

Conséquences des changements climatiques

Les précipitations en Suisse vont diminuer de près d'un cinquième en été d'ici à la fin du siècle. Elles vont cependant augmenter le reste de l'année. De plus, la limite des chutes de neige va continuer à s'élever. Ainsi, une partie toujours plus grande des précipitations s'écoulera directement sans pouvoir être stockée temporairement sous forme de neige ou de glace. La proportion des débits provenant de la fonte des neiges va passer de 40 % actuellement à 25 % d'ici à la fin du siècle. Aujourd'hui, le débit annuel de la fonte des glaciers ne représente que 2 % du débit annuel total en Suisse. Jusqu'à 2040, il faut s'attendre à une augmentation des débits émanant du recul des grands glaciers. Ces débits vont diminuer par la suite. Les débits des glaciers de moindre taille sont déjà en diminution. Dans les Alpes suisses, tout au plus 30 % du volume de glace actuel devrait subsister d'ici 2100.

La répartition saisonnière des débits évoluera dans la plus grande partie du pays (Fig. 7). Les régimes nivaux, mais surtout glaciaires, reculeront d'ici à la fin du siècle. Les étiages de ces régimes se décaleront de l'hiver vers la fin de l'été et seront moins marqués. En été, les régimes pluviaux du Plateau et du Jura seront plus fréquemment exposés à des étiages marqués. Les écosystèmes des cours d'eau se verront être doublement touchés par le changement climatique en été : d'une part par un réchauffement de l'eau, d'autre part par des étiages plus prononcés et plus longs.

L'évolution des régimes d'écoulement ainsi que des températures de l'eau va nécessiter des adaptations de l'utilisation de l'eau et de la législation. Conditionnée par les changements climatiques, la nécessité d'agir sur la gestion des eaux montre de manière indirecte l'influence attendue, sur de nombreux secteurs, des débits réduits, de l'augmentation des sécheresses, des étiages et de la température de l'eau en été, ainsi que de la plus grande fréquence des crues (Fig. 8).

