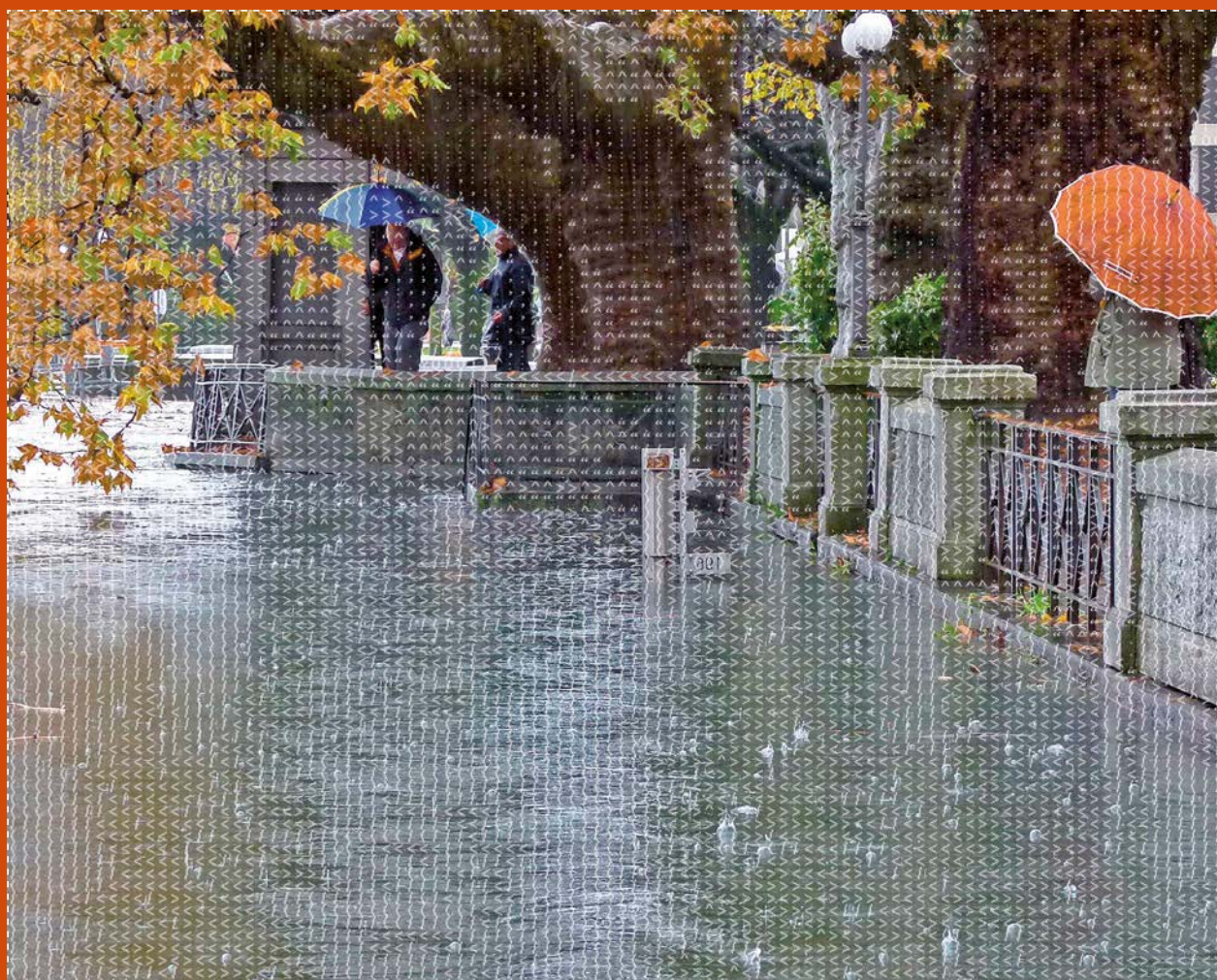


> Annuaire hydrologique de la Suisse 2014

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 2014.
Office fédéral de l'environnement, Berne.
État de l'environnement n° UZ-1511-F, 36 p.

Lectorat

Jacqueline Dougoud, Zurich

Traduction

Virginie Linder, Anet

Graphisme, mise en page

Magma – die Markengestalter, Berne

Photo de couverture

Lac Majeur, le 12.11.2014
Photo: Edith Oosenbrug, OFEV

Source iconographique

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

Source des données

Les analyses hydrologiques sont basées sur les données définitives de 2014.

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: 810.200.020f
www.bafu.admin.ch/uz-1511-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 2014	6
<hr/>	
2 Conditions météorologiques	13
<hr/>	
3 Neige et glaciers	14
<hr/>	
4 Eaux de surface	16
<hr/>	
5 Eaux souterraines	31
<hr/>	
Annexe	33

> Préface

L'été 2014 a valu au nord des Alpes plusieurs semaines très humides. Les précipitations ont été plus abondantes que la normale et ont entraîné une série de grandes et de petites crues. En novembre, le Tessin a de nouveau essuyé de fortes pluies. Le lac Majeur et le lac de Lugano ont alors atteint le niveau de danger 5. Ces épisodes sont décrits dans le présent annuaire, d'une part au chapitre «Les faits qui ont marqué 2014», d'autre part dans la partie consacrée aux niveaux et débits des eaux suisses.

Malgré un été très arrosé et peu ensoleillé, 2014 a été une année chaude, comme le confirment les analyses de détail de l'OFEV au chapitre 1. Les données mesurées en 2014 y sont comparées à celles de 2003, année qui reste gravée dans bien des mémoires pour son été caniculaire.

Les crues et la chaleur estivale constituent de réels défis. Les conclusions du programme national de recherche 61 «Gestion durable de l'eau» montrent comment la Suisse pourrait y faire face à l'avenir. Les principaux résultats des seize projets de recherche ont été présentés et discutés en novembre 2014 à l'occasion d'un colloque réunissant des représentants des milieux politiques, de la recherche, de l'administration et d'associations. Ainsi, l'OFEV dispose désormais de bases et de méthodes scientifiques permettant une gestion durable des ressources en eau du pays dans le contexte des changements climatiques; bases et méthodes qui continueront d'aider à déterminer les activités hydrologiques.

Outre ces événements et manifestations, l'OFEV a aussi vécu des changements à l'interne: le chef de la division Hydrologie, Dominique Bérod, a quitté l'office pour relever de nouveaux défis au sein du *Group on Earth Observations* (GEO), tandis qu'Olivier Overney dirige la division depuis le début de 2015. L'OFEV remercie Dominique Bérod pour son engagement en faveur de l'hydrologie suisse et lui souhaite, ainsi qu'à son successeur Olivier Overney, beaucoup de succès.

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

> 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

2014 a été, avec 2011, l'année la plus chaude depuis le début des mesures en 1864. Sur l'ensemble de la Suisse, la température annuelle moyenne s'est située 1,2 °C au-dessus de la normale 1981–2010. Dans la plupart des régions, les précipitations annuelles ont atteint des quantités égales ou légèrement inférieures à la moyenne. Au sud des Alpes et en Engadine, l'année a été nettement trop humide, avec 120 à 170 % de la valeur de référence. Les stations de Lugano et Locarno – Monti ont enregistré entre 150 et 160 % des quantités habituelles.

Neige et glaciers

En moyenne sur tout l'hiver, les hauteurs de neige ont été deux fois plus importantes que la normale sur le versant sud des Alpes et en Haute-Engadine, ainsi que dans les régions voisines. Dans le sud du Valais, elles ont été légèrement supérieures à la moyenne interannuelle, alors qu'elles sont demeurées inférieures dans le reste du pays. Durant l'année hydrologique 2013/2014, les glaciers des Alpes suisses ont subi des pertes de masse relativement faibles par rapport à la décennie précédente. En Engadine et dans le sud du Valais, les glaciers ont même enregistré un léger accroissement.

Débits

Au nord des Alpes, dans les bassins versants de grande taille, les moyennes annuelles des débits ont été inférieures à la normale 1981–2010 ou s'en sont approchées. Le Rhin, l'Aar, la Reuss et la Limmat se sont situés dans une fourchette normale. Moins de 90 % des quantités attendues se sont écoulées dans la Thur, le Doubs et le Rhône. Pour leur part, l'Inn, le Ticino et la Maggia ont été nettement au-dessus de la moyenne interannuelle.

Sur l'Aar, la Reuss, la Limmat et la Thur, les mois de mars à juin ont été secs, tandis que juillet et août, ainsi qu'une partie de novembre, ont été trop humides. Le Rhône à la Porte du Scex a charrié relativement peu d'eau de mai à septembre. Au Tessin, les précipitations soutenues et persistantes de novembre se sont traduites par des moyennes mensuelles très élevées.

Niveaux des lacs

En 2014, les moyennes annuelles des niveaux de la plupart des grands lacs du nord des Alpes ont avoisiné les moyennes de la période de référence 1981–2010. Après les précipitations persistantes d'octobre et de novembre, les mesures de régulation n'ont pas pu empêcher les niveaux du lac Majeur et du lac de Lugano d'atteindre des valeurs nettement supérieures à la moyenne. Dans le cas du lac Majeur, la moyenne de novembre 2014 s'est située 147 cm au-dessus du niveau moyen interannuel de novembre.

Températures de l'eau

Dans les bassins versants de grande taille, les écarts par rapport à la normale se situaient entre +0,5 et +1,1 °C. Plusieurs stations ont affiché des moyennes annuelles aussi élevées qu'en 2011, année record. Durant tout le premier semestre sauf au mois de mai, les températures de l'eau ont été égales ou supérieures à la normale à la plupart des stations. Après un été mitigé et frais, les températures de l'eau ont augmenté de septembre à décembre pour atteindre des valeurs dépassant nettement la normale.

Isotopes stables

En 2014 aussi, les isotopes stables des précipitations se sont distingués par des valeurs δ basses pour l'hiver. Les valeurs estivales ont en revanche été conformes à la moyenne pluriannuelle. Dans le Jura et les Alpes, des valeurs δ inférieures à la normale ont été mesurées en été. Au Tessin, les valeurs δ des précipitations ont baissé en novembre suite aux fortes pluies.

Eaux souterraines

En 2014, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont été conformes à la normale dans toute la Suisse. Ils ont toutefois baissé localement en juin et parfois augmenté en août ainsi qu'en fin d'année.

1 > Les faits qui ont marqué 2014

On est toujours entre deux crues. Rarement cet adage bien connu des spécialistes des dangers naturels n'aura été aussi vrai que durant l'été pluvieux 2014: à peine les débits et les niveaux des eaux suisses avaient-ils baissé que de nouvelles précipitations les faisaient repartir à la hausse. En moyenne annuelle, les températures de l'eau ont été plus élevées que la normale, malgré les pluies estivales. De nouveaux maxima mensuels ont été mesurés vers la fin de l'année.

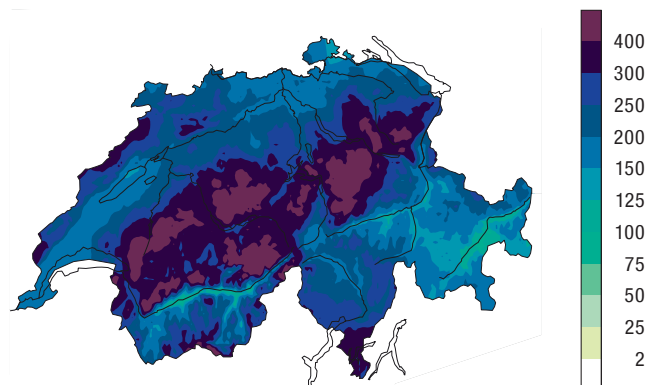
1.1 Crues de juillet et août 2014

Le plus souvent, une crue ne dure guère plus d'un à trois jours. Il est plutôt rare que plusieurs épisodes de pluie intense fassent se succéder les crues pendant une longue période à un rythme tel qu'il devient difficile de les distinguer les unes des autres. Quelques points forts des événements de l'été 2014 sont mis en avant dans ce qui suit, accompagnés d'une indication des débits de pointe les plus élevés.

Deux à trois fois plus de pluie que la normale

Juillet 2014 restera gravé dans bien des mémoires comme un mois très pluvieux. Les précipitations ont effectivement duré plusieurs semaines, avec néanmoins quelques interruptions. La pluie n'a cessé de tomber en abondance, prenant parfois un caractère orageux et devenant violente localement. Selon les chiffres de l'Office fédéral de météorologie et de climatologie (MétéoSuisse), une grande partie du pays a essuyé ce mois-là le double, voire le triple, de la quantité de pluie normale. Nombre de stations ont mesuré de nouveaux records pour le mois de juillet, plus spécialement à l'ouest de la Reuss, mais aussi ponctuellement en Suisse orientale.

Lame d'eau précipitée mensuelle (mm)



Lame d'eau précipitée mensuelle en % de la normale (période de référence 1981–2010)

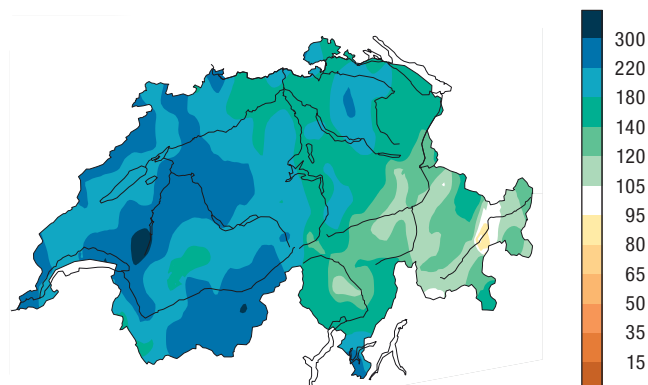


Fig. 1.1 Répartition géographique de la lame d'eau précipitée mensuelle de juillet 2014. La carte de gauche représente les valeurs absolues en millimètres et celle de droite les valeurs relatives en pourcentage. Source: MétéoSuisse.

Débits: toujours entre deux crues

Malgré les précipitations abondantes, il n'est survenu durant l'été 2014 aucun événement à grande échelle comme en 2005 ou 2007. La majorité des cours d'eau suisses ont plutôt subi une série de petites crues, de celles qui apparaissent tous les deux à cinq ans selon les statistiques. Des temps de retour supérieurs ont cependant été observés par endroits (voir tableau) et les niveaux des lacs sont souvent montés. De nouveaux records saisonniers, voire absolus, ont été enregistrés dans certaines rivières, dont la Gürbe, l'Emme, l'Albula et la Simme. Ces débits importants ont parfois causé de gros dégâts localement.

