

PROJET MONTANAQUA: LES PRINCIPAUX RÉSULTATS

OU COMMENT COMMUNIQUER AVEC LES ACTEURS LOCAUX

Le projet MontanAqua a étudié de manière globale la gestion de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Valais). L'objectif était d'obtenir un état des lieux de la gestion à l'heure actuelle, puis de développer des scénarios de gestion pour le futur (vers 2050) en prenant en compte les changements climatiques et socio-économiques. Il s'agissait également d'évaluer la durabilité de la gestion régionale de l'eau. L'article présente les principaux résultats et discute la question du transfert des résultats scientifiques vers les décideurs locaux.

Emmanuel Reynard, Université de Lausanne; Olivier Graefe, Université de Fribourg; Rolf Weingartner, Université de Berne*

ZUSAMMENFASSUNG

DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE DES PROJEKTS MONTANAQUA - ODER WIE MAN MIT DEN LOKALEN AKTEUREN KOMMUNIZIERT

Im Rahmen des Projekt MontanAqua wurde die Wasserbewirtschaftung auf dem Gebiet von elf Gemeinden in der Region Crans-Montana-Sierre im Zentralwallis umfassend untersucht. Ziel war eine Standortbestimmung der aktuellen Wasserbewirtschaftung, um unter Berücksichtigung des Klimawandels und sozioökonomischer Veränderungen Bewirtschaftungsszenarien für die Zukunft (bis 2050) zu entwickeln. Es sollte also die Nachhaltigkeit der regionalen Wasserbewirtschaftung beurteilt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die zukünftige Wasserbewirtschaftung bis 2050 stärker von den territorialen Entscheidungen der lokalen Akteure als von Klimaveränderungen abhängen wird. Das Klima wird jedoch in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts aufgrund des Abschmelzens des Plaine-Morte-Gletschers eine wichtige Rolle spielen, und in den kommenden Jahrzehnten ist in gewissen Gemeinden mit einer Häufung von Perioden vorübergehender Wasserknappheit, insbesondere in der zweiten Sommerhälfte, zu rechnen. Die Nachhaltigkeit der Wasserbewirtschaftung wird künftig von der Wahl der Entwicklungsszenarien abhängen. Den Gemeinden wird daher nahegelegt, sich miteinander über die Verwaltung der Wasserressourcen Gedanken zu machen, insbesondere in Bezug auf die Frage des Anrechts auf das Wasser. Weiter wird empfohlen, gemeindeübergreifend eine regionalen Wasserbewirtschaftung zu entwickeln, die mit angemessenen finanziellen und rechtlichen Mitteln

LE PROJET MONTANAQUA

Le projet MontanAqua a été réalisé entre 2010 et 2014 dans la région de Crans-Montana-Sierre par les universités de Berne, Fribourg et Lausanne dans le cadre du Programme national de recherche 61 «Gestion durable de l'eau». L'objectif central du projet était d'appréhender l'ensemble des composantes de la gestion de l'eau (i.e., compréhension des écoulements hydrologiques, quantification de la ressource disponible, évaluation des quantités d'eau nécessaires pour les différents usages de la ressource, mise en évidence des relations entre les différents acteurs, publics et privés, impliqués dans la gestion de l'eau à l'échelle régionale, compréhension des mécanismes sociaux, politiques et juridiques influençant l'appropriation de l'eau, etc.) et d'établir, sur cette base, quelle pourrait être la situation en termes de gestion de l'eau au milieu du 21^e siècle [1-3]. Il s'agissait également de distinguer quelle serait la part des variations climatiques et celle des changements socio-économiques sur la gestion future de l'eau dans la région. Pour cela, une double modélisation de la gestion future a été réalisée, sous l'angle hydroclimatique et sous l'angle socio-économique. Finalement, le projet cherchait à évaluer la gestion de l'eau sous l'angle de la durabilité. Pour cela, une méthode originale permettant une évaluation qualitative de différentes facettes de la gestion de l'eau a été développée [4].

* Contact: emmanuel.reynard@unil.ch

Le programme était donc ambitieux et visait à obtenir une photographie de la situation actuelle en termes de gestion de l'eau dans la région, à partir de laquelle des stratégies de gestion permettant d'anticiper d'éventuelles situations de stress hydrique dans le futur puissent être élaborées.

Les résultats du projet ont déjà fait l'objet de différentes publications, autant sur l'ensemble de la recherche [5-7] que sur certains aspects touchant à la ressource [8, 9], aux usages de l'eau [10, 11], à la gouvernance [12, 13] et à la durabilité de la gestion [14, 4]. Dans cet article sont présentés les cinq questions autour desquelles les résultats de la recherche ont été communiqués aux gestionnaires, puis

sont discutés cinq messages synthétiques adressés aux gestionnaires, ainsi que les difficultés inhérentes au processus de communication des résultats scientifiques aux gestionnaires de terrain.

LA RÉGION D'ÉTUDE

Couvrant une surface d'environ 130 km², la zone d'étude concerne le territoire de onze communes situées dans la région la plus sèche de Suisse et présentant des profils socio-économiques variés allant de la petite ville (Sierre) à la station touristique de montagne (Crans-Montana et ses six communes: Icogne, Lens, Chermignon, Montana, Randogne, Mollens), en passant par les communes résidenti-

elles et viticoles de la plaine et du coteau (St-Léonard, Miège, Veyras et Venthône) (fig. 1).

