

# > Annuaire hydrologique de la Suisse 2011

*Débit, niveau et qualité des eaux suisses*



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

# > Sommaire

<b>Préface</b>	<b>3</b>
<b>Abstracts</b>	<b>4</b>
<b>Résumé</b>	<b>5</b>

## 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 2011.  
Office fédéral de l'environnement, Berne.  
État de l'environnement n° UZ-1506, 36 p.

### Lectorat

Jacqueline Dougoud, Zurich

### Traduction

Virginie Linder, Anet

### Graphisme, mise en page

Magma – die Markengestalter, Berne

### Photo de couverture

Lac de la Gruyère (FR), le 1.5.2011  
Photo: Edith Oosenbrug, OFEV

### Source iconographique

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

### Source des données

Les analyses hydrologiques sont basées sur les données définitives de 2011.

### 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: 810.200.016f  
www.bafu.admin.ch/uz-1506-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](http://www.bafu.admin.ch/hydrologie)

<b>1 Les faits qui ont marqué 2011</b>	<b>6</b>
<b>2 Conditions météorologiques</b>	<b>14</b>
<b>3 Neige et glaciers</b>	<b>15</b>
<b>4 Eaux de surface</b>	<b>17</b>
<b>5 Eaux souterraines</b>	<b>32</b>
<b>Annexe</b>	<b>34</b>

## > Préface

Il va faire de plus en plus chaud en Suisse, avec des étés de plus en plus secs. La fréquence et la durée des vagues de chaleur devraient augmenter, les sécheresses estivales persister. Ce sont les dernières conclusions scientifiques des climatologues suisses, publiées en septembre 2011 sous la direction de l'École polytechnique fédérale de Zurich et de MétéoSuisse, notamment sous la forme de scénarios du changement climatique en Suisse (CH2011). Des analyses réalisées dans le cadre du projet de l'OFEV «Changement climatique et hydrologie en Suisse» (CCHydro) viennent confirmer cette tendance. Même si le pays ne risque pas de manquer d'eau à l'avenir, il est fort probable que la pression sur les ressources en eau s'accroisse, provoquant localement des conflits d'intérêts passagers.

En 2011, plusieurs services spécialisés du pays ont déjà été confrontés à ces défis: ils se souviendront de cette année comme celle de beaucoup de records météorologiques. Ce fut également un millésime particulier du point de vue hydrologique, caractérisé par une alternance de longues périodes de sécheresse et de fortes crues. Dans certaines régions, le printemps très sec a été ponctué de pénuries d'eau temporaires.

Sur le plan fédéral, différents travaux sont réalisés dans le but d'élaborer des approches et des mesures permettant une gestion optimale des ressources en eau ainsi que la maîtrise des pénuries locales. À long terme, la Suisse ne devrait pas non plus souffrir d'un manque d'eau généralisé grâce à la bonne planification et aux infrastructures des services d'approvisionnement.

Au cours de l'année 2011, l'administration fédérale a également réorganisé ses activités dans le domaine de l'hydrométrie: au 1<sup>er</sup> janvier, la section Instruments et laboratoires (SIL) de la division Hydrologie de l'OFEV a été transférée à l'Office fédéral de métrologie (METAS). Depuis, les spécialistes de l'OFEV collaborent étroitement avec ceux du METAS. Ces derniers s'occupent désormais de l'équipement des stations de mesure, de la maintenance et de l'exploitation des instruments hydrométriques ainsi que de la gestion du canal de calibrage d'Ittigen (BE) pour le compte de l'OFEV. Il s'agit là d'une base importante pour le relevé des données publiées et discutées dans le présent annuaire.

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, 2011 a été l'année la plus chaude depuis le début des mesures en 1864, avec un excédent thermique de 1,2 °C. Elle a aussi été nettement trop sèche dans plusieurs régions. En Suisse romande, les précipitations ont à peine atteint 60 à 80 % de la norme de 1981 à 2010. Dans le reste du pays, les quantités ont oscillé entre 70 et 95 %, dépassant même les 100 % localement.

### Neige et glaciers

L'hiver 2010/11 a été plus chaud et plus sec que la normale, et même plus ensoleillé dans le nord du pays. Sur l'ensemble de la saison, les hauteurs de neige ont donc été inférieures à la moyenne dans la plupart des régions. Dans le nord du Tessin, en Haute-Engadine et dans les vallées méridionales des Grisons, elles ont été conformes à la norme. L'année hydrologique 2010/11 a également été marquée par les pertes de masse considérables de certains glaciers.

### Débits

Les débits des grands bassins versants ont été nettement inférieurs à la moyenne: au nord des Alpes, ils ont à peine atteint 70 à 80 % des moyennes interannuelles. Un printemps sec et une fonte des neiges très peu abondante ont eu pour conséquence une baisse sensible des niveaux des cours d'eau et des lacs, en particulier dans le Jura et sur le Plateau.

En automne, un épisode de pluie sur neige exceptionnel a valu à certaines stations de l'Oberland bernois et de Suisse centrale de nouveaux pics record de débit.

### Niveaux des lacs

En 2011, le niveau moyen du lac de Constance était 10 cm au-dessous de la moyenne de la période de référence 1981–2010; cet écart a été de 12 cm pour le lac de Neuchâtel, qui a donc enregistré sa moyenne annuelle la plus basse de toute la période de mesure. Le lac Léman et le lac Majeur se sont peu écartés de leur moyenne interannuelle. Plusieurs lacs ont affiché des minima saisonniers, mais aucun record absolu.

### Températures de l'eau

En 2011, les moyennes annuelles des températures de l'eau ont été dans l'ensemble supérieures à la moyenne interannuelle. La moyenne annuelle maximale a été dépassée à plus de 20 stations du réseau de mesure de la température. Seuls de petits excédents thermiques ont été enregistrés dans les bassins versants avec un taux de glaciation relativement élevé.

### Isotopes stables

En 2011, la courbe annuelle des isotopes stables de l'eau dans le Rhin en amont du lac de Constance, dans le Rhône en amont du lac Léman et dans le Tessin a présenté les valeurs  $\delta$  les plus faibles du printemps durant la fonte des neiges ainsi que les valeurs  $\delta$  les plus élevées suite aux précipitations de juillet et août.

### Eaux souterraines

En 2011, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources sont demeurés bas dans tout le pays en raison de la longue sécheresse. Ils ont été bien inférieurs en mai et juin 2011 à ceux de l'été caniculaire de 2003, car cette année-là leur niveau de départ au début de l'année était plus élevé.

# 1 > Les faits qui ont marqué 2011

*Le printemps 2011 reste inscrit dans les mémoires comme extrêmement chaud et sec. Du fait des conditions météorologiques, les eaux ont enregistré des niveaux particulièrement bas et des températures élevées. En automne, les fortes chutes de neige et de pluie ont provoqué un nouvel évènement extrême, faisant gonfler les rivières de l'Oberland bernois.*

## 1.1 Un printemps 2011 très sec

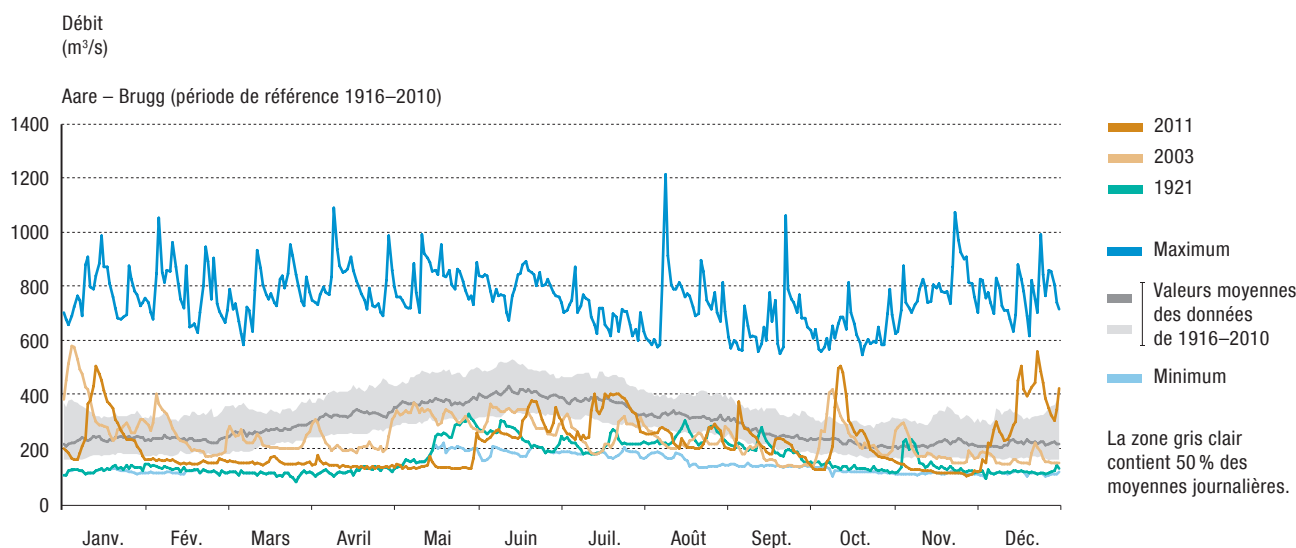
Durant les premiers mois de l'année, les précipitations ont été particulièrement faibles dans de nombreuses régions du pays (voir chap. 2). De plus, comme le manteau neigeux était très mince au printemps 2011 vu le peu de neige tombé fin 2010, les eaux de fonte ont elles aussi fait défaut.

En conséquence, les niveaux des cours d'eau, des lacs et des eaux souterraines ont été très bas, surtout dans le Jura et sur le Plateau. L'étiage est apparu au printemps, ce qui est exceptionnel: généralement, c'est à cette saison que les réservoirs d'eau se remplissent et plutôt à la fin de l'été, en automne ou en hiver que l'on observe des niveaux bas sur le Plateau et dans le Jura.

## Lacs et cours d'eau: de nouveaux minima printaniers

Les lacs suisses ont affiché de nouveaux minima pour mai et juin, mais aucun record absolu. Entre le 25 mars et le 20 mai, les niveaux des lacs de Morat et de Neuchâtel ont ainsi atteint des valeurs qui n'avaient pas été enregistrées depuis 1983. Depuis le début des mesures en 1910, le lac de Walenstadt n'avait jamais coté aussi bas entre le 13 mai et le 18 juin. Enfin, en juin, les lacs de Zurich et de Constance ainsi que le lac Majeur ont également enregistré des minima historiques durant plusieurs jours.

Les débits des cours d'eau observés au printemps 2011 correspondent à des valeurs apparaissant environ tous les deux à cinq ans. Durant plusieurs jours, certains grands cours d'eau ont également enregistré des records pour les mois de mai et juin. En mai surtout, les débits de l'Aar à Brugg (fig. 1.1) et du



**Fig. 1.1** Débit de l'Aar à Brugg en 2011: comparaison avec les années sèches 2003, 1921 et les valeurs statistiques interannuelles

Rhin à Bâle ont été extrêmement faibles. À Zurich, la Limmat a enregistré de nouveaux minima de mi-avril à mi-juin, durant 42 jours (mesures depuis 1938).

#### Eaux souterraines: des niveaux très bas

En mai et juin surtout, les niveaux des eaux souterraines ont été exceptionnellement bas dans les petites vallées fluviales du Jura, du Plateau, des Préalpes et du Tessin. Il en a été de même dans les vallées des grands cours d'eau alpins en raison du déficit pluviométrique et de la fonte des neiges peu abondante.

Les sources du Jura ainsi que celles du Plateau, alimentées par des aquifères peu profonds (karstiques dans le premier cas, en roches meubles dans le second), ont vu leur débit s'amenuiser sensiblement. La sécheresse du premier semestre de 2011 a eu en revanche un impact moindre sur les sources alimentées par des aquifères fissurés.

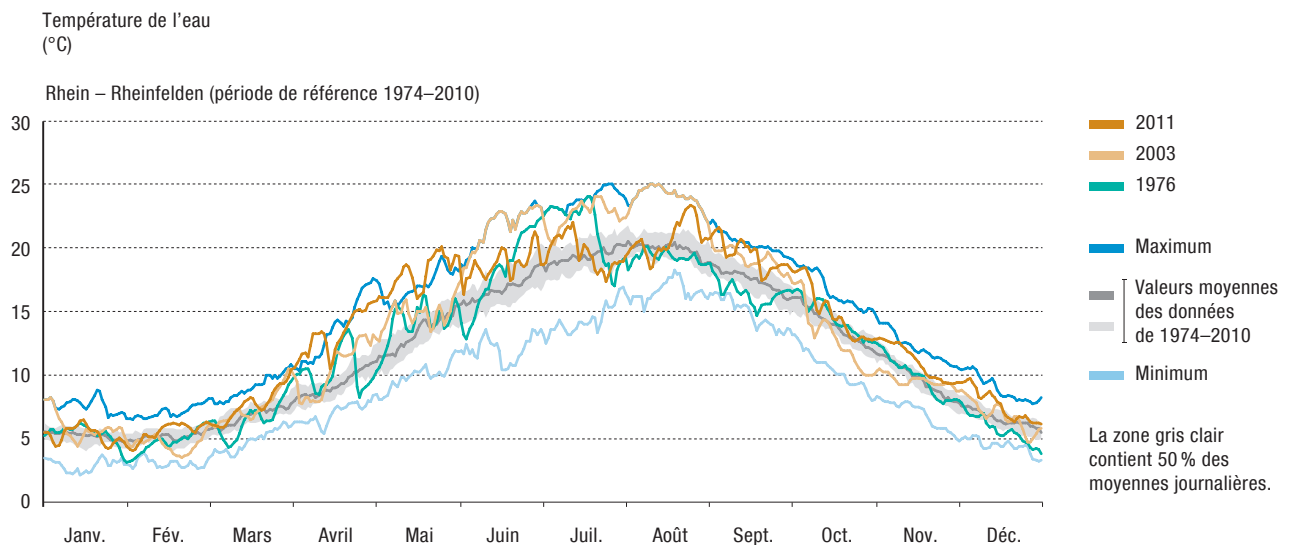
Les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources ont été bien plus faibles en mai et juin 2011 qu'en 2003, une année pourtant elle aussi chaude et sèche, car ils n'ont pas pu profiter des réserves accumulées durant l'hiver précédent, contrairement à ce qui avait été le cas huit ans auparavant (voir fig. 1.4 et 1.5).