Crues de juillet/août 2014

Station	Durée de la période (ans)	Maximum atteint jusqu'à présent (m³/s)	Mois/année	Maximum juillet/août atteint jusqu'à présent	Année	HQ ₂₀₁₄ (m³/s)	Date	Heure	Temps de retour
Aare – Thun	78	570	5/1999	557	2005	403	01.08.2014	10:02:30	10–30
Albula – Tiefencastel	87	123	8/2005	123	2005	133*	13.08.2014	13:05:00	50–100
Emme – Eggwil, Heidebüel	38	245	6/1997	178	2012	312*	24.07.2014	09:27:30	>100
Emme – Emmenmatt	96	495	6/1997	472	1977	426	24.07.2014	10:12:30	10–30
Gürbe – Belp, Mülimatt	90	59	7/1938	55,8	2007	61*	11.08.2014	03:22:30	50–100
Gürbe – Belp, Mülimatt	90	59	7/1938	59	1938	58	13.07.2014	06:27:30	30–50
Gürbe – Belp, Mülimatt	90	59	7/1938	59	1938	49	29.07.2014	08:17:30	10–30
Hinterrhein – Fürstenu	39	715	9/1981	715	1988	688	13.08.2014	13:25:00	10–30
Julia – Tiefencastel	36	101	9/1981	89,5	1988	118*	13.08.2014	12:15:00	10–30
Kander – Hondrich	32	273	8/2005	175	2002	225	22.07.2014	08:22:30	50–100
Kander – Hondrich	32	273	8/2005	175	2002	199	28.07.2014	20:27:30	10–30
Luthern – Nebikon	25	76	7/2002	76	2002	60	28.07.2014	17:57:30	10–30
Lütschine – Gsteig	89	254	8/2005	175	2002	215	22.07.2014	06:55:00	50–100
Ova da Cluozza – Zernez	51	16	9/1999	12,8	1985	11	13.08.2014	13:50:00	10–30
Ova dal Fuorn – Zernez, Punt la Drossa	53	17,3	9/1960	12,7	1999	13	13.08.2014	13:30:00	10–30
Sellenbodenbach – Neuenkirch	22	38,3	8/2007	20,5	2010	25	11.07.2014	19:12:30	10–30
Sense – Thörishaus, Sense matt	85	495	7/1990	333	2007	300	11.08.2014	02:32:00	10–30
Simme – Oberried/Lenk	69	34,5	7/1982	33	1992	42*	01.08.2014	16:45:00	50–100
Simme – Oberried/Lenk**	69	34,5	7/1982	33	1992	28	07.08.2014	17:55:00	10–30
Sionne – Sion	6	5,11	8/2007	5,11	2007	7*	02.08.2014	19:45:00	10–30
Weisse Lütschine – Zwei lütschinen	80	112	10/2011	89,5	1982	88	22.07.2014	05:55:00	10–30

* maxima absolus ** crue provoquée par la vidange d'un lac glaciaire sur la Plaine morte

En gras: nouveaux maxima pour juillet ou août

Les événements majeurs de l'été 2014

L'été 2014 a notamment été marqué par les événements suivants:

- > 22 juillet: suite à de fortes pluies et à l'élévation simultanée de la limite des chutes de neige, le débit de la Kander a atteint le niveau de danger 5, celui de la Lütschine le niveau 4. La station Kander – Hondrich a enregistré une crue plus que cinquantennale, tandis que la station Lütschine – Gsteig mesurait une crue ne survenant en moyenne que tous les trente ans.
- > 24 juillet: un violent orage stationnant sur le cours supérieur de l'Emme y a provoqué une crue plus que centennale (niveau de danger 5). La station Emme – Eggiwil a relevé un nouveau maximum absolu. Deux crues décennales ont été observées plus en aval, l'une à Emmenmatt et l'autre à Wiler. La rivière a encore fortement gonflé à plusieurs reprises les jours suivants (fig. 3).
- > 1^{er} août: suite à un orage stationnaire, la Simme à Oberried/Lenk a atteint le niveau de danger 5 et un débit plus que centennal.
- > 7 août: la vidange d'un lac glaciaire sur la Plaine morte a déclenché, par beau temps, une crue décennale à trentennale sur la Simme à Oberried/Lenk (niveau de danger 3). Cet événement local a été spectaculaire. Pareilles ruptures se sont déjà produites sur les glaciers de Grindelwald et du Gorner et peuvent toujours se reproduire en été.

- > 11 août: la Gürbe a atteint un débit qui n'apparaît en moyenne que tous les 50 à 100 ans (niveau de danger 5). En quelques heures, son bassin versant a essuyé 50 à 60 mm de pluie, et les sols déjà saturés n'ont pas pu absorber toute cette eau.
- > 13 août: à Tiefencastel également, il a suffi de quelques heures de pluie intense, due à plusieurs cellules orageuses, pour que l'Albula atteigne le niveau de danger 4. Selon les statistiques, ce débit ne s'observe que tous les 50 à 100 ans.

Situation de crue dans les cours d'eau suisses en juillet et août 2014

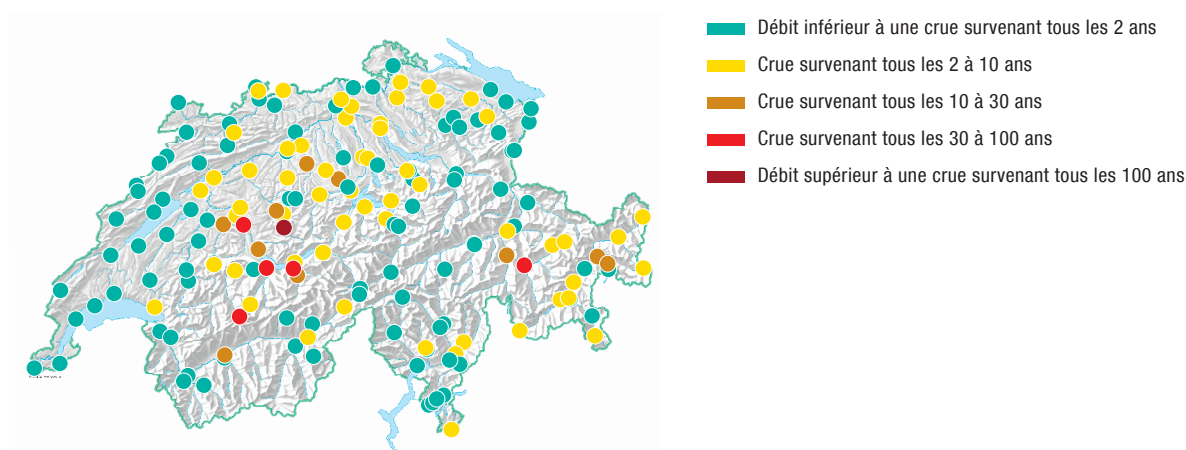


Fig. 1.2 Situation de crue dans les cours d'eau suisses en juillet et août 2014; comparaison des débits maximaux avec la statistique des crues.

Sols saturés et orages violents

Les événements répertoriés plus haut ont présenté plusieurs particularités:

- > Les précipitations qui ont persisté plusieurs semaines ont saturé les sols en eau, ne leur laissant guère le temps de sécher entre deux pluies.
- > Les sols étant gorgés d'eau à partir de la seconde quinzaine de juillet, des orages relativement brefs ont suffi pour provoquer de nouvelles crues. Par endroits, ces averses orageuses ont entraîné de fortes hausses de débit dans les petits cours d'eau et causé de graves dommages.
- > Les pluies suivantes n'ont souvent pas pu s'infiltrer dans le sol et se sont écoulées directement en surface, aggravant localement les inondations dues au débordement des rivières ainsi que les dégâts.
- > Les dommages se sont concentrés dans les cantons de Berne, de Lucerne et de St-Gall. Schangnau (Emmental) et Schüpfheim (Entlebuch) ainsi qu'Alstätten (SG) comptent parmi les communes les plus sinistrées.
- > Combinée à des précipitations fréquentes et intenses, la saturation persistante des sols en eau a provoqué des glissements de terrain locaux. De nombreuses routes et lignes de chemin de fer ont été coupées temporairement (interruption du trafic ferroviaire à Flamatt et déraillement d'un train à Tiefencastel, p. ex.).

- > La régulation des grands lacs du pays a joué un rôle capital dans la prévention des dégâts. Entre les différents épisodes pluvieux, l'ouverture des barrages des lacs de Bienne, de Thoune et de Zurich, et parfois du lac des Quatre-Cantons, a permis d'évacuer suffisamment d'eau pour que les pluies suivantes puissent être absorbées. De même, la réduction des débits sortants a empêché que les ondes de crue s'accumulent et gonflent encore les débits (débit sortant du lac de Bienne et crue de l'Emme ou débit sortant du lac de Thoune et Aar, p. ex.).

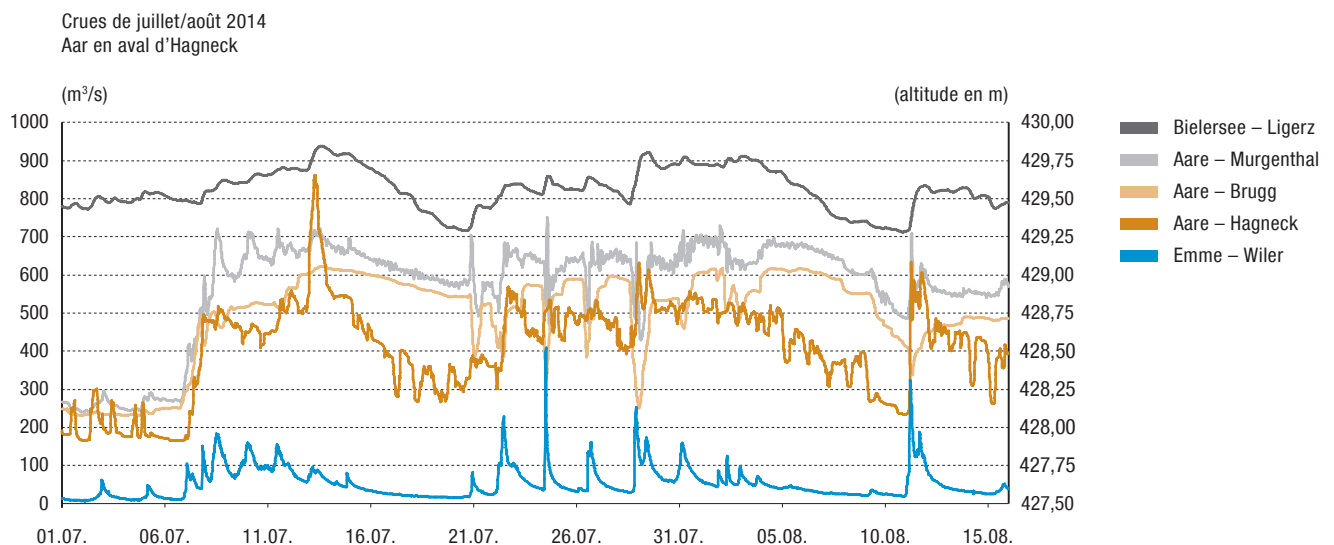


Fig. 1.3 Crues de l'Aar: niveaux et débits mesurés par les stations de l'OFEV entre Hagneck et Brugg de juillet à mi-août 2014.

1.2 Températures des eaux de surface

En Suisse, les températures de différents cours d'eau sont relevées en continu depuis 1963. Les mesures effectuées jusqu'à aujourd'hui indiquent des hausses pouvant atteindre 2,5 °C en moyenne annuelle, voire 3 °C en été (voir point 4.3). Outre divers facteurs naturels, les activités humaines influent grandement sur les températures de l'eau. La tendance haussière qu'affichent les moyennes annuelles depuis une cinquantaine d'années s'explique par les changements climatiques, mais aussi par des causes anthropiques directes telles que les déversements d'eau chaude (provenant notamment d'installations de refroidissement). En règle générale, les plus fortes hausses de température s'observent aux stations extra-alpines dont le bassin versant comporte des lacs et qui sont peu influencées par les eaux souterraines. À ce type de stations, les valeurs dépendent moins des eaux de fonte, mais plus de l'ensoleillement et des précipitations (ou de la sécheresse), qu'aux stations situées dans les Alpes.

Variation annuelle atténuée, avec un automne plus chaud que la normale

En moyenne sur toute l'année 2014, les températures ont atteint des valeurs exceptionnellement élevées dans la plupart des cours d'eau. Leur variation au fil des mois a cependant été bien plus modérée que durant l'année caniculaire 2003 (fig. 1.4). Le haut niveau des moyennes annuelles de 2014 ne résulte pas d'un été chaud, mais des températures supérieures à la moyenne en hiver, au printemps et en automne. Les mois d'octobre, de novembre et de décembre ont affiché des températures nettement au-dessus de la normale. Durant cette période, de nouveaux maxima mensuels ont d'ailleurs été mesurés à de nombreuses stations.

