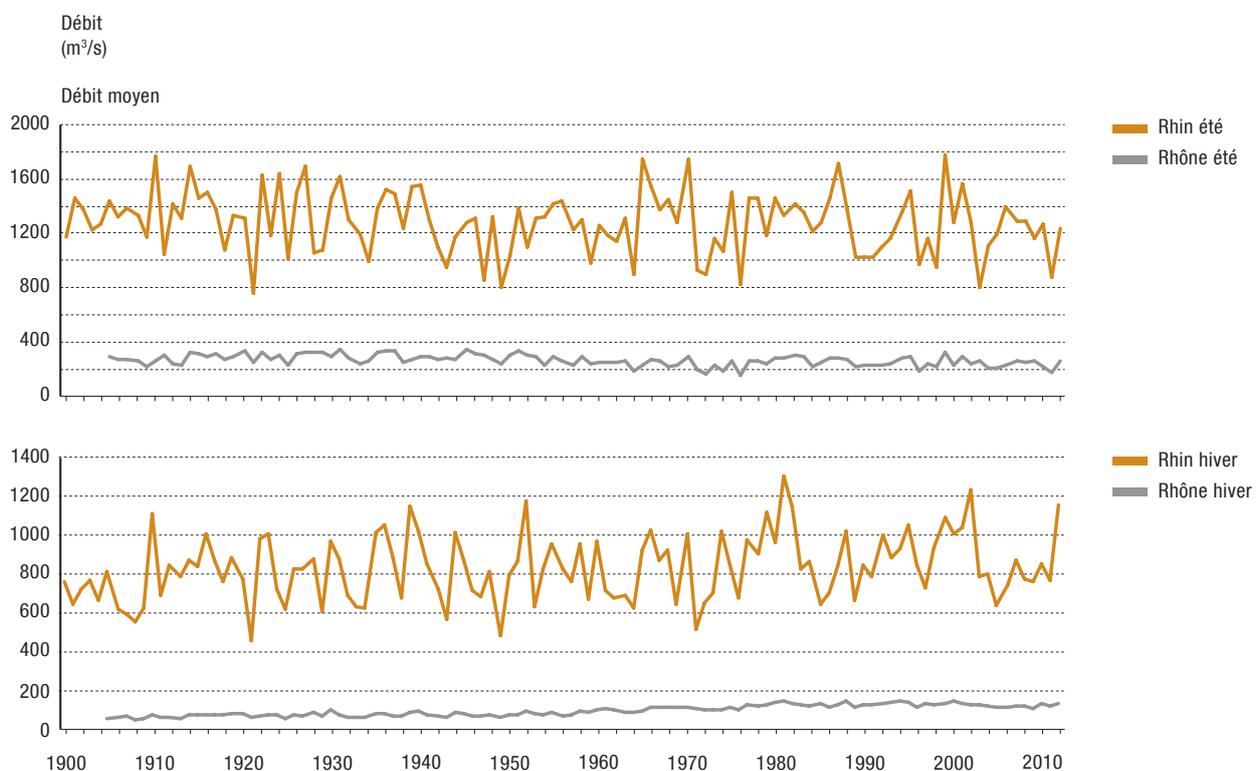


Fig. 1.5 Débits estivaux et hivernaux moyens aux stations Rhein – Basel et Rhône – Porte du Scex depuis 1900 et 1905

2 > Conditions météorologiques

En moyenne suisse, la température annuelle de 2012 s'est située 0,5 °C au-dessus de la normale de 1981 à 2010. Dans le nord du pays et certaines régions de la partie orientale du versant nord des Alpes, il est tombé des quantités de précipitations supérieures à la moyenne interannuelle (de 110 à 125 %). Au sud des Alpes ainsi que dans le nord et le centre des Grisons, les valeurs ont parfois atteint 110 à 120 % de la normale, sinon 95 à 110 %.

Fin 2011, l'enneigement était déjà supérieur à la normale dans une grande partie des Alpes suisses. Durant les premiers jours de 2012, un puissant courant du nord-ouest a encore apporté de grandes quantités de neige en altitude. À partir de début février, la Suisse a subi la vague de froid la plus intense depuis 27 ans. Au cours de la deuxième semaine de février, plusieurs petits lacs du Plateau se sont couverts de glace. La seconde quinzaine du mois, le sud des Alpes a connu une douceur inhabituelle, qui a ensuite gagné l'ensemble du pays, pour se poursuivre jusqu'aux premiers jours d'avril. Mars 2012 a été le deuxième mois de mars le plus chaud qu'ait vécu la Suisse depuis le début des mesures en 1864, et même le plus chaud au sud des Alpes.

Après ce record de chaleur, le temps est demeuré instable et frais jusqu'à fin avril. Le 11 mai, les thermomètres ont affiché 27 à 29 °C, voire plus de 30 °C par endroits – une vraie journée caniculaire.

Dès le lendemain, la Suisse a été saisie par un nouveau flux d'air polaire. Accompagnées de pluies nourries, les températures ont alors à peine dépassé les 10 °C en plaine. Les précipitations ont de nouveau été soutenues durant la dernière décennie de mai. La première quinzaine de juin a été maussade et humide dans tout le pays. Les trois premières semaines de juillet, elles aussi perturbées, ont été ponctuées d'arrivées d'air frais.

Il a fallu attendre le mois d'août pour connaître des conditions pleinement estivales. La Suisse a même été frappée par une véritable vague de chaleur à partir de mi-août.

Fin août, une puissante incursion d'air polaire a mis un terme aux beaux jours. Le versant nord des Alpes a essuyé des précipitations abondantes. Une situation de foehn accentuée s'est installée au cours des derniers jours de septembre, entraînant des précipitations de barrage localement intenses au sud des Alpes.

À la mi-octobre, après une rapide alternance de journées ensoleillées et douces et de temps gris et pluvieux, de nouvelles masses d'air polaire ont brusquement fait irruption,

avec de fortes précipitations. Finalement, un magnifique été indien s'est maintenu du 17 au 25 octobre. Au cours des derniers jours d'octobre, un afflux massif d'air polaire a couvert une grande partie du pays d'un manteau blanc.

Dès le 12 novembre, un anticyclone automnal persistant a valu à la Suisse un temps ensoleillé et doux. Durant les derniers jours de novembre, de fortes précipitations se sont mises à tomber sur l'ouest du pays et, surtout, sur le sud des Alpes. Le 8 décembre, le paysage était presque entièrement blanc suite à des chutes de neige abondantes. En plaine, au nord des Alpes, la couverture neigeuse a tenu une bonne semaine, avant que la pluie et les températures clémentes ne la fassent fondre au cours du troisième week-end de décembre. Au sud des Alpes, par contre, il a neigé fort durant ces mêmes jours.

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

Lame d'eau précipitée annuelle (en % de la normale)

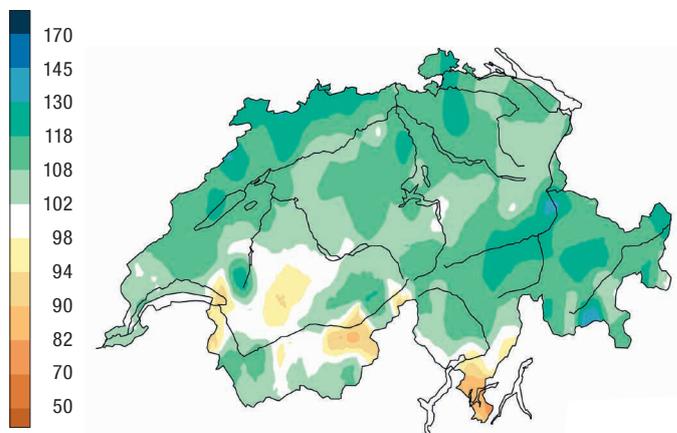


Fig. 2.1 Les précipitations annuelles ont atteint 95 à 110% de la normale dans de nombreuses régions. Des quantités plus élevées sont même tombées localement sur le nord et l'est du pays.

3 > Neige et glaciers

L'hiver 2011/12 a été bien enneigé à moyenne et haute altitude, surtout en décembre et janvier.

Il a relativement peu neigé en plaine et dans le sud. Comme les chutes de neige ont été faibles en février et mars, et même quasi inexistantes en novembre, la hauteur de neige fraîche sur tout l'hiver est demeurée légèrement en deçà de la normale. L'année hydrologique 2011/12 a été marquée par les pertes de masse considérables de certains glaciers.

3.1 Neige

Sur la totalité de l'hiver, les chutes de neige ont été

- > supérieures à la normale en Valais (sauf dans la vallée de Conches), sur le versant nord des Alpes, dans le nord et le centre des Grisons ainsi qu'en Basse-Engadine,
- > normales dans la vallée de Conches, la région du Gothard et le val Müstair,
- > inférieures à la normale sur le versant sud des Alpes et en Haute-Engadine.

L'automne 2011 a été peu enneigé et très chaud; il a neigé seulement dans le sud, à haute altitude. Sauf dans la partie méridionale du pays, il a fallu attendre le dernier mois de l'année pour que l'enneigement débute. En décembre et janvier, il est tombé des quantités de neige exceptionnelles en Valais, sur le versant sud des Alpes et aux Grisons. Par endroits, cela s'est traduit par des hauteurs de neige record, un fort danger d'avalanches, des accidents dus aux avalanches et des dommages matériels. Le manteau neigeux était généralement bien consolidé, très compact et épais, mais cela ne l'a pas empêché de glisser fortement peu de temps après l'enneigement, multipliant les avalanches de glissement dès le mois de décembre.

Durant la vague de froid de février, des couches fragiles se sont formées en surface. Le manteau neigeux a commencé à s'humidifier fin février. Un grand nombre d'avalanches de neige mouillée et de coulées de glissement se sont déclenchées, en deux phases, causant parfois des dommages matériels. La fonte des neiges a ensuite démarré. En mars, le risque d'avalanches a été faible dans l'ensemble. En avril, les conditions sont redevenues quelque peu hivernales et la fonte des neiges a ralenti. Au printemps, le nord était encore recouvert d'un manteau neigeux plus épais que la normale. À moyenne altitude, la neige a disparu dès avril au sud des Alpes, en mai dans le reste du pays. En plus haute montagne, il a fallu attendre juin et juillet.