HYDROLOGIE

L'hydrologie de la région est caractérisée par la présence de trois bassins versants principaux: la Liène, à l'ouest, dont les eaux sont exploitées par l'aménagement hydroélectrique de Lienne SA (avec le bassin de stockage de Tsezuzier, d'une capacité de 51 millions de m³); les bassins versants de la Raspille et de la Sinièse à l'est qui, eux, n'ont pas été valorisés pour la production d'énergie pour le moment; et entre les deux, un coteau drainé par quelques torrents et marqué par une série de replats vers 1500 m d'altitude, sur

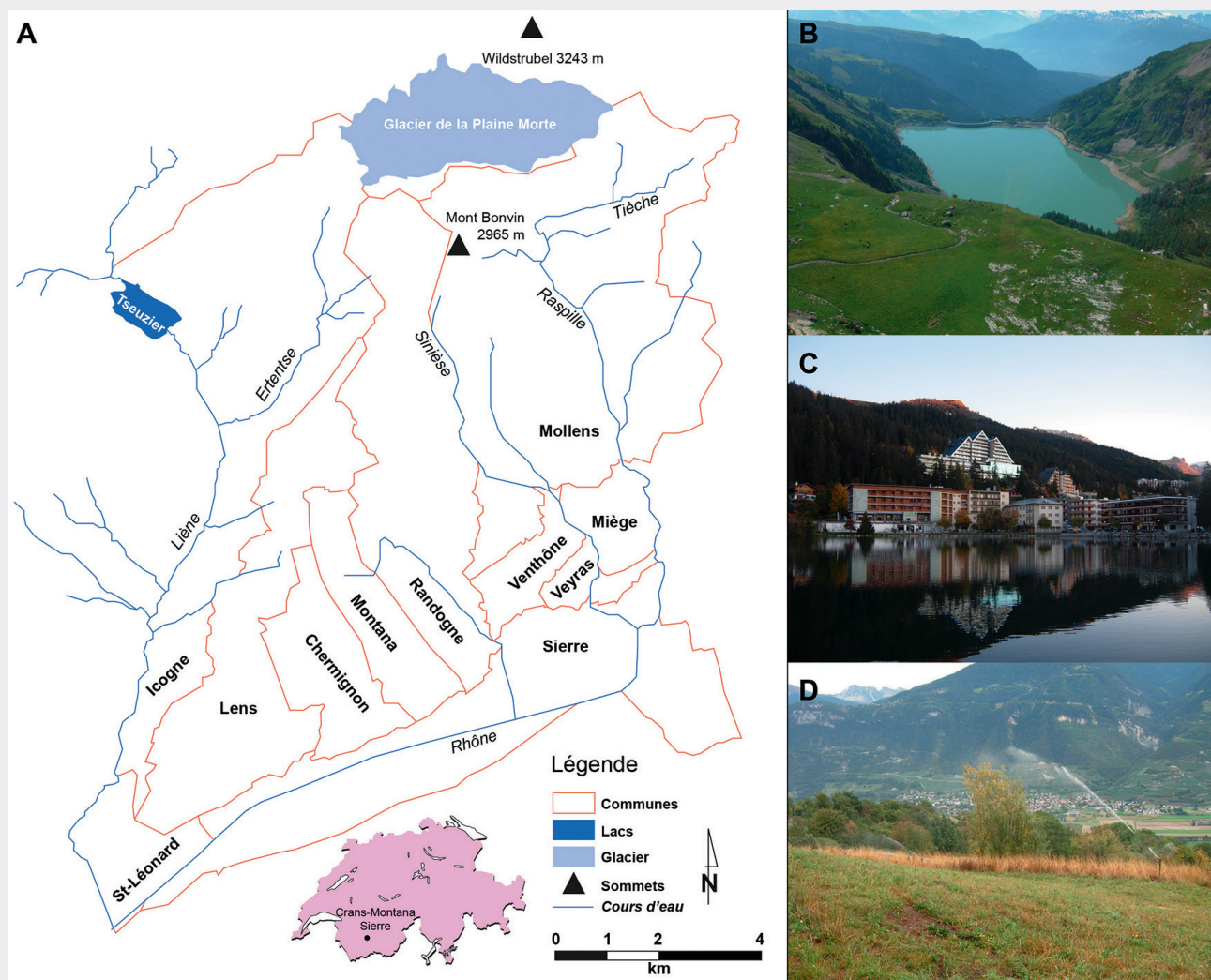


Fig. 1 A) La région d'étude; B) Le lac de Tsezuzier, un ouvrage hydroélectrique utilisé également comme bassin de stockage d'eau d'irrigation, d'eau potable et d'eau utilisée pour l'enneigement artificiel; C) Lac Grenon. Les lacs constituent un élément paysager important de la station de Crans-Montana; ils servent au stockage d'eau d'irrigation et d'eau potable. D) Irrigation dans la région de Chermignon; l'irrigation est un usage important de l'eau dans la région

A) Die im Rahmen der Studie untersuchte Region. B) Der Lac de Tsezuzier, ein Stausee, der gleichzeitig als Speicherbecken für Bewässerungswasser, Trinkwasser und Wasser für die künstliche Beschneigung genutzt wird. C) Der Lac Grenon. Die Seen bilden ein wichtiges landschaftliches Element der Gemeinde Crans-Montana. Sie dienen der Speicherung von Bewässerungs- und Trinkwasser. D) Bewässerung in der Region Chermignon. Die Bewässerung ist in der Region ein wichtiger Verwendungszweck des Wassers

lesquels s'est développée la station de Crans-Montana. Ce secteur se termine en pointe au Mont Bonvin et présente un très petit arrière-pays d'altitude, ce qui explique que pour irriguer les prairies et terres agricoles, un réseau important de bisses (canaux d'irrigation) a été développé pour ramener les eaux de la Liène et de la Raspille sur le coteau, et lorsque la station de Crans-Montana s'est fortement développée à partir des années 1960, deux conduites ont été installées afin de transporter les eaux des deux bassins versants en direction de la station pour la production de l'eau potable.

CLIMAT

Du point de vue climatique, la région est caractérisée par des gradients pluviométriques très importants: la région de Sierre reçoit moins de 600 mm d'eau par année, alors qu'à quelques kilomètres de là, dans la région de Tseuzier, les bassins versants situés à près de 3000 m d'altitude présentent des totaux annuels dépassant 3 mètres d'eau. La mise en place d'un réseau fin de stations de mesures a également permis de mettre en évidence un gradient horizontal des précipitations, la région de Tseuzier (bassin versant de la Liène, à l'ouest de la région d'étude) étant plus arrosée que le bassin versant de la Raspille, à l'est. Les investigations glaciologiques [9] et hydrogéologiques [8] ont montré le rôle important du glacier de la Plaine Morte (7,88 km² en 2011, entre 2650 et 2800 m d'altitude) dans l'approvisionnement en eau de la région.

SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE ET SOCIO-POLITIQUE

Au niveau socio-économique et socio-politique, la situation est relativement compliquée [15, 16]. D'une part, plusieurs communes ont un passé historique commun, au sein de la Louable Contrée à l'ouest (Icogne, Lens, Chermignon, Montana) et de la Noble Contrée à l'est (Randogne, Mollens, Venthône, Veyras, Miège, Sierre). D'autre part, l'économie de la seconde partie du 20^e siècle s'est développée en fonction des altitudes et a d'une certaine manière croisé le découpage des communes datant des siècles passés et qui suivait plutôt une organisation de la plaine à la montagne. On observe ainsi actuellement une stratification altitudinale des activités économiques de la plaine (ville de Sierre, activités agricoles) à la montagne (station de Crans-Montana, al-

pages et pistes de ski, captages hydroélectriques), en passant par le coteau, caractérisé par une certaine déprise agricole, surtout l'exploitation des prairies, et une forte expansion résidentielle, qui se fait au détriment des surfaces viticoles notamment. Ce croisement des découpages politiques et socio-économiques, associé à une autonomie communale importante, rend la coordination territoriale particulièrement ardue et complexe.

MÉTHODES

Cette étude pluridisciplinaire a mobilisé un nombre important de méthodes diverses, combinant les mesures et la récolte d'informations diverses sur le terrain et des travaux de modélisation (pour le détail voir notamment [4, 6, 8, 9]). La modélisation en hydrologie a fait appel à divers modèles glaciologiques et hydrologiques. La modélisation des besoins en eau futurs s'est appuyée sur quatre scénarios de développement socio-économique, discutés avec un groupe d'accompagnement composé de représentants des communes et de l'administration cantonale, de différents secteurs économiques et du monde associatif. Quatre scénarios [14] ont ainsi été testés:

Scénario 1 - expansion

Un scénario d'expansion, «business-as-usual», qui prévoit un développement futur suivant la tendance actuelle, basé en priorité sur le développement de formes de tourisme intensif, et marqué par une expansion démographique soutenue.

Scénario 2 - stabilisation

Un scénario de stabilisation, qui prévoit une stabilisation démographique, une densification du bâti, une évolution du tourisme (rééquilibrage entre les saisons) et une amélioration de la gestion technique de l'eau (notamment la séparation des réseaux d'irrigation et d'eau domestique).

Scénario 3 - modération

Un scénario de modération, qui prévoit des changements drastiques au niveau territorial notamment l'abandon du tourisme hivernal basé sur l'enneigement artificiel et le développement du tourisme doux, la diminution de la population, le développement d'une agriculture extensive ainsi qu'un fort développement de l'irrigation au goutte-à-goutte.

Scénario 4 - scénario des acteurs

Un scénario intermédiaire, élaboré par le groupe d'accompagnement, qui combine des éléments des scénarios 2 et 3.

Pour chacun de ces scénarios, des cartes virtuelles d'occupation du sol à l'horizon 2050 ont été établies et un calcul de l'évolution des différentes demandes en eau (eau domestique, irrigation, enneigement artificiel, etc.) a été réalisé [11]. Pour la situation actuelle et pour les quatre scénarios, la durabilité a été évaluée qualitativement par les membres de l'équipe de projet: seize indicateurs regroupés autour de quatre principes (développement régional, intégrité écologique, justice, capacité d'adaptation) ont été évalués en cinq catégories, allant de «très mauvais» à «très bon» [4].

LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Le projet MontanAqua a mobilisé quatre thèses de doctorat et une recherche postdoctorale. Il a permis de générer de nombreuses connaissances nouvelles sur la région d'étude. Afin de ne pas trop diluer les résultats, l'équipe de projet a décidé de concentrer les enseignements autour de cinq questions principales auxquelles ont été associés cinq messages à l'attention des gestionnaires. Les lignes qui suivent présentent ces questions et messages.

COMBIEN D'EAU EST-ELLE DISPONIBLE?

Actuellement, l'eau est disponible en abondance dans la région. Malgré une certaine variabilité interannuelle, la disponibilité en eau est de l'ordre de 140 millions de m³/année (*tab. 1, fig. 2*). La disponibilité varie selon les saisons, les écoulements étant importants durant la saison de fonte (entre mai et août), alors que les débits sont très faibles entre décembre et mars. Les écoulements estivaux sont par ailleurs très dépendants de la hauteur du manteau neigeux hivernal; ils peuvent ainsi être fortement réduits certaines années, comme cela a été le cas en 2011 (*tab. 1*).

À l'avenir (vers le milieu du 21^e siècle), la répartition saisonnière des écoulements variera peu par rapport à la période actuelle (*fig. 2*). Le pic des écoulements sera avancé de juin à mai, mais la disponibilité moyenne en eau ne changera presque pas (+1,5%; *tab. 1*). Les périodes de sécheresse seront toutefois plus fréquentes qu'actuellement et des situations

	Hiver (oct.-mars)	Été (avril-sept.)	Année
Moyenne 2007-2011	17	123	140
2007 - Année humide	16 [94%]	160 [130%]	176 [126%]
2010 - Année normale	16 [94%]	121 [102%]	137 [98%]
2011 - Année sèche	19 [112%]	88 [72%]	107 [76%]
Moyenne 2037-2041	18	124	142
Variation 2037-2041 par rapport à 2007-2011 (en %)	+ 7%	+ 1%	+ 1,5%

Tab. 1 Volumes disponibles en têtes de bassins versants, de l'Ertentse à la Tièche, actuellement et dans le futur (2037-2041), selon les résultats de la modélisation effectuée par Martina Kauzlaric au moyen du modèle PIHM (Penn State Integrated Hydrologic Model). Pour le détail, voir [6]