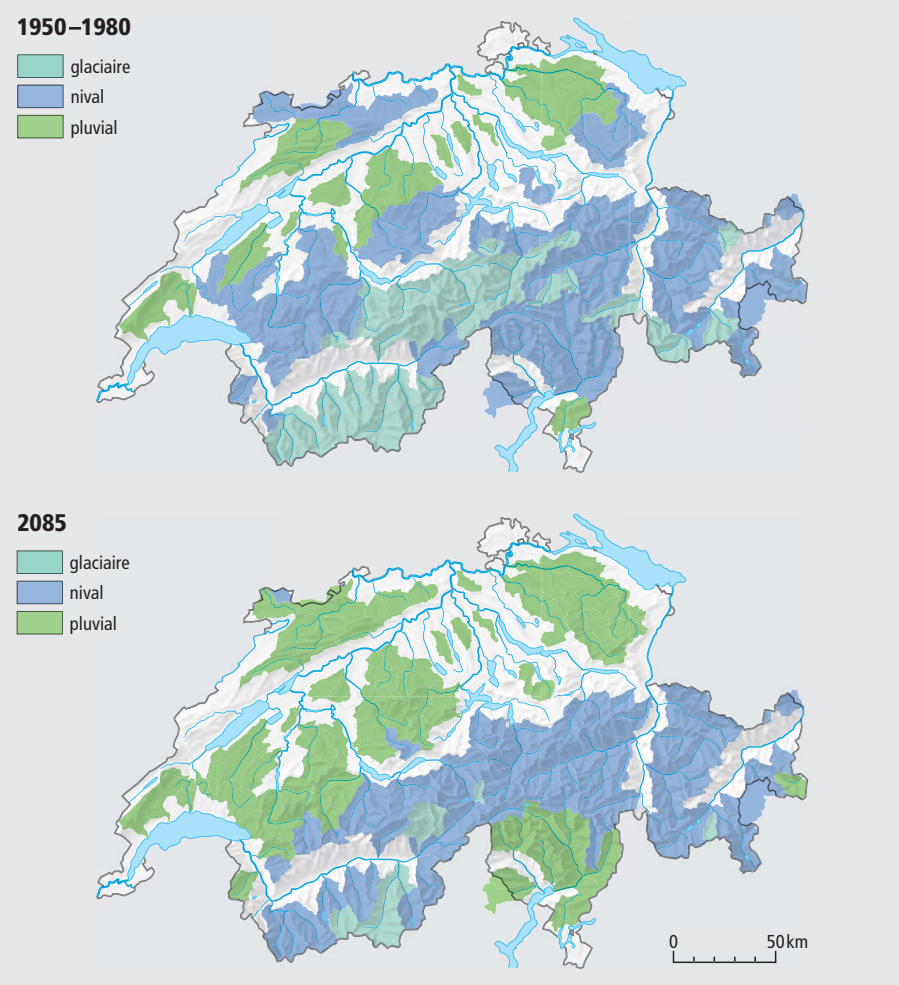
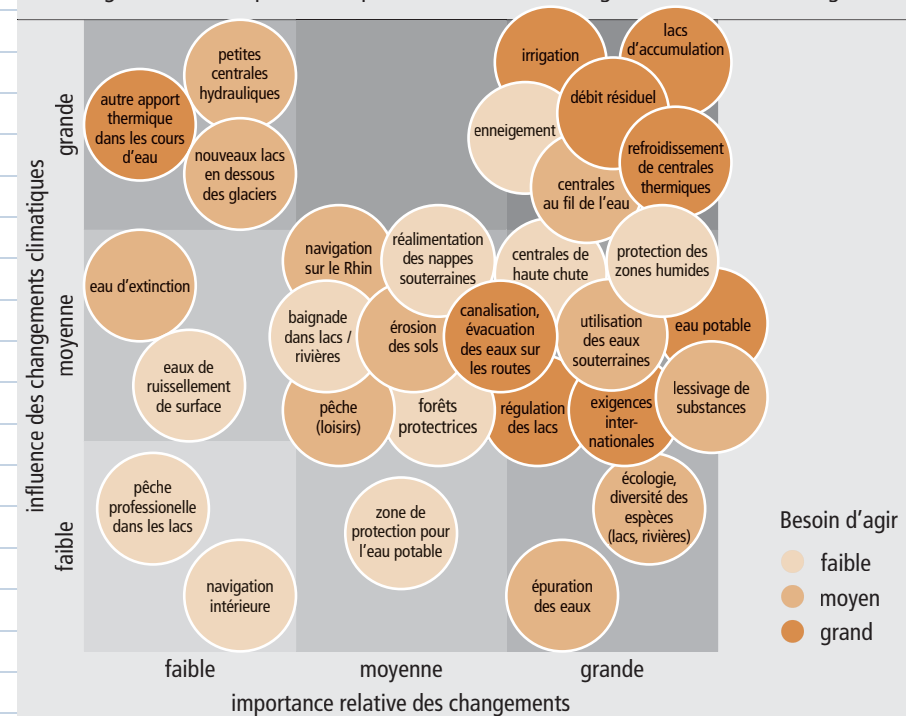


Fig. 7: Régimes entre 1950 et 1980 et en 2085 environ (OFEV, 2012)

Secteur de la gestion des eaux Appréciation des domaines d'intérêt sous l'angle de l'influence des changements climatiques, de l'importance relative des changements et du besoin d'agir



Les champs d'action sont seulement les domaines à qui, pour toutes les dimensions (influence des changements climatiques, importance relative des changements et besoin d'agir), sont attribués les niveaux moyens ou grands. Source: OFEV

Fig. 8: Besoin d'agir sur la gestion des eaux en raison des changements climatiques

Etiages

Avec ses paysages montagneux, ses nombreux lacs, fleuves et glaciers, la Suisse est considérée comme le château d'eau de l'Europe. Pourtant, par le passé, la Suisse a été touchée par divers épisodes de sécheresse impliquant des situations de basses eaux (étiages). Les étiages de 2003, 2009 et 2011 ont montré de manière frappante les conséquences des vagues de chaleur et des sécheresses sur les cours d'eau et leur gestion.