Huit irrptions d'air froid se sont succédé de juin à septembre. Au cœur de l'été, la neige n'est généralement tombée qu'en haute montagne. En juin et septembre, elle est en revanche tombée jusqu'en moyenne altitude. Au mois d'août, la chaleur et les pluies fréquentes ont fait disparaître une bonne partie du manteau neigeux en haute montagne, qui s'est ensuite reconstitué en septembre.

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

Hauteur de neige (en % de la normale)

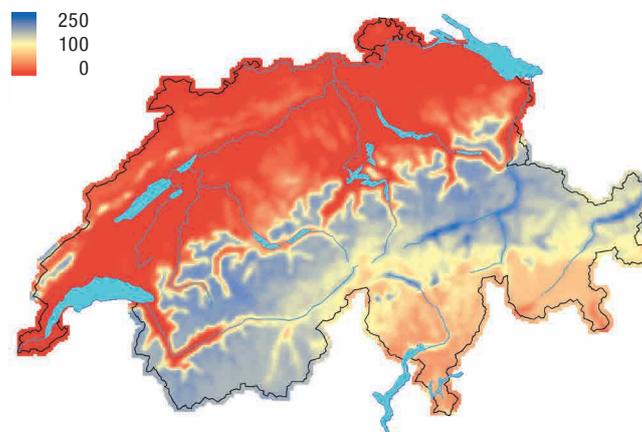


Fig. 3.1 Hauteurs de neige durant l'hiver 2011/12 (de novembre à avril) par rapport à la période 1971–2000.

3.2 Glaciers

Durant l'année hydrologique 2011/12, les glaciers ont de nouveau accusé des pertes de masse importantes. Un peu moins fortes qu'en 2010/11, celles-ci ont néanmoins été conséquentes. Bien que l'hiver ait été relativement bien enneigé sur les glaciers et que la neige ait commencé à disparaître plus tardivement que l'année précédente, la fonte a été intensive à la fin du mois de juin, et tout particulièrement en août 2012.

Les bilans de masse mesurés sur les glaciers examinés ont oscillé dans une fourchette allant de -510 mm (Adlergletscher) à -2100 mm (Griesgletscher) d'équivalent en eau. Dans la région du Säntis, un bilan clairement positif a même été constaté sur un petit glacier (Blau Schnee), même si aucune mesure précise n'a pu y être effectuée. Cette observation pourrait s'expliquer par les conditions locales. Avec une perte de glace dépassant quelque peu un mètre d'épaisseur, la plupart des glaciers présentent des bilans de masse légèrement inférieurs à la moyenne des années précédentes. La dernière décennie s'est caractérisée par des taux de fonte extrêmes; l'année hydrologique 2011/12 n'a donc en aucun cas pu contribuer à améliorer la situation.

Les données indiquent un faible gradient nord-sud: les deux séries de mesures entre le Tessin et le Valais (Basodino et Gries) se distinguent par des bilans de masse très négatifs. Ce constat semble cependant se limiter aux régions situées au sud de la crête principale des Alpes.

Les glaciers valaisans affichent des pertes de masse qui correspondent environ à la moyenne de la dernière décennie. Alors qu'au cours de l'année hydrologique 2010/11 les glaciers du nord des Alpes avaient perdu nettement plus de masse que ceux se trouvant plus au sud, un certain équilibre s'est rétabli durant la période écoulée.

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



Fig. 3.2 Vue du Vorabfirn (GL, GR) en juillet 2012.

4 > Eaux de surface

Dans l'ensemble, 2012 a été une année moyenne en ce qui concerne les débits et les températures de l'eau. Au nord des Alpes, dans les bassins versants de grande taille, les moyennes annuelles des débits se sont situées entre 10 et 20 % au-dessus de la moyenne de la période de référence. La Maggia et le Ticino ont affiché des valeurs légèrement en-dessous.

4.1 Débits

Dans les bassins versants de grande taille situés au nord des Alpes, les débits ont affiché des moyennes annuelles 10 à 20 % supérieures à la moyenne de la période de référence 1981–2010 (fig. 4.1). Le Rhône et l'Inn sont demeurés juste au-dessus de la normale (5 %), la Maggia et le Ticino juste en-dessous.

Les écarts des moyennes annuelles 2012 par rapport aux moyennes interannuelles sont plus dispersés dans les bassins versants de taille moyenne (fig. 4.2). C'est le bassin de l'Ergolz qui présente la plus grande différence positive par rapport à la normale, avec juste +40 %. Les différences négatives les plus importantes sont apparues au Tessin (stations de Cassarate – Pregassona, avec -28 % d'écart et 72 % de la normale,

Ticino – Piotta, avec 87 %, et Moesa – Lumino, avec 88 % du débit normal).

Les autres bassins versants examinés, soit une cinquantaine, s'inscrivent pour moitié dans le domaine neutre (90 à 110 % de la normale) et pour moitié dans le domaine légèrement supérieur à la moyenne (110 à 130 % de la normale). Les bassins versants dont les débits ont été plus élevés que la moyenne se trouvent principalement dans le Jura et la partie orientale du nord des Alpes, ceux ayant enregistré des débits normaux avant tout en Suisse romande, Valais et Engadine.

En ce qui concerne les moyennes mensuelles, les bassins versants de grande taille situés au nord des Alpes présentent certaines similitudes (fig. 4.3): en janvier et de septembre à décembre surtout, les débits mensuels ont été supérieurs à la normale. De février à avril, ainsi qu'en juillet et août, les sta-

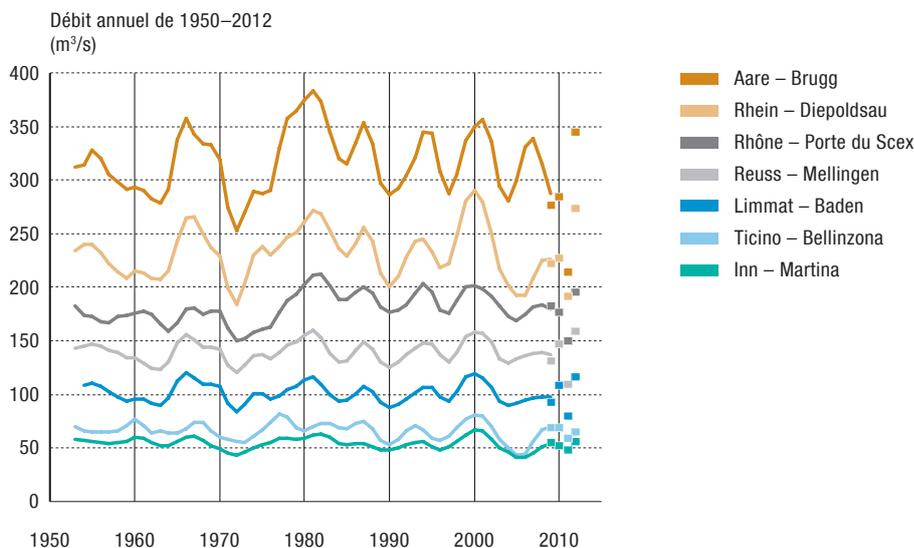


Fig. 4.1 Variation du débit annuel de différents bassins versants de grande taille à partir de 1950. Les lignes représentent les moyennes lissées sur 7 ans, les points les 4 derniers débits annuels.

tions ont en revanche mesuré des valeurs basses. En juin, les débits ont été nettement supérieurs à la normale dans le Rhin, la Reuss et la Limmat, légèrement inférieurs dans l'Aar. Il en a été de même pour les bassins versants de taille moyenne de la Thur à Andelfingen et de l'Emme à Emmenmatt (fig. 4.4). Pour leur part, les bassins versants du Rhône et du Ticino, de grande taille, ne se sont guère écartés des moyennes mensuelles interannuelles. Le débit de l'Inn a été nettement supérieur à la normale en juin, puis inférieur en juillet.

L'hydrogramme des moyennes journalières est parfois très sinueux. Notons en particulier la brusque transition des hautes aux basses eaux sur l'Aar, la Reuss et la Limmat début juillet, ainsi que la série de petites crues sur l'Aar et le Rhin du mois d'octobre à la fin de l'année (fig. 4.5). En octobre, un événement qui s'est fait sentir dans tous les bassins versants du nord des Alpes ressort distinctement.

Deux événements méritent une attention particulière: le lundi 2 juillet, un fort courant du sud entraînant de l'air humide et instable vers le versant sud des Alpes a provoqué des averses et des orages violents, qui, parfois, se sont étendus vers le nord des Alpes. Combinées à la fonte des neiges et des glaciers, ces précipitations ont fait monter les niveaux d'eau en Valais ainsi que dans la région du Grimsel et du Gothard, où de nombreuses stations de l'OFEV ont mesuré des crues bisannuelles à décennales. À Reckingen, le débit du Rhône a atteint des valeurs qui n'apparaissent statistiquement que tous les 30 ans, alors qu'à Oberwald la Goneri subissait même une crue centennale (notons toutefois que, débutant en 1991,

la série de mesures de cette station est encore relativement courte). À ces deux stations ainsi que sur la Massa à Blatten (fig. 4.8), le Rhône à Brigue et la Vispa à Viège, les records du mois de juillet ont été battus.

Le 8 octobre, un front chaud a atteint la Suisse. Il est resté stationnaire durant plusieurs jours. Pris dans un courant du nord-ouest modéré, de l'air doux et humide s'est progressivement déversé avant de s'accumuler sur les Alpes. Cela s'est traduit par des débits dont la période de retour est d'environ deux ans. Des crues décennales ont été mesurées sur l'Ergolz et la Lorze. Le lac des Quatre-Cantons a atteint le niveau de danger 2 (danger limité), le lac de Zurich le niveau 3 (danger marqué).