Aucune hécatombe chez les poissons malgré des records de chaleur

Conformément à l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux), les conditions de température régnant dans les eaux doivent être aussi naturelles que possible, pour permettre aux biocénoses caractéristiques de l'endroit d'y prospérer. Des températures trop élevées accélèrent les processus métaboliques dans la biocénose aquatique, modifiant ainsi le taux de croissance, le cycle de vie et l'activité de nombreux organismes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau s'en trouve aussi réduite. À partir de 15 °C, la mortalité peut déjà augmenter massivement chez les organismes aquatiques stressés par le manque d'oxygène et/ou plus sensibles aux maladies dues à la température (chez les poissons dans le cas de

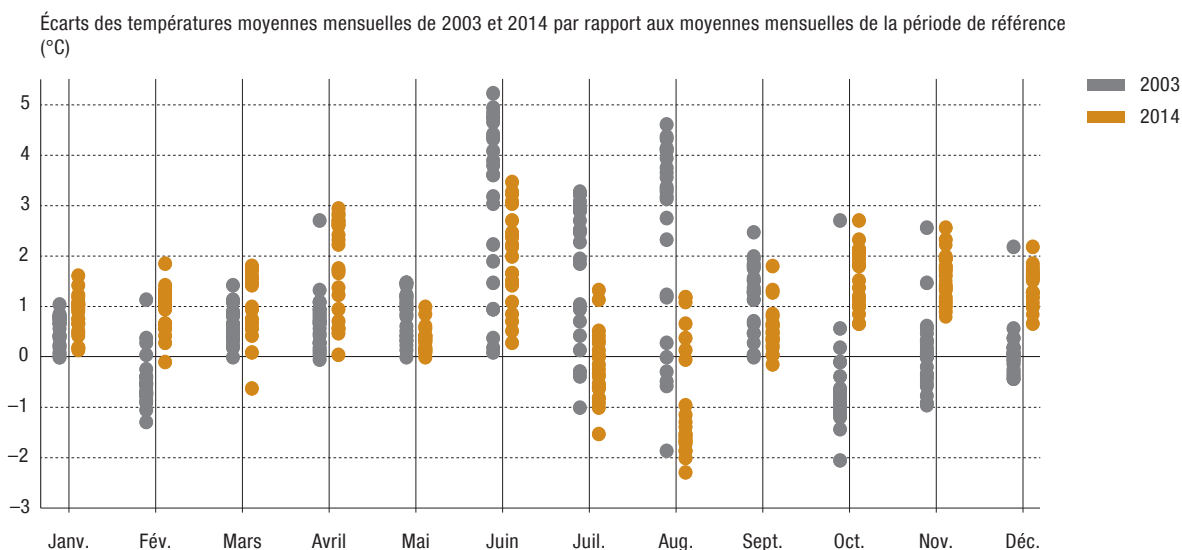


Fig. 1.4 Différences entre les températures moyennes mensuelles de 2003 (en gris) et 2014 (en orange) et les moyennes mensuelles de la période de référence 1981–2010. Chaque point représente une station de mesure. Les stations considérées se situent sur les principales rivières du Plateau, des Préalpes et du Valais.

la maladie rénale proliférative, p. ex.). Après quelques jours, des températures de plus de 25 °C peuvent déjà être létales pour les espèces habituées aux eaux froides telles que la truite et l'ombre, et à partir de 30 °C, la surcharge du métabolisme devient fatale. Les organismes aquatiques vivant dans les effluents des lacs sont particulièrement menacés, puisque les températures estivales et hivernales y sont en principe plus élevées que dans les cours d'eau de même altitude qui ne sont pas «réchauffés» par le débit sortant d'un lac. En outre, c'est en aval des lacs que la température moyenne annuelle a le plus augmenté ces cinquante dernières années.

Les températures du Rhin à Rekingen dépendent principalement du lac de Constance et risquent souvent d'atteindre des valeurs élevées. En vue d'évaluer la menace que la chaleur de 2014 a fait planer sur les biocénoses aquatiques, le nombre d'heures où les moyennes ont dépassé 15, 18, 23 et 25 °C a été déterminé. La figure 1.5 représente les dépassements des valeurs seuils de 2014 par rapport à l'année caniculaire 2003. Ces deux années, les 15 °C n'ont été atteints ou dépassés que sporadiquement jusqu'à fin mai. En 2014, les moyennes journalières se sont élevées à plus de 18 °C entre le 7 et le 13 juin, du fait du temps chaud et sec qui a régné durant cette période. La chaleur s'est ensuite installée, mais les 23 °C de moyenne journalière n'ont pas été dépassés une seule fois. Il a fallu attendre le 22 octobre pour que les températures retombent en dessous des 15 °C. À la différence de 2014, les températures élevées n'ont duré en 2003 que jusqu'au 5 octobre, mais les températures ont dépassé les 25 °C pendant plus d'une

semaine dans la première moitié du mois d'août. Cet épisode a provoqué la mort de plus de 50 000 ombres dans le Rhin en aval du lac de Constance.

Pour résumer, on peut dire qu'en 2014 les températures sont demeurées supérieures à 15 °C durant une période exceptionnellement longue. La phase de croissance de la flore et de la faune aquatiques s'en est trouvée fortement rallongée. L'année n'a toutefois pas enregistré de périodes de forte chaleur avec des températures supérieures à 23 °C. Ainsi il n'y a pas eu d'hécatombe de poissons comme dans les années de canicule précédentes.

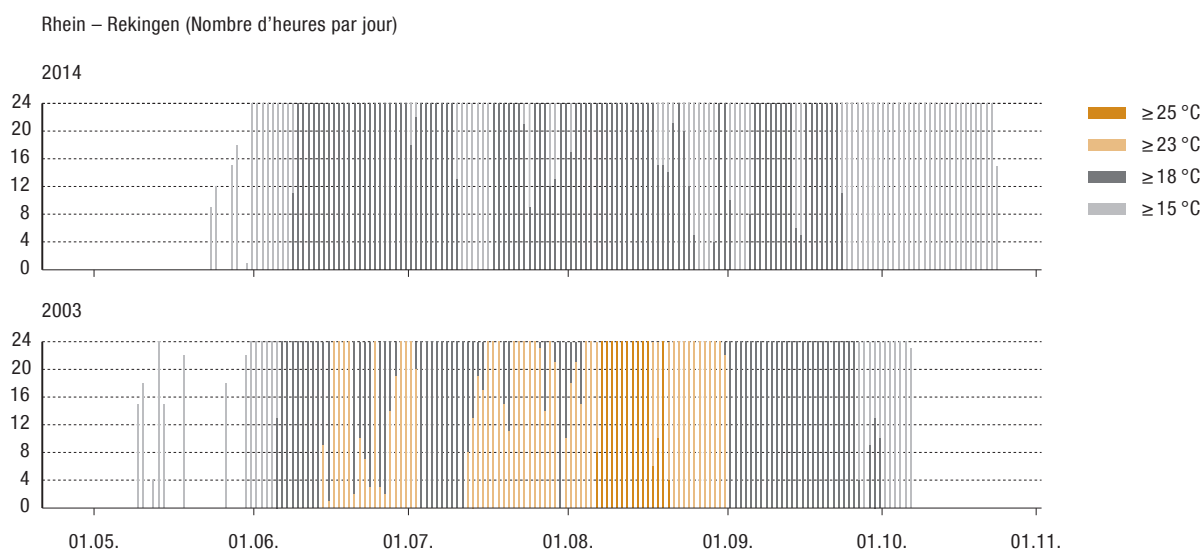


Fig. 1.5 Températures du Rhin à Rekingen. Les graphiques représentent le nombre d'heures par jour durant lesquelles les moyennes horaires ont atteint 15, 18, 23 et 25 °C.

La chaleur, une menace croissante

Depuis 1970, malgré de grandes différences entre les années, les valeurs se situent de plus en plus souvent dans les plages critiques, entre 15 et 30 °C (fig. 1.6). À titre d'exemple, la station Rhein – Rekingen enregistre toujours plus fréquemment des températures supérieures à 23 °C, alors qu'aucune tendance manifeste ne se dessine pour les valeurs entre 15 et 18 °C. Les moyennes horaires n'ont dépassé les 25 °C qu'à partir de la deuxième moitié de la période de mesure, à savoir en 1994, 2003, 2006 et 2013. En plaine, les seuils critiques sont aussi atteints régulièrement dans les cours d'eau qui ne subissent pas l'influence dominante d'un lac, alors qu'en zone alpine, l'eau de fonte plus froide freine parfois fortement la hausse des températures. Avec les changements climatiques, il faut s'attendre à ce que la température des eaux de surface continue d'augmenter au cours des prochaines décennies, vu que les périodes de grande chaleur vont s'allonger et les températures de l'air atteindre de nouveaux records. Les organismes aquatiques sensibles devraient de moins en moins bien supporter ce supplément de chaleur d'origine humaine, ce qui pourrait augmenter le risque de maladies.

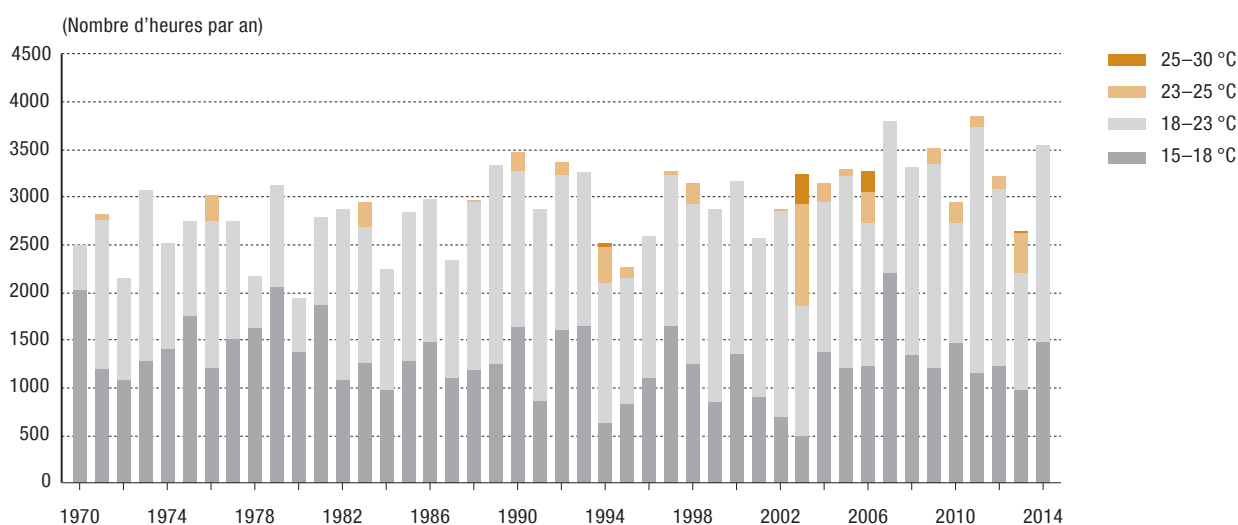


Fig. 1.6 Nombre d'heures par an durant lesquelles le Rhin à Rekingen a atteint une certaine température. Les valeurs seuils correspondent aux plages critiques pour un choix d'organismes aquatiques.

2 > Conditions météorologiques

2014 a été, avec 2011, l'année la plus chaude depuis le début des mesures en 1864. Sur l'ensemble de la Suisse, la température annuelle moyenne s'est située 1,2 degré au-dessus de la normale 1981–2010. Dans la plupart des régions, les précipitations annuelles ont atteint des quantités égales ou légèrement inférieures à la moyenne. Au sud des Alpes et en Engadine, l'année a été nettement trop humide, avec 120 à 170 % de la valeur de référence.

2014 a démarré avec plusieurs records au sud des Alpes, certaines régions ayant vécu de loin leur hiver le plus riche en précipitations depuis le début des mesures il y a 151 ans. En revanche, dans le nord du pays, l'hiver 2013/2014 est demeuré peu enneigé en plaine. L'afflux continu de masses d'air doux en provenance des régions subtropicales a valu à la Suisse son troisième hiver le plus chaud depuis le début des mesures en 1864. En moyenne sur tout le pays, l'excédent thermique a atteint 1,7 degré par rapport à la normale 1981–2010.

À l'exception de mai, tous les mois du premier semestre ont été plus chauds que la moyenne. Du fait de cet excédent thermique persistant, le premier semestre de 2014 a été le troisième plus doux depuis le début des mesures en 1864; en moyenne suisse, la température s'est située 1,5 degré au-dessus de la normale 1981–2010.

L'été a réellement fait son apparition durant la première quinzaine de juin, mais le beau temps n'a duré qu'une seule semaine. Des pluies fréquentes, souvent violentes, ont pris le relais en juillet et août. Suite aux quantités extrêmes de pluies du mois de juillet, de nombreuses stations situées dans la moitié occidentale de la Suisse ont relevé de nouveaux maxima pour juillet. Il en a été de même pour quelques stations de la moitié orientale du pays.

Après cet été frais, la chaleur a enfin fait son retour avec l'automne. L'ensemble du pays a connu son quatrième mois d'octobre et son deuxième mois de novembre les plus chauds depuis le début des mesures il y a 151 ans. Avec un mois de septembre lui aussi très doux, l'automne 2014 occupe ainsi la deuxième place au palmarès des automnes les plus chauds de toute la série de mesures.

Cette chaleur extrême s'est accompagnée de pluies intenses sur le sud des Alpes. En novembre, après un mois d'octobre déjà riche en précipitations, certaines régions du Tessin ont essuyé quatre à cinq fois plus de pluie que la normale. Ces précipitations soutenues ont entraîné une forte montée des eaux du lac Majeur et du lac de Lugano. Vers

mi-novembre, les deux lacs ont débordé pendant plusieurs jours, inondant les rues de Lugano et de Locarno.

La chaleur exceptionnelle de l'automne a perduré jusqu'en décembre. La neige n'a généralement tenu qu'au-dessus de 1000 à 1500 m, et encore, en quantités plus faibles que la normale. Même après la mi-décembre, la hauteur du manteau neigeux alpin atteignait seulement 30 à 60 % de la moyenne saisonnière. Sous l'influence de masses d'air froid affluant du nord-ouest et du nord, les conditions extrêmement douces sont devenues nettement hivernales à partir du 26 décembre, en l'espace de deux jours. Au nord des Alpes, il a alors neigé jusqu'en plaine du 26 au 29 décembre.

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

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

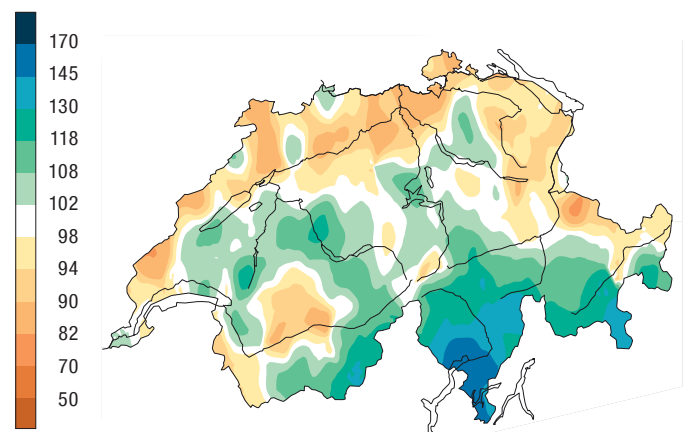


Fig. 2.1 Dans la plupart des régions, les précipitations annuelles ont été conformes ou quelque peu inférieures à la normale. 2014 a été une année nettement trop humide au sud des Alpes et en Engadine.