Par **étiage**, on désigne un niveau des eaux ou un débit qui se situe clairement en dessous de la moyenne. La valeur limite qui caractérise l'étiage est définie en fonction du type d'usage du cours d'eau. Ainsi, un certain débit d'étiage et le niveau d'eau correspondant peuvent être problématiques pour la navigation, alors qu'ils ne le sont pas pour le déversement d'eaux usées par exemple.

En Suisse, l'étiage survient dans deux cas de figure : d'une part en hiver, lorsque les précipitations sont accumulées sous forme de neige et ne s'écoulent donc pas directement. D'autre part, lors de sécheresses, lorsque les précipitations viennent à manquer. En été, les sécheresses sont accentuées par l'évaporation accrue. Par conséquent, l'eau disponible ne suffit pas à satisfaire les besoins des hommes, des animaux et des plantes. Un déficit en eau accentué par l'absence prolongée de précipitations peut conduire à une **pénurie d'eau**.



Fig. 1: Situation de basses eaux dans la baie d'Arbon, lac de Constance, août 2003 (© Amt für Umwelt des Kantons Thurgau, photo: Anita Enz)



Fig. 2: L'influence d'une sécheresse, de la chaleur et de la quantité de précipitations sur les débits de cours d'eau tels la Matternvispa, la Muota ou la Wigger dépend des caractéristiques du bassin versant (p. ex. altitude, climat, extension glaciaire). (image satellite, © swisstopo)

Avis important: restriction d'eau

« Au vu de la sécheresse persistante de ce début d'année, la Municipalité (...) se voit dans l'obligation de prendre des mesures de restriction pour l'utilisation de l'eau. Dès ce jour, les mesures suivantes sont prises: **interdiction d'arroser les gazons et jardins au moyen d'un jet, de remplir les piscines ou de laver les voitures**. Seul l'arrosage des jardins avec un arrosoir est autorisé. (...) Un avis de levée de ces restrictions sera apposé aux piliers publics de la Commune dès que les niveaux de nos sources le permettront... ».

Commune de Forel (Lavaux), mesures en vigueur de mai à septembre 2011. (d'après www.forel.ch, 01.07.2014)

Causes météorologiques

Trois facteurs font des Alpes le château d'eau de l'Europe : les précipitations supérieures à la moyenne, un faible taux d'évaporation et l'accumulation d'eau sous forme de neige et de glace. Les masses d'air humide atteignent souvent les Alpes, où elles sont alors bloquées et forcées à s'élever. Ainsi, l'air se refroidit, condense et induit des précipitations supplémentaires, ce qui conduit à des quantités de précipitations annuelles plus élevées que sur le Plateau. Selon l'altitude et la saison, ces précipitations peuvent être stockées sous forme de neige et de glace. En outre, l'évaporation diminue avec l'altitude : d'une part la température diminue et les surfaces de neige et de glace renvoient environ 70 % du rayonnement solaire vers l'atmosphère ; d'autre part les sols peu profonds, la végétation éparse et l'escarpement du terrain réduisent le stockage de l'eau. Les Alpes produisent dans l'ensemble bien plus de débit que les zones alentour, en raison de la combinaison d'un taux de pluie supérieur et d'un taux d'évaporation inférieur à la moyenne.

Cependant, la Suisse n'est pas à l'abri de périodes prolongées sans pluie, provoquant des sécheresses accompagnées d'étiages. Cela arrive notamment lorsqu'un hiver pauvre en précipitations est suivi d'un printemps sec et d'un été chaud. Des sols secs et des niveaux de nappes phréatiques bas limitent alors l'évaporation et l'abaissement de la température qui lui est lié, ainsi que la formation de nuages et de précipitations.