Dans un grand réseau de mesure, il arrive régulièrement que des stations affichent néanmoins des records au cours d'une année globalement moyenne. Ainsi, des débits de pointe mensuels maximaux ont été observés *régionalement* en janvier, juin, juillet (Valais), septembre (Kleine Emme et Sarner Aa) et novembre (nord-ouest de la Suisse). À l'échelle *suprarégionale*, les records ont été battus en avril (Suisse centrale) et en octobre (Emme, Reuss, Limmat et Thur). *Ponctuellement*, de nouvelles moyennes journalières minimales ont été enregistrées en février, mai et août. En 2012, aucun mois n'a connu de sécheresse généralisée.

Conditions d'écoulement dans différents bassins versants de taille moyenne

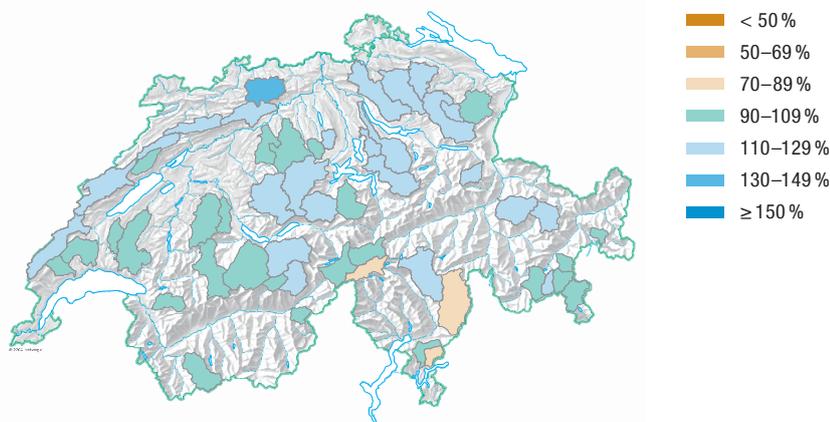


Fig. 4.2 Moyennes annuelles 2012 de différents bassins versants de taille moyenne par rapport au débit moyen de la période de référence 1981–2010 [%].

Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de grande taille

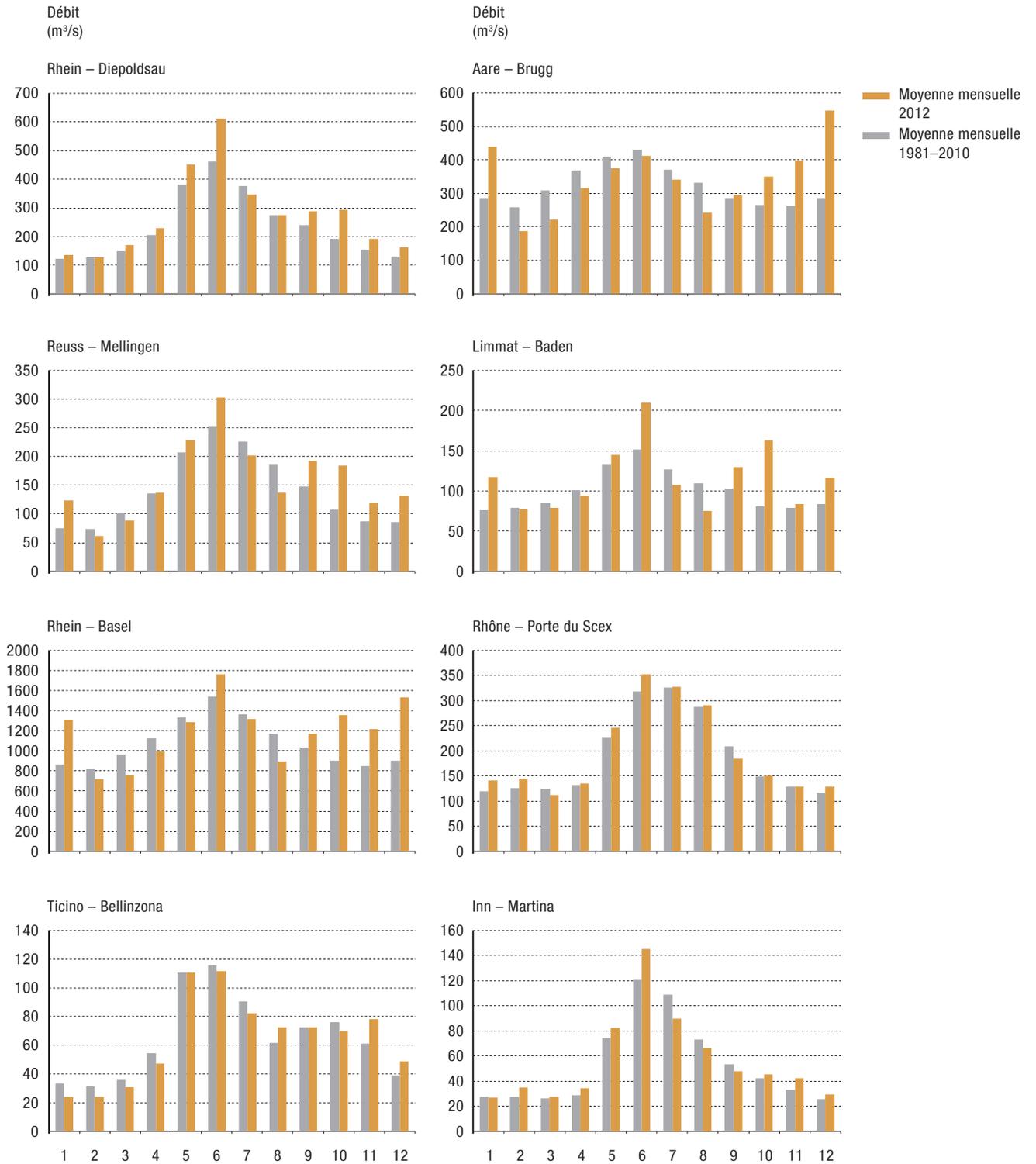


Fig. 4.3 Moyennes mensuelles 2012 des débits (en orange) par rapport aux moyennes mensuelles de la période de référence 1981–2010 (en gris).

Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de taille moyenne

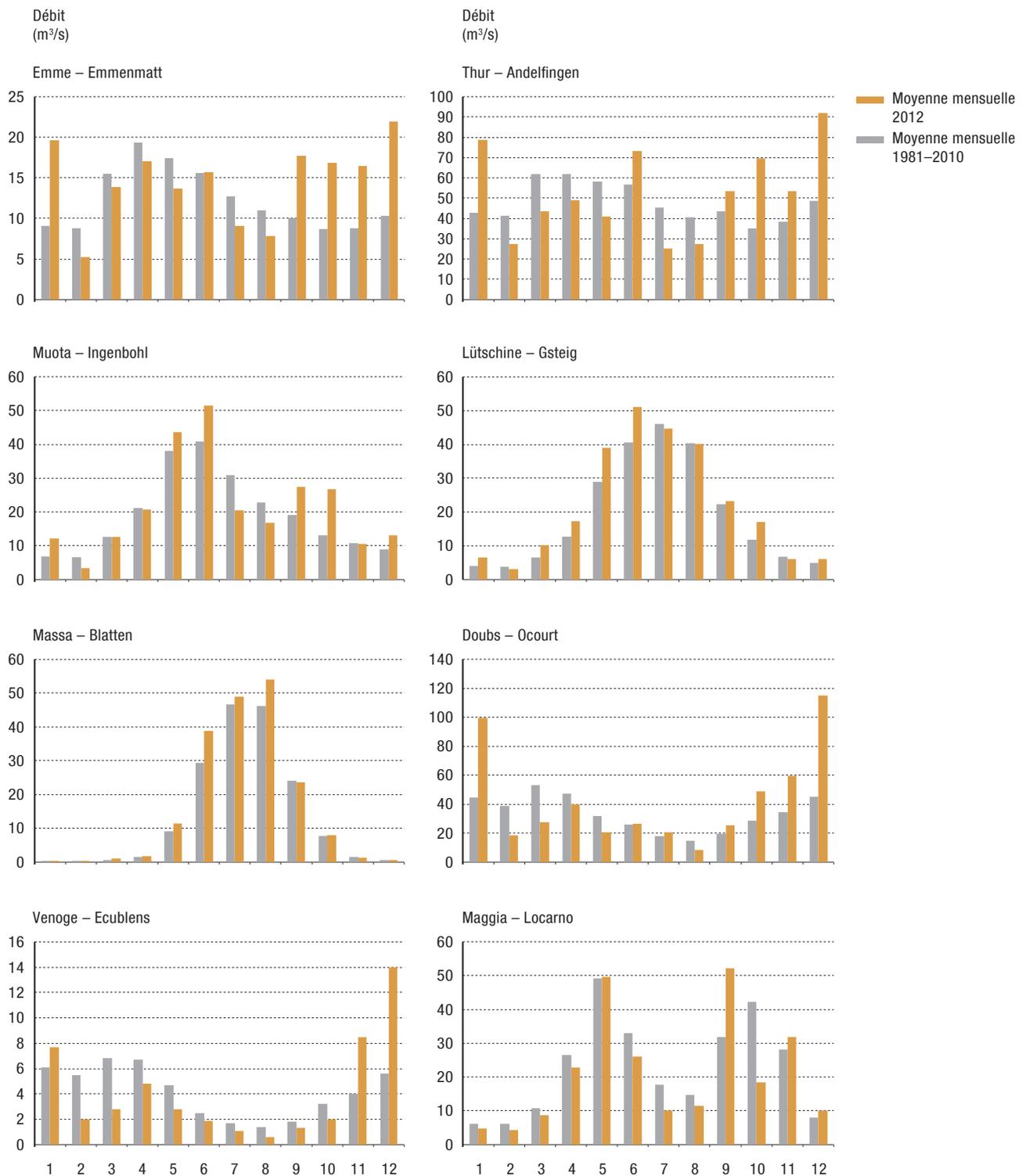


Fig. 4.4 Moyennes mensuelles 2012 des débits (en orange) par rapport aux moyennes mensuelles de la période de référence 1981–2010 (en gris).