3 > Neige et glaciers

En moyenne sur tout l'hiver, les hauteurs de neige ont été deux fois plus importantes que la normale sur le versant sud des Alpes et en Haute-Engadine, ainsi que dans les régions voisines. Dans le sud du Valais, elles ont été légèrement supérieures à la moyenne interannuelle, alors qu'elles sont demeurées inférieures dans le reste du pays. Durant l'année hydrologique 2013/2014, les glaciers des Alpes suisses ont subi des pertes de masses relativement faibles par rapport à la décennie précédente.

3.1 Neige

En 2014, il a neigé en altitude et en haute montagne dès le mois d'octobre, au cours de quatre périodes. Entre le 11 et le 15 octobre, de nombreuses stations réparties dans toutes les régions des Alpes suisses ont mesuré des hauteurs de neige record pour ces jours-là.

En novembre, la neige s'est remise à tomber dans toutes les régions. Les précipitations ont été particulièrement intenses du 19 au 23 novembre, la neige atteignant 80 à 120 cm de la région du Simplon à l'ouest du Tessin. En Valais ainsi que dans les parties occidentales et centrales du versant nord des Alpes, les hauteurs de neige ont atteint des valeurs supérieures à la moyenne saisonnière.

Les vingt premiers jours de décembre, il y a eu peu de précipitations, beaucoup de soleil et des températures souvent clémentes. Le manteau neigeux est donc resté mince. Les fêtes de Noël ont été davantage enneigées. Les chutes de neige intensives sur le versant sud des Alpes se sont traduites par des hauteurs de neige fraîche exceptionnelles, en particulier le 26 décembre. La station de San Bernardino a même relevé 120 cm, valeur la plus élevée depuis le début des mesures il y a 63 ans.

En janvier, c'est de nouveau dans le sud du pays que les chutes de neige ont été les plus abondantes. Les hauteurs de neige les plus importantes ont été enregistrées dans l'ouest du Bas-Valais, dans le nord et le centre du Tessin, en Haute-Engadine ainsi que dans les vallées méridionales des Grisons. En février, le versant sud des Alpes a également traversé plusieurs périodes de précipitations, qui, se succédant à court intervalle, ont amené de grandes quantités de neige. Plusieurs stations du nord et du centre du Tessin ont relevé ce mois-là une hauteur cumulée de 3 à 3,5 m.

Au mois de mars, il a neigé seulement les premiers jours. Sinon, le temps est resté ensoleillé et doux. Certaines stations du sud des Alpes ont enregistré de nouveaux records au début du mois, avant que le manteau neigeux ne se mette à fondre,

surtout jusqu'à moyenne altitude. Sur le versant nord des Alpes, les hauteurs de neige ont été clairement inférieures à la moyenne vers la fin du mois.

Fin avril, il est tombé près d'un mètre de neige en trois jours, notamment sur la crête principale des Alpes, de la vallée de St-Nicolas à la vallée de Conches. En mai, des quantités de neige importantes sont tombées en Valais, sur le versant nord des Alpes et dans les Grisons, principalement en altitude. En même temps, le manteau neigeux a continué de s'amenuiser, la fonte des neiges étant quelque peu freinée au début et au milieu du mois par la chute de la limite du zéro degré en dessous de 2500 m.

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

Hauteur de neige (en % de la normale)

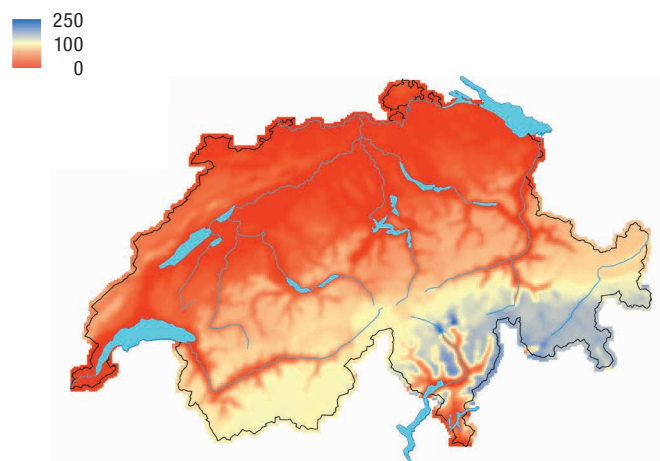


Fig. 3.1 Hauteurs de neige durant l'hiver 2013/2014 (de novembre à avril) par rapport à la période 1971–2000.

3.2 Glaciers

Durant l'année hydrologique 2013/2014, des mesures du bilan de masse ont été effectuées sur une vingtaine de glaciers suisses. La détermination de la quantité de neige en hiver et de la fonte durant l'été en a fait partie. À la mi-avril, les quantités de neige observées étaient inférieures à la moyenne sur les glaciers du nord des Alpes, le plus souvent supérieures sur ceux du sud. Après une phase de fonte nivale intense en juin, les mois de juillet et août ont été caractérisés par un temps instable – au plus grand bénéfice des glaciers de haute altitude, dont la fonte a été nettement freinée par des chutes de neige fréquentes. La relative douceur du mois de septembre l'a par contre relancée.

Des bilans de masse équilibrés, voire légèrement positifs, ont pu être mesurés sur les glaciers situés dans la partie sud de la crête principale des Alpes et en Engadine (Findelen, Allalin, Vadret dal Murtèl, p. ex.). Au Tessin, le Ghiacciaio del Basòdino a perdu un peu de sa masse. Quant aux glaciers de la partie nord de la crête principale des Alpes, ils ont affiché des pertes de masse modérées (Rhône et Tsanfleuron, p. ex.), qui n'ont rien de dramatique (réduction de la couche de glace de 400 à 900 mm d'équivalent en eau). Les glaciers du nord-est de la Suisse (Silvretta et Pizol, p. ex.) ont perdu plus d'un mètre d'épaisseur.

En 2014, les glaciers ont présenté des bilans de masse très variés selon les régions. L'asymétrie visible entre le nord et le sud des Alpes s'explique par les fréquentes situations de barrage survenues au sud en hiver et au printemps. Ces différences régionales ont été accentuées par un facteur supplémentaire, l'altitude: alors que sur les glaciers du nord des Alpes, situés à relativement basse altitude, les précipitations estivales sont en grande partie tombées sous forme de pluie, les glaciers de la partie méridionale du Valais ont en particulier bénéficié de chutes de neige fréquentes en été.

Sur l'ensemble des glaciers suisses, la perte de masse est estimée à 380 millions de mètres cubes pour l'année hydrologique 2013/2014. Ce chiffre correspond à une réduction d'environ 0,75 % du volume de glace existant actuellement en Suisse. Malgré de faibles gains dans quelques régions, ce sont les bilans de masse négatifs qui dominent dans tout le pays. Cependant, globalement, les conditions météorologiques de 2013/2014 semblent avoir été relativement favorables pour les glaciers des Alpes suisses: depuis 2002, ils n'ont accusé des pertes aussi faibles qu'en 2012/2013. Même si la fonte des glaciers a été moins dramatique qu'en moyenne interannuelle, on ne peut toutefois pas parler d'un retournement de tendance.

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



Fig.3.2 Vue du glacier de la Plaine morte (BE), fin septembre 2014.

4 > Eaux de surface

Au nord des Alpes, les moyennes annuelles des débits ont généralement été inférieures à la normale 1981–2010 ou s'en sont approchées. Au sud des Alpes et en Engadine, des débits supérieurs à la moyenne interannuelle ont été mesurés. 2014 restera dans l'histoire comme une année extrêmement chaude. Dans les bassins versants de grande taille, les écarts à la normale se sont situés entre +0,5 et +1,1 °C.

4.1 Débits

Au nord des Alpes, dans les bassins versants de grande taille, les moyennes annuelles des débits ont été inférieures à la moyenne de la période de référence 1981–2010 ou s'en sont approchées. Le Rhin, l'Aar, la Reuss et la Limmat se sont situés dans une fourchette normale (90 à 110 %). Moins de 90 % des quantités attendues se sont écoulées dans la Thur, le Doubs et le Rhône. Pour leur part, l'Inn, le Ticino et la Maggia ont été nettement au-dessus de la moyenne interannuelle. Parmi les bassins versants de grande taille, c'est la Maggia qui a proportionnellement charrié le plus fort débit, avec 160 % de la normale. La situation a été plus nuancée dans les bassins versants de taille moyenne, mais pas radicalement différente (fig. 4.2). Au nord des Alpes, les moyennes

annuelles ont le plus souvent varié entre 80 et 110 % environ. La Dünner à Olten (70 %) et le Seyon à Valangin (74 %) sont demeurés au-dessous de cette fourchette, alors que la Gürbe a atteint des valeurs plus élevées (140 %). Au sud des Alpes et en Engadine, les débits ont été supérieurs à la normale, les valeurs relatives maximales ayant été enregistrées sur la Moesa, le Brenno, le Cassarate et le Vedeggio. La Verzasca à Lavertezzo et la Magliasina à Magliaso ont affiché en 2014 la moyenne annuelle la plus élevée de toute la période de mesure (25 ans pour la Verzasca, 35 ans pour la Magliasina).

Les graphiques des moyennes mensuelles des débits montrent que des écarts à la norme considérables ont été enregistrés, autant positifs que négatifs. Sur l'Aar, la Reuss, la Limmat et la Thur, les mois de mars à juin ont été secs, juillet et août, ainsi qu'une partie de novembre, trop humides. Le

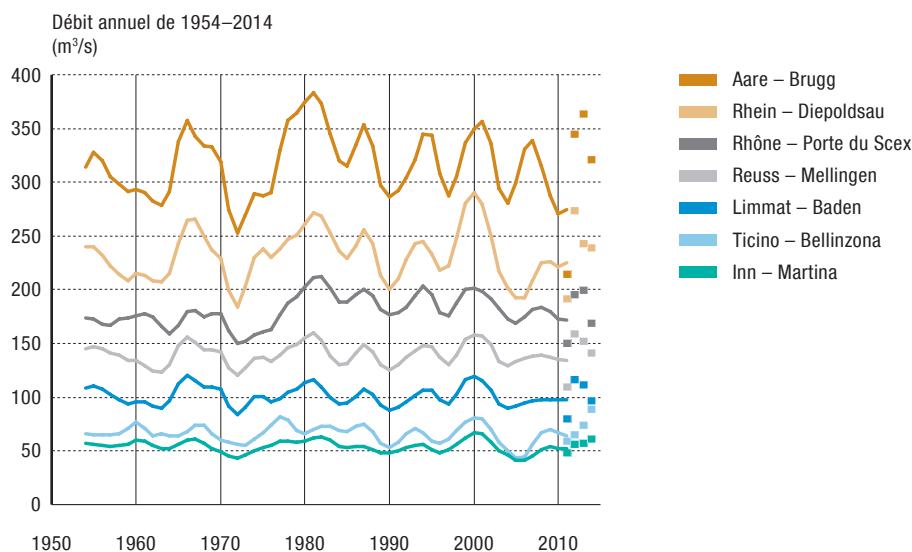


Fig. 4.1 Variation du débit annuel de différents bassins versants de grande taille à partir de 1954. Les lignes représentent les moyennes lissées sur 7 ans, les points les 4 derniers débits annuels.

Rhin à Diepoldsau a connu une évolution semblable, même si, au lieu d'être secs, mars et avril ont été conformes à la normale. Le Rhône à la Porte du Scex a charrié relativement peu d'eau de mai à septembre. Des écarts énormes ont été observés sur le Doubs: en mars (44 %), en avril (25 %) et en décembre (47 %), les débits ont été nettement inférieurs à la normale, en juillet et en août nettement supérieurs (environ 300 % des moyennes mensuelles interannuelles). Les conditions auraient semblé normales ces mois-là si les débits de mars et avril 2014 étaient apparus en juillet et août, et ceux de juillet et août en mars et avril. Au Tessin, les précipitations soutenues de novembre se sont traduites par des moyennes mensuelles très élevées (fig. 4.3 Ticino – Bellinzona et fig. 4.4 Maggia – Locarno). En novembre, la Maggia a charrié près de six fois plus d'eau que la moyenne mensuelle interannuelle. Si des écarts relatifs considérables y ont aussi été enregistrés en février (plus de 200 %) et en septembre (20 % seulement), les différences absolues ont été beaucoup plus petites qu'en novembre et sont donc moins frappantes.

En ce qui concerne les débits journaliers, l'Aar, la Reuss et la Limmat présentent une évolution semblable: le premier semestre a été dominé par des conditions le plus souvent sèches, entrecoupées par de courtes phases de débits normaux ou légèrement excédentaires. Cette période a été suivie par les crues des mois de juillet et août, bien visibles sur les hydrogrammes des cours d'eau du nord des Alpes (voir point 1.1). Entre l'Aar et la Reuss, une dizaine de stations ont mesuré de nouveaux débits de pointe maximaux pour un mois de juillet.

Parmi celles-ci se trouvent notamment l'Aar à Berne, l'Emme à Eggiwil et l'Aa d'Engelberg à Buochs. Après un automne relativement calme, les débits ont encore nettement gonflé en novembre, mais sans produire de grandes pointes de crue.

Au sud des Alpes, les quatre premiers mois de l'année ont déjà été relativement humides, se maintenant toutefois à un bas niveau hivernal. Entre mai et août, les débits ont parfois été assez conséquents. Les plus fortes hausses sont survenues en octobre et novembre et ont provoqué des inondations persistantes dans la région du lac Majeur et du lac de Lugano. Le débit de la Maggia a alors avoisiné les 1500 m³/s, nouveau maximum pour le mois d'octobre.

Durant toute l'année 2014, le débit du Rhône à la Porte du Scex a été soumis aux variations typiques de ce bassin versant influencé par l'utilisation de la force hydraulique. Du début de l'année à fin avril, ainsi que d'octobre à la fin de l'année, le niveau de ces fluctuations hebdomadaires est resté normal pour la saison. De mai à septembre, les débits ont par contre été dans l'ensemble inférieurs à la moyenne, même si quelques pointes ont dépassé le 75^e centile, voire le 95^e centile vers fin juillet, valeur la plus élevée de l'année.

