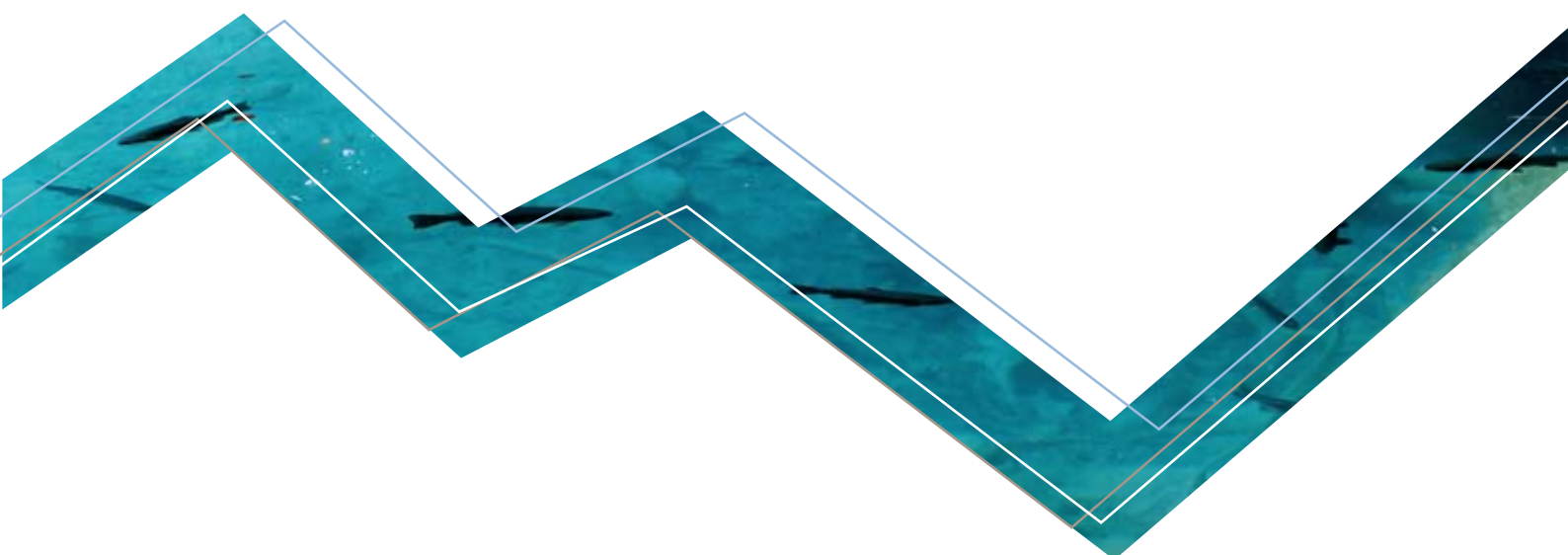


COMPACT

N° 03/2011

LA GESTION DE L'EAU FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

UN RAPPORT DE SYNTHÈSE DE LA CIPRA



CIPRA

SOMMAIRE

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | INTRODUCTION | 3 |
| 2 | LES REVENDEICATIONS DE LA CIPRA EN MATIÈRE DE GESTION DE L'EAU | 6 |
| 3 | CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES | 7 |
| 3.1 | LA DISPONIBILITÉ ET LA DEMANDE EN EAU | 7 |
| 3.2 | LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE | 9 |
| 3.3 | RÉPONDRE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE | 16 |
| 3.4 | ENJEUX POLITIQUES POUR LA MISE EN ŒUVRE DE MESURES CLIMATIQUES | 20 |
| 4 | CONCLUSIONS | 25 |
| 5 | EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES | 27 |
| 6 | INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES | 35 |

Mentions légales

Editeur : CIPRA International
Im Bretscha 22, FL-9494 Schaan
T. +423 237 53 53 F. +423 237 53 54
www.cipra.org

Auteur : Antonio Massarutto
Université d'Udine

Traduction : Rafaëlle Delepaut
et Nathalie Moyon

Concept graphique : IDconnect AG

Mise en page : Carole Piton

Photo de couverture : Jouvou /pixelio.de

Décembre 2011

cc.alps en bref

Le projet « cc.alps – changement climatique : penser plus loin que le bout de son nez ! » est porté par la Commission Internationale pour la Protection des Alpes (CIPRA) et financé par la MAVVA, Fondation pour la Nature. Avec ce projet, la CIPRA contribue à ce que les mesures déployées en faveur du climat dans les Alpes répondent au principe de développement durable.

<http://www.cipra.org/fr/cc.alps/resultats/compacts/>

L'impression de ce compact a été financée par le Ministère fédéral allemand pour l'environnement, la conservation de la nature et la sûreté nucléaire.

INTRODUCTION

Par son projet « cc.alps - changement climatique : penser plus loin que le bout de son nez ! », la Commission Internationale pour la Protection des Alpes (CIPRA) met les mesures de lutte contre le réchauffement climatique au banc d'essai. La CIPRA recense les activités de protection du climat et d'adaptation à ses effets dans les Alpes (désignées ici comme des « mesures climatiques »), et examine leurs effets sur l'environnement, l'économie et la société. L'objectif de la CIPRA est de faire connaître au grand public les mesures climatiques qui répondent aux principes de développement durable, et de le mettre en garde contre celles dont l'impact sur la nature et l'environnement, mais également sur le tissu social et économique, est négatif.

La série des « compacts CIPRA » comprend plusieurs cahiers thématiques, qui examinent d'un point de vue critique les mesures climatiques dans les Alpes. Outre la gestion de l'eau, elle s'est intéressée aux thématiques suivantes : l'énergie, la construction et la rénovation, les territoires autosuffisants en énergie, l'aménagement des territoires, les transports, le tourisme, la protection de la nature, la sylviculture et l'agriculture.

Le présent document, « La gestion de l'eau face au changement climatique », traite des mesures climatiques déjà prises ou suggérées en matière de gestion des ressources hydriques. Le chapitre 2 expose les inquiétudes centrales de la CIPRA quant aux orientations actuelles du secteur hydrique, étant donné le rôle de « château d'eau de l'Europe » de la région alpine et les conséquences du changement climatique telles qu'elles sont prévues. Le chapitre 3 commence par présenter une vision globale du secteur hydrique et des effets prévus du changement climatique dans la région, et présente un résumé de l'actualité d'autres domaines d'activité interdépendants de la gestion de l'eau. Il poursuit avec un bref compte-rendu des réponses apportées par les différentes parties prenantes, une analyse de certaines mesures climatiques, puis expose les mesures politiques que la CIPRA juge nécessaires de prendre. Dans le chapitre 4 sont exposés un résumé de la situation et les principales conclusions de l'auteur. Le chapitre 5 présente une sélection de projets qui fournissent des réponses au changement climatique (ainsi qu'aux autres phénomènes interdépendants) efficaces et compatibles avec le développement durable. Enfin, le chapitre 6 propose des références et liens bibliographiques.