Verfügbare Mengen in den Kopfeinzugsgebieten (von der Ertentse bis zur Tièche) zum heutigen Zeitpunkt und in Zukunft (2037-2041) gemäss den Ergebnissen der von Martina Kauzlaric mithilfe des Modells PIHM (Penn State Integrated Hydrologic Model) durchgeführten Modellierung. Für Einzelheiten siehe [6]

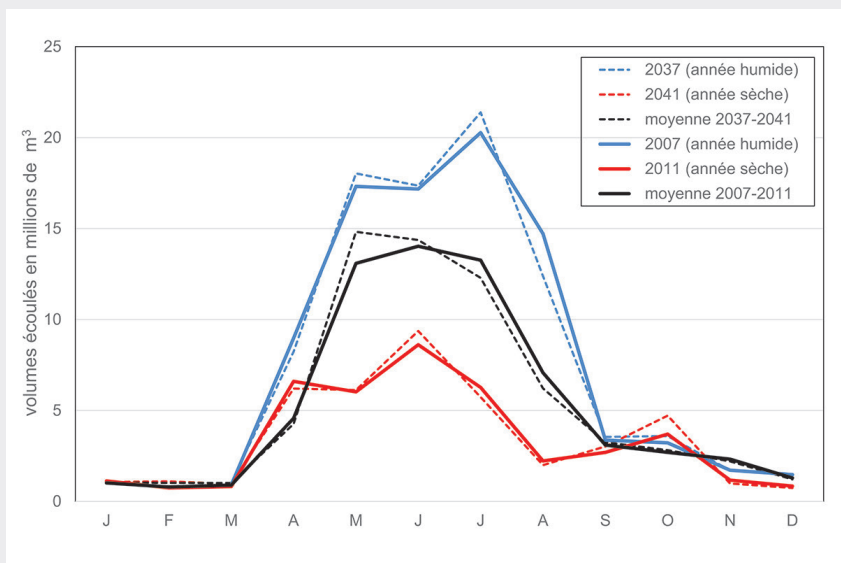


Fig. 2 Volumes écoulés en têtes de bassins versants, de l'Ertentse à la Tièche. Les lignes continues représentent les valeurs moyennes actuelles (en noir), les valeurs pour une année sèche (en rouge) et pour une année humide (en bleu). Les lignes en traitsillés représentent les résultats de la modélisation effectuée par Martina Kauzlaric au moyen du modèle PIHM (Penn State Integrated Hydrologic Model). Pour le détail, voir [6]

Abflussvolumen in den Kopfeinzugsgebieten (von der Ertentse bis zur Tièche). Die durchgehenden Linien stellen die aktuellen Durchschnittswerte (schwarz), die Werte für ein trockenes Jahr (rot) und für ein nasses Jahr (blau) dar. Die gestrichelten Linien stellen die Ergebnisse der von Martina Kauzlaric mithilfe des Modells PIHM (Penn State Integrated Hydrologic Model) durchgeführten Modellierung dar. Für Einzelheiten siehe [6]

similaires à l'été 2003 ou au printemps 2011 seront plus nombreuses. Les écoulements diminueront aussi sensiblement en deuxième moitié d'été (août-septembre) par rapport à la situation actuelle.

QUEL EST LE RÔLE DU GLACIER DE LA PLAINE MORTE?

En raison de sa configuration topographique et du substratum géologique très perméable (roches calcaires), la contribution réelle du Glacier de la Plaine Morte aux écoulements était encore mal connue.

De plus, les gestionnaires se posaient beaucoup de questions concernant son évolution future. Les travaux de modélisation glaciologique [9] et hydrogéologique [8] ont permis de préciser la contribution future du glacier à la ressource en eau au niveau régional. Le glacier perd actuellement env. 1 m d'équivalent en eau par année (pouvant dépasser 2 m d'équivalent en eau durant les années chaudes et sèches, telles que 2011) et il devrait disparaître vers 2080 [9]. Les écoulements du bassin versant de la Plai-

ne Morte représentent en moyenne 28 millions de m³ par année, dont 60% des écoulements sont concentrés durant les mois de juillet et août. Durant les périodes de fonte, les écoulements se font principalement dans des chenaux glaciaires, en direction du nord, vers la vallée de la Simme; en période d'étiage, par contre, les écoulements rejoignent des conduits karstiques et s'écoulent plutôt vers le sud, notamment en direction de la vallée de la Liène.

En raison de l'augmentation des températures qui favorisera la fonte, les écoulements augmenteront fortement à partir de 2025 pour se stabiliser vers 37 millions de m³ par année entre 2040 et 2060, avant de diminuer rapidement, pour atteindre moins de 18 millions de m³ par année au delà de 2080. La contribution à la région d'étude dépendra - en plus de la topographie - de la présence d'un colmatage de matériel fin (moraine de fond) à la surface de la roche calcaire. La réduction des écoulements d'origine glaciaire devrait toutefois provoquer une diminution des débits des sources karstiques en deuxième partie d'été.

COMBIEN D'EAU EST UTILISÉE?

L'étude s'est concentrée sur les usages principaux que sont l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation, la production d'énergie hydroélectrique et les usages touristiques, en particulier l'irrigation des golfs et l'enneigement artificiel [10, 11].

La dérivation de l'eau pour la production hydroélectrique se situe en moyenne entre 60 et 80 millions de m³ par année, soit plus ou moins la moitié de la ressource disponible. La quantification des besoins en eau pour les autres usages s'est heurtée à la difficulté de récolter des données homogènes sur plusieurs années, à l'impossibilité de mesurer les quantités d'eau utilisées pour certains usages (irrigation) et à la difficulté d'obtenir certaines données. Finalement, les usages actuels ont été calculés principalement sur la base d'une année normale (2010) et d'une année sèche (2011).