Conditions d'écoulement dans différents bassins versants de taille moyenne

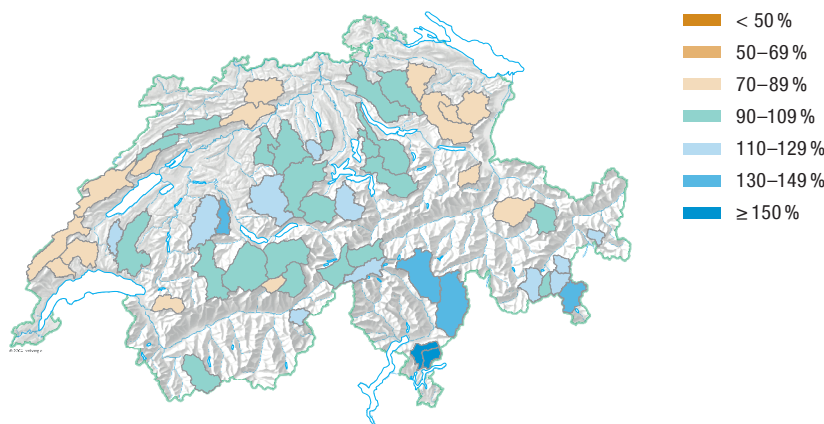


Fig. 4.2 Moyennes annuelles 2014 de différents bassins versants de taille moyenne par rapport au débit moyen de la période de référence 1981–2010 [%].

Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de grande taille

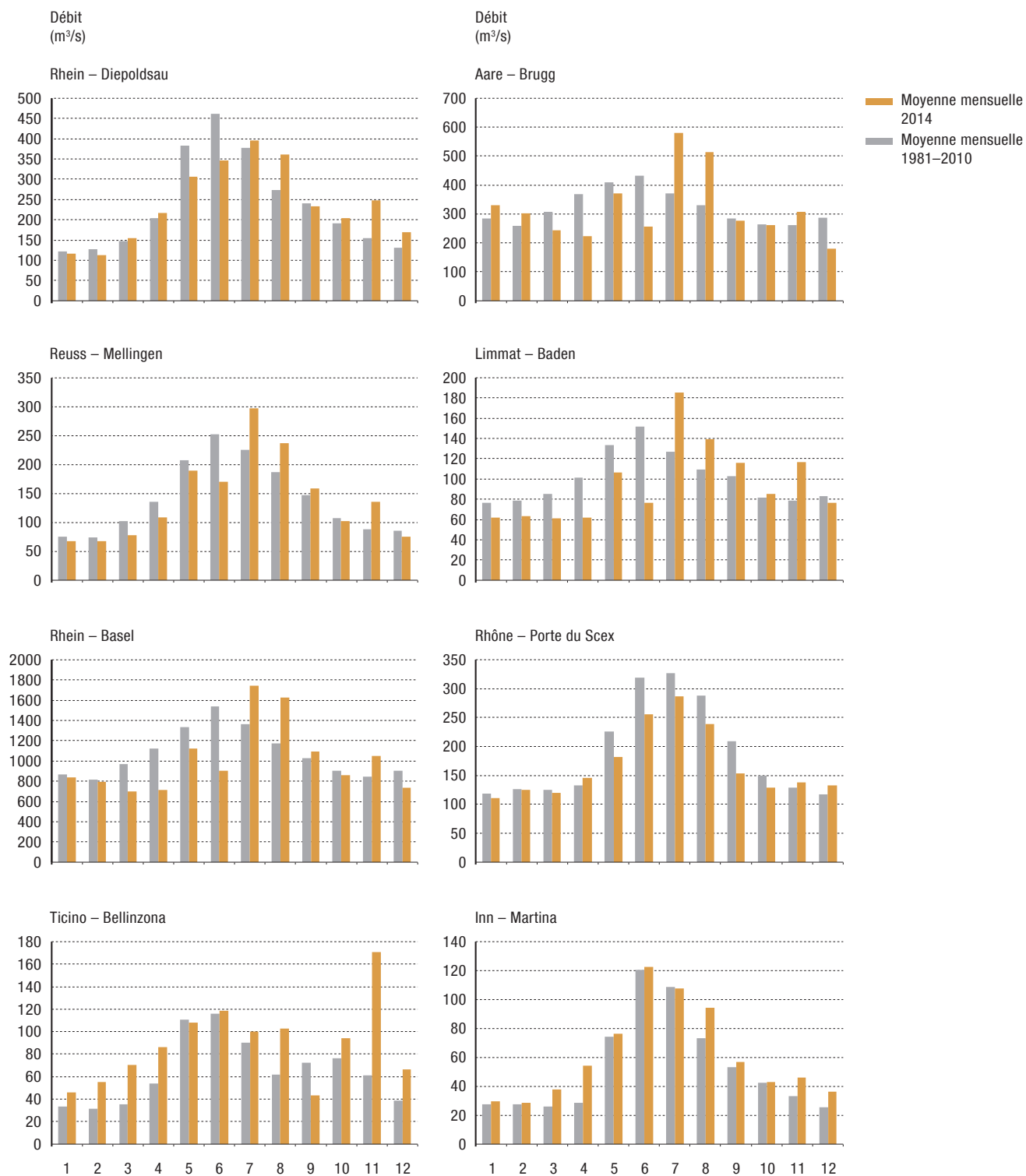


Fig. 4.3 Moyennes mensuelles 2014 des débits (en orange) par rapport aux moyennes mensuelles de la période de référence 1981–2010 (en gris).

Moyennes mensuelles des débits de différents bassins versants de taille moyenne

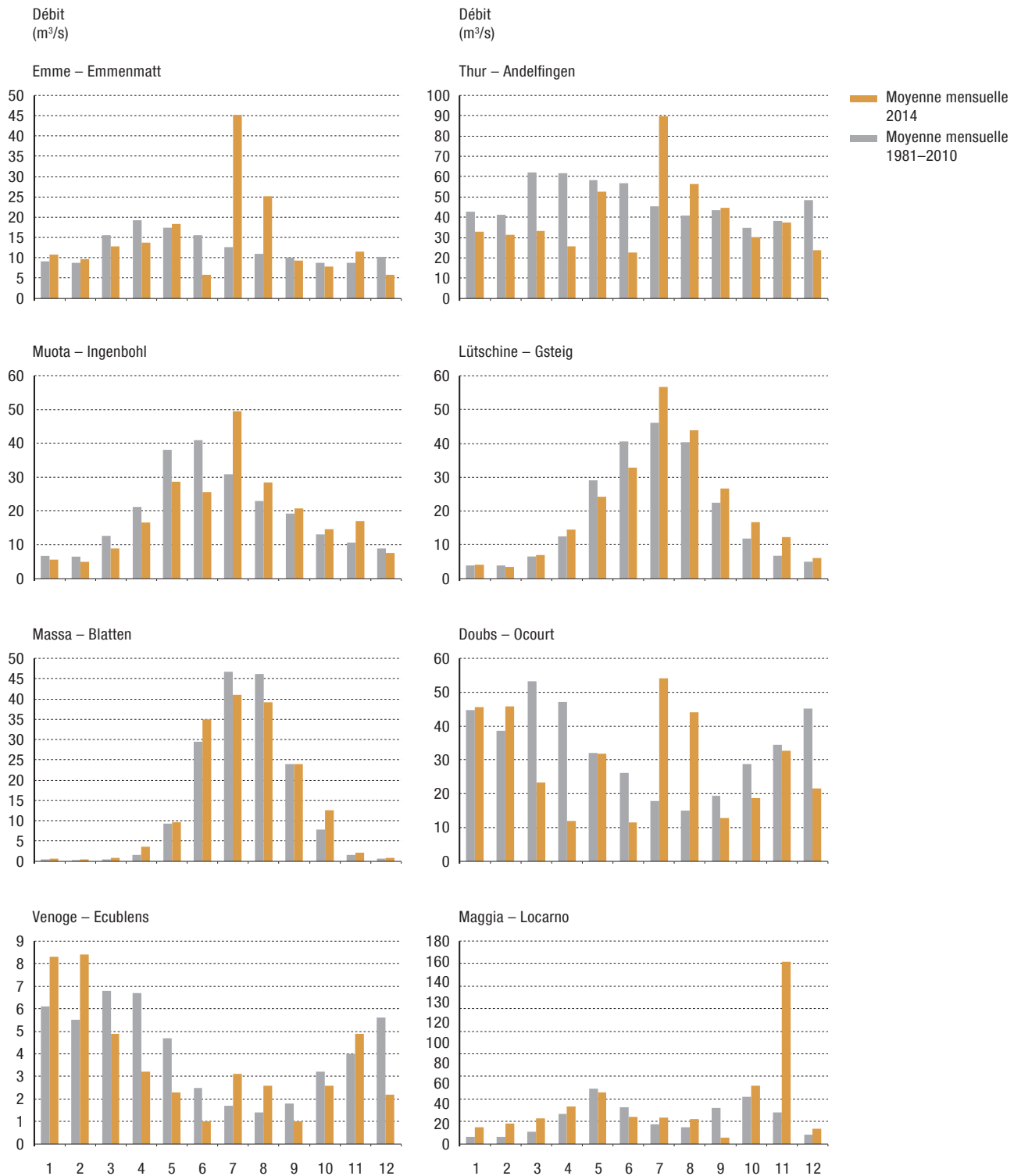


Fig. 4.4 Moyennes mensuelles 2014 des débits (en orange) par rapport aux moyennes mensuelles de la période de référence 1981–2010 (en gris).

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

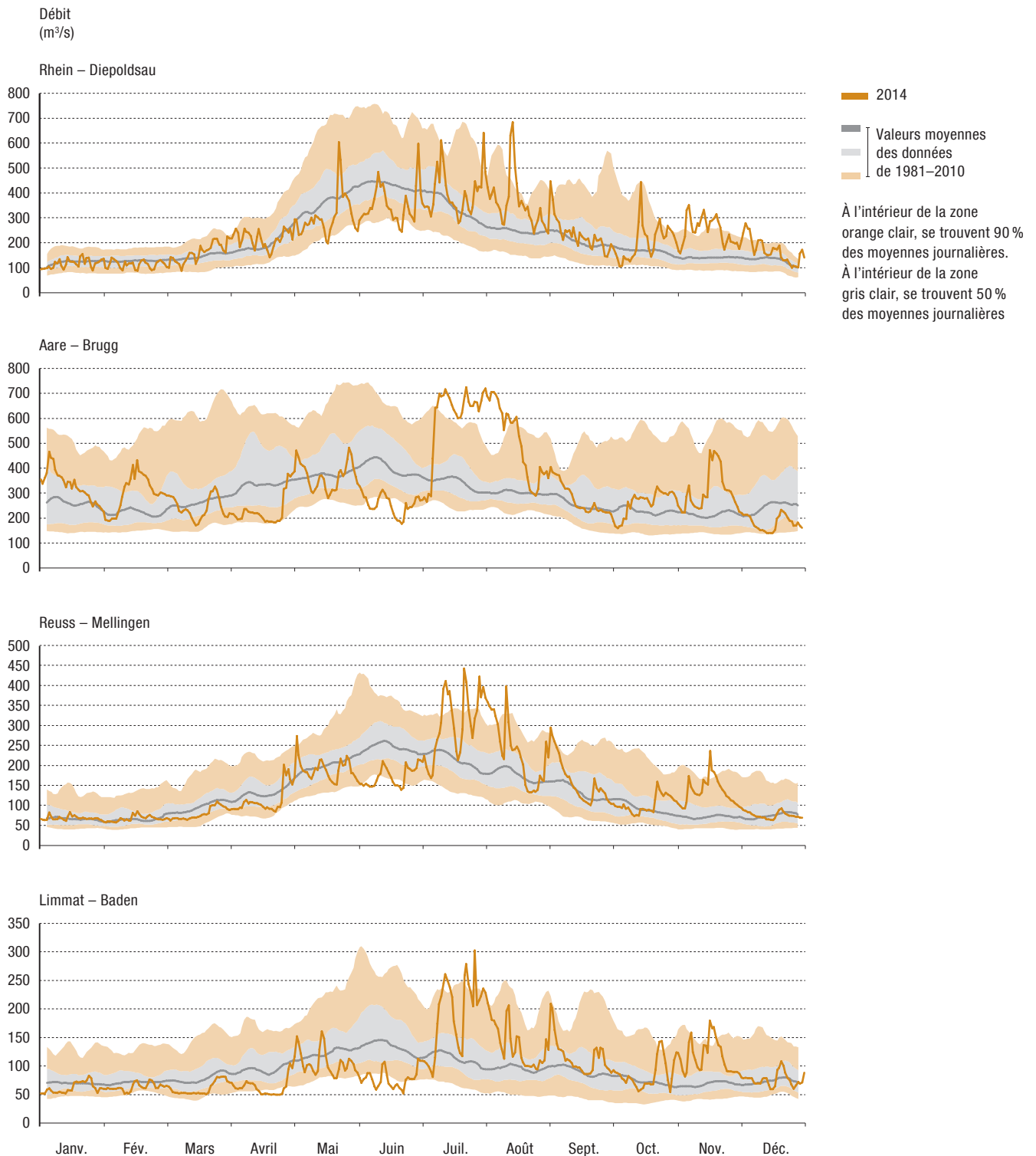


Fig. 4.5 Moyennes journalières 2014 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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