En Suisse, les périodes pauvres en précipitations surviennent surtout en hiver, lorsque le continent se refroidit. L'Europe est alors souvent dominée par une vaste zone de haute pression (anticyclone thermique) contenant de l'air froid et sec. Au nord des Alpes, des périodes sèches peuvent également survenir lorsque les vents soufflent du nord-est (bise) ou du sud (foehn). La bise amène de l'air continental froid et sec vers la Suisse. Lors d'une situation de foehn, de l'air doux et sec

atteint le nord des Alpes après s'être asséché en franchissant la barrière des Alpes. Si la direction du vent s'inverse et tourne au nord, c'est alors le sud des Alpes qui bénéficiera d'air sec. La situation de blocage « oméga » (Fig. 3), présentant un anticyclone étendu et stable au-dessus de l'Europe, provoque des périodes sèches dans toute la Suisse, indépendamment de la saison. Cela a par exemple été le cas durant l'été 2003. Dans une telle situation météorologique, les dépressions atlantiques font un large coude autour de l'Europe de l'Ouest.

Causes hydrologiques

L'influence des sécheresses, de la chaleur et des précipitations sur le débit d'un cours d'eau dépend des caractéristiques du bassin versant telles que l'altitude, le climat, l'extension glaciaire, la topographie, les sols et la géologie. Ces facteurs définissent aussi les caractéristiques saisonnières des débits, nommées **régime d'écoulement** (Fig. 4). Les régimes d'écoulement de bassins versants alpins sont fortement influencés par la fonte des neiges (**régime nival**) ou par la fonte des glaciers (**régime glaciaire**). Dans ce type de cours d'eau, les étiages surviennent surtout au cours des mois d'hiver. Cela est dû au fait que les précipitations sont accumulées sous forme de neige et de glace, et n'approvisionnent les cours d'eau qu'au moment de leur fonte, au printemps et en été. Les débits s'élèvent alors fortement et contrebalancent les étiages dus aux sécheresses estivales.

Les débits des cours d'eau dont le bassin versant est situé plus bas, comme dans le Jura ou sur le Plateau, sont essentiellement influencés par l'évolution des précipitations au cours des saisons (**régime pluvial**). Même si les précipitations sont équilibrées au cours de l'année dans ces régions, les étiages surviennent majoritairement en été et en automne. En effet, l'évaporation augmente et la végétation a besoin de davantage d'eau, tandis que les quantités d'eau stockées dans le sol diminuent. Ainsi, lors d'absences prolon-

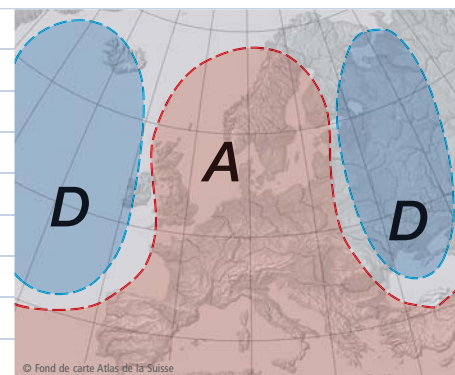


Fig. 3 : Situation « oméga » avec un large anticyclone au-dessus de l'Europe (Blanc P., Schädler B., 2013)