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

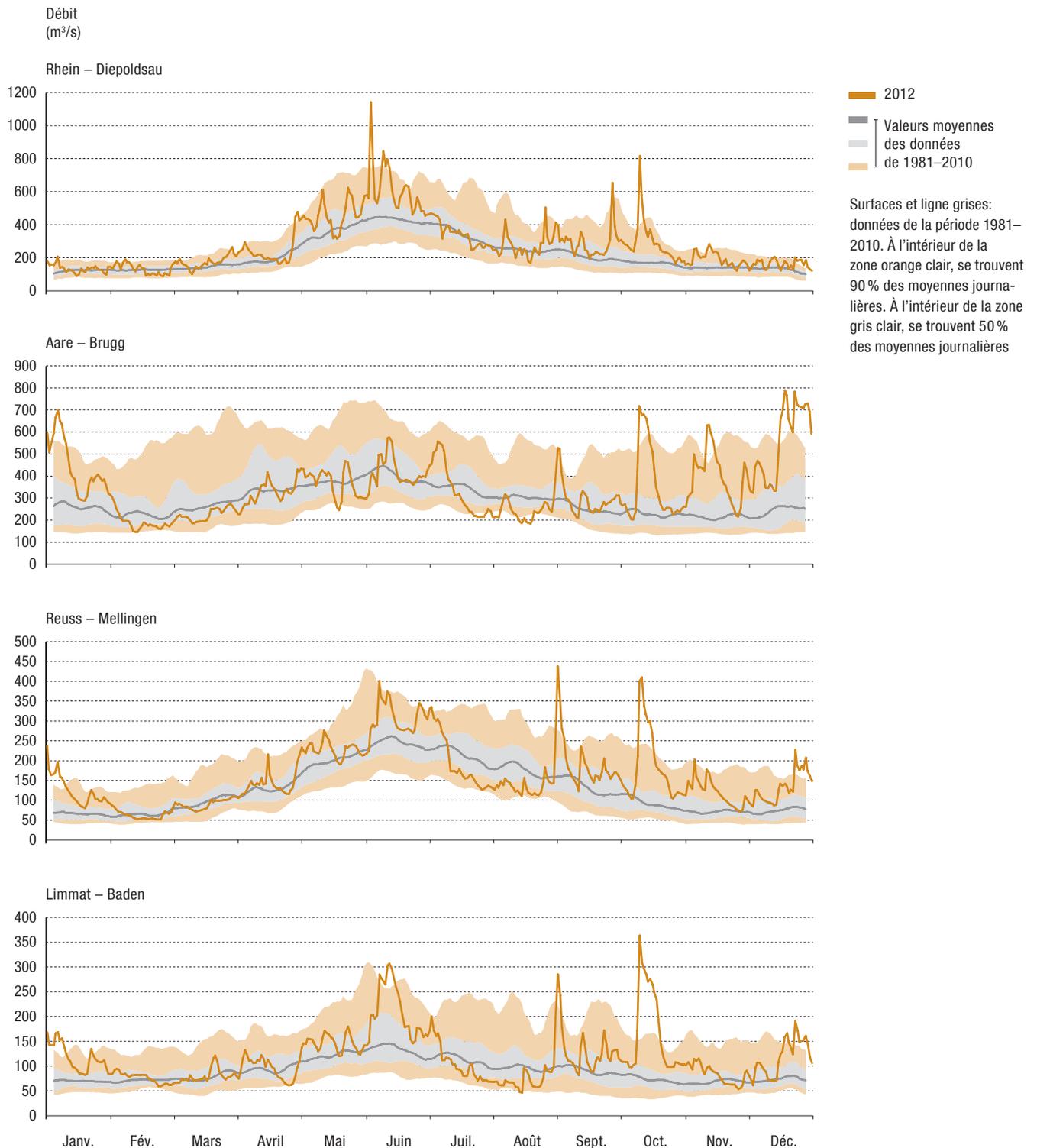


Fig. 4.5 Moyennes journalières 2012 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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

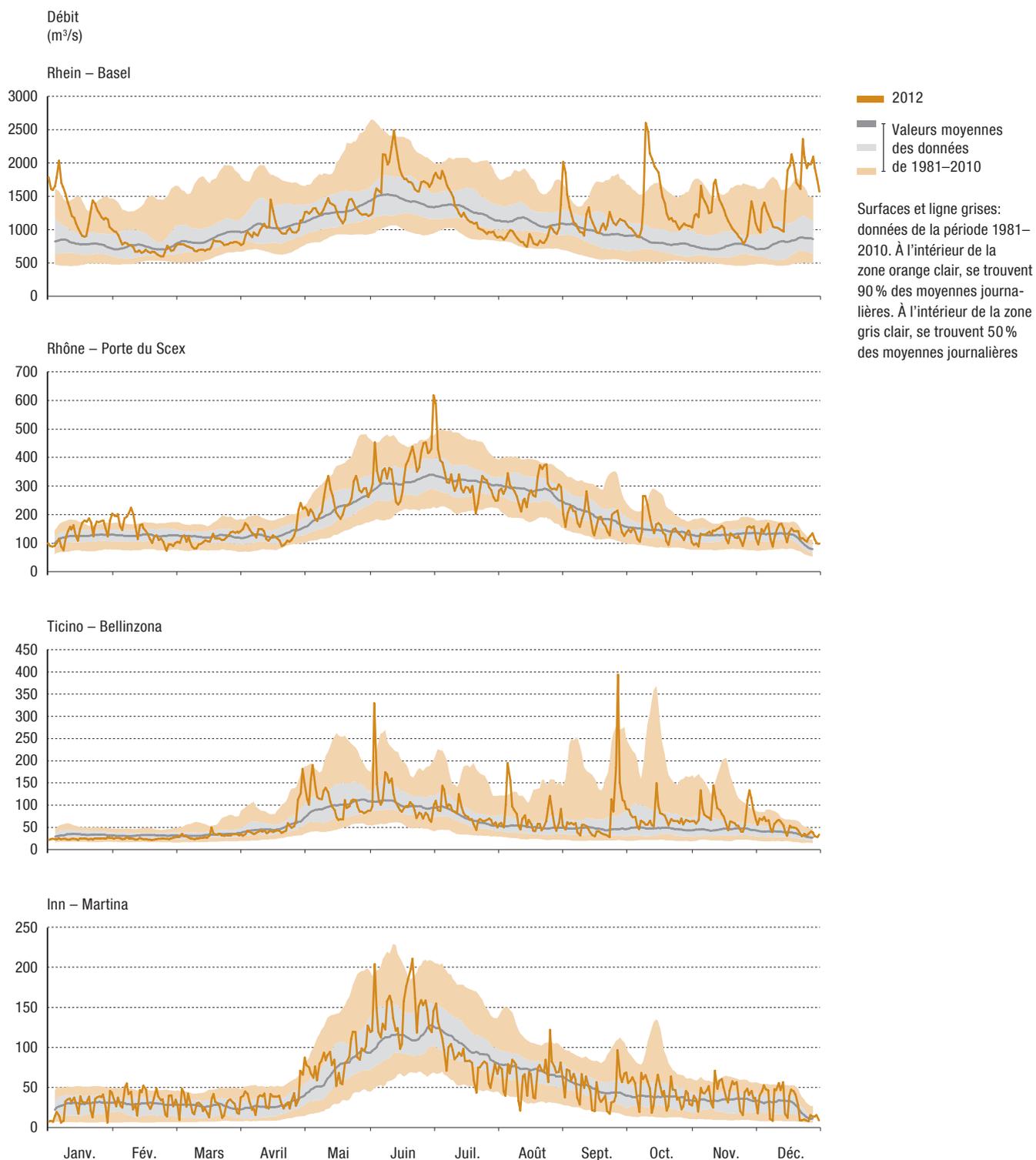


Fig. 4.6 Moyennes journalières 2012 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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

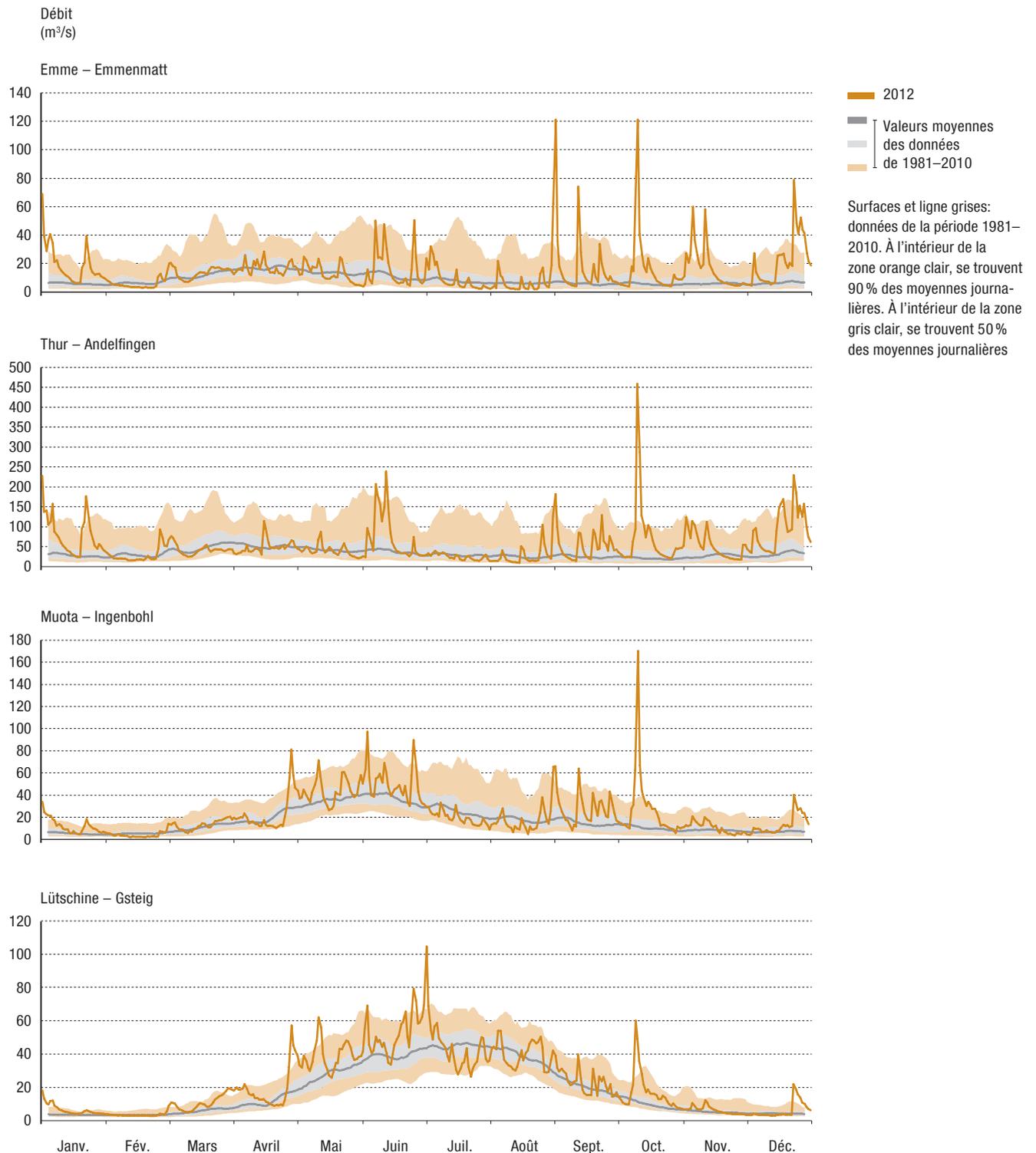


Fig. 4.7 Moyennes journalières 2012 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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