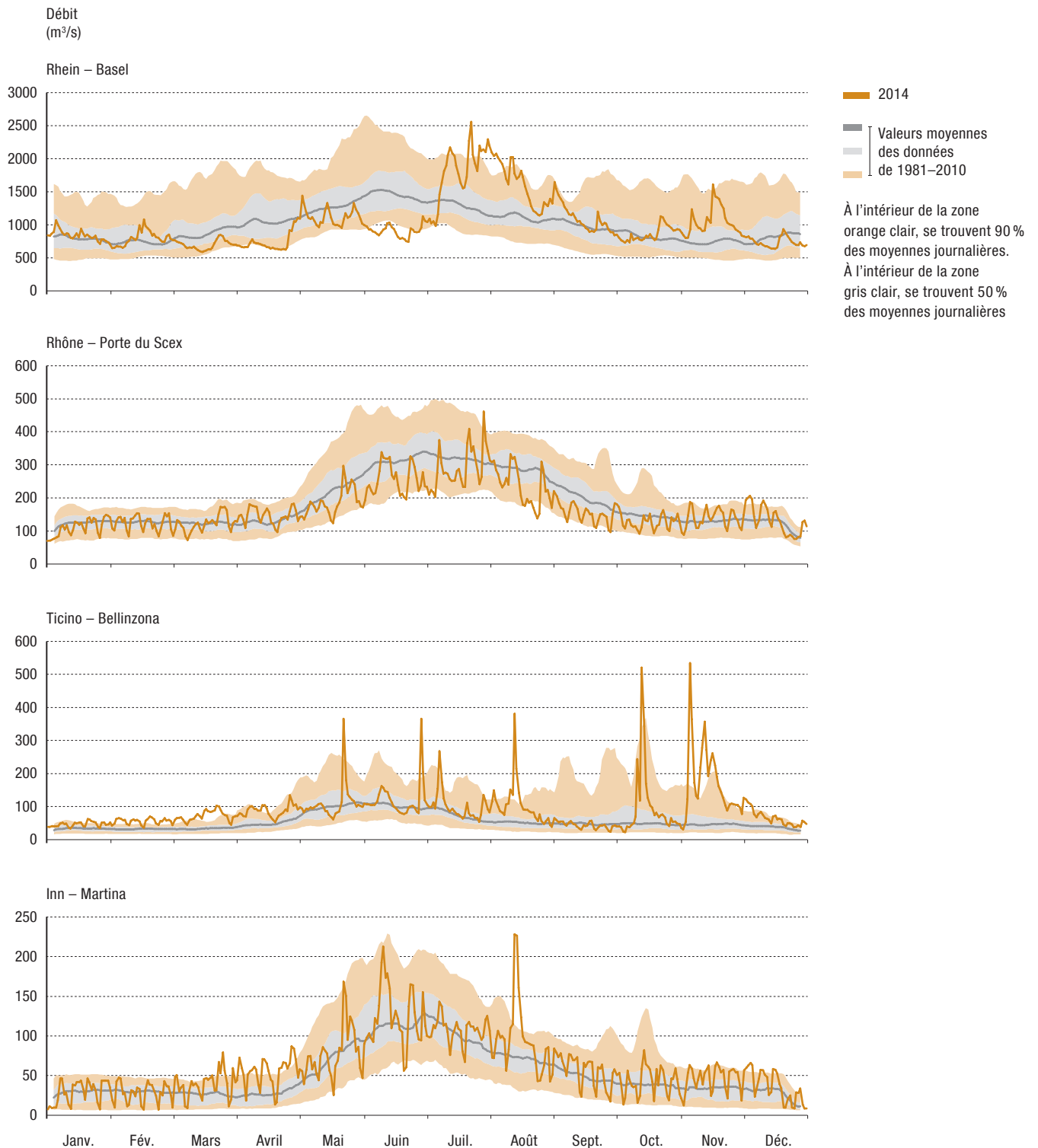


Fig. 4.6 Moyennes journalières 2014 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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

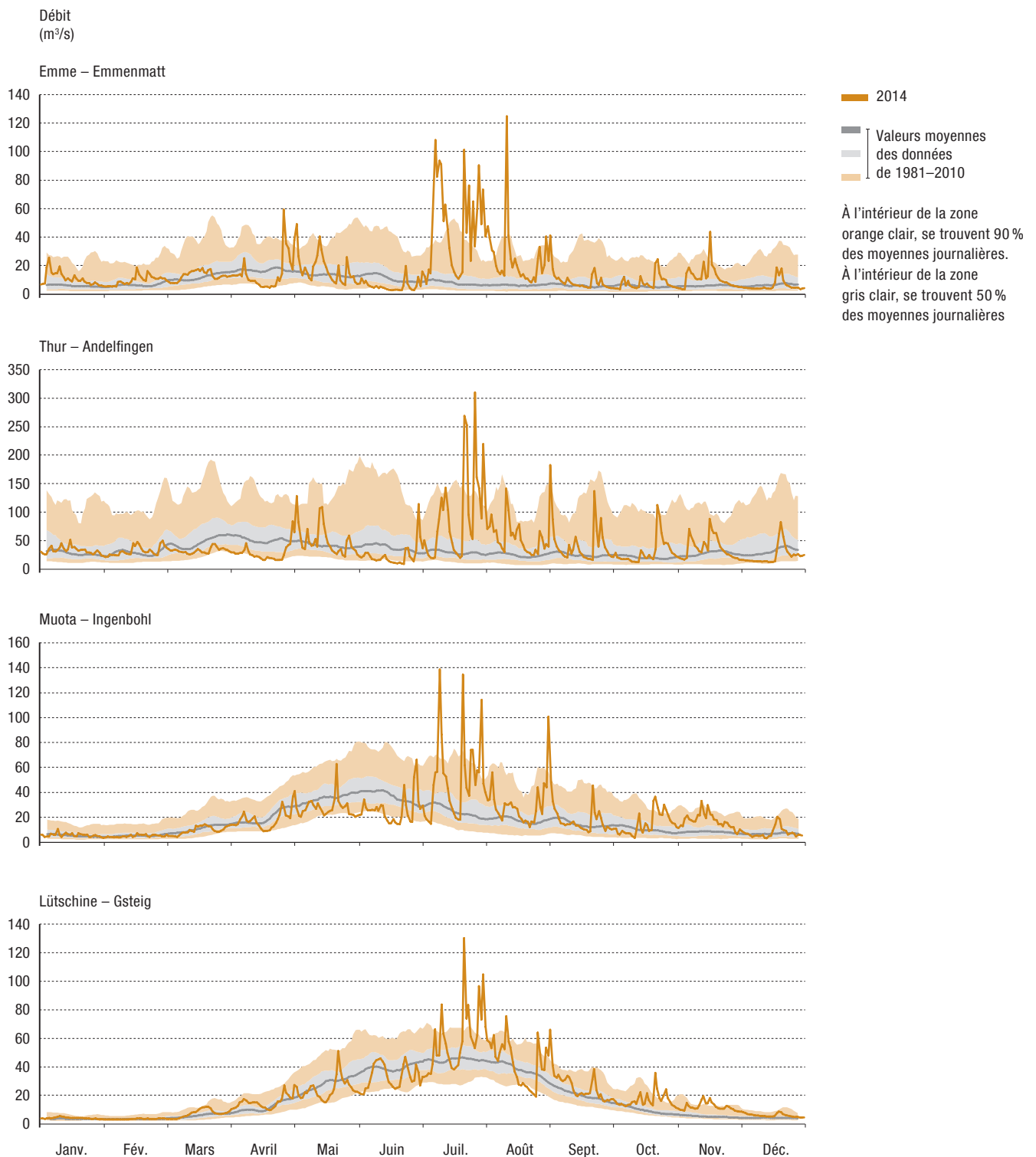


Fig. 4.7 Moyennes journalières 2014 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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

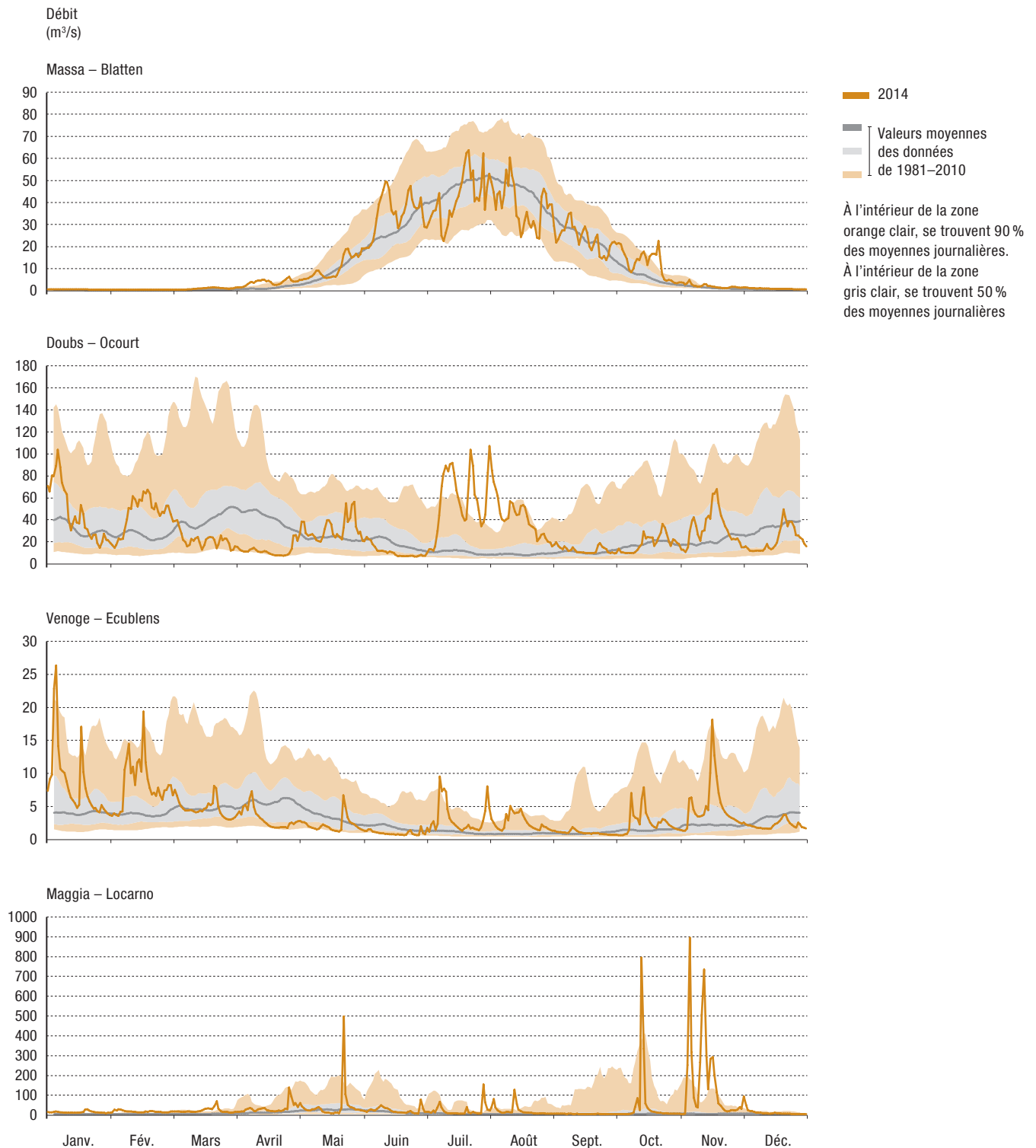


Fig. 4.8 Moyennes journalières 2014 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

4.2 Niveaux des lacs

En 2014, les moyennes annuelles des niveaux de la plupart des grands lacs du nord des Alpes ont avoisiné les moyennes de la période de référence 1981–2010. Les grands écarts positifs du lac Majeur et du lac de Lugano ne sont pas passés inaperçus, avec 34 et 16 cm de plus que la normale. Suite aux précipitations persistantes d'octobre et de novembre, les mesures de régulation n'ont pas pu empêcher les niveaux d'atteindre des valeurs nettement supérieures à la moyenne. Le lac de Walenstadt a lui aussi enregistré de grands écarts, mais, cette fois-ci, négatifs: sa moyenne annuelle s'est située 13 cm au-dessous de la normale. Ces écarts, qu'ils soient positifs dans le cas du lac Majeur ou négatifs dans celui du lac de Walenstadt, n'ont toutefois pas été extrêmes. Depuis 1943, près de 5 % des moyennes annuelles du lac Majeur ont été plus élevées qu'en 2014, tandis que depuis 1930, environ 12 % des moyennes annuelles du lac de Walenstadt ont été plus basses.

Si l'on compare non plus les moyennes annuelles, mais différentes valeurs mensuelles, les écarts sont plus marqués. Pour ce qui est du lac Majeur, la moyenne du mois de novembre 2014 s'est située 147 cm au-dessus du niveau moyen interannuel de novembre, mais toujours 156 cm au-dessous du maximum mesuré un mois de novembre depuis 1943. Selon la figure 4.9, des niveaux d'eau supérieurs à la normale ont été mesurés durant la plupart des mois, et ce aussi bien au sud qu'au nord des Alpes. Si en juin les eaux du lac de Constance semblaient encore basses, tous les niveaux à partir de juillet ont été supérieurs à la moyenne de la période de référence: les plus grands écarts, de l'ordre du demi-mètre, ont été enregistrés en août et en septembre. L'été pluvieux apparaît aussi clairement dans les limnigrammes du lac de Neuchâtel: juillet et août y ont dépassé la normale de 17 et de 11 cm.

Une résolution temporelle plus fine indique que les niveaux du lac de Constance et du lac Léman sont restés entre le 5^e et le 95^e centile. Alors qu'au lac de Constance la limite supérieure a tout juste été atteinte en juillet, en août et en novembre, la limite du 95^e centile a été frôlée sur le lac Léman pendant quelques phases très courtes en début et en fin d'année. Il n'en a pas été de même pour le lac de Neuchâtel et le lac Majeur: les précipitations persistantes de juillet et août ont laissé des traces au nord des Alpes. Suite aux deux phases

de crue, le système hydrologique des lacs du pied du Jura a atteint ses limites. Comme mentionné plus haut, les niveaux d'eau élevés mesurés au Tessin n'ont pas été extrêmes par rapport à l'ensemble de la série de mesures, mais très impressionnants en raison des inondations qu'ils ont entraînées dans une zone densément peuplée. Les cotes d'alerte ont été dépassées pendant plus de 20 jours, le niveau de danger maximal ayant été déclaré pendant plusieurs jours. Le lac Majeur atteint le niveau de danger 5 lorsque ses eaux dépassent 195,75 m.