La consommation d'eau potable a représenté 7,7 millions de m³ en 2010 et 8,2 millions de m³ en 2011 (tab. 2). La consommation par habitant est très variable d'une commune à l'autre, certaines communes étant situées dans la moyenne suisse, alors que d'autres sont clairement en dessous. En fonction du profil socio-économique et de

la position géographique des communes, les besoins varient fortement d'un mois à l'autre. Environ 1/4 des volumes d'eau potable consommés (soit environ 1 million de m³) est utilisé pour l'arrosage des jardins et pelouses [10]. Les besoins en eau pour l'irrigation des vignes et des prairies – modélisés à partir de valeurs climatiques et agronomiques (types de sols et de cultures) – ont été estimés à 2,4 millions de m³ en 2010 et 4,8 millions de m³ en 2011, ce qui reste en dessous des volumes dérivés par les bisces de la région (5 à 6 millions

de m³ par année). Pour l'année caniculaire 2003, les besoins ont été estimés à 7,3 millions de m³. Les volumes d'eau nécessaires à l'arrosage des golfs du Haut-Plateau se sont montés à 85 000 m³ en 2010 et 92 000 m³ en 2011, alors que la consommation d'eau pour l'enneigement artificiel a atteint 300 000 m³ en 2009/2010 et 450 000 m³ en 2010/2011. La consommation totale d'eau (sans l'hydroélectricité) s'est montée à 10,5 millions de m³ en 2010 et 13,6 millions de m³ en 2011, ce qui représente moins de 10% de la ressource to-

tales [11]. Les besoins varient fortement en fonction des saisons (fig. 3). Bien qu'elle soit plus faible en hiver, la demande en eau induit une pression forte sur la ressource durant cette saison (spécialement en février), notamment dans les communes touristiques, car les cours d'eau et les sources sont à l'étiage.

Les besoins futurs ont été modélisés sur la base des scénarios climatiques CH2011 (pour la station de Montana) pour la période 2021–2050 [17], ainsi que des quatre scénarios de développement territorial

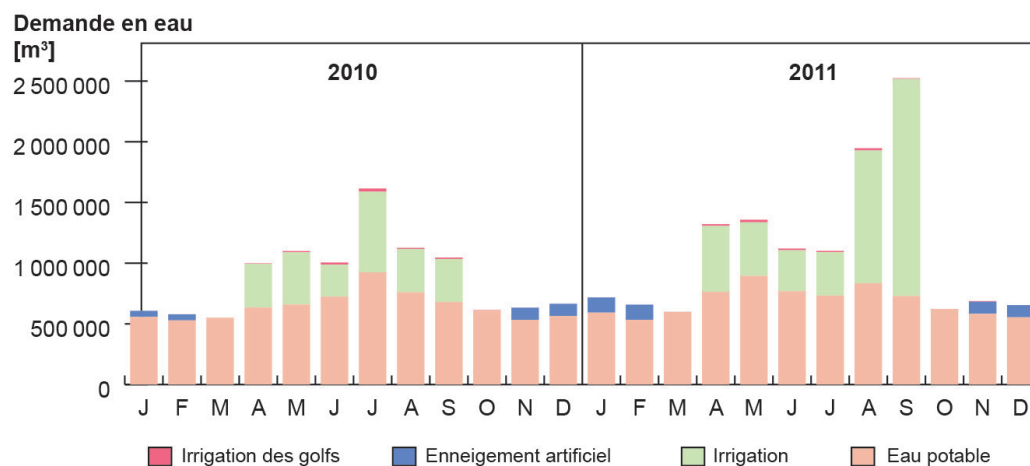


Fig. 3 Demande en eau pour les usages principaux (sauf la production d'énergie hydroélectrique) et leurs variations saisonnières dans la région de Crans-Montana-Sierre en 2010 et 2011

Wasserbedarf für die wichtigsten Verwendungszwecke (ausser Produktion von hydroelektrischer Energie) und saisonale Schwankungen in der Region Crans-Montana-Sierre in den Jahren 2010 und 2011

	Eau potable	Irrigation	Irrigation des golfs	Enneigement artificiel	Total arrondi (entre parenthèses, besoins max.)	Hydroélectricité
2010 – Année normale	7,7	2,4	0,08	0,3	10,5	67,5
2011 – Année sèche	8,2	4,8	0,09	0,45	13,6	61,2
Besoins futurs Scénario 1a	+33,5%	-18,7%	+7,8%	+77%	+24% (+59%)	?
Besoins futurs Scénario 1b	+23,1%	-24,8%	+7,8%	+77%	+24% (+48%)	?
Besoins futurs Scénario 2	+7,6%	+32,6%	+14,5%	-19%	+19% (+60%)	?
Besoins futurs Scénario 3	-9,6/-16,8%	-34%	+6,8%	-100%	-13% (+18%)	?
Besoins futurs Scénario 4 (Acteurs)	+7,6%	-0,2%	+5,8%	-19%	-3% (+49%)	?

Tab. 2 Besoins en eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (valeurs arrondies, en mio m³) et variations dans le futur (en % par rapport à une année normale) selon différents scénarios. Le scénario 1 a été divisé en deux sous-scénarios: 1a prévoit une augmentation démographique plus forte que 1b. Pour le détail des méthodes de calcul, voir [11]

Wasserbedarf in der Region Crans-Montana-Sierre (gerundete Werte, in Mio. m³) sowie zukünftige Veränderungen (in % im Vergleich zu einem Normaljahr), vorhergesagt für vier Szenarien der sozio-ökonomischen Entwicklung. Szenario 1 besteht aus zwei Unterszenarien: Szenario 1a sieht ein stärkeres demografisches Wachstum als Szenario 1b vor. Für die Einzelheiten der Berechnungsmethoden siehe [11]

[11]. Selon les différents scénarios, les besoins moyens en eau (non comprise l'hydroélectricité) devraient rester proches des besoins actuels ou diminuer légèrement (*tab. 2*). Les besoins maximaux pourraient par contre augmenter assez fortement (jusqu'à 16,8 millions de m³ par année pour le scénario 2), particulièrement durant la saison estivale (irrigation). À l'échelle mensuelle, on doit s'attendre à une pression forte sur la ressource en seconde partie d'été (août-septembre).