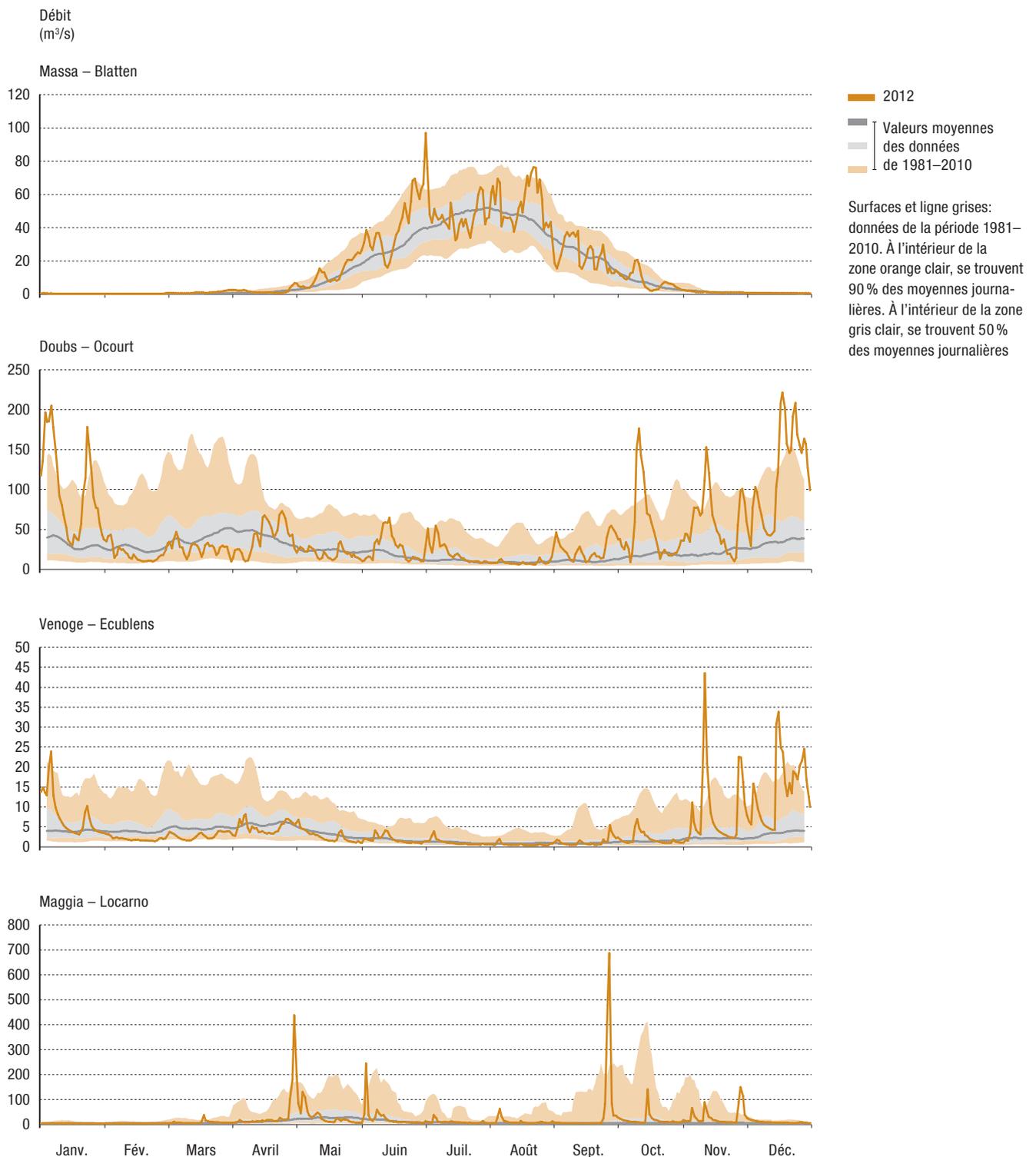


Fig. 4.8 Moyennes journalières 2012 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

4.2 Niveaux des lacs

La moyenne annuelle 2012 du niveau du lac de Constance – non régulé – a dépassé de +28 cm la moyenne interannuelle. Comme on pouvait s’y attendre, les écarts sont faibles chez les lacs régulés, puisqu’on tente de les maintenir à un certain niveau, en fonction des saisons au moyen de réglages de régulation. En 2012, le lac de Neuchâtel, le lac Léman et le lac Majeur ont coté quelques centimètres au-dessous des normales. Parmi les grands lacs suisses, le lac de Walenstadt (lui aussi non régulé), tout comme le lac de Constance, a dépassé sensiblement son niveau de la moyenne interannuelle (fig. 4.9).

L’ampleur des écarts observés sur le lac de Constance est due au fait que le niveau d’eau n’est presque jamais descendu en-dessous de la normale au cours de l’année. D’abord supérieures à la normale en début d’année, les valeurs mensuelles ont été conformes à la normale de fin février à début juin. Le lac a ensuite coté au-dessus de la moyenne en juin (+45 cm) et en juillet, phase suivie d’une stabilisation en août et, finalement, de dépassement de niveau nettement supérieurs à la moyenne de début septembre à la fin de l’année. Si les valeurs se sont grandement écartées de la normale en juin et octobre, les pics sont loin d’avoir été extrêmes: le pic de juin fut de 97 cm en dessous du maximum de juin 1999, tandis que la valeur la plus élevée d’octobre, certes supérieure à la moyenne interannuelle du mois, est restée 19 cm en dessous du maximum d’octobre de toute la période de mesure.

Réguler le niveau d’un lac n’est pas toujours facile et il est parfois impossible d’atteindre exactement la valeur visée. Si le bilan annuel du lac de Neuchâtel a été équilibré, c’est uniquement grâce aux écarts positifs du mois d’octobre à la fin de l’année, qui ont compensé les écarts très négatifs de février à juillet.

Quant au Léman, les niveaux bas de mars et d’avril ressortent clairement, de même que la montée des eaux en juin – retardée d’un mois environ par rapport à un régime moyen. La moyenne mensuelle de mai est ainsi demeurée 18 cm en dessous de la moyenne interannuelle du mois. La hausse saisonnière tardive s’en est trouvée d’autant plus brusque, le niveau d’eau dépassant le seuil du 95^e centile en juin. Les niveaux du second semestre se sont approchés de la moyenne.

Le lac Majeur a connu des hauts et des bas très marqués: son niveau s’est situé environ 50 cm en dessous de la moyenne interannuelle en février et en mars, environ 30 cm au-dessus de mai à juillet, 50 cm au-dessous en septembre, puis de nouveau plus de 30 cm au-dessus en novembre et en décembre.