AMELIORER L'EFFICACITE AU LIEU DE NUIRE A L'ENVIRONNEMENT !

CC.ALPS : LES REVENDICATIONS DE LA CIPRA EN MATIERE DE GESTION DE L'EAU

Les rivières alpines approvisionnent en eau 170 millions de personnes. Entre autres prévisions, on sait que le changement climatique aura pour effet de réduire grandement la disponibilité en eau dans cette région et au-delà, diminuant les pluies, provoquant des périodes de sécheresse estivale plus longues et une forte réduction des chutes de neige hivernales. Par ailleurs, les besoins en eau augmenteront proportionnellement, tout comme la concurrence entre les divers usagers.

Actuellement, seuls 10% des rivières et des ruisseaux des Alpes peuvent être considérés comme écologiquement intacts, c'est-à-dire ni pollués, ni sur-mécanisés ni amoindri au regard du débit du courant. La qualité écologique des cours d'eau et des habitats qui en dépendent demande donc à être améliorée, et non encore plus détériorée. On ne peut permettre de nouvelles constructions sur les dernières rivières alpines ni que leurs débits soient amoindris par des prélèvements excessifs. De même que d'autres règlements législatifs dont l'objectif est de protéger l'environnement, telles que la Directive Habitats et la Directive Oiseaux, la Directive-cadre européenne sur l'eau est un bon instrument de soutien à une consommation raisonnée de l'eau ainsi qu'à la conservation et à la restauration des écosystèmes hydriques.

Les revendications de la CIPRA sont les suivantes :

Arrêtons la folie hydroélectrique : non au développement de la « capacité finale »

Plusieurs pays des Alpes prévoient de privilégier l'hydroélectricité au lieu de l'efficacité énergétique et les économies d'énergie. Le retrait progressif de l'énergie nucléaire est actuellement un argument de choix pour autoriser l'aménagement des dernières rivières et ruisseaux quasi-naturels. Plutôt que de développer cette capacité « finale » (utilisation maximale du potentiel hydroélectrique des cours d'eau) aux dépens de l'environnement naturel, la CIPRA appelle à la modernisation des centrales hydroélectriques existantes en l'associant à des mesures de compensation écologiques. Cette orientation permettrait d'obtenir une hausse de 50% de l'efficacité énergétique à court terme. Des exemples de travaux de rénovation ont même permis de tripler la production d'énergie tout en améliorant l'équili-

bre écologique naturel du site grâce à des mesures d'accompagnement. Néanmoins, il est nécessaire d'étudier minutieusement chaque projet de réhabilitation d'installations existantes afin de garantir leur compatibilité environnementale; là où les effets négatifs sur l'environnement seront inévitables, ils devront être compensés en accord avec la Directive-cadre sur l'eau et les législations nationales. Les dispositions légales relatives aux énergies renouvelables doivent également être modifiées pour privilégier l'amélioration des installations existantes et de leur efficacité et non la construction de nouvelles centrales portant préjudice à l'environnement.

Petites centrales électriques, gros problèmes ! Tout ce qui est petit n'est pas toujours joli.

Dans de nombreux endroits, le boom désordonné de la construction de micro-centrales hydroélectriques est le résultat d'une approche indifférenciée et peu durable de la promotion des sources d'énergie alternatives. Des dégâts environnementaux de grande ampleur en résultent souvent, pour des gains énergétiques relativement mineurs. La contribution des petites centrales hydroélectriques à la production globale d'énergie est limitée : la production de 75 % d'entre elles ne représente que 4 % de l'hydroélectricité alpine. L'attribution de permis d'exploitation à des nouvelles centrales de ce type doit donc s'assurer du respect de standards écologiques, et tout soutien financier doit être explicitement fondé sur des considérations de durabilité et de compatibilité écologique.

L'eau n'est pas une marchandise!

L'eau n'est pas un bien comme n'importe quel autre : c'est au contraire une part de notre héritage que nous devons protéger et traiter comme telle. Les habitants des Alpes, tout comme les personnes vivant en-dehors de cette région mais qui dépendent de ses ressources hydriques, ont le droit à un accès approprié à une eau potable de qualité. Les approvisionner tous en eau est un devoir fondamental qui incombe aux pouvoirs publics et qui ne doit pas être mis en danger par la privatisation.

Une bonne gouvernance, et non une politique de clocher

La gestion des ressources hydriques doit être plus professionnelle. Les besoins de tous doivent être pris en compte, c'est pour cela que la souveraineté sur la gestion de l'eau ne doit reléguée à la seule prise de décision de certains organes tels que les autorités locales, mais exercée à un niveau plus élevé. La politique de coopération au niveau du bassin versant suggérée par la Directive-Cadre sur l'eau assure la participation de toutes les parties prenantes. Les Agences de l'Eau françaises sont la preuve qu'il est possible de mettre en œuvre ce type d'organisation et ce, de manière efficace.

Limiter le gaspillage et l'utilisation abusive de l'eau !

Il existe de nombreuses façons de réaliser des économies dans notre consommation d'eau. Par exemple, les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte pour des produits agricoles à forte valeur ajoutée tels que les fruits ou le raisin peuvent à la fois générer plus de bénéfices et consommer

moins d'eau qu'une irrigation systématique et dispendieuse de champs de céréales. Il est également possible de réaliser de vraies économies d'eau à l'échelle domestique, comme en utilisant l'eau de pluie pour les toilettes et l'arrosage du jardin. Dans le domaine du tourisme, les permis autorisant de nouvelles installations ne devraient être délivrés que si celles-ci démontrent que la consommation d'eau supplémentaire induite est soutenable et n'aura pas d'impact négatif sur les usages existants. Dans le même temps, l'adaptation au changement climatique doit amener à une meilleure distribution des activités touristiques tout au long de l'année, ainsi qu'au développement d'alternatives durables à l'industrie du ski. Dans ce contexte, il faut souligner que le recours croissant aux canons à neige — à la fois avec de nouvelles machines et sur des périodes d'utilisation plus longues — est contraire aux objectifs d'atténuation du changement climatique en raison de leurs niveaux de consommation hydrique et énergétique inacceptablement élevés. Pour cette raison, la CIPRA appelle les pouvoirs publics à s'assurer qu'aucun fonds public n'alimente la promotion de l'enneigement artificiel.

Une stratégie pour l'ensemble de la région alpine !