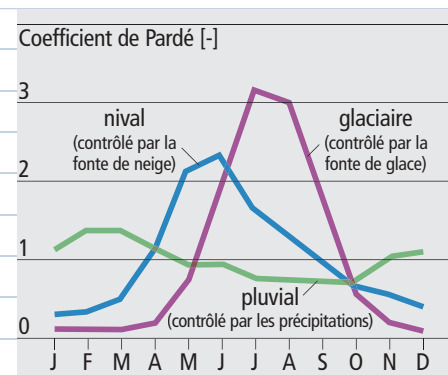


Fig. 4 : Principaux types de régimes d'écoulement

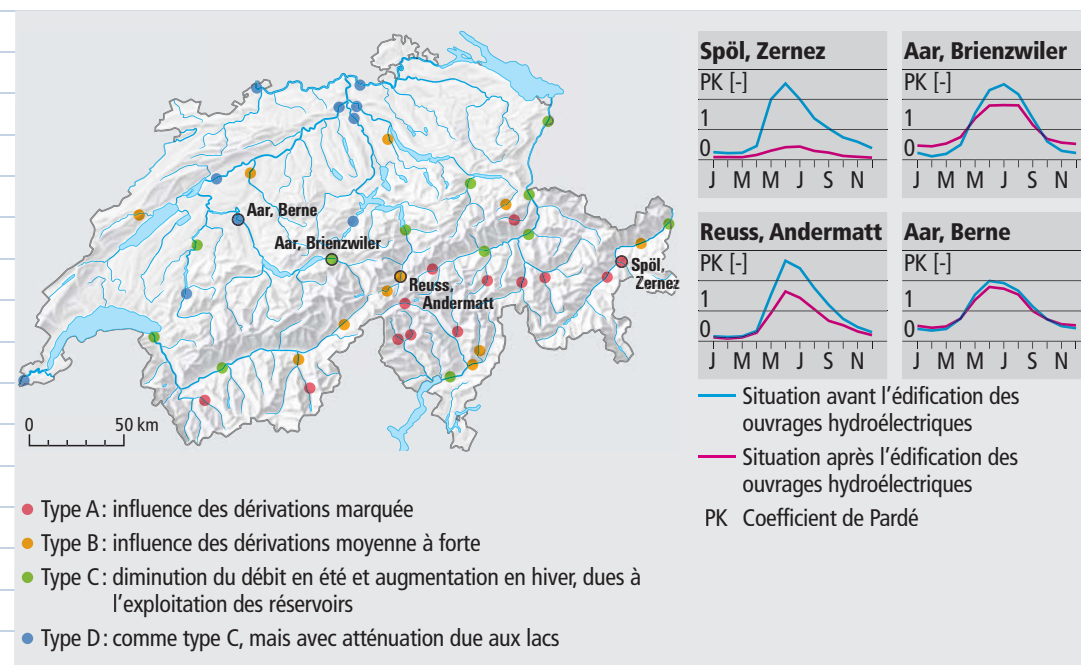


Fig. 5 : L'influence des centrales hydroélectriques sur les cours d'eau (d'après Spreafico M., Weingartner R., 2005)