Moyennes mensuelles des niveaux de différents lacs

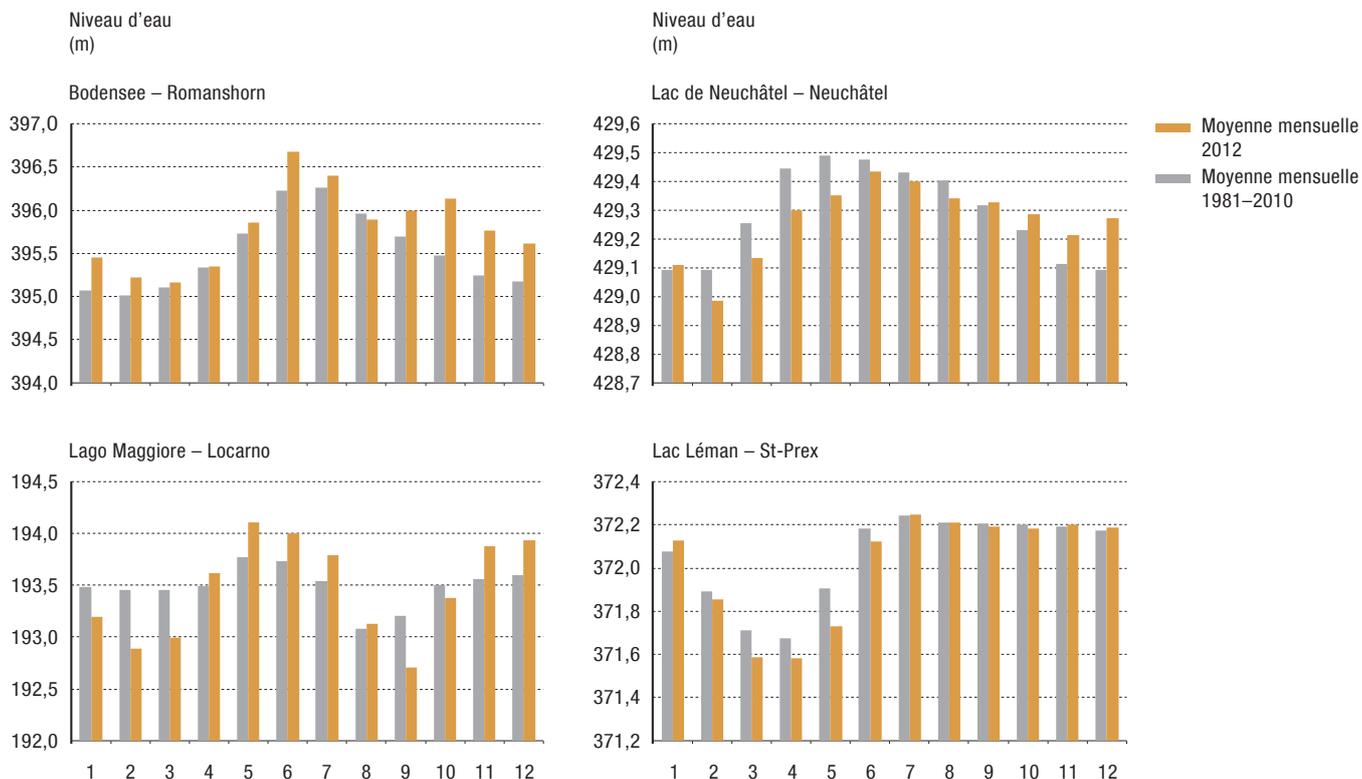


Fig. 4.9 Moyennes mensuelles 2012 des niveaux d'eau (en orange) par rapport aux moyennes mensuelles de la période de référence 1981–2010 (en gris).

Niveaux journaliers de différents lacs

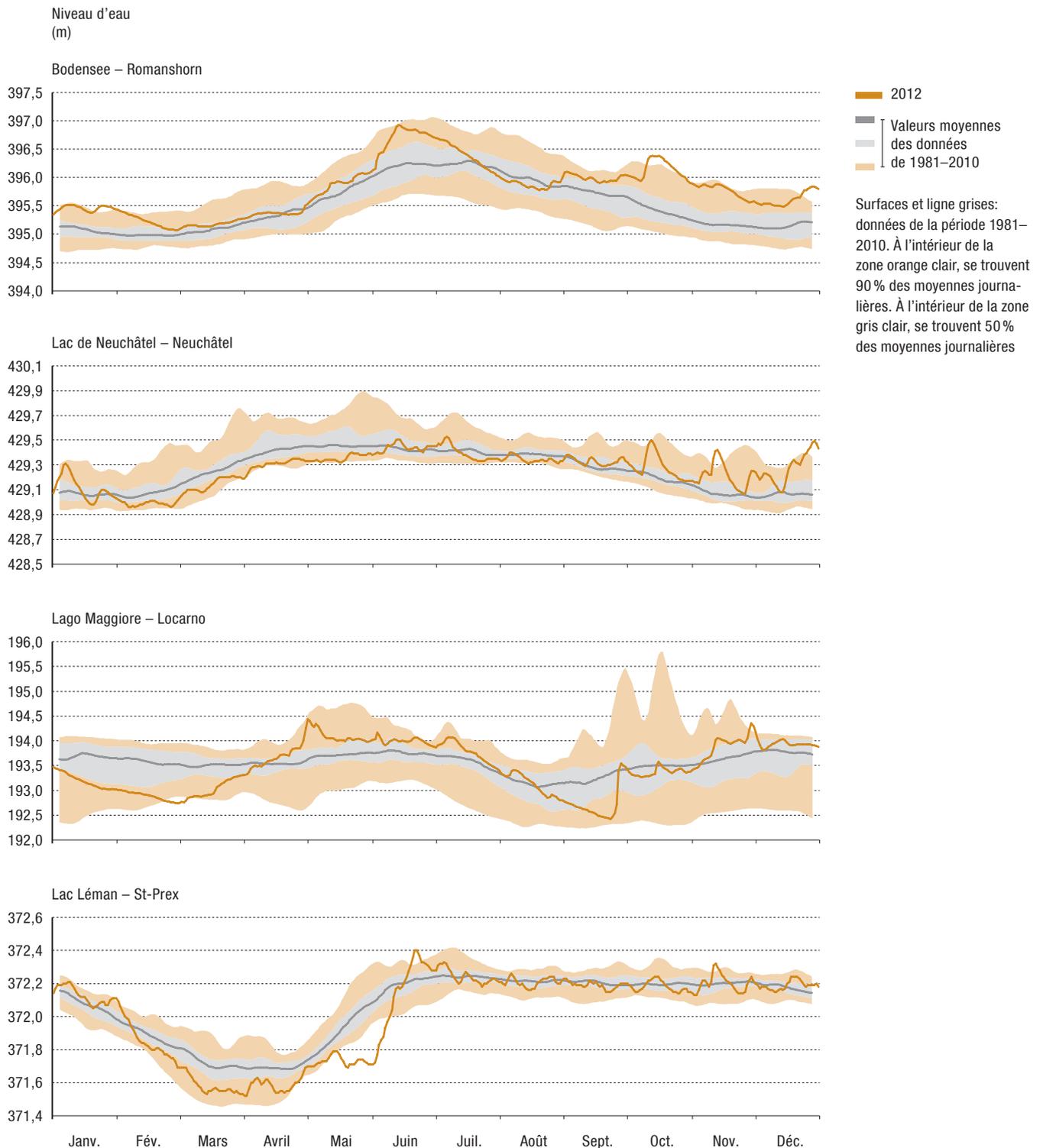


Fig. 4.10 Moyennes journalières 2012 des niveaux d'eau (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

4.3 Températures de l'eau

En 2012, les températures annuelles moyennes se sont situées quelques dixièmes de degré seulement au-dessus des moyennes de la période 1981–2010. Elles ont ainsi été nettement plus basses qu'en 2011, mais plus élevées qu'en 2010. La figure 4.11 indique que la variabilité est plus ou moins grande selon les bassins fluviaux. Les moyennes annuelles des trois dernières années fluctuent dans une plage de 0,4 °C dans le cas du Rhône à la Porte du Scex, de 1,3 °C dans le cas du Rhin à Rekingen et de 1,4 °C dans le cas du Rhin à Bâle. C'est sur le cours inférieur de l'Aar et du Rhin qu'ont été relevés les plus grands écarts positifs (+0,5 °C environ) par rapport aux normales. Pour ce qui est de la moyenne annuelle de la période de référence, la différence positive la plus importante a été enregistrée sur la Broye à Payerne, avec +0,8 °C. Seules quelques stations sont demeurées en dessous de la moyenne interannuelle, dont celle du Rhône à Sion (−0,1 °C) et celle de la Muota à Ingenbohl (−0,2 °C). La moyenne annuelle maximale n'a été dépassée à aucune station du réseau de mesure des températures; de même, aucune valeur n'est descendue en deçà de la moyenne annuelle minimale.

Durant l'année, les températures journalières moyennes des quatre bassins versants de grande taille représentés à la figure 4.12 se sont peu écartées de la médiane de la période de référence. En février, les valeurs sont descendues en dessous

du seuil du 5^e centile, dans toutes les régions. Au cours de la seconde quinzaine d'août, la normale a été nettement dépassée dans l'Aar et le Rhin.

En automne, les températures du Rhône ont fluctué en se maintenant au-dessus de la normale. Fin décembre, les valeurs ont de nouveau atteint, brièvement, le seuil du 95^e centile dans le Rhône et le Ticino.

S'agissant des maxima et minima mensuels, seul février mérite d'être mentionné en 2012. Cette année globalement peu spectaculaire a enregistré ce mois-là de nouveaux minima mensuels dans le cours inférieur des trois grandes rivières du nord des Alpes (Aar, Rhin et Rhône en aval du lac Léman). La station de mesure Aare – Brienzwiler se distingue dans le paysage des températures: le 28 février, une température de 7,9 °C y a été mesurée, soit la valeur la plus élevée de février depuis le début des mesures il y a 44 ans. Les excédents thermiques du mois d'août, qui ont été évoqués plus haut, n'ont pas été très marqués et n'ont pas donné lieu à de nouveaux maxima mensuels.

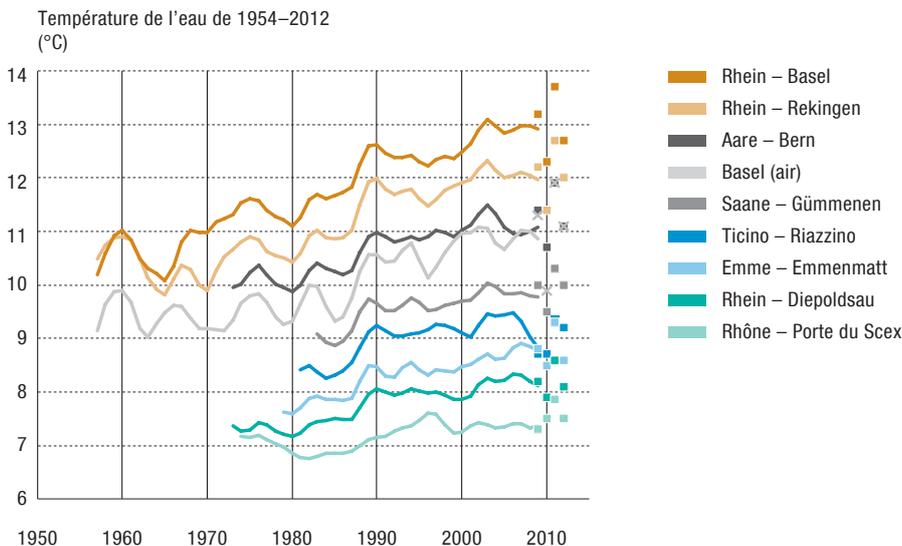


Fig. 4.11 Évolution de la température de différentes rivières suisses de 1954 à 2012. Les lignes représentent les moyennes lissées sur 7 ans, les points ou les croix (température de l'air) les 4 dernières moyennes annuelles.