La CIPRA réclame des parties de la Convention alpine qu'elles s'accordent sur une stratégie pan-alpine commune pour une gestion durable de l'eau et des habitats qui en dépendent. Cette stratégie devrait inclure l'amélioration de l'efficacité des centrales hydroélectriques existantes, ainsi que des provisions garantissant la compatibilité environnementale des autorisations de rénovation. Celle-ci devrait également fournir des alternatives à la construction de grands réservoirs et établir des restrictions à la construction désordonnée des micro-centrales.

Il ne sera possible de mettre en œuvre cette stratégie efficacement que sur la base d'un inventaire pan-alpin des systèmes hydrologiques dont le fonctionnement écologique est encore considéré comme équilibré (cours d'eau intacts au niveau biologiques et hydro-morphologiques) ou qui possèdent un fort potentiel de régénération. Ceux-ci doivent être considérés comme des « zones tabous » pour tout usage ou installation non durable telle qu'une centrale hydroélectrique, et pour l'exploitation intensive des paysages de rivières.

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES

3.1 LA DISPONIBILITÉ ET LA DEMANDE EN EAU

On a décrit les Alpes comme le « château d'eau de l'Europe ». Elles sont situées au cœur du continent, et de nombreux fleuves d'envergure nationale y trouvent leur source : le Rhin en Allemagne, le Rhône en France, le Po en Italie, l'Adige ainsi que de plus petites rivières qui se jettent dans la Haute Adriatique, comme le Sočalsonzo qu'elle partage avec la Slovénie. A lui seul, le Bassin du Danube occupe la partie nord-est des Alpes ; ses rivières traversent 14 pays.

Les rivières qui naissent dans les Alpes représentent une part significative de l'ensemble de l'écoulement des bassins, approvisionnant en eau 170 millions de personnes. Les Alpes garantissent des débits sortants réguliers : la neige, les glaciers, les sols et les lacs – complétés par les réservoirs – sont les principales sources d'écoulement en été, surtout dans le sud. De ce fait, l'interdépendance est très forte entre les Alpes et les régions alentours : en effet, les terres de plaine sont affectées par les modifications de l'approvisionnement effectuées en amont, et les Alpes par certaines décisions prises en aval. Dans l'ensemble, et en comparaison avec l'ensemble des territoires de l'UE, les Alpes sont riches en ressources hydriques. La moyenne des précipitations annuelles y est de 1609 mm, soit plus du double de la moyenne européenne (780 mm). Même les zones les plus « sèches », particulièrement dans les Alpes centrales comme le Valais Suisse, bénéficient de niveaux oscillant entre 500 et 1000 mm, pendant que d'autres atteignent des niveaux de 1500 à 2700 mm (EEA , 2009a ; Convention alpine, 2009).

En matière d'usage de l'eau, l'hydroélectricité est à la source de 75 % des prélèvements hydriques ; puis viennent l'approvisionnement en eau potable (environ 10 %), l'irrigation et l'industrie. Les domaines d'activité réputés consommant peu d'eau, comme l'écologie, les services récréatifs et paysagés générés par l'environnement aquatique, se voient quant à eux attribuer une importance de plus en plus grande. Pour mesurer le stress hydrique, les deux indicateurs les plus couramment utilisés n'ont qu'une portée nationale : la disponibilité en eau par habitant, et l'indice d'exploitation de l'eau (WEI en anglais) qui est le rapport entre la quantité d'eau captée chaque année et la totalité des ressources en eau douce disponibles à long terme. En considérant la Suisse et l'Autriche comme territoires représentatifs de la région alpine, la quantité d'eau douce consommable y est respectivement évaluée à 7500 et 10 500 m³ par habitant (la moyenne européenne étant de 4 200 m³). Le WEI y est d'environ 5 %, soit bien en-deçà du seuil de stress hydrique, établi à partir de 40 % et plus.



© Georges Bott / pixello.de



© Anita Wyss

Photos 1 et 2 :

Les glaciers couvrent plus de 3600 km² des Alpes, approvisionnant en eau douce des millions de personnes dans les plaines.



Photo 3 :
Seuls à peine 10 % de la longueur
des rivières alpines les plus
importantes sont en état naturel
ou quasi-naturel.

Au niveau local, la situation se présente autrement : les ressources sont inégalement réparties, et la présence humaine est souvent concentrée dans des zones où les ressources disponibles ne peuvent répondre à la demande globale. Dans les régions montagneuses, il est ardu et coûteux de pallier cette difficulté. Historiquement, les populations se sont établies dans des zones où les ressources hydriques satisfaisaient les besoins humains, et où il était aisé de se protéger des risques naturels : en somme, des espaces possédant un équilibre durable. Cependant, au cours du siècle passé, le développement régional n'a que très peu pris en compte la question des ressources hydriques, comme par exemple dans le cas des installations touristiques de haute montagne. La fragilité de l'environnement alpin, tout comme les obstacles posés par le climat et l'orographie, augmentent la vulnérabilité de l'approvisionnement en eau.

Dans les Alpes, la demande en eau a évolué suivant les tendances du développement territorial. Au cours des 30 dernières années, celles-ci ont combiné d'un côté la polarisation, la concentration des populations et le développement autour des grands hubs urbains ou touristiques, et de l'autre, l'intégration régionale, la concentration des activités économiques dans un nombre réduit d'espaces, et la spécialisation grandissante des territoires périphériques en communautés de pendulaires journaliers (Pfefferkorn et al., 2005). Bien que l'on ne puisse pas considérer cette région sous stress hydrique, les populations alpines peuvent dès à présent rencontrer des difficultés dans des situations spécifiques, lorsque la faible disponibilité des ressources naturelles est confrontée à une forte demande. Il est donc désormais crucial de se tourner vers une gestion et une évaluation de la disponibilité en eau et du stress hydrique à l'échelle locale, plutôt que sur la demande.

La qualité des ressources alpines est souvent appréciée par rapport à celles des régions en aval ; cependant, des problèmes peuvent survenir en raison de la concentration en polluants rejetés par certaines installations, et ce surtout en cas de faible débit (Convention alpine, 2009). Par ailleurs, les Directives européennes ont conduit à des améliorations notables du traitement des eaux usées. La pollution diffuse, surtout si elle est issue des activités agricoles, est moins un problème dans les régions alpines qu'en aval ; cette pollution diffuse demeure, particulièrement dans des régions d'agriculture intensive comme la Bavière. Grâce au traitement des polluants et à leur détournement, l'eutrophisation des lacs a presque été éradiquée, appuyée en ceci par le développement du tourisme et des exigences réglementaires concernant la qualité des eaux de baignade.