COMMENT LA GESTION DE L'EAU EST-ELLE ORGANISÉE?

Les investigations menées dans le cadre du projet MontanAqua [12, 13] viennent compléter les résultats de recherches antérieures [15, 16, 18, 19]. La distribution de l'eau potable est organisée autour de modèles gestionnaires différents: la distribution par les services communaux (St-Léonard, Miège, Veyras, Venthône), un modèle mixte combinant une gestion intercommunale et communale des eaux, dans les six communes du Haut-Plateau, et une gestion déléguée aux services industriels (Sierre). La répartition des ressources entre communes ne se fait pas en fonction des besoins réels mais en fonction des droits d'eau. Il en résulte un véritable marché de l'eau potable à l'échelle régionale. Un flou juridique permanent a par ailleurs été constaté et aucun acteur ne semble avoir une vision complète des droits d'eau dans la région.

En termes de gestion, le technique l'emporte sur le politique; en d'autres termes, les pratiques de gestion sont basées prioritairement sur la connaissance du terrain de la part des techniciens et sur une multitude de pratiques et conventions, formelles ou informelles, qui permettent une gestion très souple du système de distribution, centrée avant tout sur les variations de la demande. Au cours des dernières années, la plupart des communes se sont équipées d'installations de télégestion, permettant une gestion fine de la ressource au quotidien; par contre, peu d'investissements et d'efforts ont été consentis afin d'évaluer la performance de la gestion actuelle. Finalement, nous n'avons pas constaté de pratiques visant à une gestion proactive à moyen terme (10 à 15 ans) de la ressource. Cette gestion par l'offre, visant à garantir la disponibilité de la ressource grâce à des investissements structurels, prédomine clairement sur la gestion par la demande, qui chercherait, à travers la modification des pratiques, à réduire les besoins et coordonner les différents usages entre eux.

LA GESTION DE L'EAU EST-ELLE DURABLE?

La gestion actuelle peut être considérée comme durable en termes économiques (soutien au développement régional), moyennement durable en termes écologiques (sauf pour la protection quantitative des eaux de surface) et de capacité d'adaptation, et peu durable en termes d'équité (accès à la ressource variable selon les communes) [4]. Dans le futur, le scénario d'expansion amènerait clairement une diminution de la durabilité de la gestion; les scénarios 2 (stabilisation) et 4 (scénario des acteurs) amélioreraient la durabilité de la gestion, alors que le scénario 3 (modération) serait clairement le plus favorable en termes de durabilité.

LES MESSAGES POUR LES GESTIONNAIRES

Le projet MontanAqua n'avait pas en soi de visée applicative. Par contre, il est clair que nous espérons que les résultats soient

repris par les gestionnaires afin de planifier la gestion future de l'eau à l'échelle régionale. Cinq messages principaux ont donc été formulés [5]:

Message 1 – importance des changements socio-économiques

Les changements socio-économiques auront des répercussions plus importantes que le changement climatique sur la situation hydrique en 2050. À l'échelle annuelle, la variation de la ressource induite par les changements du climat sera de l'ordre de quelques pourcents, bien que la variabilité mensuelle et interannuelle risque d'augmenter. Les changements induits par les choix de développement territorial seront situés entre -13% et +24% en moyenne et dans le scénario 1, les besoins maximaux pourraient atteindre +59% par rapport à la moyenne actuelle (*tab. 2*). En d'autres termes, les variations induites par les choix de développement territorial seront plus importantes que les seules variations induites par le climat. Le message est clair: la gestion régionale de l'eau dans le futur dépendra autant des choix territoriaux que des changements climatiques; en d'autres termes, les gestionnaires ont entre leurs mains une partie des réponses à l'adaptation aux changements climatiques.

Message 2 – en moyenne les ressources sont suffisantes

Les quantités d'eau disponibles aujourd'hui et en 2050 sont globalement suffisantes. Toutefois, des pénuries sont possibles dans certaines régions et de manière saisonnière. À nouveau, le message pour les gestionnaires est que les ressources sont certes suffisantes pour satisfaire, en moyenne, les besoins futurs, mais que des situations ponctuelles de crise – dans le temps et dans l'espace – ne sont pas à exclure et devraient même augmenter, notamment en seconde partie d'été. Il s'agit donc de prévenir ces crises potentielles.

Message 3 – problèmes de gestion au niveau régional

Les problèmes d'eau sont avant tout des problèmes de gestion au niveau régional.

La ressource étant abondante, les pénuries observées jusqu'ici résultent essentiellement de problèmes de gouvernance et d'un manque de coordination à l'échelle régionale. Une meilleure coopération entre les communes et la mise en place d'une gestion par la demande (visant à coordonner les usages et réduire les besoins) est préconisée. Un tel changement nécessite la mise en place d'une véritable institution de gestion de l'eau supra-communale, bénéficiant de moyens juridiques et financiers suffisants. De manière générale, le canton devrait plus s'impliquer dans la gestion de l'eau au niveau régional afin de favoriser l'émergence de telles institutions de gestion de l'eau à l'échelle régionale.

Message 4 – intégration des réformes institutionnelles

Des mesures intercommunales sur les infrastructures peuvent contribuer à assurer durablement l'approvisionnement en eau, mais uniquement si celles-ci sont intégrées dans des réformes institutionnelles ambitieuses. Les projets techniques en cours, visant une meilleure intégration de la gestion entre communes, sont à favoriser. Ils ne sont toutefois pas suffisants s'ils ne sont pas accompagnés de réformes institutionnelles importantes, notamment une re-négociation et une clarification des droits sur l'eau entre les communes.