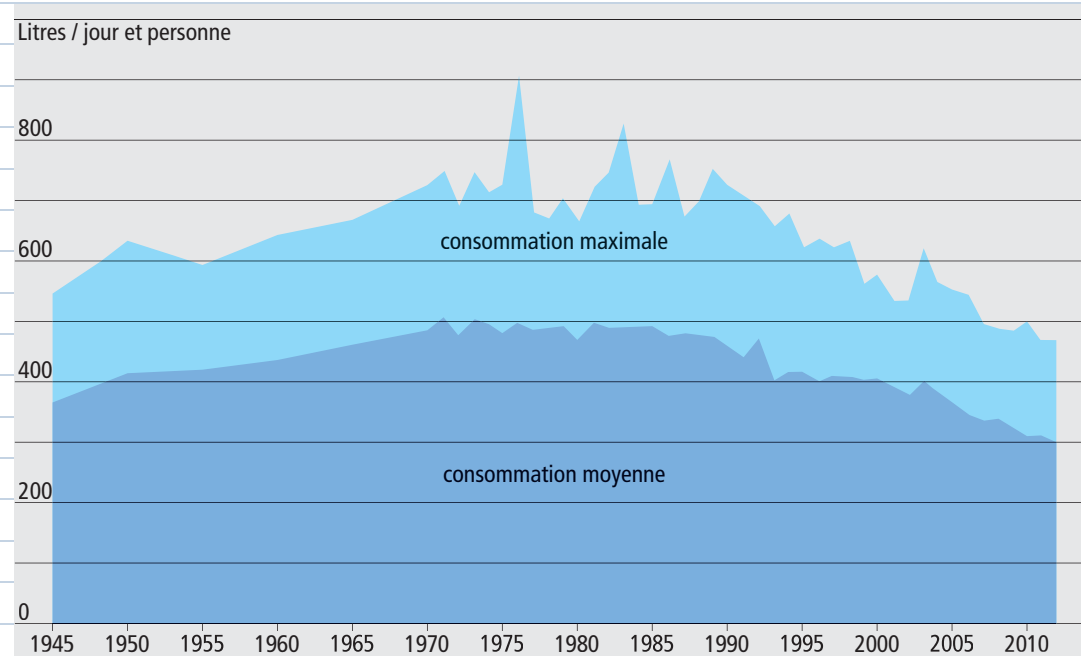


Fig. 6 : Evolution de la consommation journalière moyenne et maximale d'eau potable par habitant de 1945 à 2011 (en incluant les ménages, l'industrie, l'artisanat, les services publics et les pertes). (Statistique SSIGE)

gées de précipitations et de vagues de chaleur, ces cours d'eau sont soumis à des étiages plus marqués que les cours d'eau alpins.

En raison des diverses causes de déclenchement et des différents régimes d'écoulement, les périodes d'étiages ne touchent en général pas l'ensemble de la Suisse, mais sont cantonnées à certaines régions.

Causes anthropiques

Le niveau d'étiage est en outre fortement influencé par l'activité humaine. C'est ainsi qu'aujourd'hui, en Suisse, seuls quelques rares cours d'eau présentent encore des conditions naturelles d'écoulement. La majorité est influencée par des barrages, des centrales hydroélectriques (Fig. 5), la régulation des lacs, les déversements de stations d'épuration, ainsi que par les prises d'eau pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation.

La consommation d'eau potable par personne est à la baisse. La population a été sensibilisée et les appareils ménagers (p. ex. lave-vaisselle) consomment moins d'eau (Fig. 6). Toutefois, une partie importante de ces économies d'eau a été effectuée grâce à la délocalisation d'industries gourmandes en eau vers l'étranger (p. ex. l'industrie textile). En outre, les eaux usées servent encore à rincer les matières fécales dans les égouts, limitant les potentiels d'économie d'eau en période de sécheresse.

Conséquences et mesures

En période sèche, le **besoin en eau d'irrigation de l'agriculture** crée des conflits d'intérêt avec d'autres utilisateurs et avec la protection des eaux. Les mesures prévues pour ce genre de situation varient d'un canton à l'autre. Elles vont de l'interdiction de pompage jusqu'à l'interdiction temporaire d'irrigation.

Etant donné qu'en Suisse les **centrales hydroélectriques** sont situées à des endroits présentant des régimes d'écoulement différents, les risques pour la production énergétique sont divers. Ainsi, au cours d'un été

chaud et sec, les pertes de productivité des centrales hydroélectriques situées sur le Plateau peuvent être compensées grâce aux centrales alpines. Celles-ci ont alors des débits supérieurs en raison de la fonte accélérée des glaciers. Les étiages, accompagnés d'une température de l'eau plus élevée, affectent aussi la productivité des centrales nucléaires. D'une part, l'eau nécessaire au refroidissement est disponible en moindre quantité. D'autre part, les centrales sont tenues de minimiser le réchauffement supplémentaire des cours d'eau (ordonnance de la Confédération sur la protection des eaux).

Les grands **lacs** dont le niveau est régulé peuvent, selon la situation, maintenir leur niveau lors d'étiages. Les compagnies de navigation vivant du tourisme profitent alors du beau temps. Pendant ce temps, le niveau des lacs qui ne sont pas régulés (p. ex. lac de Constance, Walensee) baisse inexorablement, conduisant à une restriction drastique de la navigation sur le Rhin entre Bâle et Rotterdam.