La Directive-cadre sur l'eau

La Directive-cadre sur l'eau ou DCE (Dir. 2000/60/CE) a marqué un tournant dans les politiques européennes de l'eau. Elle fait de la protection de l'eau une priorité majeure et définit comme objectif de protéger et de ramener la qualité de toutes les masses d'eau vers un « bon état » – écologique, chimique et quantitatif – d'ici à 2015. La DCE requiert également que tous les aspects de la gestion de l'eau soient organisés au niveau des bassins versants, à travers des Plans de gestion qui correspondent

aux SDAGE français (IRBM en anglais), et met l'accent sur l'importance de l'intégration des analyses économiques et de la participation du public dans ce processus. Dans les Alpes, ceci concerne les pressions tant sur l'eau que sur les capacités d'adaptation.

Les contraintes pesant sur l'ensemble des usages de l'eau sont significatives : plusieurs d'entre eux devront être limités, et de nombreuses autres pressions, comme la pollution par les pesticides, devront diminuer ou disparaître. Des débits significatifs seront restitués aux rivières, et de nombreux ouvrages artificiels devront être démantelés ou adaptés. Les efforts se tourneront principalement vers la restauration des habitats naturels et des fonctions écologiques des cours d'eau et ils s'accompagneront d'une forte hausse de la demande en services écosystémiques, qui auront peut-être pour effet de provoquer des modifications fondamentales d'usage des sols. Il est probable que le besoin de recouvrement intégral des coûts – externalités environnementales et rareté des ressources comprises – aura dans ce domaine un impact considérable. La demande en eau ne doit pas simplement être considérée comme un besoin à satisfaire au regard des coûts induits. Bien au contraire, il est nécessaire d'évaluer sa valeur potentielle en considérant les coûts totaux induits, et dans la mesure du possible, de les reporter sur les consommateurs.

Le passage à une gouvernance participative à l'échelle des bassins versants aura lui aussi des conséquences. Les avancées varient d'un pays à l'autre, mais le Plan de Gestion (IRBM) s'impose progressivement comme la référence en termes de prises de décision, de gestion et de perception des problèmes. Un IRBM participatif peut empêcher de mettre en œuvre des actions qui auraient un impact considérable sur les zones les plus vulnérables : par le passé, de nombreux grands projets portés au nom du développement industriel ont été menés à terme malgré leur effet fortement négatif sur les populations locales. La gestion intégrée implique un partage des problèmes et des solutions au niveau de chaque bassin versant, favorisant ainsi l'interdépendance amont-aval. Cette mise à l'échelle répond au besoin de trouver des compromis entre des intérêts divergents (opposant secteurs d'activités et territoires). Mettre en place, au niveau des bassins versants, des institutions dans lesquelles les régions alpines et leurs parties prenantes recevront l'attention nécessaire et pourront exercer une influence politique adéquate, telle est la problématique centrale pour les Alpes.

3.2 LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

D'après l'Agence européenne de l'environnement (EEA, 2009a) et la Convention alpine (2009), la région alpine a connu une hausse des températures de 2°C au cours du XXème siècle – plus de deux fois l'augmentation relevée dans l'hémisphère nord, et le double de la moyenne européenne. Une augmentation 2,6 à 3,9°C est attendue au cours de ce siècle, encore une fois bien supérieure aux moyennes prévues pour l'Europe (EEA, 2009a). Outre les modifications apportées à la variabilité saisonnière des températures, les projections montrent une diminution globale des précipitations ainsi que l'augmentation de la fréquence d'événements climatiques extrêmes (sécheresse, inondations, etc).

3.2.1 LES CONSÉQUENCES HYDROLOGIQUES

Il est prévu que le changement climatique aura un impact majeur sur l'hydrologie alpine au cours de ce siècle : les chutes de pluie devraient diminuer de 1 à 11 %, avec une incidence accrue de 36 % des sécheresses estivales (plus de cinq jours consécutifs sans précipitations), sécheresses qui toucheront également le nord des Alpes et ce de manière comparativement plus forte alors même que ce phénomène y est actuellement peu habituel. Les quantités de neige devraient diminuer drastiquement, de 40 % dans le nord, de 70 % dans le sud du massif alpin (EEA, 2009a). Les résultats des recherches menées par Beniston sur les prévisions des modifications dans les précipitations saisonnières sont indiqués dans le Schéma 1.

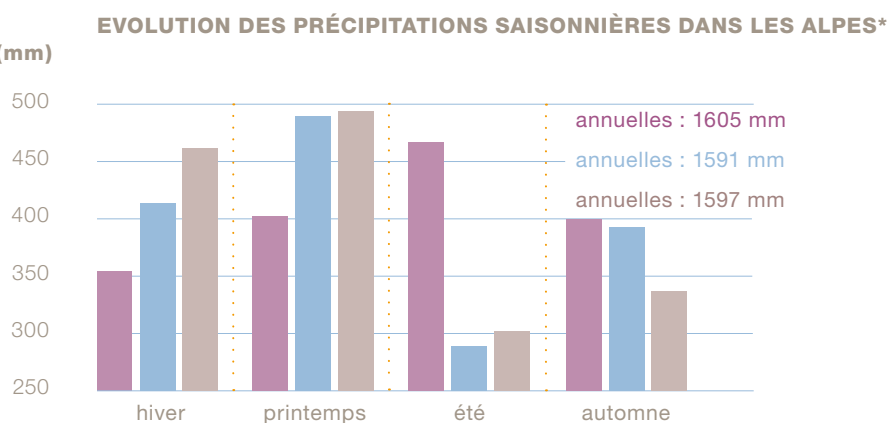
La combinaison de la hausse des températures et de l'altération du schéma des précipitations saisonnières aura un effet très net sur les débits sortants. Moins de neige mais plus de pluies hivernales auront pour effet une hausse substantielle (jusqu'à 19 %) des ruissellements hivernaux et leur réduction proportionnelle au printemps (jusqu'à 17 %) et particulièrement en été (période pendant laquelle on prévoit des baisses de 55 % dans le sud et le centre du massif alpin d'ici fin 2100). Le Ministère fédéral allemand de l'Environnement (BMU, 2007) a quant à lui prédit une issue légèrement différente : des totaux annuels proches des constantes, mais des variations saisonnières de +15 à +30 % en hiver, de +23 à +24 % au printemps, de -36 à -39 % en été et de -1 à -15 % en automne.

A court terme, ces changements pourront être compensés par la fonte des glaciers et du pergélisol (ou permafrost). Sur le long terme, on s'inquiète pour la survie de cette réserve d'eau fondamentale. Les glaciers ont perdu 20 à 30 % de leur glace depuis 1980 ; à eux seuls, les pics de températures de l'été 2003 ont fait fondre 10 % de la masse restante. Selon Haeberli (2009), ce qui subsiste actuellement des surfaces glaciaires pourrait encore se réduire de 50 à 75 % d'ici à 2050. Combiné au réchauffement du pergélisol, cela devrait radicalement altérer les courbes de débit et augmenter les risques d'éboulements et de débordement des lacs glaciaires, comme dans l'Oberland bernois et dans la vallée de Saas

Schéma 1 :

Evolution des précipitations saisonnières dans les Alpes, entre 2071 et 2100, selon divers scénarii d'émissions de GES.