Températures journalières moyennes de différentes stations

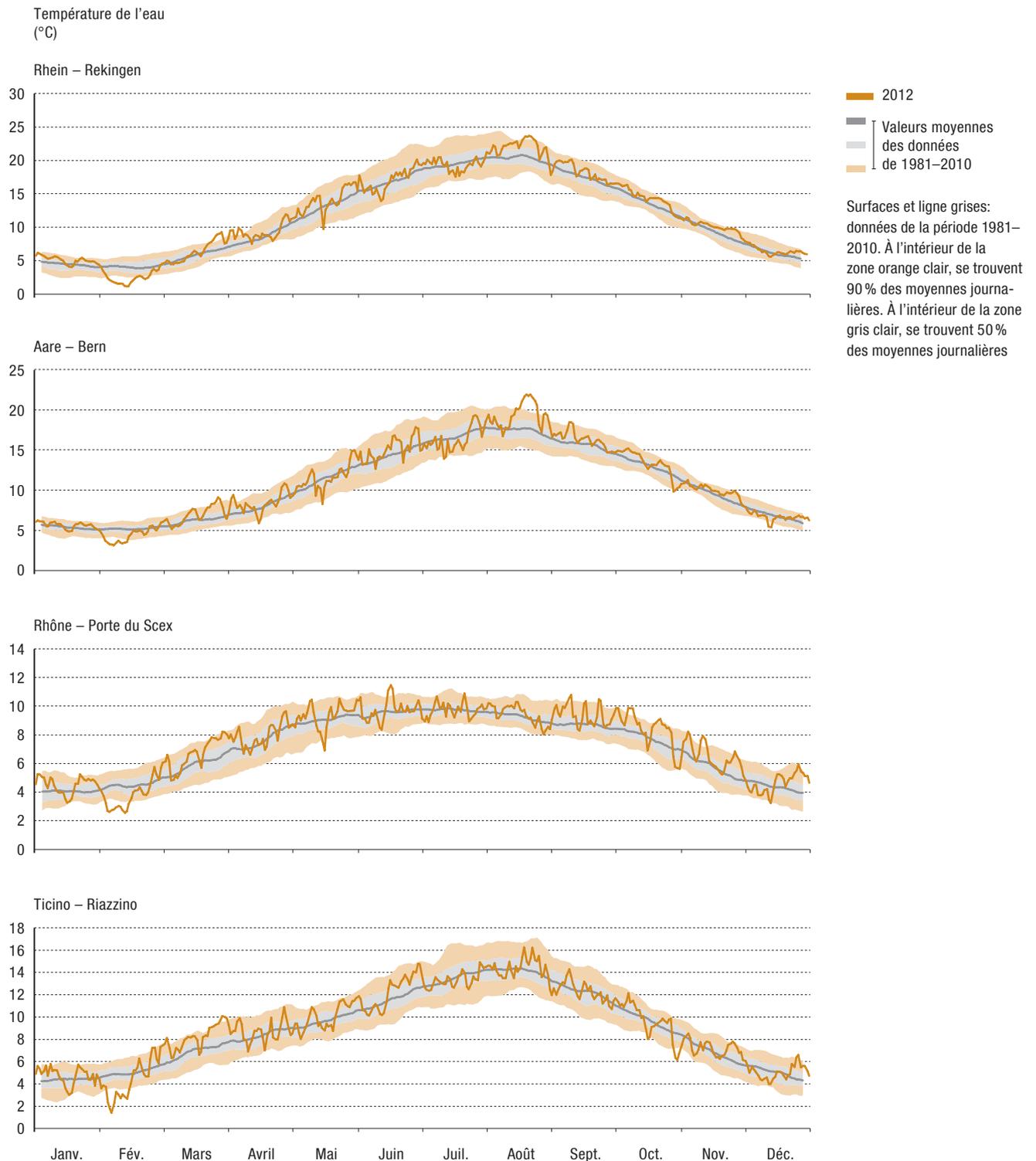


Fig. 4.12 Moyennes journalières 2012 de la température de l'eau (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

4.4 Isotopes stables

Les isotopes stables de l'eau sont utilisés pour déterminer la provenance des composants de l'eau dans le cadre d'études climatologiques, environnementales ou hydrologiques. Les données de référence requises pour ce type de recherches sont fournies par les treize stations pluviométriques et les sept stations hydrométriques du module ISOT de NAQUA. Elles font état de l'évolution à long terme du deutérium (^2H) et de l'oxygène-18 (^{18}O) dans différentes régions géographiques de Suisse (fig. 4.13).

Dans l'eau des précipitations, les valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ ont augmenté à toutes les stations entre 1980 et 2005. Depuis 2005, plus aucune tendance ne s'observe en revanche pour les valeurs δ . En 2012, les isotopes stables dans les précipitations ont affiché des valeurs δ basses en début d'année, ce qui s'explique par les quantités de neige supérieures à la moyenne en montagne et par la longue période de froid de février. En août, les valeurs δ ont été plus élevées que la moyenne en raison de la chaleur. À la fin de l'année, on observait de nouveau des valeurs δ basses dans les précipitations, en raison des abondantes chutes de neige.

Dans les cours d'eau, on observe une augmentation générale des valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ de 1994 à 2008 (notamment dans l'Aar, le Rhin et le Rhône), tendance qui s'estompe cependant là aussi dès 2008. En 2012, la courbe annuelle des isotopes stables dans le Rhin en amont du lac de Constance, dans le Rhône en amont du lac Léman et dans le Ticino a

présenté les valeurs δ les plus faibles au printemps durant la fonte des neiges et les plus élevées en été, en raison du temps chaud. Dans l'Aar à Brienzwiler, les valeurs δ les plus basses ont été observées au printemps lors de la fonte des neiges, les plus élevées en automne, suite à la vague de chaleur. Plus en aval, à la station de Brugg, c'est en janvier et février que sont apparues les valeurs δ les plus élevées.

Stations de mesure de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA (module ISOT)

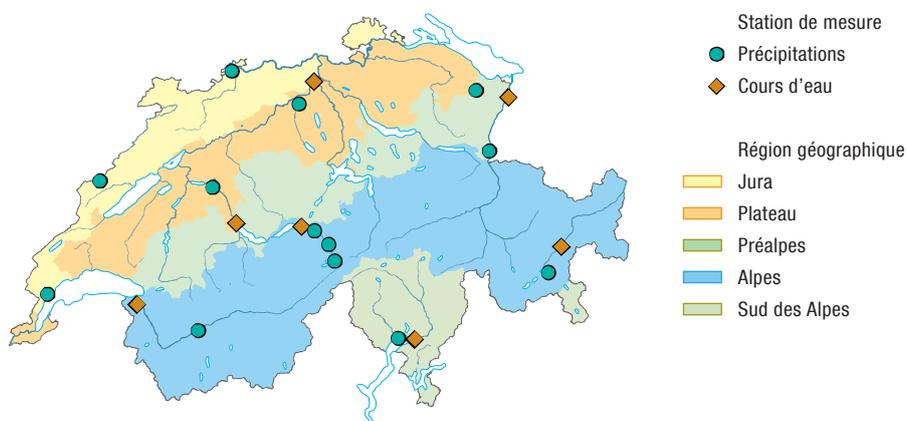


Fig. 4.13 Stations de mesure du module ISOT de NAQUA relevant l'évolution des isotopes dans les précipitations et dans les cours d'eau suisses, état 2012.

4.5 Qualité de l'eau, propriétés physiques et chimiques

La qualité de l'eau des rivières suisses est bonne de manière générale. Les charges en nutriments ont fortement diminué au cours des dernières décennies. L'apport de micropolluants demeure toutefois un réel défi. En outre, les épisodes pluvieux augmentent les concentrations de produits phytosanitaires et de biocides dans les petits cours d'eau.

L'OFEV suit l'état et l'évolution de la qualité des cours d'eau suisses à 17 stations dans le cadre de la Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF), ainsi qu'à 111 stations dans le cadre de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA), programme mené en collaboration avec les cantons. Les mesures sont non seulement effectuées pour contrôler l'évolution des composants de l'eau, mais aussi pour évaluer l'efficacité de la protection des eaux. Les analyses de la qualité de l'eau se concentrent par conséquent davantage sur les variations à long terme que sur les fluctuations saisonnières. Elles ne sont donc pas publiées régulièrement dans l'annuaire hydrologique. Des informations et des données plus détaillées sont disponibles sur Internet (voir p. 31).

Stations de mesure de la Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF)

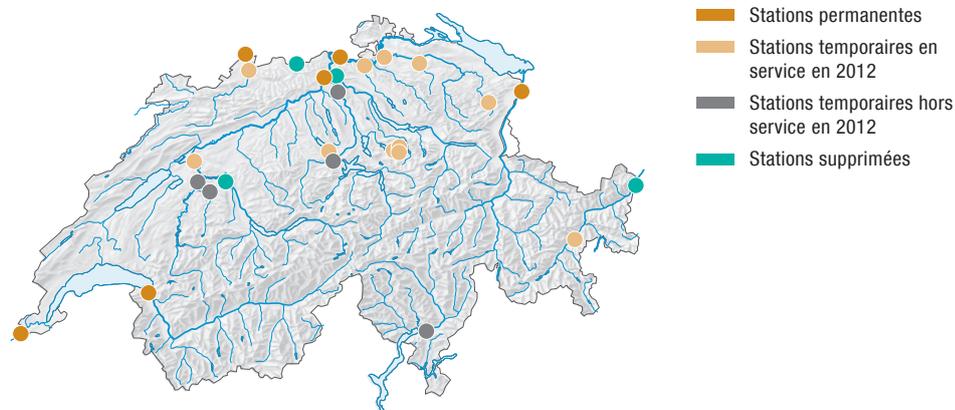


Fig. 4.14 Stations de mesure de la Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF) relevant la qualité de l'eau en Suisse, état 2012.

5 > Eaux souterraines

En 2012, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont été globalement normaux. La qualité des eaux souterraines suisses est généralement bonne.