#### Températures de l'eau: nouveaux records pour avril et mai

Du fait d'un ensoleillement généreux combiné à des niveaux d'eau bas, les températures de l'eau ont été exceptionnellement élevées, surtout en avril et mai. Les maxima saisonniers

ont été atteints essentiellement au cours du mois d'avril dans les petits et moyens cours d'eau du Plateau tels que la Thur, la Birse, la Sarine, la Broye et l'Emme.

Dans les grands cours d'eau en aval des lacs, les valeurs les plus élevées ont plutôt été enregistrées fin avril et en mai. Les maxima saisonniers ont parfois été dépassés de plus de 2°C. Le 12 mai, la température du Rhin à Rheinfelden était de 18,9°C, soit 3,1°C de plus que la valeur maximale mesurée à la même date depuis 1974 (voir fig. 1.2).



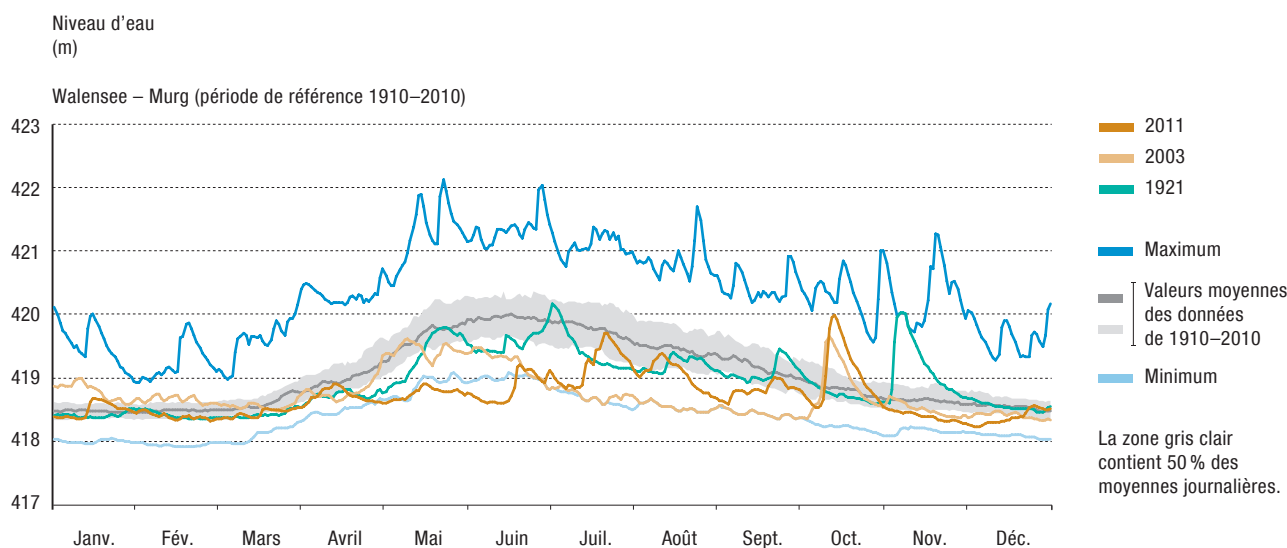
**Fig. 1.2** Température du Rhin à Rheinfelden en 2011: comparaison avec les années sèches 2003, 1976 et les valeurs statistiques interannuelles

**Retour à la normale en juillet**

Fin juin, les niveaux des lacs de Zoug, Zurich, Constance et Walenstadt étaient encore très bas par rapport aux moyennes mensuelles interannuelles (fig. 1.3). En même temps, le 30 juin, des précipitations abondantes ont déclenché des crues bisannuelles (d’une périodicité statistique de deux ans) dans quelques cours d’eau de l’Oberland bernois, de Suisse centrale et de la région de Zurich. Une crue quinquennale à décennale a été observée sur la Sihl, une crue décennale à vicennale sur la Lorze et l’Aa d’Engelberg.

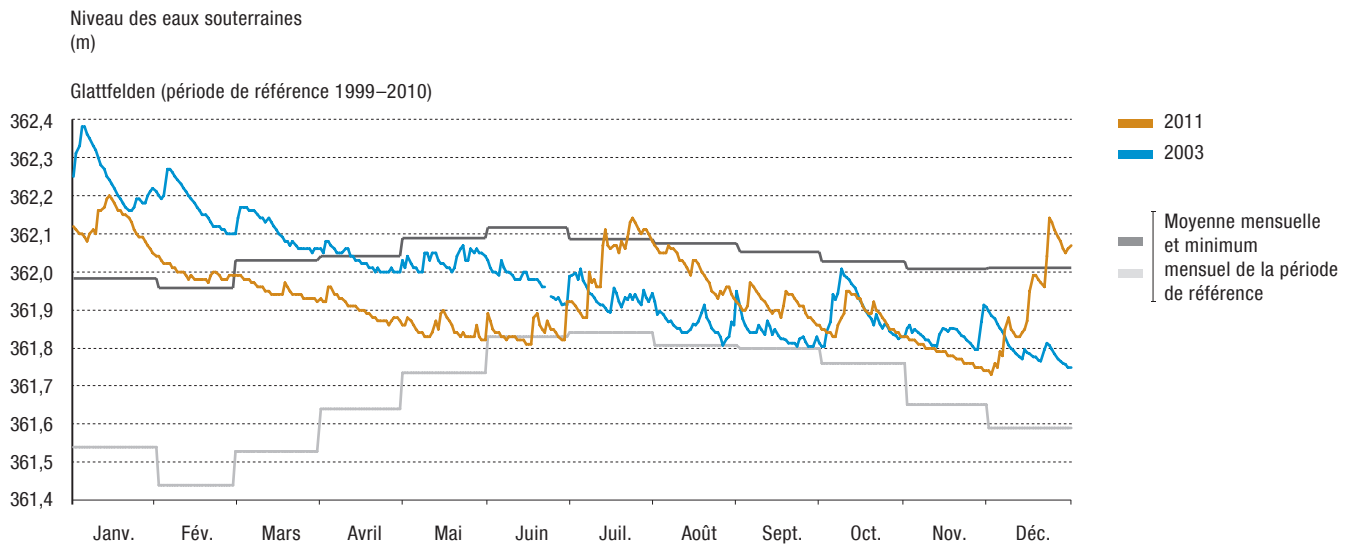
Les cours d’eau alimentés par des bassins versants de petite à moyenne taille réagissent plus rapidement à la pluie que les grandes rivières, les lacs ou les eaux souterraines. C’est pourquoi il n’est pas impossible d’observer simultanément des étiages et des crues locales au nord des Alpes.

Au nord des Alpes, il a fallu attendre les précipitations du mois de juillet, plus abondantes que la moyenne, pour que la plupart des grands cours d’eau, lacs et aquifères recouvrent un niveau normal pour la saison. Les nappes phréatiques éloignées des cours d’eau ou très profondes ont cependant davantage tardé à se normaliser. Une nouvelle sécheresse s’est installée de fin octobre à début décembre; moins prononcée qu’au printemps, elle s’est cependant traduite elle aussi par une baisse des débits (voir point 4.1).

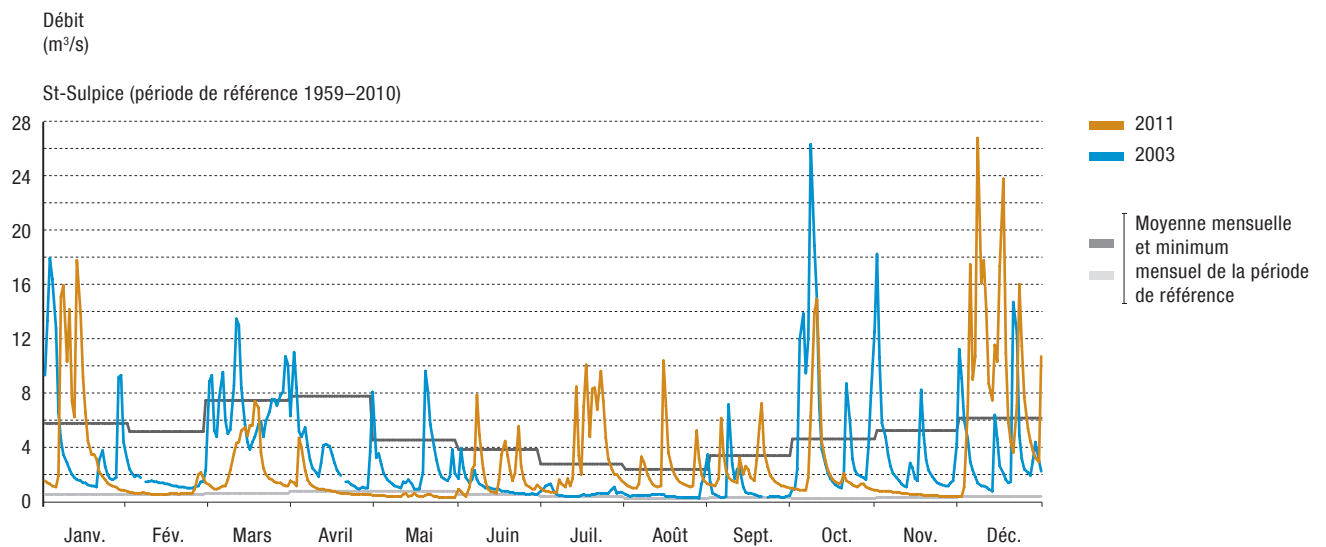


**Fig. 1.3** Niveau du lac de Walenstadt à Murg en 2011: comparaison avec les années sèches 2003, 1921 et les valeurs statistiques interannuelles.





**Fig. 1.4** Niveau des eaux souterraines à Glattfelden en 2011: comparaison avec l'année 2003 et les valeurs statistiques interannuelles.



**Fig. 1.5** Débit de source à St-Sulpice en 2011: comparaison avec l'année 2003 et les valeurs statistiques interannuelles.

## 1.2 Indicateur «Étiages»

Les débits les plus faibles de l'année sur sept jours consécutifs (NM7Q) sont déterminés à 41 stations hydrométriques de l'OFEV fonctionnant depuis de nombreuses années. Un événement est considéré comme étiage lorsque le débit est inférieur au débit NM7Q<sub>10</sub> calculé pour la station (débit NM7Q au-dessous duquel on ne descend statistiquement que tous les dix ans). L'indicateur «Étiages» montre le nombre d'étiages par an. L'évaluation distingue les stations de mesure situées en région alpine et dans les autres régions, car les débits qui y sont relevés sont soumis à des processus différents: si, dans les Alpes, les étiages sont liés à des températures basses, ceux mesurés dans le reste du pays sont plutôt dus à la sécheresse. Dans la mesure du possible, les stations retenues pour calculer l'indicateur sont situées dans des bassins versants sans influence humaine notable (c'est-à-dire sans centrale hydroélectrique, dérivation ni raccordement). La figure 1.6 représente l'indicateur pour les stations extra-alpines.

Comme exposé au chapitre 2, l'année 2011 a été nettement trop sèche dans de nombreuses régions. Les débits ont donc été faibles au printemps, surtout sur le Plateau et dans le Jura (voir point 1.1). Ils n'ont toutefois pas atteint des valeurs aussi basses que lors d'autres années sèches. En 2011, une seule station de la région extra-alpine – Gürbe à Belp – a affiché un étiage.

Une analyse des étiages de 1930 à 2011 ne fait ressortir aucune tendance manifeste pour les stations de mesure extra-alpines. On constate cependant qu'ils ont été particulièrement nombreux en 1947, 1949, 1962 et 2003. Dans les bassins versants à basse altitude, ce type d'évènement est dû à de longues phases de sécheresse et s'observe le plus souvent en été ou en automne. Or, les changements climatiques devraient rendre ces périodes de sécheresse plus fréquentes.

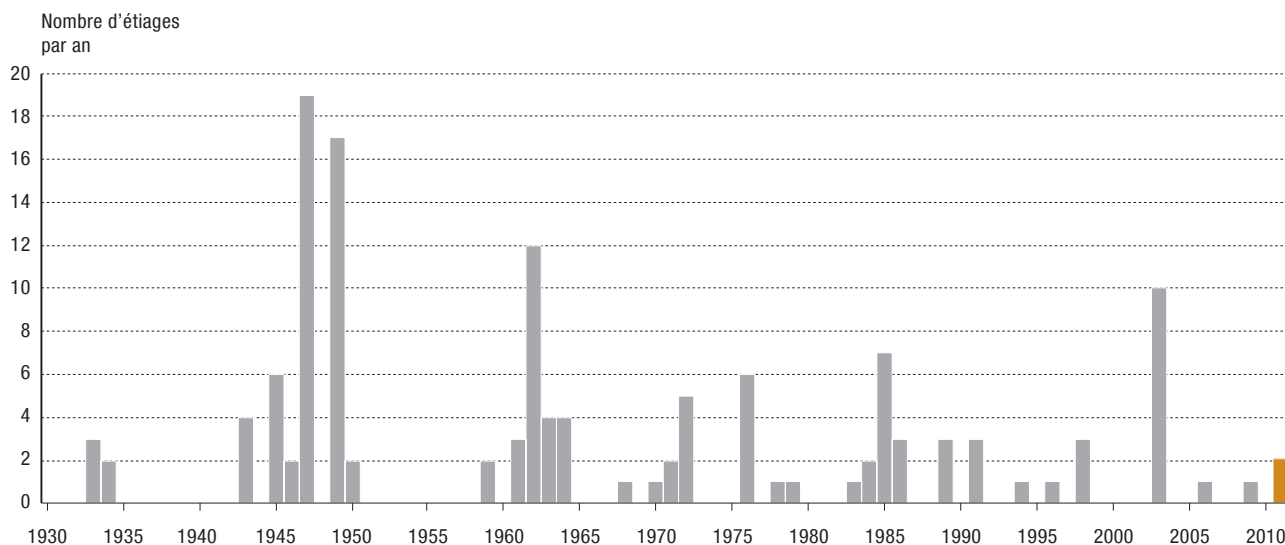


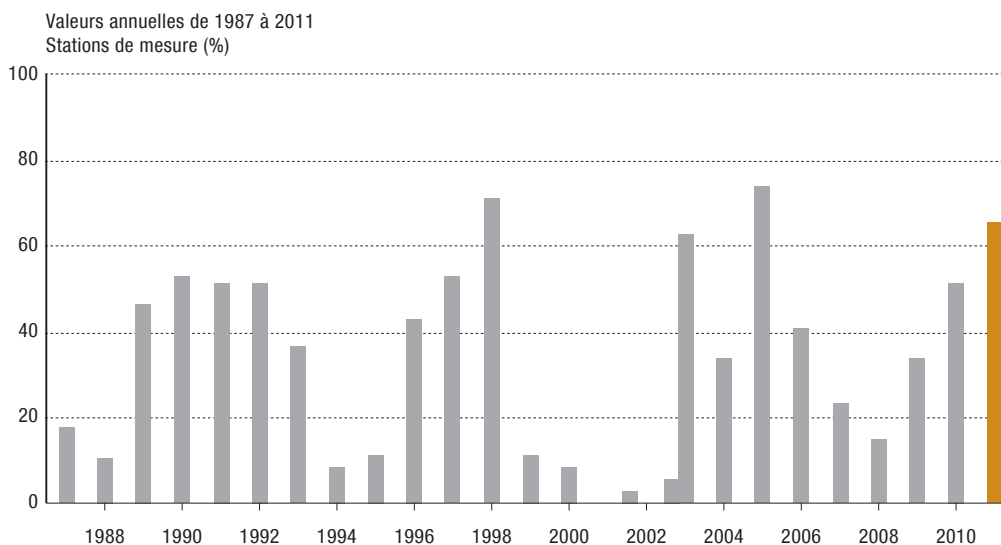
Fig. 1.6 Nombre d'étiages par an à différentes stations extra-alpines. En orange, la valeur indicative de 2011.