Les **nappes phréatiques** et les **débits des sources** réagissent de manière différée lors de sécheresses, soit par un abaissement ou par un recul plus ou moins rapide selon la géologie du sous-sol. Elles ne se rétablissent que très lentement. Certaines nappes phréatiques ont mis trois ans à se remettre de la canicule de l'été 2003. Les communes peuvent assurer l'approvisionnement en eau lors de sécheresses prolongées au moyen de raccordements intercommunaux et de différentes sources de prélèvement d'eau.

Les populations de poissons des étangs isolés et pauvres en oxygène sont particulièrement menacées lorsque le niveau des eaux est bas. L'élévation des températures de l'eau constitue un danger mortel pour les truites ou les ombres. Un étiage accompagné de températures basses est moins dangereux pour les poissons, car l'eau froide contient plus d'oxygène, et les animaux à sang froid ont besoin de peu d'énergie.



Fiche de travail : étiages

Même la Suisse, château d'eau de l'Europe, peut être touchée par des pénuries d'eau et des étiages. Cependant, en raison des caractéristiques très variées des bassins versants, ce genre de phénomène ne survient pas de manière généralisée.

Focus

Quels cours d'eau sont principalement menacés ? A quelles saisons le sont-ils ?

Prenez en compte les trois cours d'eau Matternvispa vers Zermatt, Muota vers Muotathal et Wigger vers Zofingue (Fig. 2) pour votre appréciation. Justifiez votre raisonnement.

	Hypothèses	Connaissances scientifiques
Matternvispa	Saison :	
	Justification :	
Muota	Saison :	
	Justification :	
Wigger	Saison :	
	Justification :	

Savoir

Vérifiez vos hypothèses concernant les situations d'étiage dans les trois bassins versants. Confrontez vos hypothèses aux connaissances scientifiques que vous aurez reportées dans le tableau.

Transfert

Le changement climatique aura diverses conséquences sur le débit des cours d'eau en Suisse.

Comment la problématique de l'étiage évoluera-t-elle dans votre région ?

Faites une appréciation du risque actuel d'étiage pour un cours d'eau de votre région. Quelles sont les conséquences imaginables des changements climatiques d'ici à 2085 environ (Fig. 7) ?

Renseignez-vous à propos de la sécurité du système d'alimentation en eau potable de votre commune durant les périodes de sécheresses et de grandes chaleurs. Comparez vos résultats avec l'illustration traitant du besoin d'agir sur la gestion des eaux en raison des changements climatiques (Fig. 8).

Sources

Blanc P., Schädler B., 2013 : L'eau en Suisse. Factsheet. Académies suisses des sciences. Berne.

Blanc P., Schädler B., 2013 : L'eau en Suisse – un aperçu. Commission suisse d'hydrologie. Berne.

Bundesamt für Umwelt BAFU, 2004 : Auswirkungen des Hitzesommers 2003 auf die Gewässer. Bern.

Office fédéral de l'environnement OFEV, 2004–2013 : En route à travers le monde aquatique – Excursions hydrologiques en Suisse. Berne.

Office fédéral de l'environnement OFEV (éditeur), 2012 : Impacts des changements climatiques sur les eaux et les ressources en eau. Rapport de synthèse du projet « Changement climatique et hydrologie en Suisse » (CCHydro). Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1217.

Office fédéral de l'environnement OFEV, 1992–2010 : Atlas hydrologique de la Suisse. Berne.

Office fédéral de l'environnement OFEV, 2004 : Débits résiduels – quel bénéfice pour les cours d'eau ? Berne.

Office fédéral de l'environnement OFEV, 2000 : Débits résiduels convenables – Comment les déterminer ? Berne.

ProClim (éditeur), 2005 : Canicule de l'été 2003 – Rapport de synthèse. Berne.

Weingartner R., Spreafico M., 2005 : Hydrologie der Schweiz. Berichte des BWG, Serie Wasser, Nr. 7. Bern.