5.1 Eaux souterraines – quantité

Le suivi des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources à quelque 100 stations représentatives dans le cadre du module QUANT de NAQUA permet de déterminer l'état et l'évolution des eaux souterraines suisses en termes de quantité. Les résultats des mesures renseignent en outre sur l'impact possible des changements climatiques sur les ressources souterraines (multiplication des événements extrêmes tels que crues ou sécheresses, p. ex.).

Sur le long terme, on observe que les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources sont soumis à des fluctuations sensibles relativement périodiques. Les eaux souterraines de Suisse connaissent ainsi une alternance de niveaux bas et de niveaux élevés. Après chaque phase (chacune d'elles pouvant durer plusieurs années), il y a généralement une période de transition, durant laquelle on enregistre des niveaux normaux.

En 2012, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources sont demeurés normaux dans l'ensemble du pays. Au cours de l'année, ils ont connu l'évolution suivante:

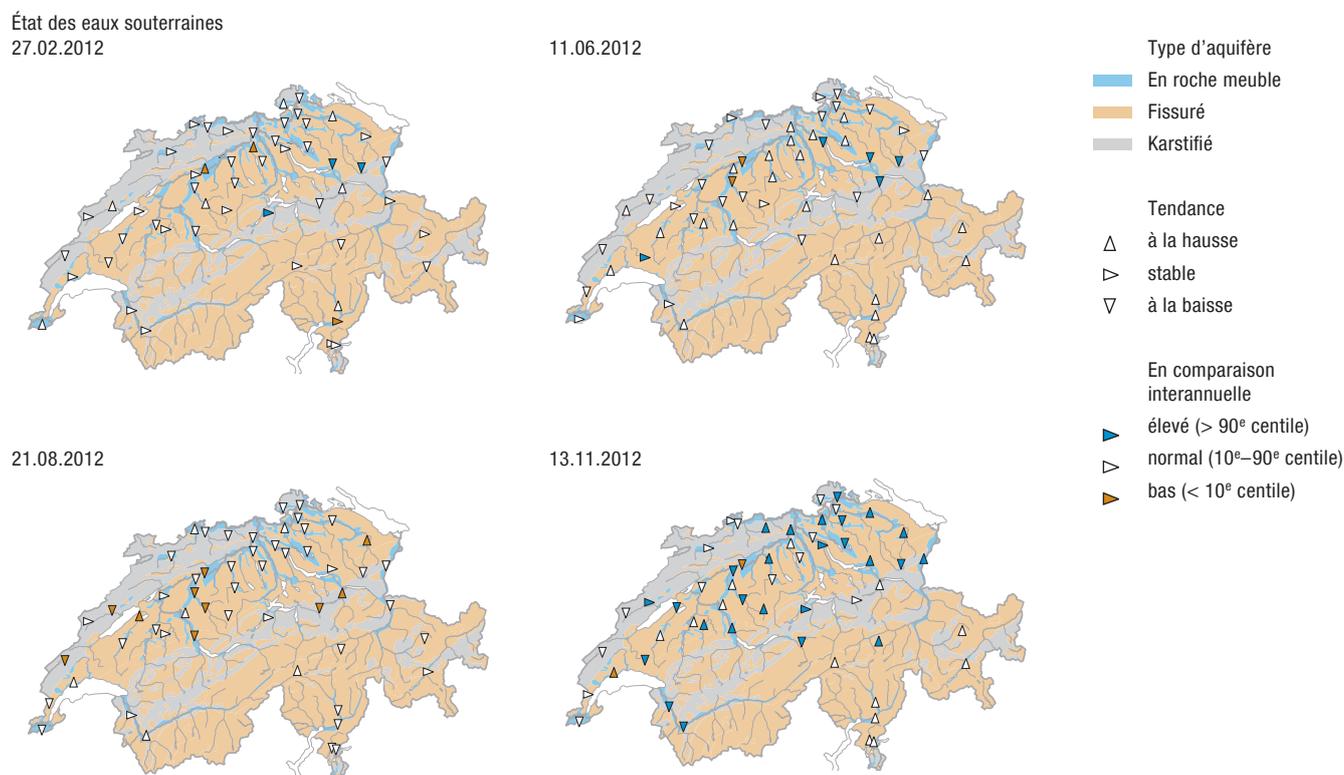


Fig. 5.1 Niveaux des eaux souterraines et débits des sources ainsi que leur tendance pendant quatre jours de référence en 2012, complétés par une comparaison avec la période de mesure 1992–2011.

les bas niveaux des eaux souterraines et les faibles débits des sources enregistrés en 2011 se sont en majeure partie normalisés en début d'année, suite aux quantités de précipitations supérieures à la normale tombées en décembre 2011 et janvier 2012 (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 27.2.2012).

Les pluies abondantes d'avril et de juin ont maintenu les eaux souterraines et les sources à un niveau normal dans toute la Suisse (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 11.6.2012).

Durant les mois estivaux et secs de juillet et août, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont été généralement normaux, avec parfois une certaine tendance à la baisse (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 21.8.2012).

De septembre à novembre, les quantités de précipitations supérieures à la normale ont entraîné une hausse des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources à l'échelle nationale (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 13.11.2012). Les maxima du mois de décembre ont été dépassés localement, notamment aux stations de Brittnau (AG), Dietikon (ZH), Düringen (FR), Luterbach (SO), Märstetten (TG) et Trub (BE).

5.2 Eaux souterraines – qualité

La qualité des eaux souterraines est généralement bonne, voire très bonne. Il arrive cependant que des traces de substances de synthèse indésirables y soient détectées, en particu-

lier dans les zones fortement urbanisées et les régions vouées à une agriculture intensive.

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 représentatives, réparties sur l'ensemble du pays, permettent non seulement de détecter rapidement la présence de substances problématiques ou de changements indésirables, mais aussi de vérifier l'efficacité des mesures prises dans le domaine de la protection des eaux souterraines. Les analyses de la qualité des eaux souterraines se concentrent par conséquent sur les variations à long terme, significatives du point de vue statistique, et non sur les fluctuations saisonnières. Elles ne sont donc pas publiées dans l'annuaire hydrologique. Des informations et des données supplémentaires sont disponibles sur Internet (voir p. 31).

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

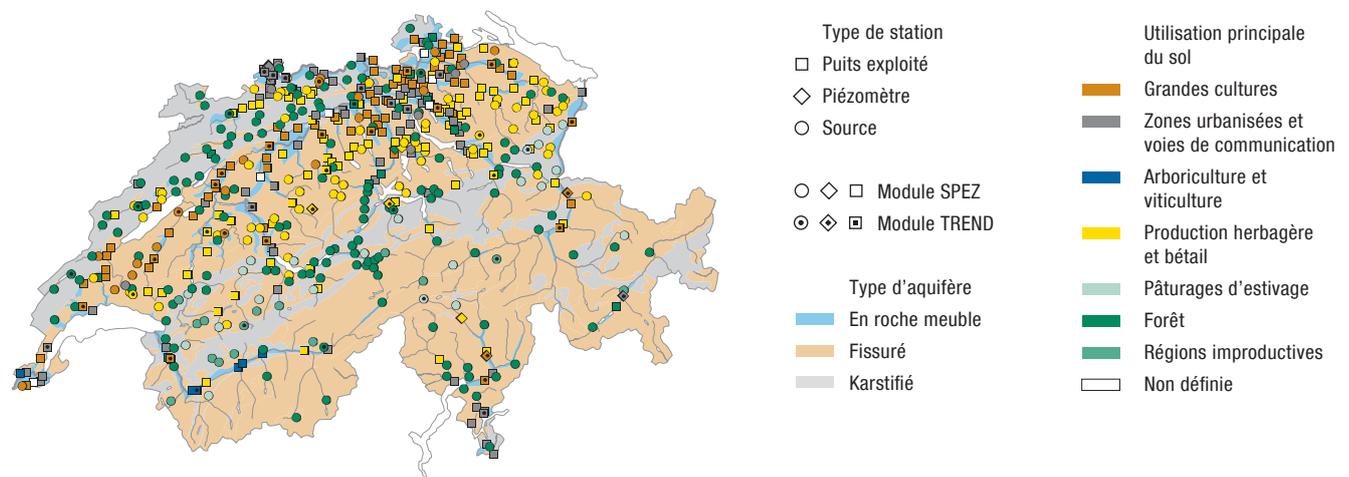


Fig. 5.2 Stations de mesure des modules TREND et SPEZ de NAQUA relevant la qualité des eaux souterraines selon l'utilisation principale du sol dans le bassin versant et selon le type d'aquifère, état 2012.

> Annexe

Glossaire

Centile

Mesure de position en statistique. Un centile détermine la part des valeurs d'une distribution situées au-dessus ou en dessous d'un certain seuil. Par exemple, la valeur du 95^e centile est telle que 95 % des observations se trouvent en 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.

HQ_x

Débit qui, statistiquement, est atteint ou dépassé une fois tous les x ans.

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. Chacun d'eux 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 entre le niveau «danger marqué» et le niveau «fort danger». Avec un tel niveau, 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 mesurées 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)

Programme de mesure de l'OFEV qui, en collaboration avec les cantons, établit les bases permettant de documenter et d'évaluer l'état ainsi que l'évolution des eaux suisses.

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 leur qualité. Le quatrième sert à observer les isotopes dans le cycle de l'eau, c'est-à-dire dans les précipitations, les cours d'eau et les eaux souterraines.

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

Programme de mesure qui suit l'évolution des composants de l'eau 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 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
- > Bulletin hydrologique de l'OFEV:
[www.hydrodaten.admin.ch/prévisions et alertes](http://www.hydrodaten.admin.ch/prévisions%20et%20alertes)
 - > Bulletin hydrologique
- > Bulletin des eaux souterraines de l'OFEV:
www.bafu.admin.ch/bulletin_eauxsouterraines
- > Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA): www.bafu.admin.ch/naqua
- > Résultats de la Surveillance nationale continue des cours d'eau (NADUF): www.bafu.admin.ch/naduf
- > Indicateurs Eaux:
www.bafu.admin.ch/indicateurs_eaux
- > Changement climatique et hydrologie en Suisse (CCHydro): www.bafu.admin.ch/projekt-cchydro