### 1.3 Indicateur «Niveaux des eaux souterraines et débits des sources bas»

L'indicateur «Niveaux des eaux souterraines et débits des sources bas» fournit pour chaque année une vue d'ensemble de la fréquence d'apparition de niveaux et de débits exceptionnellement bas en Suisse. Une baisse trop importante du niveau des eaux souterraines et du débit des sources suite à une grande sécheresse peut entraîner des problèmes locaux d'approvisionnement en eau, mais aussi perturber les écosystèmes qui dépendent des eaux souterraines. Or, les scénarios climatiques quantitatifs du projet CH2011 (OCCR, OFEV, MétéoSuisse, C2SM, Agroscope et ProClim) prévoient pour la Suisse une augmentation de la fréquence et de la durée des sécheresses estivales, il faut donc s'attendre à ce que les eaux souterraines et les sources atteignent des niveaux bas plus souvent.

Cet indicateur exprime le pourcentage annuel de stations ayant mesuré des niveaux d'eaux souterraines ou des débits de sources bas durant un nombre de jours supérieur à la moyenne interannuelle. Le calcul de l'indicateur est basé sur les stations du module QUANT de NAQUA, qui rendent compte de l'état et de l'évolution du volume d'eaux souterraines au niveau national (voir chap. 5) et signalent l'impact possible des changements climatiques sur les nappes phréatiques.

Durant les années sèches, l'indicateur «Niveaux des eaux souterraines et débits des sources bas» dépasse généralement 50 %, ce qui signifie que la plupart des stations relèvent des niveaux d'eaux souterraines ou des débits de sources bas plus fréquemment que la moyenne. Les déficits pluviométriques de 1998, 2003, 2005 et 2011 expliquent ainsi les valeurs exceptionnellement élevées de cet indicateur (fig. 1.7).



**Fig. 1.7** Pourcentage annuel de stations de mesure ayant enregistré des niveaux d'eaux souterraines ou des débits de sources bas plus fréquemment que la moyenne. En orange, la valeur indicative de 2011.

### 1.4 Crues du 10 octobre 2011 en Valais et dans l'Oberland bernois

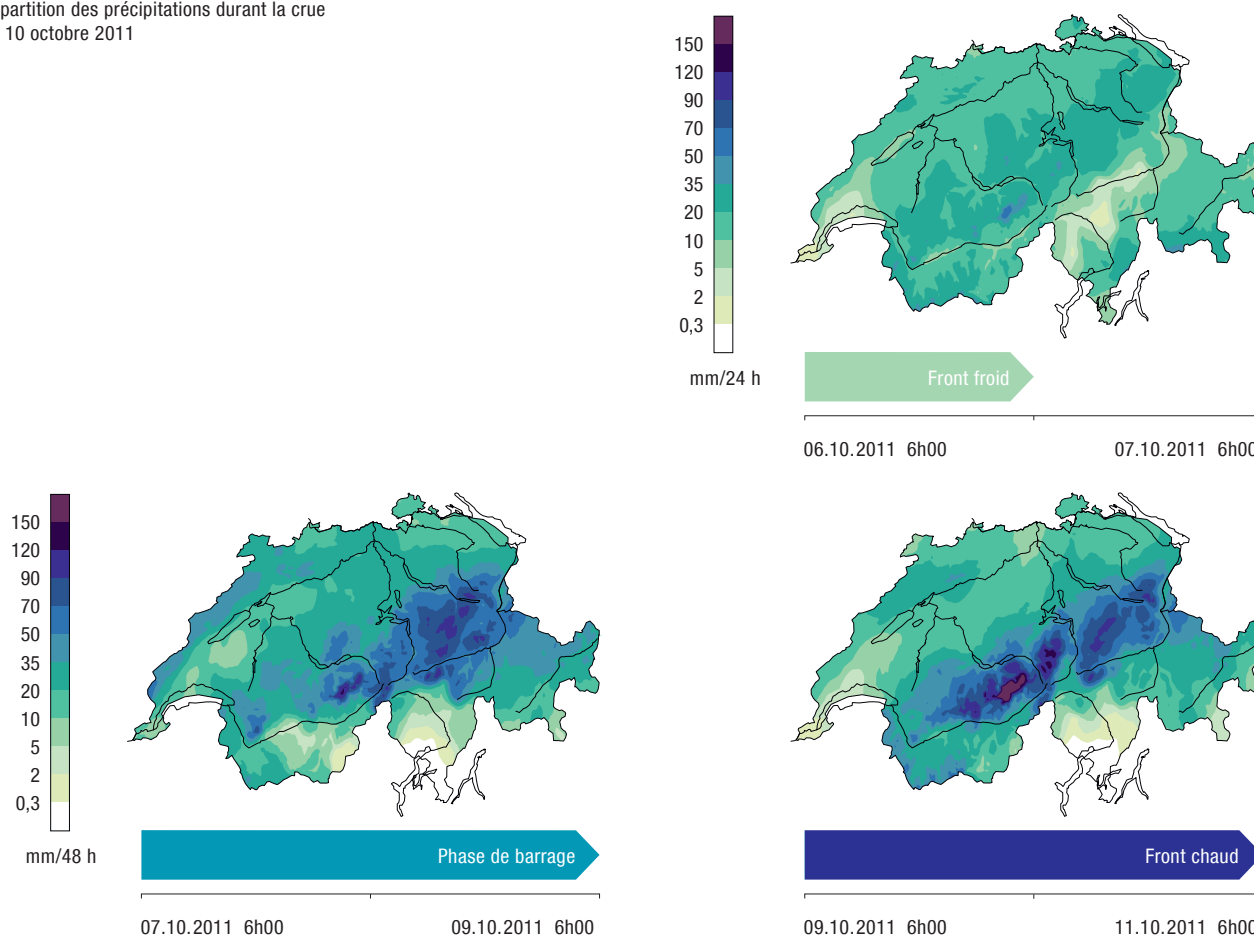
Les intempéries du 10 octobre 2011 ont causé 85 millions de francs suisses de dégâts en Valais, dans l'Oberland bernois, en Suisse centrale, dans le bassin versant de la Linth et dans le Schächental. L'évènement météorologique à l'origine de la crue s'est déroulé en trois phases successives: un front froid les 6 et 7 octobre, une situation de barrage avec de fortes chutes de neige et, finalement, un front chaud les 9 et 10 octobre, accompagné de précipitations abondantes et d'une brusque montée de la limite du zéro degré.

Les précipitations combinées à la fonte rapide du manteau neigeux ont généré de gros débits dans de nombreux torrents et cours d'eau de montagne.

Considérés séparément, les cumuls pluviométriques et les taux de fonte durant l'évènement étaient certes élevés, mais nullement exceptionnels. Leur conjonction a cependant entraîné des situations parfois critiques. Quelques pointes de crue très élevées ont été enregistrées dans l'ouest du pays, tandis que les périodes de retour ont été modérées en Suisse centrale et orientale. Si les débits ont réagi de façon si différente aux intempéries, c'est surtout parce que les divers facteurs et processus en jeu durant cet épisode n'étaient pas les mêmes dans toutes les régions.

> Avant le début des pluies, les chutes de neige durant la situation de barrage ont été bien plus abondantes sur le nord-est des Alpes suisses que sur l'ouest. Les précipitations de la phase chaude ont atteint des quantités à peu près semblables dans toutes les régions du pays. La

Répartition des précipitations durant la crue du 10 octobre 2011



**Fig. 1.8** Répartition des précipitations durant les trois phases de la crue du 10 octobre 2011. Les données proviennent de mesures pluviométriques automatiques et manuelles de MétéoSuisse.

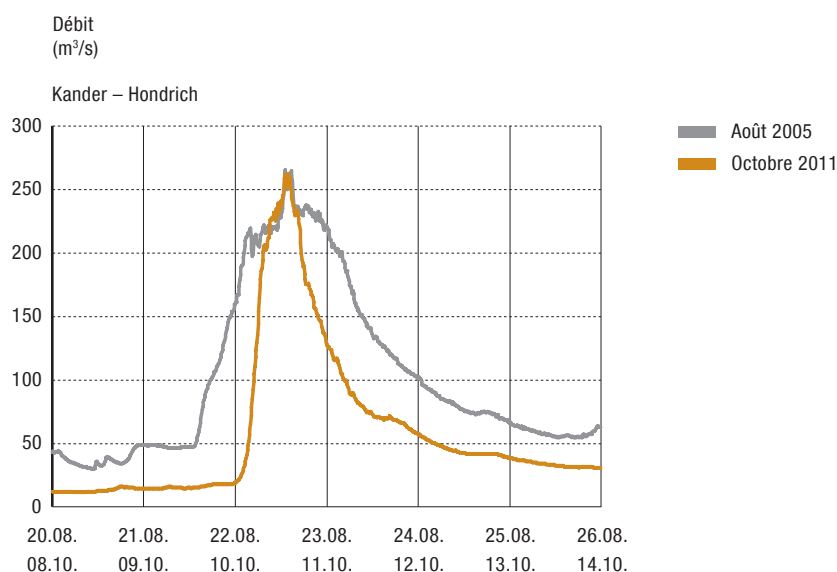
part des précipitations tombées sous forme de pluie a cependant été nettement plus élevée dans l'Oberland bernois que dans le bassin versant de la Linth ou le Schächental.

- > Durant le front chaud, le vent associé à des masses d'air chaud et humide a créé des flux turbulents de forte chaleur, qui ont fourni la majeure partie de l'énergie pour une abondante fonte des neiges. Dans le Lötschental et le Kandertal, la faible épaisseur du manteau neigeux et le début du dégel ont limité la capacité des sols à absorber les eaux de pluie et de fonte, tout en accélérant leur prédisposition à l'écoulement par rapport à l'est. De façon générale, l'apport des eaux de fonte semble considérable. Rapporté au volume écoulé, il a toutefois joué un rôle moindre que les précipitations.
- > La simulation de l'humidité du sol entre le 6 et le 13 octobre indique une situation semblable pour tous les bassins versants (saturation incomplète des sols) et donc, en théorie, une même prédisposition à la formation de l'écoulement le 9 octobre. Comme les débits ont relativement vite réagi aux précipitations, les processus rapides d'écoulement ont dû jouer un rôle essentiel, ce que confirment les simulations. Les conditions et les facteurs responsables du démarrage soudain des processus d'écoulement demeurent cependant mal connus; on ignore encore pourquoi la prédisposition à l'écoulement était si

élevée. Il est malheureusement impossible de vérifier les simulations de l'humidité du sol par manque de mesures pertinentes à l'échelle régionale.

Pour le moment, il reste difficile de prévoir très précisément les événements combinés de pluie sur neige, et donc d'émettre des alertes à temps – non seulement en raison du manque de données sur ce type d'épisode relativement rare, qui limite les possibilités de comparaison, mais aussi de la précision insuffisante des données d'entrée pour la modélisation et de la représentation encore trop peu détaillée des processus dans les modèles d'écoulement.

Source: Données et analyses de MétéoSuisse, du WSL et de l'OFEV



**Fig. 1.9** Comparaison des hydrogrammes d'octobre 2011 (en orange) et d'août 2005 (en gris) à la station de Kander – Hondrich.

## 2 > Conditions météorologiques

*En moyenne suisse, 2011 a été l'année la plus chaude depuis le début des mesures en 1864, avec un excédent thermique de 1,2 °C par rapport à la norme de 1981–2010. Elle a aussi été nettement trop sèche dans plusieurs régions. En Suisse romande, les précipitations ont à peine atteint 60 à 80 % de la norme. Dans le reste du pays, les quantités ont oscillé entre 70 et 95 %.*

Sur le versant nord des Alpes et dans les vallées intra-alpines, les précipitations étaient déjà inférieures à la moyenne en décembre 2010. Le déficit pluviométrique s'est amplifié en début d'année, pour aboutir à une sécheresse prononcée. Suite à la douceur persistante, ce fut finalement le printemps le plus chaud en Suisse depuis le début des mesures en 1864.

Le 1<sup>er</sup> juin, l'hiver a fait son retour dans les Alpes. Localement, la limite des chutes de neige est descendue jusqu'en moyenne montagne. Les 27 et 28 juin, le passage d'un front froid a déclenché de très fortes précipitations orageuses, qui ont causé des inondations, surtout en Suisse centrale. Le 10 juillet, de violents orages ont de nouveau fait gonfler et déborder les cours d'eau, cette fois-ci principalement en Suisse orientale. Dans la nuit du 12 au 13 juillet, de violents orages ont éclaté sur tout le pays, avant l'arrivée le 13 juillet d'un nouveau front froid accompagné de fortes précipitations.

Les deux premiers mois de l'été ont été globalement humides; le mois de juillet a même été le plus frais depuis l'année 2000. Ce temps pluvieux ne s'est guère amélioré avant la mi-août. La seconde quinzaine du mois d'août et la première de septembre ont en revanche été très estivales, jusqu'à la brusque incursion d'air polaire et de précipitations abondantes le 17 septembre. Après cet intermède hivernal, le soleil et la douceur ont fait leur retour.