Message 5 – amélioration des données de base

Pour atteindre une gestion régionale durable de l'eau, l'amélioration des données de base et leur transparence est nécessaire. La modélisation des besoins futurs s'est heurtée au manque de données permettant une connaissance du fonctionnement du système actuel, qui constitue clairement une limite à la mise en place d'une gestion proactive de la ressource. Il est recommandé que le canton du Valais établisse une stratégie de monitoring de l'eau à l'échelle régionale et de collecte de données statistiques de base homogénéisées, ainsi qu'une évaluation de la gestion de l'eau actuelle à l'échelle régionale en termes de durabilité et une évaluation de la situation juridique dans le domaine de l'eau.

REMERCIEMENTS

Le projet MontanAqua a été dirigé par Rolf Weingartner (Université de Berne) et a été réalisé dans le cadre du Programme national de recherche 61 sur la gestion durable de l'eau (www.pnr61.ch). Il a bénéficié du soutien du Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS, subside 406140-125964). Les réflexions présentées dans cet article ont bénéficié des travaux communs des chercheurs des universités de Berne, Fribourg et Lausanne impliqués dans le projet (Mariano Bonriposi, Karl Herweg, Christine Homewood, Matthias Huss, Martina Kauzlaric, Hanspeter Liniger, Emmanuel Rey, Stephan Rist, Bruno Schädler, Flurina Schneider). Qu'ils en soient remerciés. Nous remercions aussi les membres du groupe d'accompagnement du projet pour le temps consacré et les nombreuses informations et réflexions sur la gestion régionale de l'eau.

EN CONCLUSION

Le projet MontanAqua a débouché sur des conclusions ambivalentes [6]: d'une part, au milieu du 21^e siècle, les ressources resteront suffisantes pour satisfaire les besoins en eau à l'échelle annuelle, alors que les situations de pénuries temporaires (surtout en deuxième partie d'été) et spatiales (dans certaines communes) devraient augmenter; d'autre part, l'horizon temporel choisi (milieu du 21^e siècle) ne présente pas de gros problèmes, alors que la situation devrait se

péjorer dans les décennies suivantes, en raison de la diminution des apports liés à la fonte glaciaire et nivale. De plus, il apparaît clairement que le poids des changements socio-économiques et des choix de développement territorial sera plus important que le poids des changements climatiques sur la gestion future de l'eau. L'enjeu de communication aux gestionnaires était dès lors de faire prendre conscience que malgré le fait que le stress hydrique n'augmentera pas de manière dramatique à l'horizon 2050, il s'agit tout de même de faire évoluer le système de gestion afin de lui permettre de s'adapter aux situations de stress hydrique temporaire. Et comme ces situations sont en grande partie liées à des facteurs anthropiques (accès différencié à la ressource notamment, coordination communale insuffisante), une telle adaptation passe avant tout par des modifications de la gouvernance au niveau régional, notamment par la mise en place d'une entité de gestion supra-communale, dotée de moyens juridiques et financiers suffisants, et par le développement d'un monitoring des usages de l'eau permettant de développer une gestion plus proactive et de planifier les investissements. Un changement de philosophie, visant à passer d'une gestion par l'offre à une gestion par la demande, est également préconisé. Nous craignons toutefois que seule la première partie du message (peu de problèmes de pénuries majeures sont attendus) n'ait été entendu et que les réformes structurelles proposées ne mettent beaucoup de temps à se mettre en place. Reste à espérer que la vision développée par le groupe d'accompagnement, qui nécessite justement de telles réformes, soit adoptée par l'ensemble des autorités communales.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Weingartner, R.; Herweg, K.; Liniger, H.; Rist, S.; Schädler, B.; Schneider, F.; Graefe, O.; Hoelzle, M.; Reynard, E. (2010): Water scarcity in inner-Alpine regions. Options for sustainable water use in the Crans-Montana-Sierre region (Valais). *MRI News*, 5/2010: 13-15. <http://mri.scnatweb.ch/fr/content/publications/newsletter-of-the-mountain-research-initiative/mri-news-no5-december-2010>
- [2] Weingartner, R.; Reynard, E. (2010): Pénurie d'eau en région intra-alpine. *Projet d'étude pour une utilisation durable de l'eau en Valais, dans la région de Crans-Montana. Météo Magazine*, 6: 60-61

- [3] Interview de Weingartner, R. (2012): Die Frage des Wassermanagements spielt eine zentrale Rolle. *Aqua & Gas*, N°7/8: 8-9.
- [4] Schneider, F.; Bonriposi, M.; Graefe, O.; Herweg, K.; Homewood, C.; Huss, M.; Kauzlaric, M.; Liniger, H.; Rey, E.; Reynard, E.; Rist, S.; Schädler, B.; Weingartner, R. (2014): Assessing the sustainability of water governance systems: the sustainability wheel. *Journal of Environmental Planning and Management*, DOI: 10.1080/09640568.2014.938804
- [5] Reynard, E.; Bonriposi, M.; Graefe, O.; Herweg, K.; Homewood, C.; Huss, M.; Kauzlaric, M.; Liniger, H.; Rey, E.; Rist, S.; Schädler, B.; Schneider, F.; Weingartner, R. (2013): MontanAqua. Anticiper le stress hydrique dans les Alpes – Scénarios de gestion de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Valais). *Résultats finaux et recommandations*. Lausanne, Universités de Berne, Lausanne et Fribourg. 10 p. http://www.hydrologie.unibe.ch/projekte/20131107_Synthesis_F.pdf
- [6] Reynard, E.; Bonriposi, M.; Graefe, O.; Homewood, C.; Huss, M.; Kauzlaric, M.; Liniger, H.; Rey, E.; Rist, S.; Schädler, B.; Schneider, F.; Weingartner, R. (2014): Interdisciplinary assessment of complex regional water systems and their future evolution: how socioeconomic drivers can matter more than climate. *WIREs Water*, 1, 413-426. DOI: 10.1002/wat2.1032
- [7] Reynard, E. (2014): Anticiper le stress hydrique dans le futur: une simple affaire de climat? *La Lettre Aqeduc Info*, 100: 19-23. <http://www.aqeduc.info/-Lettre-aqeduc-info-no100->
- [8] Finger, D.; Hugentobler, A.; Huss, M.; Voinesco, A.; Wernli, H.; Fischer, D.; Weber, E.; Jeannin, P.-Y.; Kauzlaric, M.; Wirz, A.; Vennemann, T.; Hüsler, F.; Schädler, B.; Weingartner, R. (2013): Identification of glacial meltwater runoff in a karstic environment and its implication for present and future water availability. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17: 3261-3277, DOI: 10.5194/hess-17-3261-2013
- [9] Huss, M.; Voinesco, A.; Hoelzle, M. (2013): Implications of climate change on Glacier de la Plaine Morte, Switzerland. *Geogr. Helv.*, 68: 227-237
- [10] Reynard, E.; Bonriposi, M. (2012): Water use management in dry mountains of Switzerland. The case of Crans-Montana-Sierre area. In Neményi, M.; Balint, H. (eds.): *The impact of urbanisation, industrial, agricultural and forest technologies on the natural environment*. Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem, 281-301
- [11] Bonriposi, M. (2013): Analyse systémique et prospective des usages de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Suisse). *Thèse de doctorat en géographie*, Université de Lausanne, 300p. <http://www.unil.ch/igul/home/menuinst/les-publications/geovisions/geovisions-43.html>
- [12] Schneider, F.; Homewood, C. (2013): Exploring water governance arrangements in the Swiss Alps from the perspective of adaptive capacity.