Moyennes mensuelles des niveaux de différents lacs

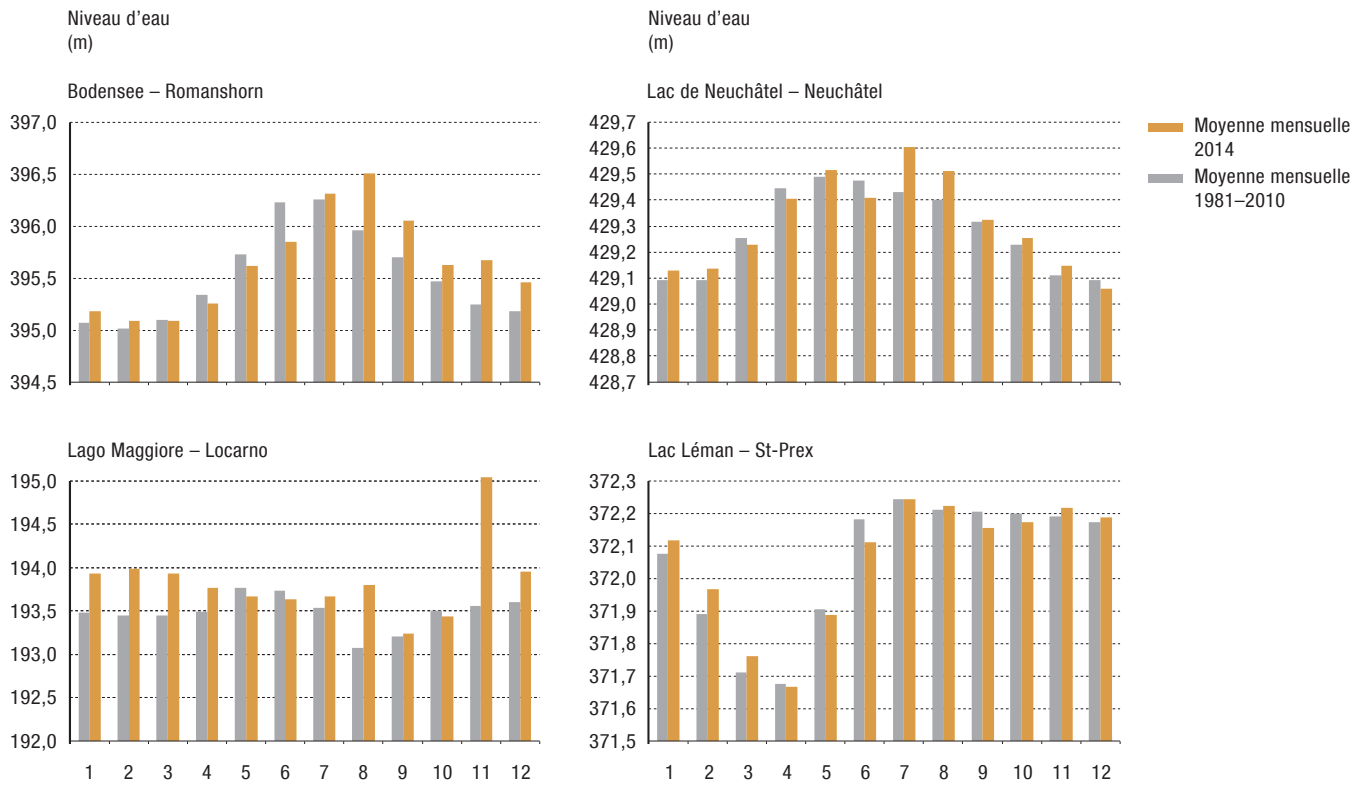


Fig. 4.9 Moyennes mensuelles 2014 des niveaux d'eau (en orange) par rapport aux moyennes mensuelles de la période de référence 1981-2010 (en gris).

Niveaux journaliers de différents lacs

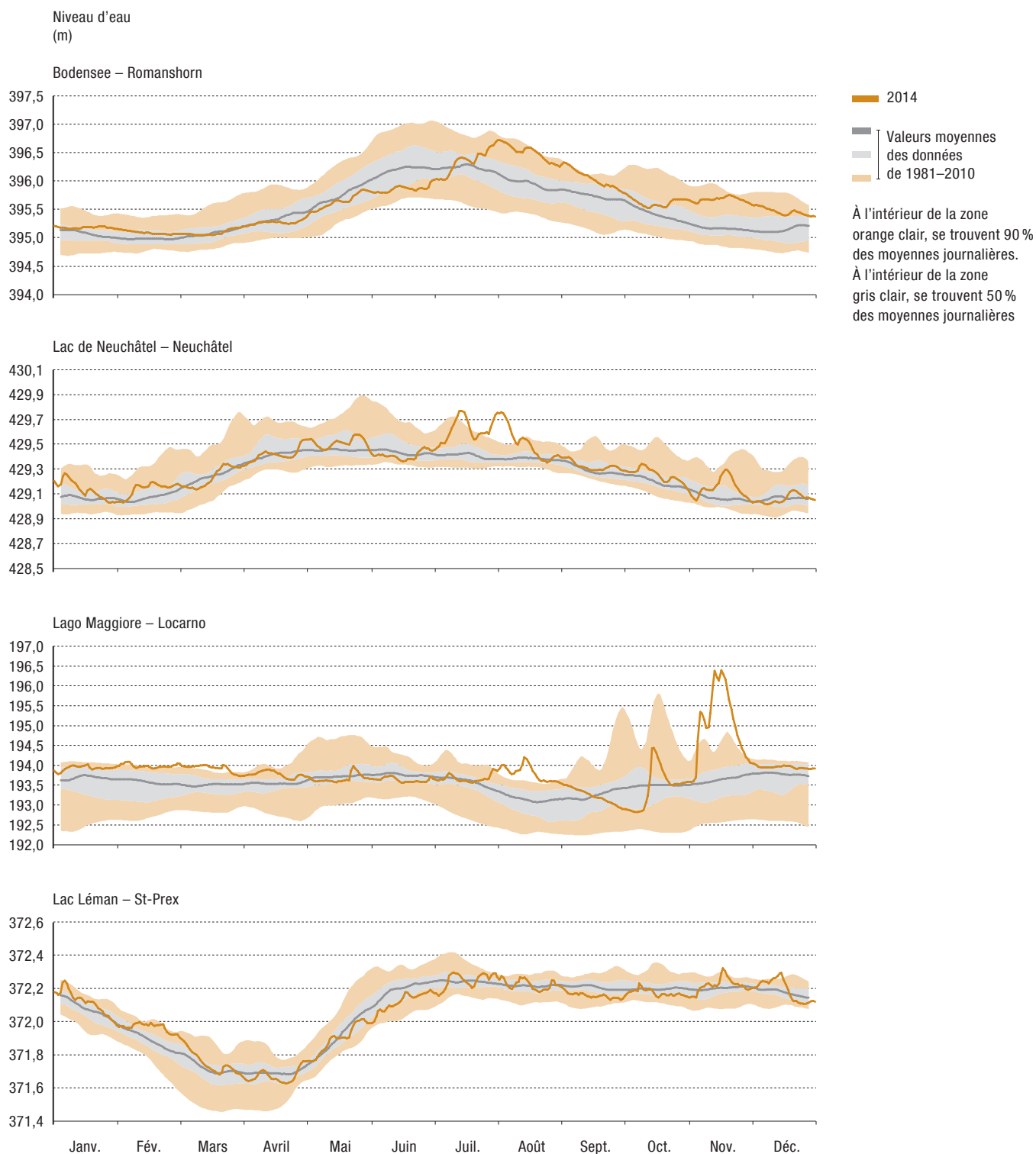


Fig. 4.10 Moyennes journalières 2014 des niveaux d'eau (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

4.3 Températures de l'eau

L'année 2014 restera dans l'histoire comme une année très chaude. Les températures de l'air élevées se sont reflétées dans les moyennes annuelles des températures de l'eau. Dans les bassins versants de grande taille, les écarts par rapport aux moyennes de la période de référence 1981–2010 ont varié entre +0,5 et +1,1 °C (fig. 4.11). Quelques stations ont affiché des moyennes annuelles aussi élevées qu'en 2011, année record.

Durant tout le premier semestre sauf en mai, les températures de l'eau ont été égales ou supérieures à la normale à la plupart des stations; de nouveaux maxima mensuels ont été relevés. Après un été mitigé et frais, les températures de l'eau ont augmenté de septembre à décembre et atteint des valeurs dépassant nettement la normale. Octobre et surtout novembre ont été exceptionnellement chauds, avec de nouveaux maxima mensuels à un grand nombre de stations.

Un maximum précoce pour les températures du Rhin

Généralement, c'est en août que les températures du Rhin à Rekingen sont les plus élevées de l'année. En 2014, elles ont rapidement grimpé au début du mois de juin en raison d'une période de grande chaleur, si bien que le maximum annuel était déjà atteint le 14 juin (fig. 4.12). La semaine caniculaire de début juin a entraîné un excédent thermique de 3,1 °C par rapport à la moyenne mensuelle de la période de référence 1981–2010. Au cours des mois suivants, les valeurs sont redescendues en dessous de la normale, sauf dans les cours d'eau alpins comme le Rhône à la porte du Scex. Le manque de soleil durant l'été 2014 a limité l'apport d'eau de fonte et les températures sont restées relativement élevées.

Après l'été plutôt frais, les températures de l'eau ont augmenté de septembre à octobre, pour atteindre des valeurs inhabituelles pour la saison. La période de chaleur record qui a régné dès fin septembre a été interrompue dans un premier temps le soir du 21 octobre par un courant du nord-ouest, accompagné d'un front froid actif suivi d'un afflux d'air polaire. Cette chute brutale des températures ressort clairement de tous les diagrammes illustrant l'évolution annuelle des températures. Les valeurs sont ensuite remontées à la plupart des stations et, jusqu'à la fin de l'année, se sont maintenues à un niveau élevé par rapport à la normale.

Une longue période de températures élevées en automne

Après l'été plutôt frais, les températures de l'eau ont augmenté de septembre à octobre, pour atteindre des valeurs inhabituelles pour la saison. La période de chaleur record qui a régné dès fin septembre a été interrompue dans un premier temps le soir du 21 octobre par un courant du nord-ouest, accompagné d'un front froid actif suivi d'un afflux d'air polaire. Cette chute brutale des températures ressort clairement de tous les diagrammes illustrant l'évolution annuelle des températures. Les valeurs sont ensuite remontées à la plupart des stations et, jusqu'à la fin de l'année, se sont maintenues à un niveau élevé par rapport à la normale.

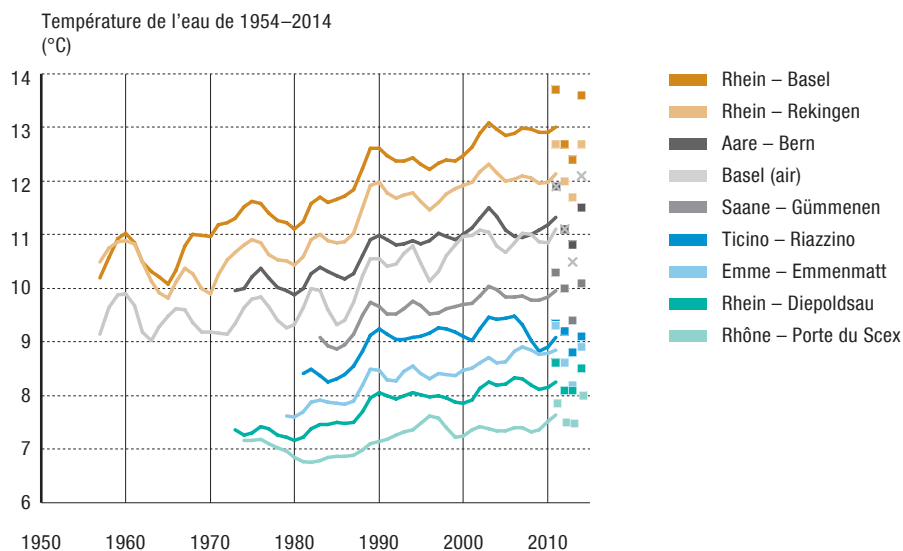


Fig. 4.11 Évolution de la température de différentes rivières suisses de 1954 à 2014.

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

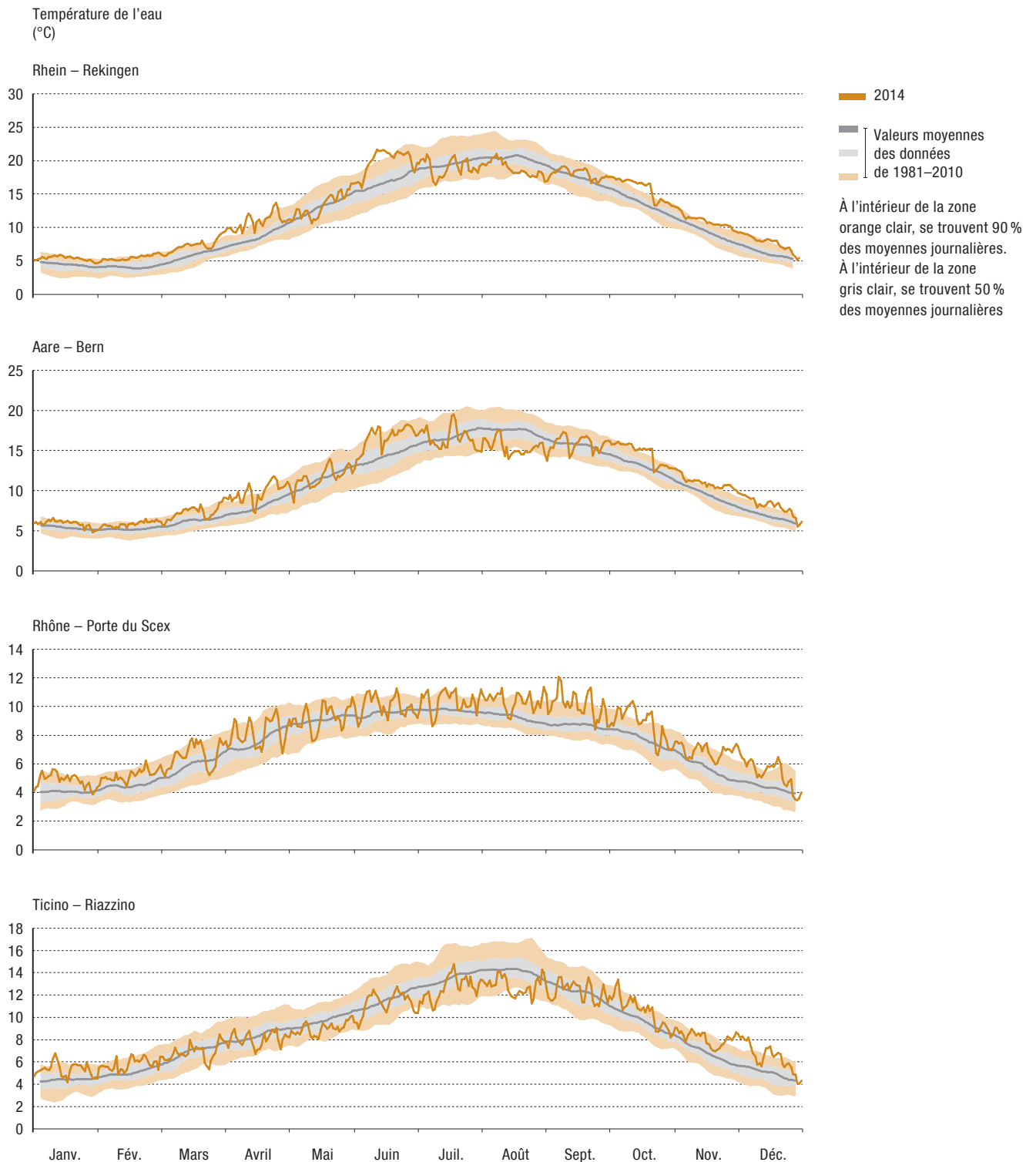


Fig. 4.12 Moyennes journalières 2014 de la température de l'eau (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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. Dans le cadre du module ISOT de NAQUA, les données de référence requises pour ce type de recherches sont fournies par treize stations pluviométriques et neuf stations hydrométriques représentatives. Elles font état de l'évolution à long terme du deutérium (^2H) et de l'oxygène-18 (^{18}O) dans les régions géographiques de Suisse (fig. 4.13).