Le temps automnal clémente a persisté jusqu'aux premiers jours d'octobre. Puis les conditions atmosphériques se sont rapidement dégradées: à haute altitude, il est tombé plus de 50 cm de neige dans les Alpes centrales, dans la partie orientale du versant nord des Alpes et aux Grisons jusqu'au 9 octobre. Mais dès le 10 octobre, des masses d'air doux très humide ont atteint le pays et provoqué de fortes précipitations sur le versant nord des Alpes. En même temps, l'isotherme du zéro degré est remontée brusquement au-dessus de 3000 m, accélérant la fonte des neiges. De nombreuses régions ont alors connu des situations de crue critiques (voir point 1.4), avant le retour d'un temps automnal plus clémente.

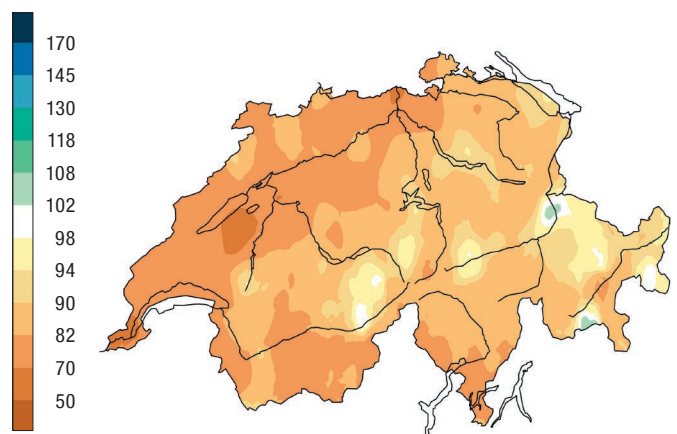
Le foehn s'est levé à la fin du mois d'octobre. Accompagné de pluies persistantes sur le versant sud des Alpes, il a

soufflé sans relâche du 3 au 6 novembre. Alors que, durant ces épisodes de foehn, le sud des Alpes était copieusement arrosé, une grande partie du nord du pays souffrait d'une sécheresse persistante. Les conditions anticycloniques stationnaires ont fait qu'il n'est pratiquement pas tombé une goutte de pluie du 19 octobre à fin novembre, en particulier du Valais au lac de Constance en passant par la Suisse centrale.

Mi-décembre, de grandes quantités de neige sont tombées sur de nombreuses régions de montagne. Les températures se sont adoucies juste avant les fêtes de fin d'année, la neige a fondu en plaine. Il a encore neigé en montagne les derniers jours de décembre, si bien que, fin 2011, le manteau neigeux était plus épais que la moyenne en altitude.

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

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



**Fig.2.1** 2011, une année sèche: les précipitations annuelles ont atteint seulement 60 à 80 % de la norme en Suisse romande, 70 à 95 % dans les autres régions.

## 3 > Neige et glaciers

*L'hiver 2010/11 a été plus chaud et plus sec que la normale, et même plus ensoleillé dans le nord du pays. Sur l'ensemble de la saison, les hauteurs de neige sont donc restées inférieures à la moyenne dans la plupart des régions. Dans le nord du Tessin, en Haute-Engadine et dans les vallées méridionales des Grisons, elles ont été conformes à la norme. L'année hydrologique 2010/11 a également été marquée par les pertes de masse considérables de certains glaciers.*

### 3.1 Neige

En altitude, les conditions ont été hivernales dès le mois d'octobre 2010. De grandes quantités de neige sont tombées en octobre et en novembre, surtout sur le versant sud des Alpes. En décembre, il a neigé un peu partout et souvent, parfois jusqu'en plaine. À la fin de l'année, les hauteurs de neige étaient encore normales, voire supérieures à la moyenne. En novembre et décembre, l'hiver a lancé plusieurs offensives sur le Plateau, mais n'a pas persisté. En janvier 2011, les températures ont beaucoup fluctué et il a même plu en altitude; des avalanches de neige mouillée ont été observées le 13 janvier, les conditions d'enneigement étant fort printanières en moyenne montagne.

Mi-février, les premiers flocons sont tombés sur le sud du pays, puis les chutes de neige ont gagné le nord et l'ouest vers la fin du mois. Il a aussi neigé au mois de mars, mais de façon moins abondante. Au milieu de l'hiver, les hauteurs de neige ont été majoritairement inférieures à la moyenne, à toutes les altitudes.

En avril, les hauteurs de neige étaient nettement au-dessous de la moyenne dans toutes les régions. Elles ont à peine atteint 50 % de la norme à haute altitude, et tout juste 25 % en moyenne montagne. De nombreuses stations d'observation du SLF exploitées depuis de nombreuses années (Andermatt, Arosa, Fionnay, Grimsel, Hasliberg, Ulrichen, Weissfluhjoch, p. ex.) ont ainsi enregistré de nouveaux minima. Certaines n'avaient jamais vu la neige disparaître si tôt dans la saison. Les faibles quantités de neige observées jusqu'aux sommets s'expliquent principalement par les déficits pluviométriques à partir de janvier. Atteignant seulement 30 % de la moyenne interannuelle, la hauteur de neige fraîche relevée de janvier à mars n'a jamais été aussi faible depuis le début des mesures. Durant tout l'hiver, aucun épisode de neige n'a apporté un mètre ou plus de poudreuse en l'espace de trois jours.

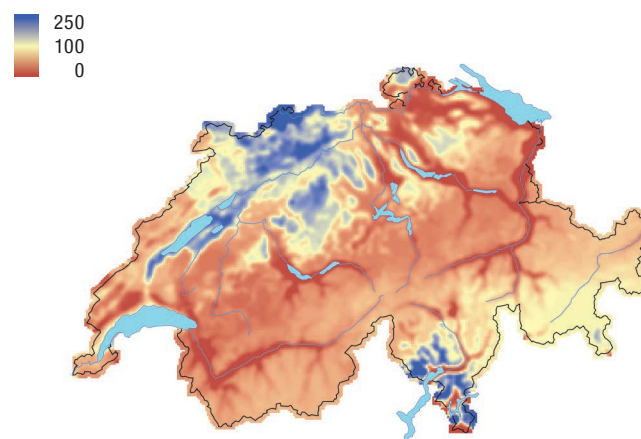
En mai, le manteau neigeux a commencé à fondre en altitude, surtout dans le nord. Au sud des Alpes, les versants nord

situés au-dessus de 2300 m étaient encore entièrement recouverts de neige. Si l'on considère la hauteur de neige moyenne de novembre à avril, l'hiver 2010/11 occupe la sixième place des hivers les moins enneigés depuis le début des mesures il y a une soixantaine d'années. Il figure par contre au cinquième rang des hivers peu enneigés.

De juin à septembre, il y a eu sept incursions marquées d'air froid. En haute montagne, le manteau neigeux a persisté jusqu'en août, grâce à la succession des chutes de neige. À part le 28 août et le 19 septembre, il a peu neigé à haute et moyenne altitude.

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

Hauteur de neige (en % de la norme)



**Fig. 3.1** Hauteurs de neige durant l'hiver 2010/11 (de novembre à avril) par rapport à la période 1971–2000.

### 3.2 Glaciers

Durant l'année hydrologique 2010/11, les glaciers ont accusé des pertes de masse importantes. Après 2002/03 et 2005/06, 2010/11 s'inscrivent parmi les années les plus négatives de la dernière décennie (voir les rapports glaciologiques 1960–2011 du VAW). La fonte importante des glaciers s'explique avant tout par les quantités de neige inférieures à la moyenne et par la douceur du début de l'été, responsable de la disparition précoce du manteau neigeux. Ces conditions ont fait qu'une bonne partie des réserves s'est écoulée, en particulier durant le mois d'août spécialement chaud.

Les bilans de masse mesurés sur les neuf glaciers examinés se sont situés dans une fourchette allant de  $-720$  (Adlergletscher) à  $-2460$  mm d'équivalent en eau (glacier du Tsanfleuron). Un gradient nord-sud se détache clairement: alors que les bilans de masse se sont avérés légèrement inférieurs à la moyenne interannuelle (Basodino, Adler, Findelen) dans les régions influencées par le climat du sud des Alpes, les pertes ont été relativement conséquentes plus au nord, de l'ordre de  $-2000$  mm d'équivalent en eau. Cette valeur se situe nettement au-dessous de la moyenne de la dernière décennie. La disparité entre le nord et le sud s'explique probablement par les grandes quantités de neige tombées sur le sud des Alpes au printemps 2011.

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 Grialetsch en septembre 2011.



## 4 > Eaux de surface

Les débits des grands bassins versants ont été largement inférieurs à la moyenne: au nord des Alpes, ils ont à peine atteint 70 à 80 % des moyennes interannuelles. En octobre, un épisode exceptionnel de pluie sur neige a valu à certaines stations de l'Oberland bernois et de Suisse centrale de nouveaux pics record. En de nombreuses stations du réseau de mesure de la température de l'eau, les valeurs ont dépassé la moyenne annuelle la plus élevée enregistrée jusqu'ici.

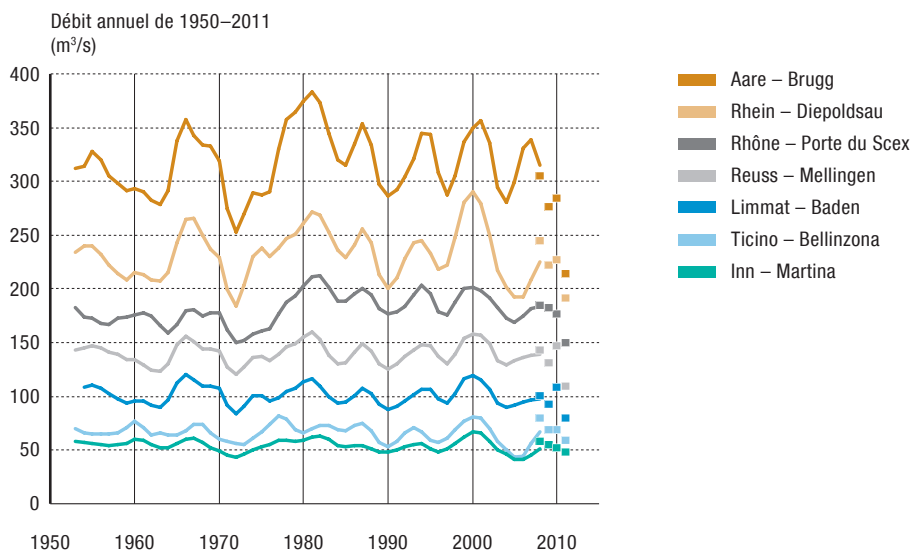
### 4.1 Conditions d'écoulement

Dans les bassins versants de grande taille, les moyennes annuelles ont été nettement inférieures à celles de la période de référence 1981–2010. Le Rhin, la Limmat, la Reuss et le Rhône ont seulement atteint 80 % environ de leur moyenne interannuelle, l'Aar à peine 70 %. Le Tessin et l'Inn se sont approchés de leur moyenne, avec près de 90 %. En Suisse romande ainsi que dans le nord-ouest du pays, certains bassins versants de taille moyenne ne sont même pas parvenus à 50 % de la normale annuelle (fig. 4.2). L'Aubonne, la Venoge, la Mentue, la Broye ainsi que l'Ergolz et la Dünneren n'en sont que quelques exemples. Pour une vingtaine de stations du réseau de mesure de l'OFEV à l'ouest de la Reuss, 2011

a été l'année des débits les plus faibles de toute la période de mesure considérée.

Les bassins versants du Poschiavino, de la Lonza et de l'Engelberger Aa ont pour leur part affiché des moyennes annuelles conformes à la norme. Seuls les débits de la Massa ont été supérieurs à la norme.

L'analyse des débits mensuels explique clairement pourquoi les valeurs annuelles ont été inférieures à la moyenne. Dans les grands bassins versants du nord des Alpes et dans le Rhône jusqu'à Genève, les valeurs mensuelles de février à juin se sont généralement situées au-dessous de la norme. En mai, les déficits d'écoulement ont été particulièrement importants. L'Aar à Brugg n'a même pas charrié un tiers de son débit normal de mai, la Limmat juste 50 % et la Reuss seulement 53 %.



**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.

Les débits enregistrés au second semestre ont eux aussi été inférieurs à la moyenne, mais de façon un peu moins marquée qu'en mai et juin.

Le mois de novembre a été particulièrement sec. L'Aar à Brugg a ainsi atteint 44 % de la norme de novembre, la Limmat à Baden 52 % et la Reuss à Mellingen 60 %. Les valeurs mesurées en décembre ont avoisiné ou dépassé la moyenne. Dans les bassins versants de taille moyenne, les conditions d'écoulement ont parfois été plus extrêmes: les débits de mai, bien au-dessous de la moyenne, ont représenté 32 % de la norme dans l'Emme, 30 % dans la Thur et seulement 13 % dans la Venoge. Dans cette rivière, les valeurs des douze mois de l'année 2011 ont toutes été inférieures à la norme. La Massa, dont le bassin versant est en grande partie recouvert de glace, a charrié un débit supérieur à la moyenne mensuelle toute l'année, à l'exception des mois de janvier, mars et juillet en raison des températures élevées de l'air.

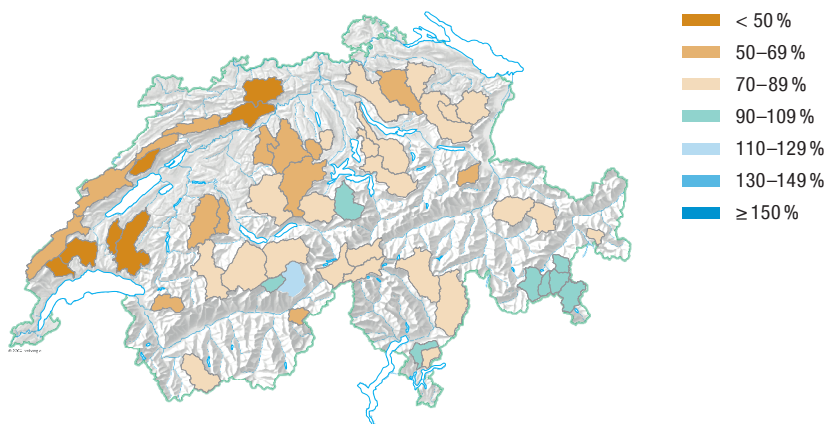
La période de sécheresse du premier semestre et celle qui s'est installée de fin octobre à début décembre se distinguent très bien dans les diagrammes des débits journaliers. Les hydrogrammes des grands bassins versants ont été nettement au-dessous du 5<sup>e</sup> centile durant d'assez longues périodes. De même, les débits élevés de mi-octobre, décrits en détail au point 1.4 en lien avec l'épisode de pluie sur neige, se reconnaissent facilement.