Précipitations saisonnières (mm)



* 2071-2100 dans divers scénarii d'émissions de GES (Modèle climatique régional HIRHAM)

Source: Beniston, M. (2006)

dans le Valais suisse. La nature de tels événements marquera une rupture avec les tendances connues jusqu'ici et il ne sera donc pas possible de les modéliser sur la base des données historiques.

Le niveau des nappes phréatiques a baissé systématiquement pendant le XX^{ème} siècle : Harum et al. (2007) ont constaté que, dans certaines zones du sud de l'arc alpin, les niveaux de la nappe ont baissé de 25 % en 100 ans. Bien que ce phénomène soit en majeure partie le résultat d'une augmentation des prélèvements, de l'imperméabilité des sols et des drainages visant à protéger les populations, le changement climatique reste un facteur à considérer. La recherche dans ce domaine est encore limitée et les données de modélisation des nappes phréatiques sont difficile à interpréter, cependant des études suisses ont indiqué que les niveaux devraient à l'avenir continuer de baisser légèrement (OcCC/ProClim éd., 2007).

On peut lier l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes au changement climatique (EEA, 2009) à l'érosion des sols, aux glissements de terrain et à la sédimentation. Toutefois, les données sur des récents glissements de terrain dans les Alpes ne permettent pas de déterminer avec certitude s'ils sont le résultat de processus habituels ou s'ils sont liés au changement climatique.

3.2.2

CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

L'altération du cycle hydrologique a des conséquences sur l'environnement et les services écosystémiques qui y sont liés. Concernant la température et le couvert neigeux, les changements devraient mener à une remontée des espèces végétales en altitude, concentrées dans une zone alpine plus restreinte ; des pertes significatives d'espèces endémiques sont également à prévoir (EEA, 2009a). La réduction des ruissellements estivaux pourrait avoir des conséquences hydromorphologiques, comme l'interruption de l'écoulement continu des rivières, menant à une capacité d'accueil des espèces végétales réduite, et affectant radicalement les écosystèmes alpins (voir le Compact Protection de la nature). Qui plus est, la température de l'eau de surface va augmenter dans les lacs, ce qui aura pour effet de stabiliser ses conditions de circulation et donc d'altérer la concentration d'oxygène et les conditions de vie des micros organismes, des poissons, etc.

3.2.3

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET CONSOMMATION D'EAU

Une augmentation de la demande en eau provenant des Alpes est probable du fait d'un besoin plus important dans les Alpes elles-mêmes ou en aval pour compenser le stress hydrique. Le changement climatique interagit avec ces deux moteurs de la demande, qui sont de leur côté sujets aux tendances d'évolution globale. Pour prendre en compte les futures conséquences du changement climatique, il faut évaluer les tendances à court terme des principaux facteurs de pression, et voir comment le changement climatique peut les affecter ; les améliorations techniques doivent également être abordées. Leurs différents impacts, combinés, varieront en fonction des situations locales et sectorielles.

De nombreux travaux ont été menés sur les conséquences probables du

changement climatique sur la gestion de l'eau (Smith et al., 2009) et en particulier dans la région alpine (EEA, 2009a ; Convention alpine, 2009). On s'attend à ce que le changement climatique augmente la pression sur les besoins en eau dans tous les secteurs, qui devront compenser la réduction des chutes de pluie ou leur moindre régularité. L'accès aux ressources hydriques locales pourrait devenir de plus en plus difficile, suite à la baisse du niveau hydrostatique des nappes, au tarissement des puits et à un débit réduit des sources pendant les saisons critiques. La structure des systèmes de gestion sera probablement elle aussi affectée : plus d'individus devront compter sur les approvisionnements collectifs plutôt que sur des moyens privés - puits, sources - (comme c'est déjà le cas en Styrie occidentale en Autriche, d'après Oberauner et al., 2006). De nombreux systèmes collectifs devront être interconnectés et partager des sources d'approvisionnement plus fiables, nécessitant pour cela des unités de gestion élargies afin de couvrir de plus grandes zones géographiques.

Énergie hydroélectrique

L'hydroélectricité s'est fortement développée au cours du siècle passé. Parce qu'elle représente 75 % des prélèvements hydriques dans les Alpes, son impact écologique est jugé sévèrement par une réglementation de plus en plus exigeante dans tous les pays. Après une relative stagnation dans les années 1980 et 1990, les demandes d'autorisation de construction ou d'amélioration des centrales explosent ; par exemple sur le site de Ravedis dans le Frioul (Italie), de grands projets de la société TIWAG (tiroler wasser kraft) dans le Tyrol autrichien, d'autres projets en Slovénie (sur la rivière Idrijca à Trebuša et sur la rivière Soča), ainsi que de nombreux et nouveaux projets en Suisse. On constate aussi un fort accroissement du nombre de demandes d'autorisation pour des centrales de petite taille, ce qui conduit à s'approcher d'un seuil critique en termes de faiblesse du débit, de discontinuité des rivières et d'altération de leur morphologie. En conséquence, les autorités de tous les pays restreignent les autorisations et insistent sur des niveaux d'exigence plus élevés sur les débits minimaux et le respect du principe de précaution. Cette explosion de la demande est en partie motivée par la capacité des grandes centrales à répondre aux pics de consommation énergétique, dans un contexte de réseaux et de marchés européens de l'électricité de plus en plus interconnectés. De telles centrales pourraient se spécialiser dans la production de cette énergie à haute valeur ajoutée, accroissant ainsi substantiellement la valeur économique potentielle du stockage de l'eau dans des réservoirs et la tendance à l'accumulation par pompage (fonctionnement d'une STEP, station de transfert d'énergie par pompage). L'atténuation du changement climatique est un autre facteur du succès économique de l'hydroélectricité : en tant qu'énergie renouvelable, l'hydroélectricité bénéficie elle aussi de subventions conséquentes ; plus de 50 % du chiffre d'affaire des petites installations proviennent de subventions directes et indirectes, ce qui crée une incitation économique au lancement de nouveaux projets (Bano & Lorenzoni, 2008).