Dans l'eau des précipitations, les valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ ont globalement augmenté à toutes les stations entre 1980 et 2005. Cette évolution générale n'est toutefois pas continue, mais dominée par des variations saisonnières. Depuis 2005, la tendance semble contrariée, puisque des valeurs δ nettement plus négatives sont désormais constatées durant les semestres d'hiver. En 2014 aussi, les isotopes stables des précipitations se sont distingués par des valeurs δ basses pour l'hiver. Les valeurs estivales ont en revanche été conformes à la moyenne pluriannuelle. Dans le Jura et les Alpes, des valeurs δ inférieures à la normale ont été mesurées en été. Au Tessin (station de mesure Locarno – Monti), les valeurs δ des précipitations ont baissé en novembre suite aux fortes pluies. Pondérée par les précipitations, la moyenne annuelle de l' $\delta^{18}\text{O}$ a donc été 0,6‰ plus négative que l'année précédente.

Dans les cours d'eau, les valeurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ connaissent la même évolution, mais celle-ci est beaucoup plus atténuée que dans l'eau des précipitations (Aar, Rhin, Rhône, p. ex.). La tendance s'est aussi modifiée ces dernières années. Les valeurs δ inférieures à la moyenne pluriannuelle qui ont été relevées en 2013 le long de l'Aar et dans le Rhin à Weil se sont maintenues en 2014, malgré la hausse des températures de l'air. Le Rhône en amont du lac Léman a lui aussi affiché en 2014 des valeurs δ inférieures à la moyenne. En juin, des valeurs δ inhabituellement basses ont été observées dans la plupart des cours d'eau suisses, en raison de la période de chaleur qui a intensifié la fonte des neiges et des glaciers. En novembre, les valeurs δ mesurées dans le Ticino à Riazzino ne se sont guère écartées de la courbe de l'année précédente malgré les fortes précipitations. La raison pourrait en être le mélange avec les précipitations déjà infiltrées dans le sol et les eaux souterraines au cours des mois précédents.

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

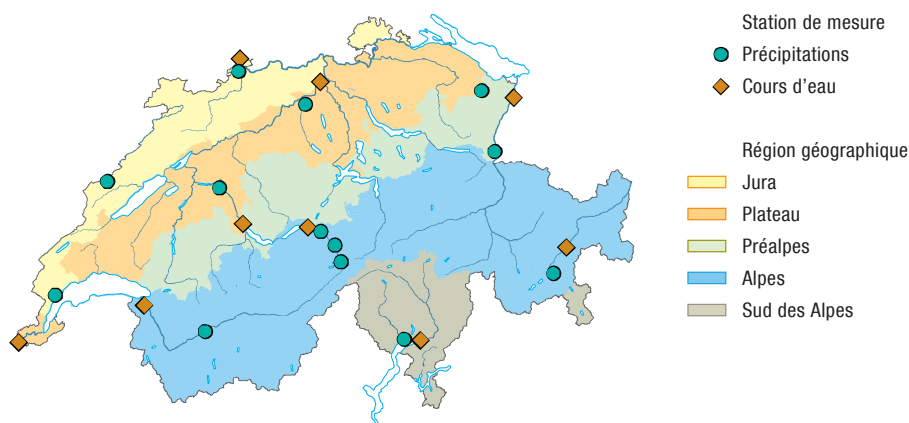


Fig. 4.13 Stations de mesure du module ISOT de NAQUA relevant l'évolution des isotopes dans les précipitations et dans les cours d'eau suisses, état 2014.

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 18 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), un programme mené en collaboration avec les cantons. Les mesures sont effectuées non seulement 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. 34).

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

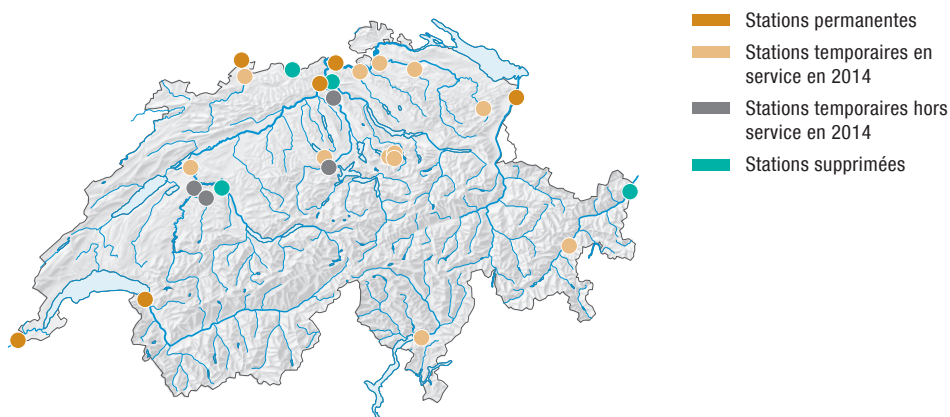


Fig. 4.14 Stations de mesure de la Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF) relevant la qualité de l'eau en Suisse, état 2014.

5 > Eaux souterraines

En 2014, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont généralement été conformes à la normale.

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 assez périodiques. Les eaux souterraines de Suisse connaissent ainsi une alternance de niveaux bas et de niveaux élevés. Entre les différentes phases (chacune d'elles pouvant durer plusieurs années), il y a généralement une période de transition, durant laquelle on enregistre des niveaux normaux.

Au nord des Alpes, les eaux souterraines et les débits des sources affichaient des niveaux élevés début 2014, dont la plupart se sont normalisés en février et mars suite au déficit pluviométrique. En revanche, au sud des Alpes, les précipitations intenses ont maintenu des niveaux et des débits élevés

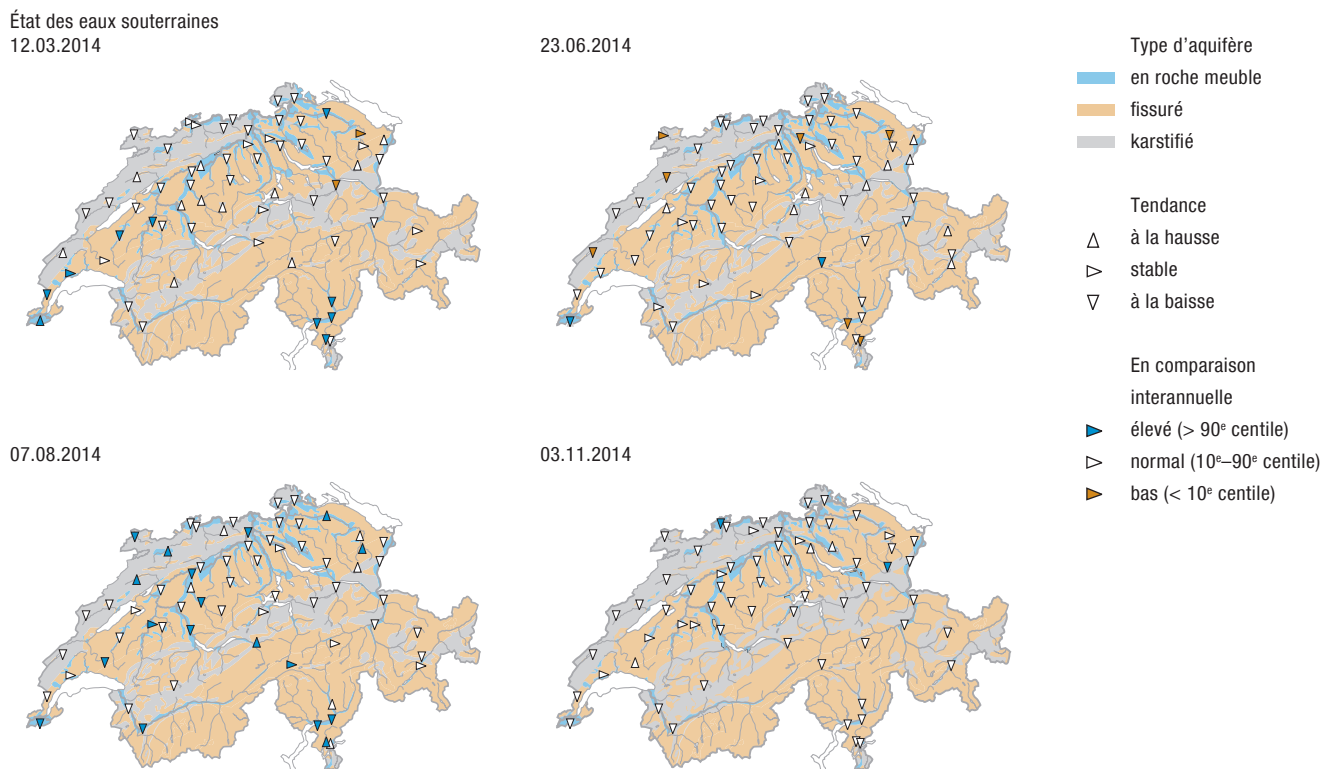


Fig. 5.1 Niveaux des eaux souterraines et débits des sources ainsi que leur tendance pendant quatre jours de référence en 2014, complétés par une comparaison avec la période de mesure 1994–2013.

(fig. 5.1, état des eaux souterraines au 12.03.2014). Les trois premiers mois du printemps, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont baissé dans tout le pays en raison du déficit pluviométrique. En juin, les eaux souterraines des plaines alluviales du Plateau se sont maintenues à un niveau normal, voire inférieur par endroits. Dans les aquifères karstifiés du Jura, les débits des sources ont parfois été faibles par manque de précipitations les mois précédents. Au Tessin, les eaux souterraines ont conservé des niveaux normaux à bas en juin (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 23.06.2014).

Les pluies intenses qui ont persisté durant tout le mois de juillet ont entraîné une hausse généralisée des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources. Les cours d'eau du bassin versant de l'Aar ont gonflé, ce qui a renforcé l'infiltration des eaux fluviales. Les niveaux des eaux souterraines sont montés rapidement le long de l'Aar et de l'Emme. Les débits des sources encore bas à fin juin ont été normalisés rapidement par l'excédent pluviométrique (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 07.08.2014).

Les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources élevés de début août se sont rapprochés de la normale avec les quantités de précipitation variables de septembre et d'octobre. Ainsi, début novembre, les eaux souterraines affichaient des niveaux normaux dans toute la Suisse (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 03.11.2014).

Au Tessin, les pluies soutenues de novembre ont provoqué une hausse exceptionnelle des niveaux des eaux souterraines et des débits des sources. Les stations tessinoises du module

QUANT ont alors relevé de nouveaux maxima pour le mois de novembre. Le 17 novembre, la station de Lamone a même enregistré un nouveau record absolu, soit 307,71 m au-dessus du niveau de la mer (période de référence 1981–2014).

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 particulier 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. 34).

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

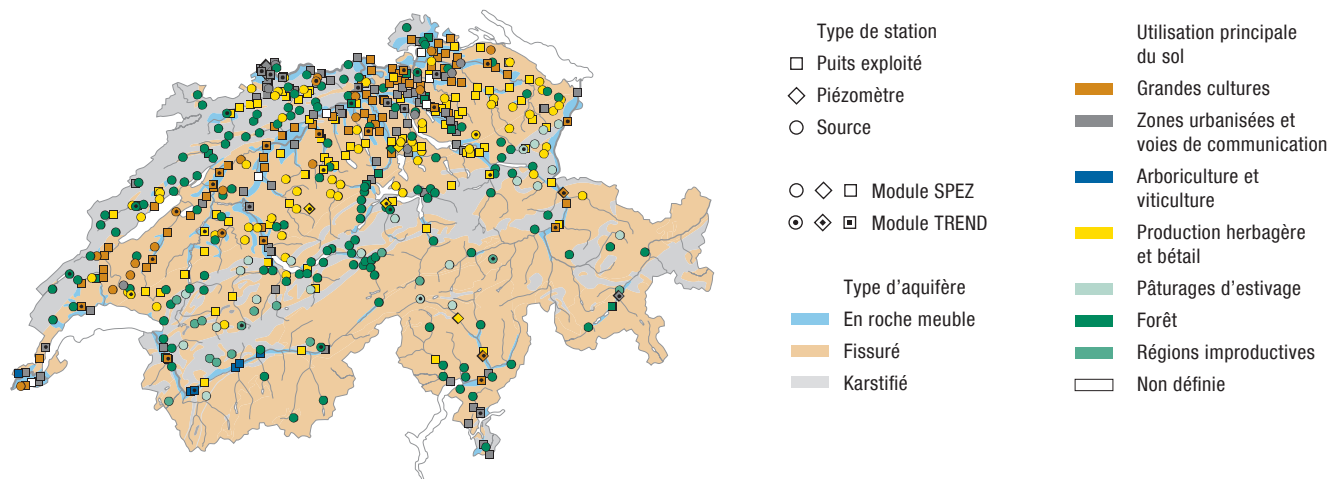


Fig. 5.2 Stations de mesure des modules TREND et SPE de NAQUA relevant la qualité des eaux souterraines selon l'utilisation principale du sol dans le bassin versant et selon le type d'aquifère, état 2014.

> 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.

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)

Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA) qui se compose des quatre modules QUANT, TREND, SPE 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/fr
- > Bulletin hydrologique de l'OFEV:
www.hydrodaten.admin.ch/fr/hydro_bulletin.html
- > Bulletin des eaux souterraines de l'OFEV:
www.hydrodaten.admin.ch/fr/bulletin-des-eaux-souterraines.html
- > Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA:
www.bafu.admin.ch/naqua
- > Résultats de la Surveillance nationale continue des cours d'eau (NADUF):
www.bafu.admin.ch/naduf
- > Indicateurs Eaux:
www.bafu.admin.ch/indicateurs_eaux