En avril et en mai, les moyennes journalières les plus faibles de ces deux mois ont été relevées un peu partout au nord des Alpes; il en a été de même en juin, mais de façon un

peu moins marquée. Cela a concerné autant les grands bassins versants (Aare – Brugg en avril et mai; Limmat – Baden en mai et juin; Rhein – Rheinfelden en mai) que ceux de taille moyenne (Venoge – Écublens en avril et mai; Dünneren – Olten en mars, avril, mai, juin et juillet).

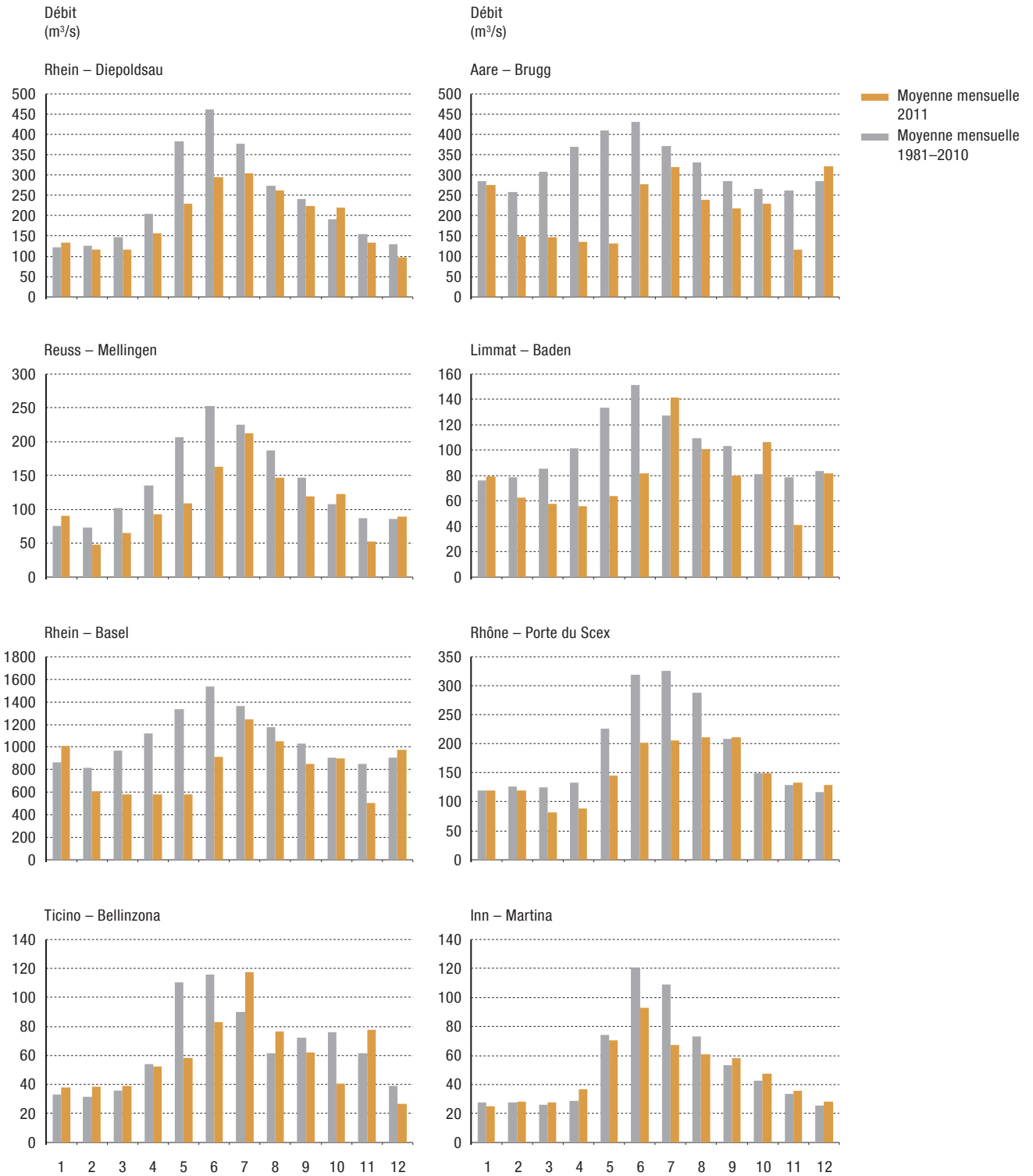
En juillet, on a mesuré les moyennes journalières les plus faibles, mais aussi les pointes de débit les plus élevées. Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées dans quelques bassins versants du Jura, tandis que les maxima de juillet ont été dépassés en Haut-Valais et dans certains sous-bassins de la Maggia. Notons qu'en juillet la Vispa à Viège a à la fois enregistré le débit de pointe le plus élevé de juillet et la valeur journalière la plus basse du même mois depuis le début des mesures en 1965, ce qui est exceptionnel. L'épisode de pluie sur neige décrit au point 1.4 a valu à de nombreuses stations – surtout dans l'Oberland bernois et en Suisse centrale – de nouveaux records pour octobre. Enfin, après la sécheresse persistante de mi-octobre à début décembre, quelques stations ont enregistré de nouveaux minima pour novembre et décembre.

Conditions d'écoulement dans différents bassins versants de taille moyenne



**Fig. 4.2** Moyenne annuelle 2011 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 2011 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

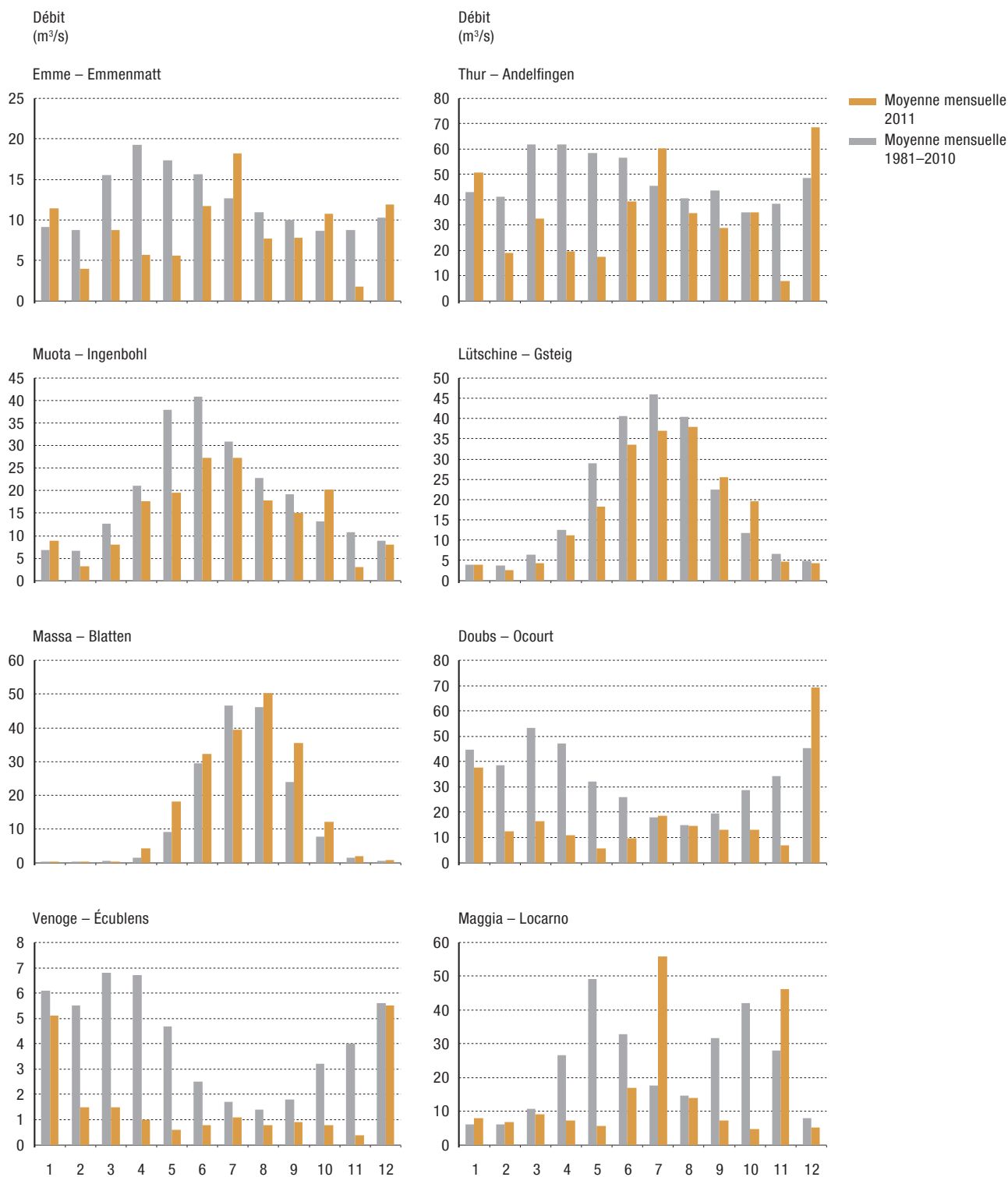
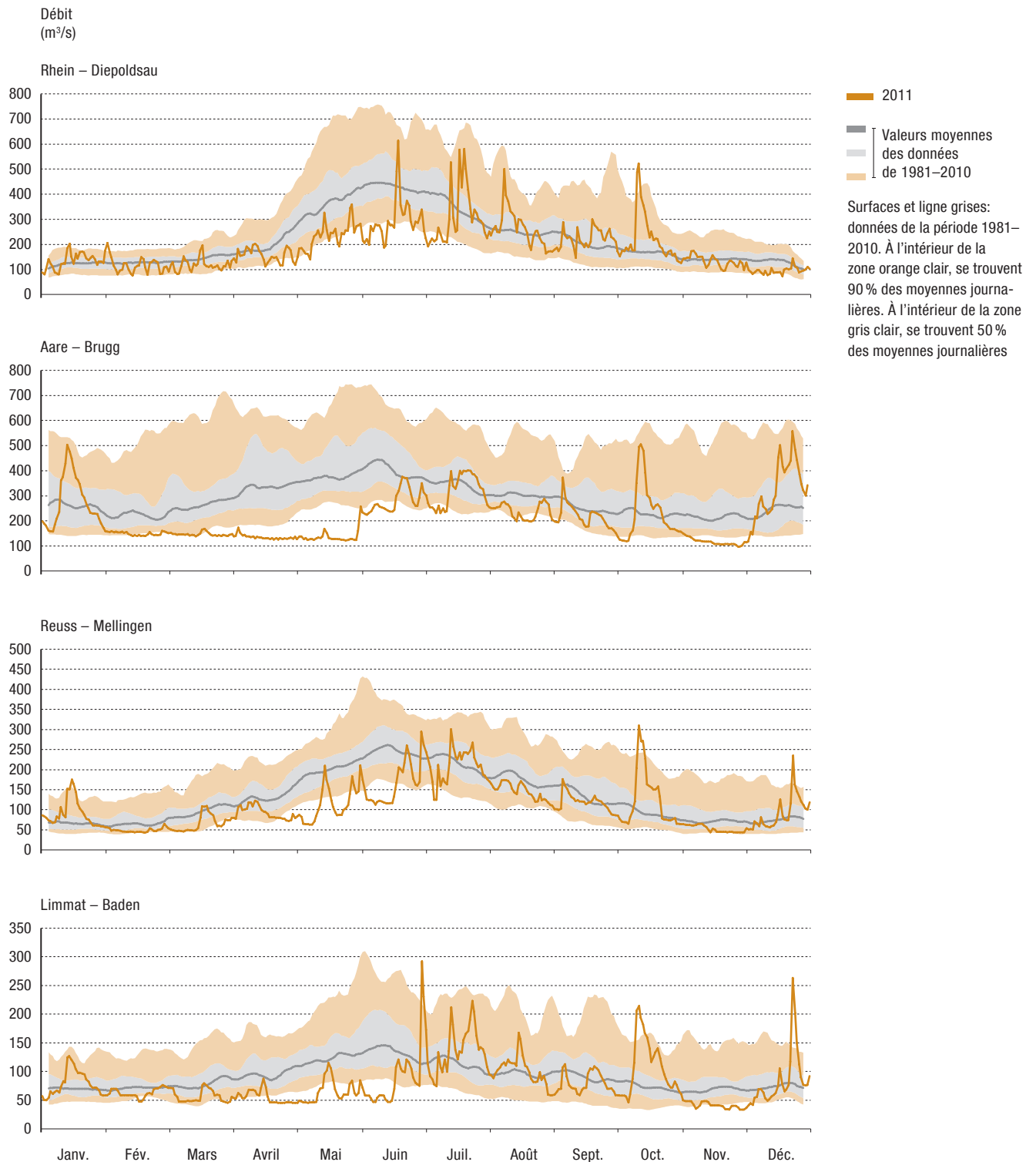