En dépit du boom de la demande, on sait que les bénéfices de l'activité diminuent : la portion supplémentaire d'électricité que vise à fournir l'ex-



Photo 4 :

Des incitations financières résultant des lois sur les énergies renouvelable encouragent les projets de nouvelles centrales.

tension des installations existantes est en fait relativement restreinte, alors que son impact environnemental (en termes de longueur de cours d'eau affectés et d'artificialisation) est proportionnellement plus élevé. Mais il faut globalement rester prudent quant à la délivrance de nouvelles autorisations, et veiller à une réglementation plus stricte concernant des débits minimaux obligatoires, le rétablissement de la continuité des rivières et de leur morphologie naturelle.

Au sein de cette situation si complexe où restrictions et développement se rencontrent, le changement climatique amènera probablement une nouvelle pression en réduisant les débits disponibles et par conséquent le potentiel de production des installations existantes. Dans de nombreux cas cependant, imposer des normes plus strictes aux centrales existantes peut allonger le temps de retour des investissements mis en jeu, et provoquer des conflits juridiques.

Le service public de l'eau

L'approvisionnement en eau par le service public représente moins de 10 % des prélèvements destinés à la consommation dans les Alpes (EEA, 2009a). Une telle quantité, limitée, ne peut avoir d'effet sur l'équilibre hydrique global. Cependant, le morcellement très élevé des systèmes de gestion de l'eau est le problème crucial : il n'est pas toujours possible de compenser les pénuries locales par des prélèvements dans les zones voisines. C'est donc à l'échelle locale qu'il faut considérer ces impacts.

Dans les années 1990, la population alpine a augmenté de 7,8 % (Convention alpine, 2006), avec une croissance plus marquée au nord-ouest et des hausses moindres au sud et à l'est de l'arc alpin. Cette tendance constitue une pression potentielle malgré l'hétérogénéité de la répartition, et éventuellement son annulation finale grâce à l'amélioration de l'efficacité de l'approvisionnement public et à la réduction des consommations par personne. On ne prévoit pas de hausse substantielle de la demande globale mais plutôt une transformation de sa saisonnalité (pics en hiver et en été alors même que la disponibilité des ressources naturelles est au plus bas) et de sa distribution infrarégionale.

De nombreuses communautés alpines connaissent déjà des pénuries d'eau (comme la Savoie en France ou la Carnia en Italie), qui sont cependant la plupart du temps le résultat de déficiences techniques, comme une capacité de stockage insuffisante, des pressions trop basses, des techniques de traitement inadéquates ou des fuites. Jusqu'à présent, il n'est pas possible de dire que le changement climatique est significativement lié à ces pénuries, mais cela ne pourra être exclu à l'avenir : le changement climatique affectera probablement le régime hydrologique des sources et des puits sur lesquels s'appuient la plupart des systèmes. La pression sur le transfert de l'eau pour l'approvisionnement public vers les régions en aval augmentera vraisemblablement afin de garantir l'approvisionnement des pôles urbains, surtout pour des raisons qualitatives. C'est déjà le cas pour le projet italien Combanera, qui implique la création d'un grand barrage et d'un réservoir dans la vallée de Lanza, en amont de Turin, pour approvisionner l'aire métropolitaine. Cette dernière s'approvi-



© Maria Lanzmaster / pixelo.de

Photo 5 :

Aucune garantie n'existe pour que l'eau soit toujours à notre service.

sionne actuellement dans le Po et dans la surface de la nappe phréatique locale, dont le niveau de contamination requiert un traitement coûteux.

La gestion et l'assainissement de l'eau de pluie pourraient également être affectés, les précipitations plus intenses et plus fréquentes ayant par exemple des conséquences sur la qualité des eaux. La concentration des populations et des infrastructures dans les vallées de plaine accroîtra probablement leur vulnérabilité aux épisodes orageux (et autres événements extrêmes – voir le Compact Risques naturels), une pression supplémentaire pesant ainsi sur les équipements techniques.

Tourisme et loisirs

Le tourisme dans les Alpes a pour conséquence d'augmenter la demande en eau, surtout en hiver et en été, lorsque les ressources sont les moins abondantes. La tendance du tourisme à se concentrer dans les zones les plus élevées en altitude et les moins accessibles, où l'approvisionnement est moins fiable et le stockage plus difficile, contribue au problème. La production de neige artificielle est un important moteur de la demande, même si elle n'est pas significative à l'échelle de l'équilibre hydrique régional. Avec le changement climatique, moins de domaines skiables pourront afficher un enneigement fiable tandis que la saison hivernale se raccourcira, l'ensemble conduisant à une demande croissante de neige artificielle ainsi qu'à une pression touristique probablement accrue dans les stations d'altitude (voir le Compact Tourisme). Ceci pourrait favoriser localement les conflits d'usage de l'eau en hiver, particulièrement sur les réseaux publics d'approvisionnement (Convention alpine, 2009 ; OCDE, 2007).

Pour sa part, le tourisme estival accorde de plus en plus de valeur aux activités aquatiques comme la pêche, la navigation, la baignade et la promenade, qui génèrent leur propre type de concurrence pour les ressources. La gestion des lacs et des réservoirs d'eau artificiels en est un exemple représentatif. Pour le tourisme, le niveau de l'eau doit rester aussi constant que possible, alors que la production d'énergie, l'agriculture et la protection contre les crues requièrent une maximisation du potentiel de stockage et la capacité à relâcher l'eau au moment où cela s'avère nécessaire. Ces éléments s'intègrent de manière pertinente dans la vision d'un futur où le changement climatique aboutit à une plus grande imprévisibilité de

L'agriculture

La pression exercée par les zones de plaines pour intensifier l'irrigation est élevée, particulièrement pour les cultures à forte valeur ajoutée comme les fruits et la vigne. Néanmoins, il est probable que l'irrigation à grande échelle des cultures à faible valeur ajoutée, comme le blé ou le maïs, décline suite au nouvel équilibre économique introduit par la réforme de la Politique Agricole Commune (PAC). La réduction globale des quantités absolues produites ainsi qu'une rigidité accrue de la demande en seront probablement des effets combinés (Massarutto, 2003 ; Berbel Vecino, 2004). Les débits alpins tels qu'ils existent actuellement ne pourront pas satisfaire cette situation, pas plus que des débits affectés par le changement climatique à venir. Cette situation aura pour résultat une pression visant à augmenter le stockage et le nombre de systèmes de prélèvement dans les réservoirs de montagne.



Photo 6 :

Pendant les jours secs d'été, d'immenses quantités d'eau sont consommées pour produire des cultures souvent peu rentables.

Le degré d'irrigation dans les Alpes croît, poussé en cela par le développement de la culture de produits à haute valeur ajoutée (particulièrement les fruits et le vin) et le désir d'assurer la stabilité de leur rendement. Dans les régions alpines les plus sèches, cette augmentation de l'irrigation des cultures à haute valeur ajoutée est à prévoir, comme dans les Alpes du Sud (France) et le Valais suisse (voir le Compact Agriculture). Bien qu'ils soient négligeables au niveau de l'équilibre hydrique global, ces facteurs pourraient avoir un effet significatif au niveau local, en particulier lorsque cette demande s'exprime au cours des périodes les plus sèches. L'augmentation des périodes de sécheresse due au changement climatique devrait corrélativement augmenter les besoins en irrigation, et ce particulièrement pour les plantes à haute valeur ajoutée.