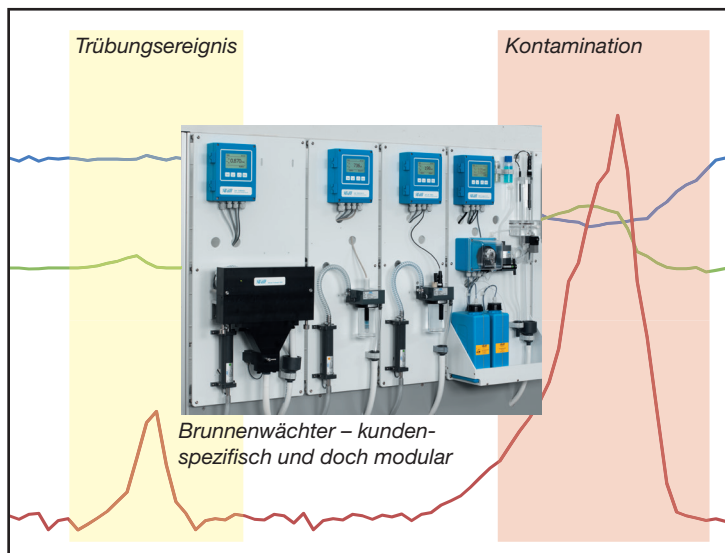
Mountain Research and Development, 33(3): 225–233. doi:10.1659/MRD-JOURNAL-D-13-00004.1

- [13] Homewood, C.; Graefe, O.; Reynard, E. (2014): La fragmentation institutionnelle communale au détriment des ressources. La Lettre Aqueduc Info, 100: 24–27. <http://www.aqueduc.info/-Lettre-aqueduc-info-no100->
- [14] Schneider, F.; Rist, S. (2013): Envisioning sustainable water futures in a transdisciplinary learning process: combining normative, explorative, and participatory scenario approaches. Sustainability Science, [on line], <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-013-0232-6>
- [15] Reynard, E. (2000): Gestion patrimoniale et intégrée des ressources en eau dans les stations touristiques de montagne. Les cas de Crans-Montana-Aminona et Nendaz (Valais). Thèse de doctorat en géographie, Université de Lausanne, 371 p. + annexes. <http://mesoscaphie.unil.ch/geovisions/>
- [16] Reynard, E. (2001): Aménagement du territoire et gestion de l'eau dans les stations touristiques alpines. Le cas de Crans-Montana-Aminona (Valais, Suisse), Rev. Géogr. Alpine, 89(3): 7–19. http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rga_0035-1121_2001_num_89_3_3045
- [17] CH2011 (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011. Zurich, C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, OcCC, 88 p. <http://www.ch2011.ch/fr/>
- [18] Bréthaut, C. (2013): Gestion des réseaux urbains de l'eau en stations touristiques alpines. Zürich, Rüegger, Collection Ecologie & Société 23
- [19] Bréthaut, C. (2013): Le fonctionnement du réseau d'eau d'une station touristique: spécificités et réinterprétation locale des règles. Flux 2(92): 36–46

> FORTSETZUNG DER ZUSAMMENFASSUNG

ausgestattet ist und die den Übergang von einer Angebot-gesteuerten Bewirtschaftung (Erhöhung der Wasserentnahme bei Anstieg des Bedarfs) hin zu einer Nachfrage-gesteuerten Bewirtschaftung (bessere Koordination der verschiedenen Bedürfnisse) ermöglicht. Im Artikel wird auch die Frage angesprochen, wie wissenschaftliche Ergebnisse den Entscheidungsträgern vermittelt werden können.

SWAN Brunnenwächter – für die kontinuierliche Überwachung der Trinkwasserqualität



- Komplettsystem für Quellwasser oder Grundwasser
- Bewährte Messgeräte mit Durchflussüberwachung auf Montageplatte
- Keine spezielle Software erforderlich
- Einfache Integration in bestehende Prozessleitsysteme
- Anlagenspezifische Messwertinterpretation bei der Inbetriebnahme
- Kundenspezifisches Alarm- und Datenmanagement
- Minimaler Wartungsaufwand, Wartung durch Betreiber einfach auszuführen

Qualität ist messbar!

swan
ANALYTICAL INSTRUMENTS

SWAN Wasseranalytik AG · 8340 Hinwil
Telefon 044 943 62 62 · www.swan.ch

unimon

unimon GmbH · 8962 Bergdietikon
Telefon 043 444 95 56 · www.unimon.ch