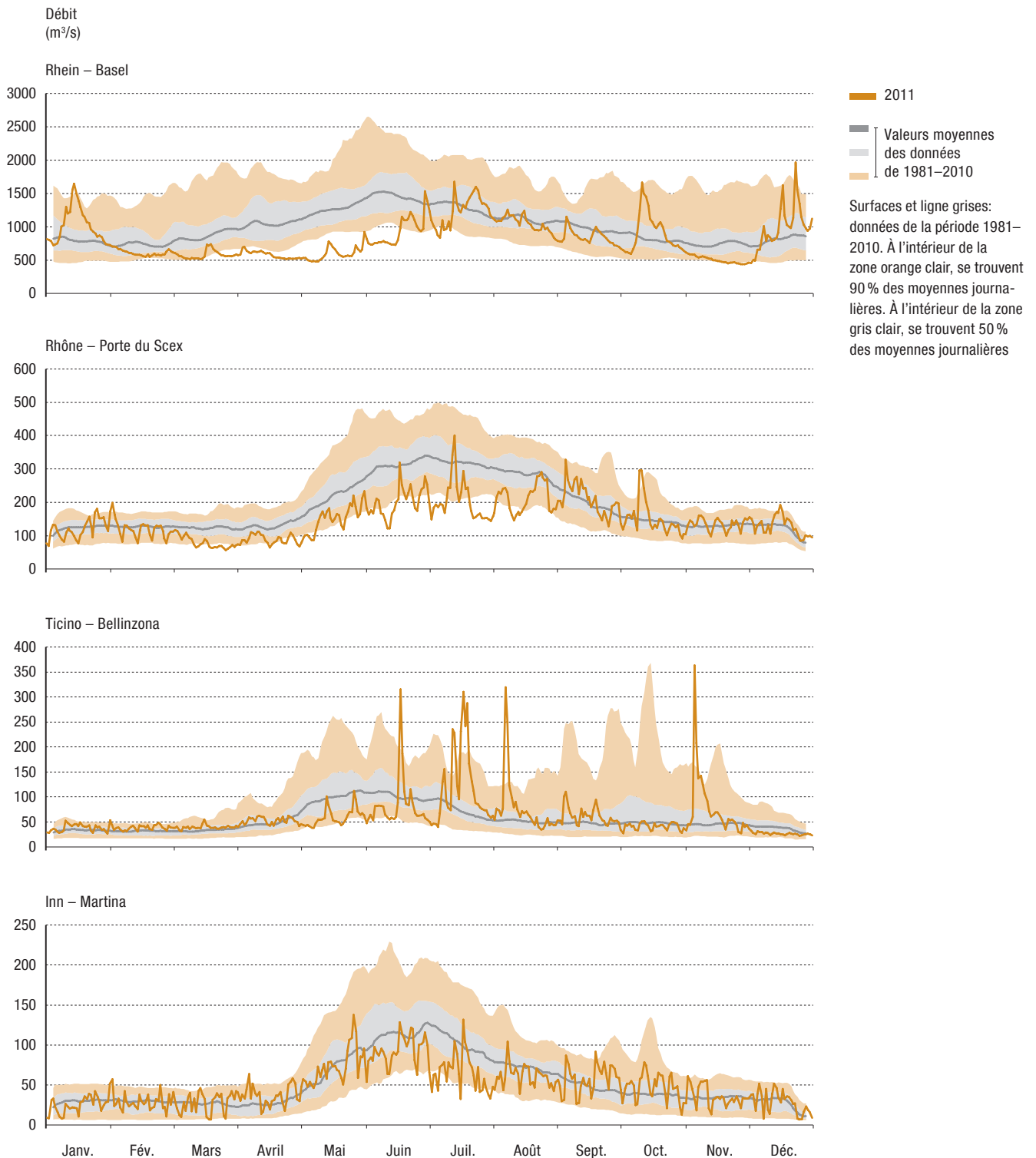
Fig. 4.4 Moyennes mensuelles 2011 des débits (en orange) par rapport aux moyennes mensuelles de la période de référence 1981–2010 (en gris)

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



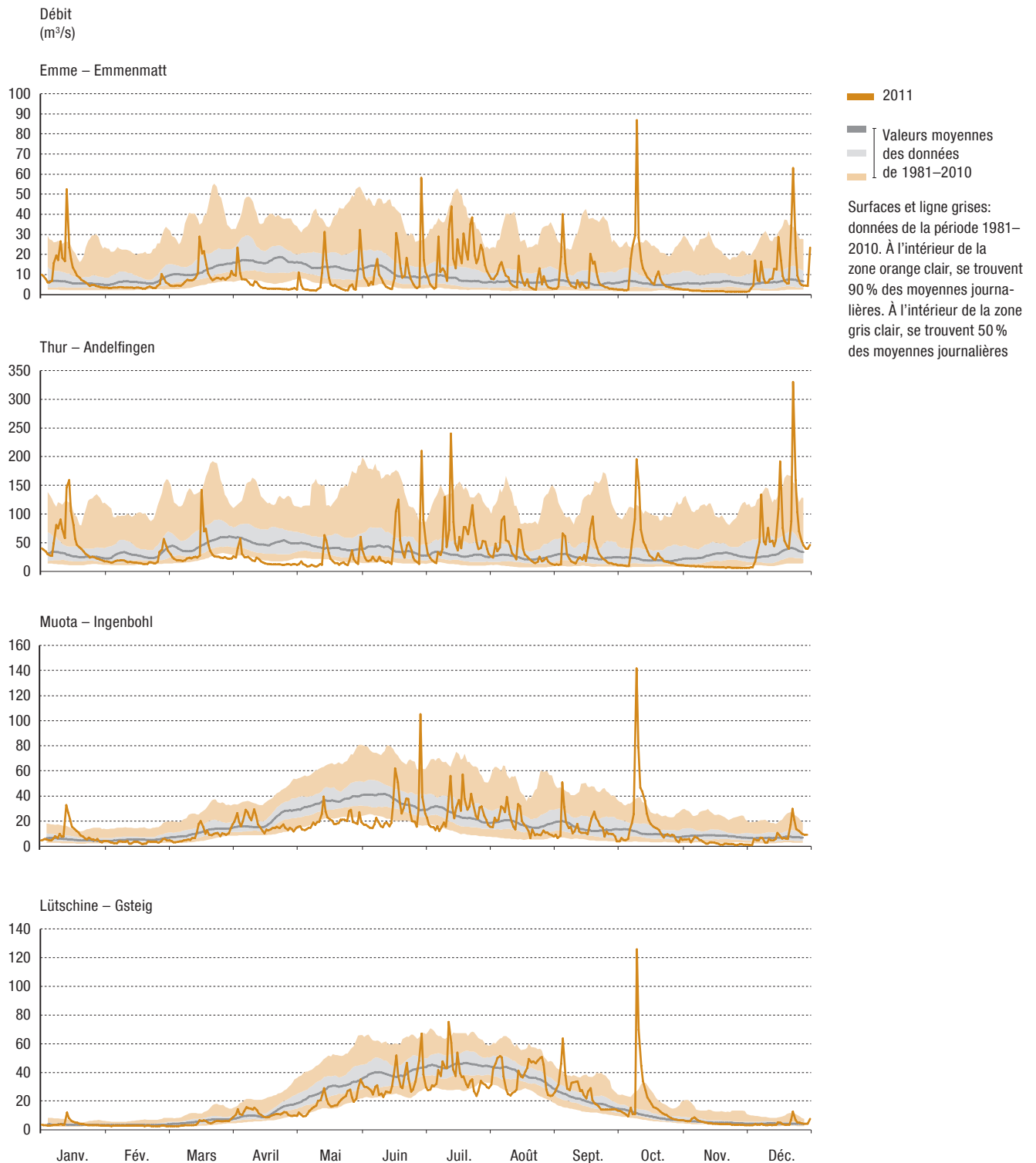
**Fig. 4.5** Moyennes journalières 2011 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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



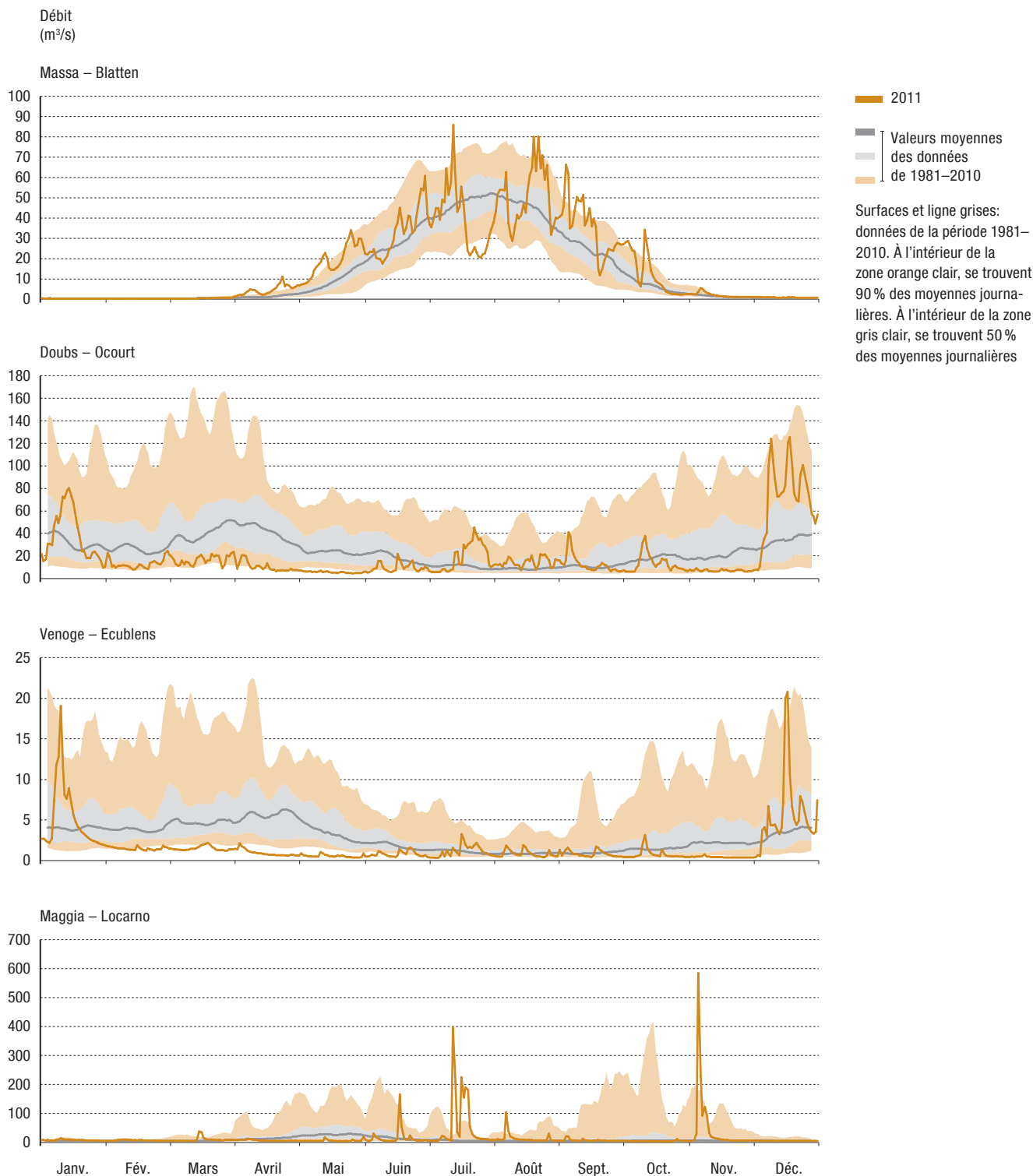
**Fig. 4.6** Moyennes journalières 2011 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

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



**Fig. 4.7** Moyennes journalières 2011 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 2011 des débits (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.



## 4.2 Niveaux des lacs

En 2011, le niveau moyen du lac de Constance est descendu 10 cm au-dessous de la moyenne de la période de référence 1981–2010; cet écart a été de 12 cm pour le lac de Neuchâtel, qui a ainsi enregistré sa moyenne annuelle la plus basse de toute la période de mesure (commencée en 1983). Pour le lac de Constance, 2011 n'a pas été une année extrême, puisque sa moyenne annuelle est restée 33 cm au-dessus de la moyenne annuelle la plus faible depuis le début des mesures. Depuis 1930, un quart des moyennes annuelles ont été inférieures à celle de 2011 et trois quarts supérieures. Le lac Léman et le lac Majeur se sont quant à eux peu écartés de leur moyenne interannuelle.

Au début de l'année, le lac de Constance a coté nettement au-dessus de la moyenne interannuelle. La moyenne de janvier a dépassé la norme de 34 cm. D'avril à juillet, les niveaux ont ensuite été inférieurs à la moyenne, le plus grand écart mensuel ayant été mesuré en juin (–64 cm). En automne, les valeurs ont avoisiné les moyennes saisonnières.

Les moyennes mensuelles des niveaux du lac de Neuchâtel ont toutes été inférieures à la norme. Les écarts mensuels les plus importants (de 25 à 32 cm) ont été enregistrés de mars à mai.

À part au mois de mai (–9 cm), le niveau du lac Léman est resté proche de la moyenne interannuelle durant toute l'année. Le lac Majeur, quant à lui, s'est considérablement écarté de la norme, autant vers le bas que vers le haut: début 2011, les niveaux ont été nettement supérieurs à la moyenne, en mai et juin nettement inférieurs. En juillet et surtout en août, ils se sont à nouveau élevés bien au-dessus de la moyenne. C'est en octobre qu'a été enregistré l'écart le plus important (–95 cm).

Les limnigrammes des niveaux journaliers (fig. 4.10) permettent de saisir l'évolution des moyennes mensuelles de manière concluante. Au cours de la seconde quinzaine de janvier, le lac de Constance a coté au-dessus du 95<sup>e</sup> centile. Les valeurs ont ensuite baissé progressivement jusqu'à début

mai, pour se stabiliser à un niveau hivernal. Si ce niveau est normal pour l'hiver, il est inférieur à la moyenne pour l'été. À la fin du mois de juillet, les niveaux étaient de nouveau conformes à la norme. L'abaissement continu du niveau du lac jusqu'à la fin de l'année a été interrompu par un événement de pluie sur neige mi-octobre (voir point 1.4).

Les phases durant lesquelles le lac de Neuchâtel est descendu à un niveau très bas ressortent distinctement. Cette stagnation à un bas niveau hivernal lui a d'ailleurs valu de nouvelles valeurs journalières minimales en avril et en mai. De nouveaux minima journaliers ont également été enregistrés en novembre.