L'industrie

Suite à la désindustrialisation et à l'adoption de techniques moins polluantes dans le secteur manufacturier, la consommation hydrique de l'industrie diminue dans son ensemble, à la fois en valeur absolue et par employé (EEA, 2009b). Cependant, il est possible qu'en aval, la consommation d'eau de refroidissement augmente et se rigidifie – surtout si l'on construit de nouvelles centrales nucléaires – exigeant des débits plus constants et imposant des contraintes aux utilisations en amont (Energylab, 2008).

Une fois de nouvelles installations bâties en aval, le coût social de leur arrêt prime sur les pertes subies par les utilisateurs de l'amont ; ces derniers pourraient donc être forcés de s'adapter et de relâcher de l'eau en cas de besoin. En 2003, les centrales hydroélectriques en amont du bassin du Po ont dû relâcher de l'eau et les prélèvements pour l'irrigation ont été limités pour restaurer les débits requis (Massarutto et de Carli, 2009). Ces dernières années, tous les pays européens, et particulièrement l'Italie, avaient à nouveau envisagé de se tourner vers l'énergie nucléaire, rendant ce cas de figure potentiellement plus sérieux dans le futur. L'interdiction du refroidissement en circuit ouvert (échange direct avec le milieu aquatique) et la prescription de l'utilisation de nouvelles tours de refroidissement hybrides (aéroréfrigérantes) seraient des palliatifs envisageables. Le tsunami et

l'important accident à la centrale nucléaire japonaise de Fukushima de 2011, ainsi que le résultat du référendum populaire italien ont en réalité changé les scénarii, poussant plusieurs pays à redimensionner, sinon abandonner totalement leurs projets de développement de l'énergie nucléaire. La CIPRA revendique depuis des années l'abandon de l'énergie nucléaire.

3.3 RÉPONDRE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les politiques de l'eau ont pour objectif de concilier consommation, réserves naturelles et environnement. Le changement climatique devrait affecter ces trois volets : la demande va croître, devenir plus rigide et donc plus vulnérable ; les réserves deviendront a minima moins fiables, diminueront peut-être, et finalement les règles de protection de l'environnement se feront plus exigeantes.

Le statu quo ne peut être atteint, et la mise en œuvre de mesures d'adaptation est nécessaire :

- Des mesures visant à compenser une disponibilité réduite
- Des mesures destinées à répondre aux besoins supplémentaires
- Des mesures cherchant à améliorer l'efficacité de la consommation
- Des mesures pour réduire les facteurs de pression qui génèrent la consommation

Le Tableau 1 fournit une répartition des mesures proposées et adoptées. Chacune d'elles peut affecter positivement et négativement les différents usages sectoriels de l'eau. Ce tableau montre la relative importance des mesures climatiques, qui sont spécifiques à chaque secteur et ne peuvent donc être généralisées. Cependant, de nombreux éléments des deux premières catégories de mesures climatiques montrent des conséquences négatives sur les usages environnementaux et récréatifs.

Tableau 1: Les mesures climatiques et leur pertinence pour les usages sectoriels de l'eau

| Type de mesure | Mesure | Hé | APE | GAE | AGR | TOU | IND | LOI | ENV |
|---|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. Compenser une disponibilité réduite en eau | Augmentation des prélèvements dans les sources d'eaux souterraines et les rivières alpines | | + | | | + | | - | -- |
| | Amélioration des installations de traitement | | + | + | | | | + | + |
| | Utilisation multifonctionnelle des réservoirs | - | | | + | | + | -- | -- |
| | Interconnexion des systèmes | | ++ | + | | | + | | |
| | Redirection des usages non-domestiques de l'approvisionnement public vers d'autres sources | | + | + | | | | | + |
| 2. Répondre aux besoins supplémentaires en eau | Nouveaux prélèvements | + | | | + | ++ | | - | -- |
| | Production de neige artificielle | | - | | | + | | - | - |
| | Adaptation des barrages pour des débits plus rapides | ++ | | + | + | + | | - | - |
| | Eclusées | ++ | | | | | | -- | -- |
| 3. Améliorer l'efficacité de la consommation d'eau | Réduction des fuites des réseaux | | + | | | | | | |
| | Adoption des techniques d'économies d'eau dans les foyers et les hôtels | | + | | | ++ | | | |
| | Collecte et réutilisation des eaux de pluie | | + | ++ | ++ | ++ | + | | |
| | Réutilisation des eaux usées | | ++ | ++ | ++ | ++ | + | | + |
| | Adoption de techniques d'irrigation économes | | | | ++ | | | | |
| | Installation de micro systèmes hydroélectriques dans les conduites d'eau | | + | | | | | | |
| | Réaffectation de l'eau et retrait graduel des utilisations d'eau peu productives | | | | | -- | | - | + |
| | Installation de turbines plus efficaces | ++ | | | | | | | + |
| 4. Réduire les facteurs de pression qui génèrent la consommation d'eau | Instauration de contraintes minimales de débit | -- | | + | + | | | ++ | + |
| | Instauration de mesures d'atténuation pour le maintien des corridors fluviaux | - | | | | | | ++ | + |
| | Traitement localisé des effluents dans des marais artificiels (phytoépuration) | | | ++ | ++ | ++ | + | ++ | |
| | Campagnes de sensibilisation pour encourager les économies d'eau auprès des touristes | | + | | | ++ | | | |
| | Contrôles de la planification régionale sur le développement en zones vulnérables | | | | | + | | ++ | |

Source: CIPRA

Légende :

Hé : Hydroélectricité ; APE : approvisionnement public en eau ; GAE : gestion et assainissement des eaux de pluie ; AGR : agriculture ; TOU : tourisme ; IND : industrie ; LOI : loisirs ; ENV : environnement

+ ou ++ indiquent un effet pertinent ou très pertinent pour l'atténuation du stress hydrique sectoriel

-ou -- indiquent un effet collatéral négatif de la mesure ;

Une cellule vide indique qu'aucun effet pertinent n'est envisagé.

3.3.1

APPROVISIONNEMENTS VULNÉRABLES : DES MESURES POUR COMPENSER UNE DISPONIBILITÉ RÉDUITE



Photo 7 :

La disponibilité réduite et la demande en eau sont régulées par la présence de réservoirs en amont.