### Moyennes mensuelles des niveaux de différents lacs

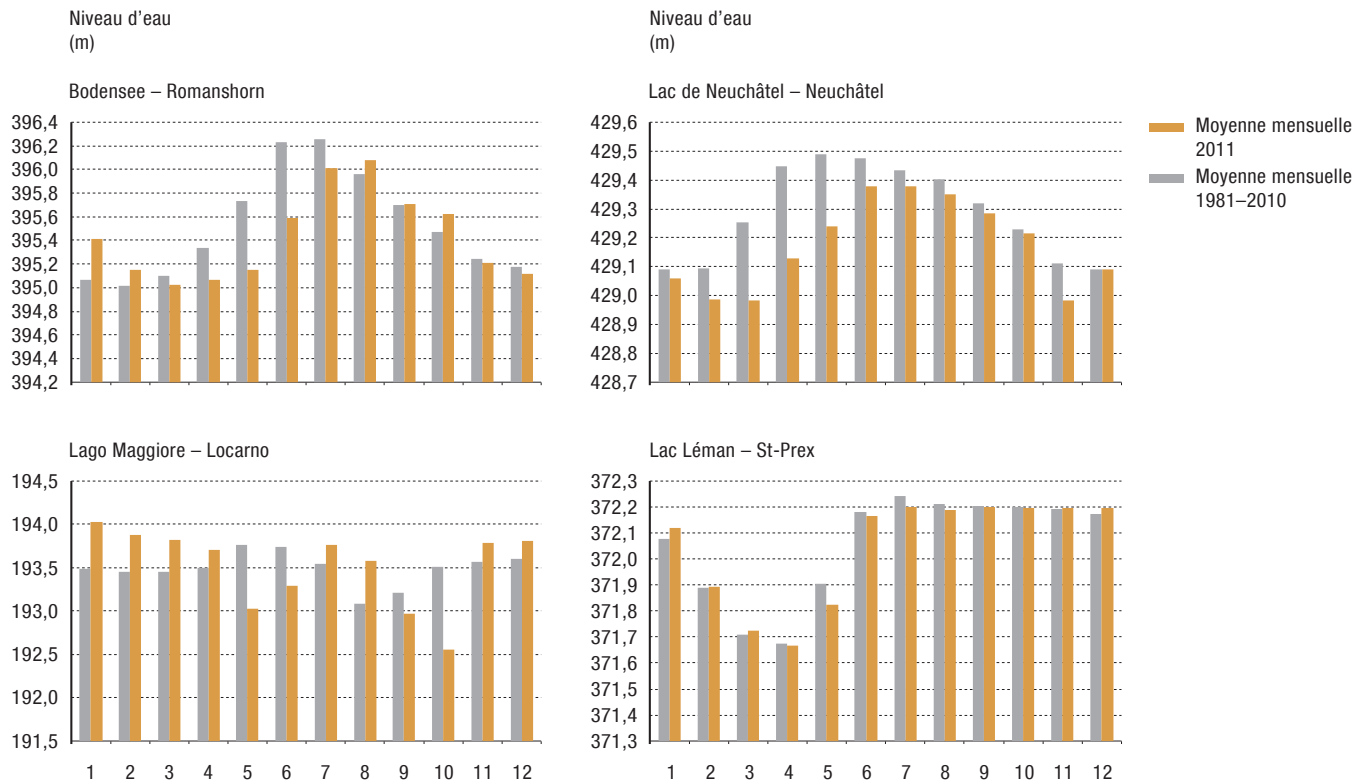
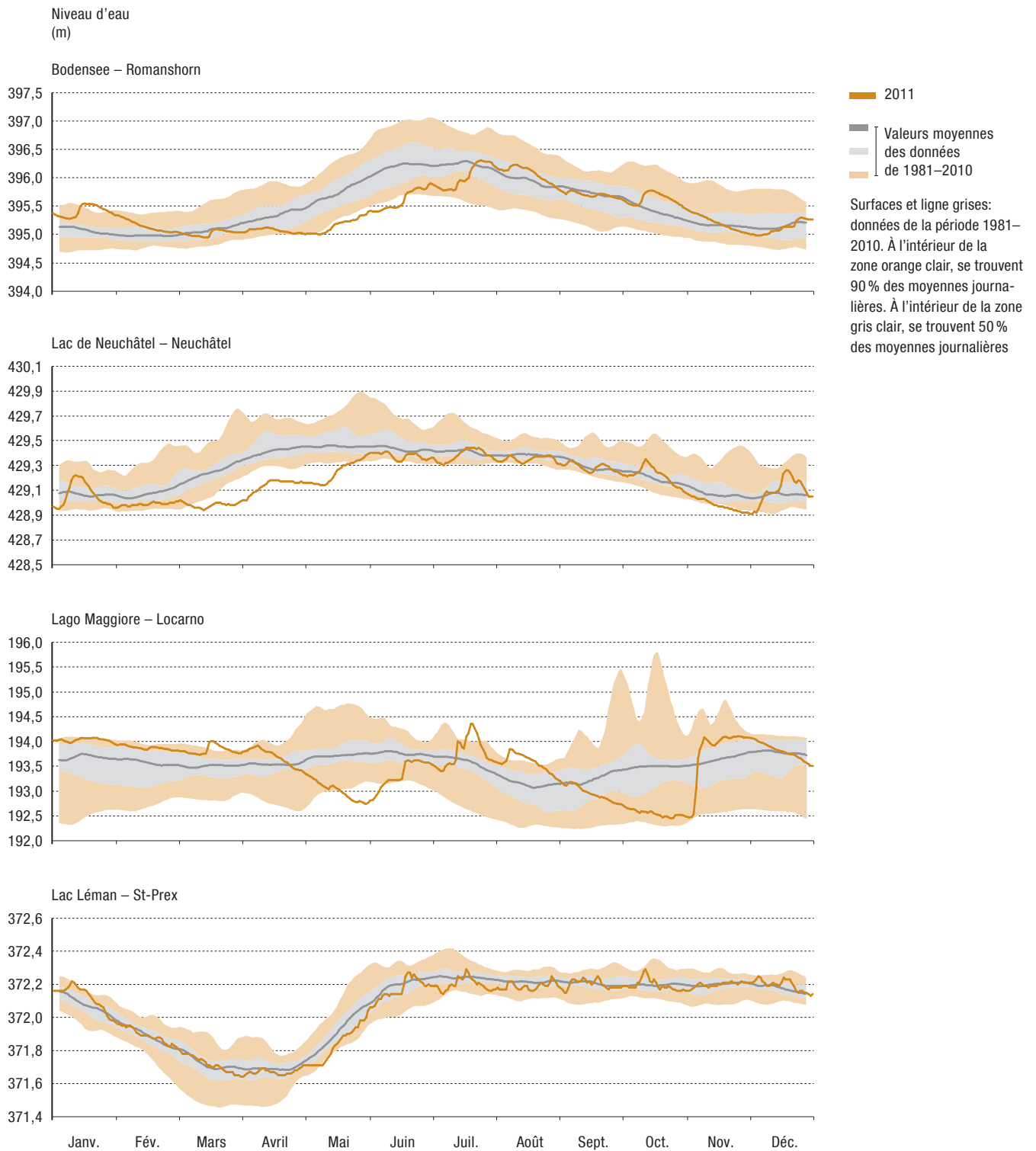


Fig. 4.9 Moyennes mensuelles 2011 des niveaux d'eau (en orange) par rapport aux moyennes mensuelles de la période de référence 1981-2010 (en gris).

## Niveaux journaliers de différents lacs



**Fig. 4.10** Moyennes journalières 2011 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 2011, les moyennes annuelles des températures de l'eau ont été dans l'ensemble supérieures à la moyenne interannuelle (fig. 4.11). La moyenne annuelle maximale enregistrée jusqu'ici a été dépassée à plus de 20 stations du réseau de mesure de la température.

Seuls de petits excédents thermiques ont été enregistrés dans les bassins versants présentant un taux de glaciation relativement élevé. Le Rhône à Sion (+0,2 °C pour un taux de glaciation de 18 %) et l'Inn à S-Chanf (+0,3 °C pour un taux de glaciation de 10 %) en sont deux exemples. Des températures de l'air élevées accentuent la fonte des neiges et des glaciers, faisant parvenir une grande quantité d'eau froide dans les cours d'eau et les lacs. C'est dans le cours inférieur de l'Aar et du Rhin que sont apparus les excédents thermiques les plus importants (env. 1,5 °C). Lorsqu'un écoulement faible est associé à des températures de l'air élevées, la température de l'eau augmente aussi dans les bassins versants de taille moyenne. En 2011, la Broye à Payerne a fourni à peine 50 % de l'écoulement normal et a affiché une température annuelle moyenne dépassant la norme de 1,5 °C.

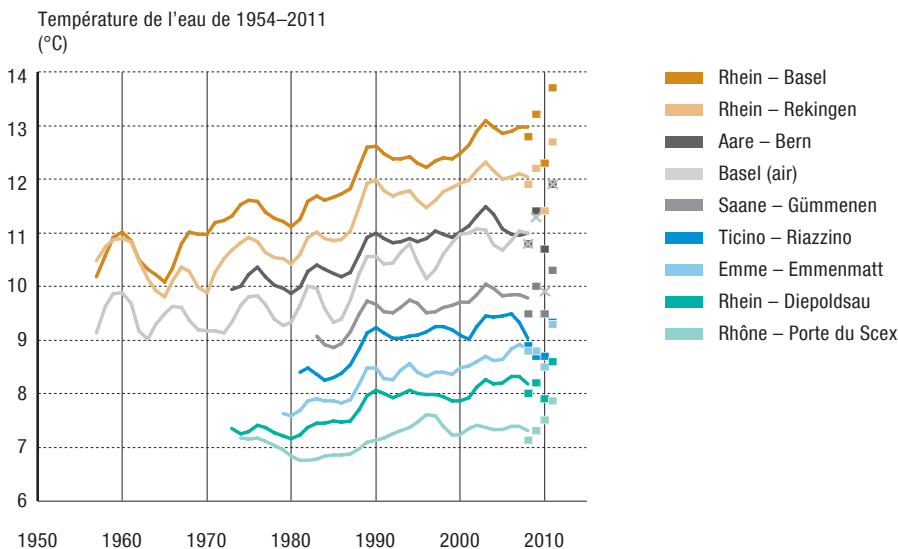
La figure 4.12 montre qu'en 2011 les températures de l'eau ont atteint des valeurs nettement supérieures à la moyenne durant de longues périodes. Le Rhin et l'Aar présentent une évolution semblable. En avril et en mai, le seuil du 95<sup>e</sup> centile a été franchi plusieurs fois de façon nette et durable. Cette phase qui a duré près de deux mois a été interrompue briève-

ment à deux ou trois reprises, lorsque les températures ont recheté au niveau de la moyenne. Les valeurs se sont situées au-dessous de la norme uniquement durant deux phases: au début de l'année et de mi-juillet à mi-août.

Entre mi-mars et mi-juillet, le Rhône à la Porte du Scex a souvent été sensiblement plus chaud qu'en moyenne interannuelle. Il a en outre affiché des valeurs inférieures à la moyenne au cours du mois d'octobre. La fourchette dans laquelle ses températures oscillent est cependant beaucoup plus étroite que dans le cas du Rhin. La différence entre les moyennes mensuelles (moyennes sur toute la période de mesure) les plus élevées (9,8 °C en juillet) et les plus basses (4,1 °C en janvier) est de moins de 6 °C pour le Rhône, alors qu'elle atteint 16 °C pour le Rhin à Rekingen (20,1 °C en août; 4,1 °C en février).

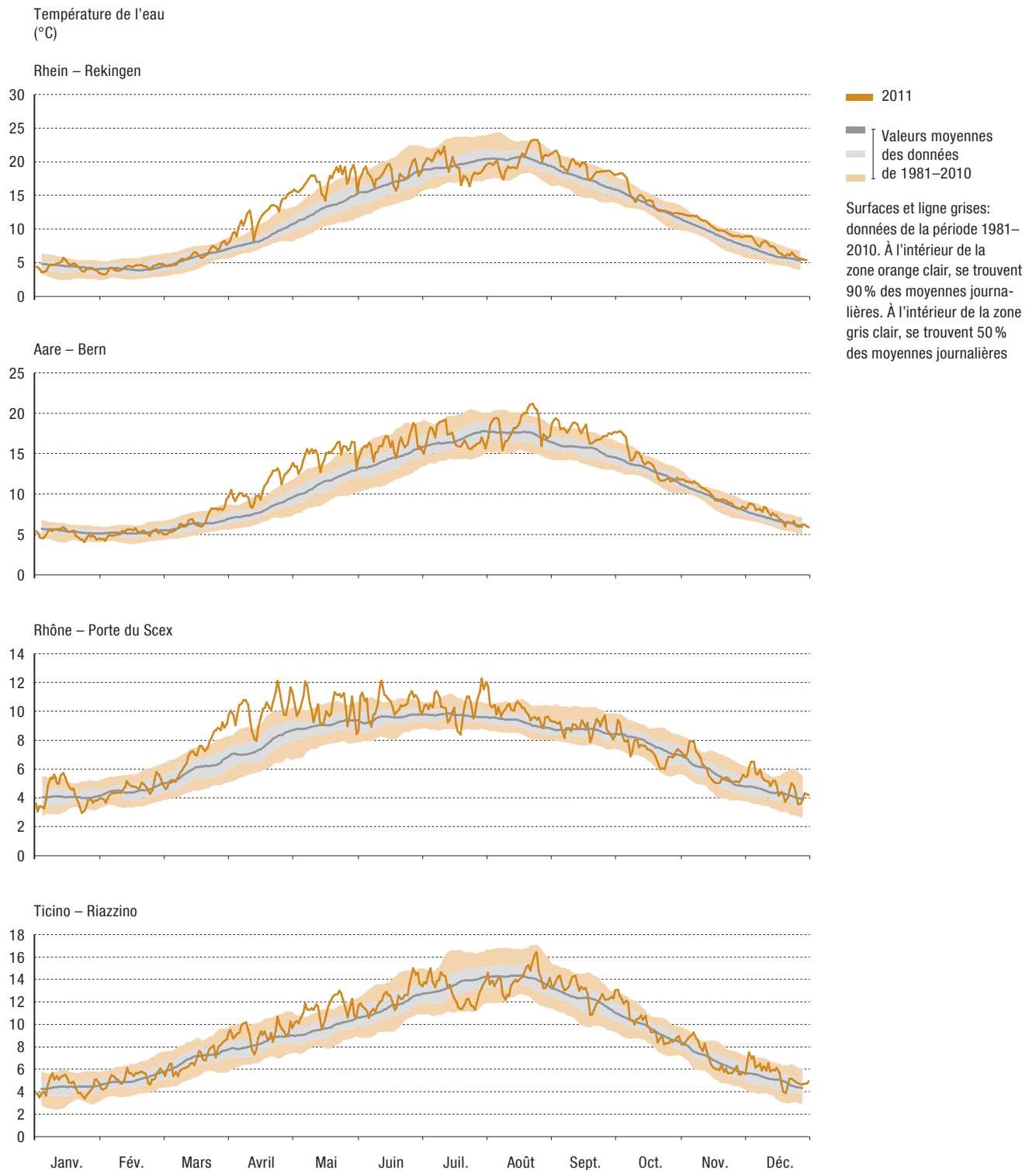
Dans le Tessin à Riazzino, les températures ont fluctué durant presque toute l'année dans une étroite fourchette entre le 5<sup>e</sup> et le 95<sup>e</sup> centile. En mai seulement, elles ont dépassé le seuil du 95<sup>e</sup> centile durant deux phases de plusieurs jours.

En 2011, les températures de l'eau ont atteint de nouveaux maxima mensuels dans de nombreux bassins versants. En mai, 20 stations ont enregistré de nouveaux maxima; en septembre et octobre, une dizaine de stations ont battu leurs records.



**Fig. 4.11** Évolution de la température de différentes rivières suisses de 1954 à 2011. 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 2011 de la température de l'eau (ligne orange) par rapport aux moyennes journalières de la période de référence 1981–2010.

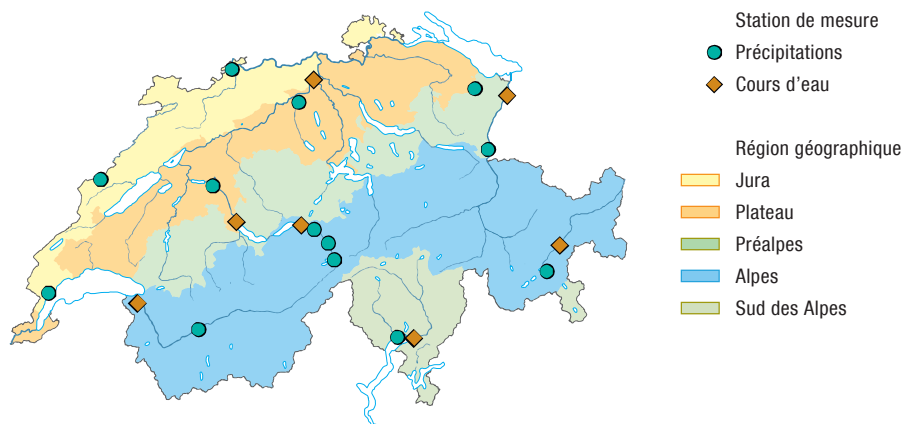
### 4.4 Isotopes stables

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. Celles-ci relèvent l'évolution à long terme du deutérium ( $^2\text{H}$ ) et de l'oxygène-18 ( $^{18}\text{O}$ ) 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  $\delta$ . En 2011, dans l'ensemble du pays, les isotopes stables dans les précipitations ont atteint des valeurs  $\delta$  supérieures à la moyenne durant une période inhabituellement longue, du printemps à l'automne – une évolution qui s'explique par l'excédent thermique observé à cette époque de l'année.

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), une tendance qui s'estompe cependant là aussi dès 2008. En 2011, la courbe annuelle des isotopes stables dans le Rhin en amont du lac de Constance, dans le Rhône en amont du Léman et dans le Tessin a présenté les valeurs  $\delta$  les plus faibles du printemps durant la fonte des neiges ainsi que les valeurs  $\delta$  les plus élevées suite aux précipitations de juillet et août.

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



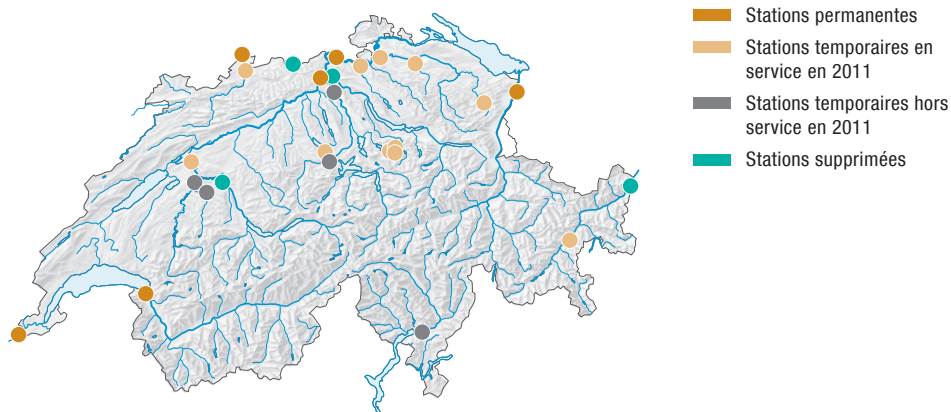
**Fig. 4.13** Stations de mesure du module ISOT de NAQUA relevant l'évolution des isotopes dans les précipitations et dans les cours d'eau suisses, état 2011.

## 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 est toutefois un véritable 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. 35).

Stations 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 2011.

# 5 > Eaux souterraines

En 2011, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources sont demeurés faibles en raison de la longue sécheresse.

## 5.1 Eaux souterraines – quantité

Le suivi du niveau des eaux souterraines et du débit 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 2011, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources sont demeurés bas dans tout le pays en raison de la longue sécheresse. Au cours de l'année, ils ont connu l'évolution suivante:

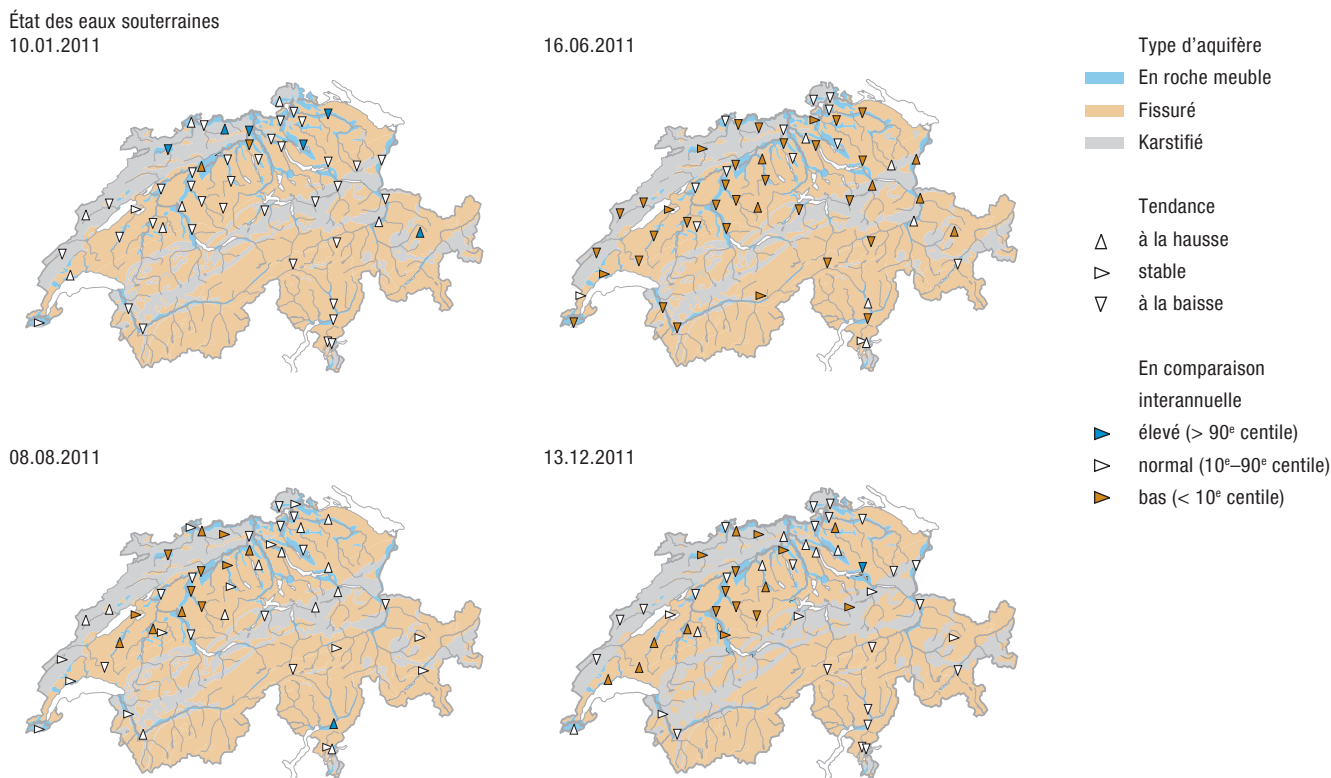


Fig. 5.1 Niveaux des eaux souterraines et débits des sources ainsi que leur tendance lors de quatre jours de 2011, complétés par une comparaison avec la période de mesure 1991–2010.



Début 2011, les eaux souterraines affichaient des niveaux conformes à la norme (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 10.01.2011), avant de baisser sensiblement à cause du déficit pluviométrique du premier semestre. Les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources en mai et juin 2011 ont été nettement plus bas que durant l'été caniculaire de 2003, car cette année-là leur niveau au début de l'année était plus élevé. Dans les petites vallées fluviales du Jura, du Plateau et des Préalpes – Tessin inclus –, les niveaux des eaux souterraines relevés en mai et juin étaient exceptionnellement bas par rapport aux moyennes interannuelles de ces deux mois (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 16.06.2011). Dans les vallées des grandes rivières alpines (Aar, Reuss, Rhin), le déficit pluviométrique et la fonte des neiges peu abondante ont également contribué à la baisse des niveaux (à ce sujet, voir l'indicateur «Niveaux des eaux souterraines et débits des sources bas», point 1.3). Les sources du Jura et du Plateau alimentées par des aquifères peu profonds (karstiques pour les premières, en roches meubles pour les secondes) ont vu leur débit s'affaiblir considérablement. Les sources alimentées par des aquifères fissurés ont dans l'ensemble mieux résisté à la sécheresse du premier semestre.

En Suisse centrale et orientale, les niveaux des eaux souterraines et les débits des sources se sont normalisés avec les précipitations accrues de juillet et août; dans le nord-ouest du pays ainsi que dans la vallée de la Broye, ils sont cependant restés bas (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 08.08.2011).

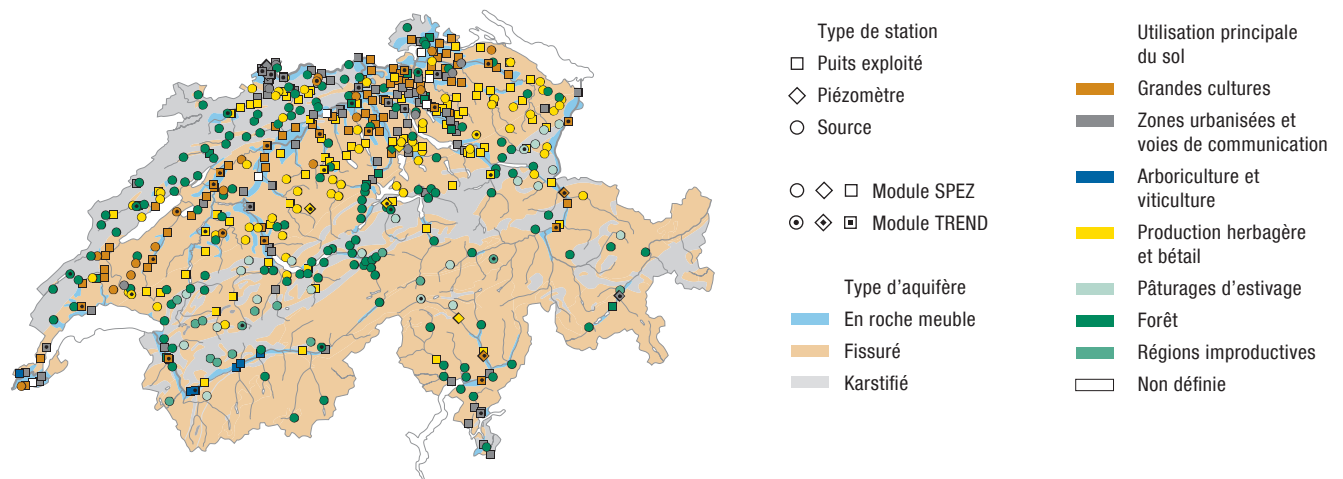
En raison de la sécheresse persistante de l'automne, les niveaux d'eaux souterraines et les débits de sources sont restés bas jusqu'à fin décembre dans tout le pays (fig. 5.1, état des eaux souterraines au 13.12.2011).

## 5.2 Eaux souterraines – qualité

En général, la qualité des eaux souterraines est 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. 35).

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 2011.

## > Annexe

### Glossaire

#### Centile

Mesure de position en statistique. Un centile détermine la part des valeurs d'une distribution situées au-dessus ou au-dessous d'un certain seuil. Par exemple, la valeur du 95<sup>e</sup> centile est telle que 95 % des observations se trouvent au-dessous et 5 % au-dessus.

#### 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.

#### <sup>2</sup>H, <sup>18</sup>O

Le deutérium (<sup>2</sup>H) est un isotope naturel stable de l'hydrogène. L'oxygène-18 (<sup>18</sup>O) est un isotope naturel stable de l'oxygène. Les isotopes sont des atomes d'un élément possédant le même nombre de protons, mais un nombre différent de neutrons.

Les valeurs δ (valeurs delta) sont des coefficients des isotopes considérés δ(<sup>2</sup>H/<sup>1</sup>H), abrégé en δ<sup>2</sup>H, et δ(<sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O), abrégé en δ<sup>18</sup>O.

---

## 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](http://www.bafu.admin.ch/annuairehydrologique)

- > Données actuelles et historiques:  
[www.hydrodaten.admin.ch](http://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](http://www.bafu.admin.ch/bulletin_eauxsouterraines)
- > Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA):  
[www.bafu.admin.ch/naqua](http://www.bafu.admin.ch/naqua)
- > Résultats de la Surveillance nationale continue des cours d'eau (NADUF):  
[www.bafu.admin.ch/naduf](http://www.bafu.admin.ch/naduf)
- > Indicateurs Eaux:  
[www.bafu.admin.ch/indicateurs\\_eaux](http://www.bafu.admin.ch/indicateurs_eaux)
- > Scénarios du changement climatique en Suisse (CH2011):  
[www.ch2011.ch](http://www.ch2011.ch)
- > Changement climatique et hydrologie en Suisse (CCHydro):  
[www.bafu.admin.ch/projekt-cchydro](http://www.bafu.admin.ch/projekt-cchydro)