Les différentes mesures mises en œuvre affectent diversement les secteurs consommateurs d'eau. La poursuite des prélèvements ne peut avoir qu'un impact négatif sur l'environnement, et pourrait aussi affecter les usages récréatifs. L'approvisionnement et l'assainissement publics pourraient bénéficier de nombre de ces mesures, en particulier des améliorations structurelles telles que l'interconnexion des réseaux et la mise à niveau des installations, en réduisant par exemple l'impact des évacuations en cas de bas débit hydrique. Il est peu probable que de telles mesures affectent significativement la configuration des débits ou qu'ils affectent négativement l'environnement, mais leur coût pourrait se révéler prohibitif. L'utilisation de réservoirs en amont pour sécuriser les courants en aval (pour le refroidissement ou l'irrigation par exemple) pourrait avoir un effet négatif sur la production d'hydroélectricité, les usages récréatifs et l'environnement.

La vulnérabilité peut se développer lorsque la consommation non domestique est satisfaite par l'offre publique ou par des sources utilisées pour l'approvisionnement public. Ceci est particulièrement vrai pour la production de neige artificielle, quand elle a recours aux eaux souterraines ou aux prélèvements directs dans les rivières ou étangs. Des sources alternatives d'approvisionnement, comme le stockage de l'eau de pluie, constitueraient des moyens efficaces pour alléger la concurrence avec la consommation domestique et pour contribuer à réduire le besoin d'améliorer les installations. Le partage des ressources avec d'autres grands consommateurs tels que les centrales hydroélectriques pourrait aussi compenser les pénuries au niveau local ; en France, les transferts d'eau dans ce but sont déjà utilisés (EEA, 2009a). Cependant, les impacts sur le paysage requièrent une attention particulière.

3.3.2

NOUVEAUX BESOINS : DES MESURES POUR SATISFAIRE LA DEMANDE SUPPLÉMENTAIRE

La question de nouveaux prélèvements doit être posée au regard de leur conséquence environnementale, dans le but d'en prévenir les impacts négatifs. C'est un cas complexe : étant donné que le degré d'exploitation des eaux alpines est globalement bas, il pourrait se trouver des endroits où la construction de nouvelles installations hydroélectriques serait moins dommageable. Les demandes doivent être considérées avec circonspection et en prenant compte de leur impact sur les débits, l'environnement et les loisirs. L'attribution de nouvelles autorisations dans un secteur hydroélectrique en pleine croissance doit être découragée, de même que des critères stricts de sélection ainsi que des primes incitatives doivent être introduits : les rendements décroissants de la production d'énergie et l'augmentation de ses coûts environnementaux font qu'on ne peut considérer l'hydroélectricité comme une mesure appropriée pour diminuer les émissions de CO₂. Une exploitation plus intensive de l'hydroélectricité ira de pair avec un coût environnemental élevé, c'est-à-dire, un régime hydrique plus artificiel en aval des réservoirs (à cause des éclusées). Ce conflit dominera probablement l'avenir.

Le changement climatique accroît le besoin de prévention des crues dans les localités de plaine ; on pourra pour cela utiliser la capacité de stockage en amont comme tampon. Pour éviter d'avoir besoin de garder des réservoirs vides bien à l'avance pour maintenir leur capacité de réserve, des techniques de largage rapide pourraient leur permettre d'être vidés très vite en cas d'alerte de crues. Tout en allégeant les conflits amont/aval, ceci pourrait néanmoins affecter les activités de loisirs nautiques étant donné les fréquentes fluctuations du niveau des lacs. De même, garder des réservoirs vides limitera les autres utilisations productives de l'eau.

3.3.3 RELEVER LA NORME : DES MESURES POUR AMELIORER L'EFFICACITE DES USAGES DE L'EAU

Les mesures visant à obtenir les mêmes services environnementaux avec une moindre consommation d'eau présentent un grand potentiel d'économies dans certains secteurs, par exemple avec une irrigation au goutte-à-goutte sur les plantations à haute valeur ajoutée, (voir 5.4 et le Compact Agriculture). En zone urbaine, ces économies d'eau peuvent être augmentées par des moyens à la portée des foyers - il ne s'agit pas seulement de consommer moins d'eau, mais aussi de réduire les conséquences de la consommation d'eau courante, d'eau de pluie et de l'assainissement (voir 5.6). La réutilisation des eaux usées (pour les toilettes ou l'arrosage), la collecte des eaux de pluie ainsi que d'autres techniques similaires permettent de réduire de manière drastique les besoins en eau, et donc d'atténuer les pics de consommation : en réduisant les prélèvements à la source, l'impact environnemental de ces pratiques est positif. Pour sa part, l'efficacité de la production hydroélectrique peut être améliorée par de nouvelles turbines innovantes.

Quand les dépenses engendrées par ces mesures seront prohibitives, il sera clairement plus avantageux d'abandonner graduellement certaines pratiques que d'investir dans des techniques d'amélioration : les candidats les plus évidents sont l'irrigation des cultures à faible valeur ajoutée et l'industrie lourde.

3.3.4 GERER LA PRESSION : MESURES DE RÉDUCTION DES FACTEURS À LA SOURCE DE LA DEMANDE

Dans certains cas, la persuasion morale peut promouvoir des comportements plus vertueux, comme dans le secteur touristique par exemple ; dans d'autres, les incitations économiques seront le moteur du changement, par exemple pour l'irrigation. Étant donnée la structure du secteur hydrique alpin, dominé par l'hydroélectricité, des mesures contraignantes, tels que des seuils de débits minimaux ou encore la restauration des rivières, sont aussi des leviers essentiels (voir 5.1 et 5.2), potentiellement bénéfiques autant pour l'environnement que pour les loisirs.

3.4

ENJEUX POLITIQUES POUR LA MISE EN ŒUVRE DE MESURES CLIMATIQUES

3.4.1

INSTITUTIONS ET GOUVERNANCE

Les organes de gestion de l'eau dans et autour des Alpes sont nés dans un contexte d'abondance globale de la ressource. Les politiques publiques ont été dominées par l'idée d'une hégémonie des infrastructures et d'une approche sectorielle (cloisonnement entre environnement, protection contre les inondations et approvisionnement en eau), influencées également par un localisme acharné. Les nouveaux défis appellent à une plus grande intégration, centrée sur une gestion intégrée des bassins versants, une stratégie fortement poussée par la Directive-cadre sur l'eau. Bien qu'il ne soit pas seulement provoqué par le changement climatique, le stress hydrique qu'il génère constitue certainement une raison supplémentaire pour développer un cadre d'action plus intégré. Au niveau alpin, cette « intégration » implique :

(i) Une mise à l'échelle des différents services de gestion de l'eau, par exemple pour passer du communal à l'échelon intercommunal ou même régional. Ceci permet aux zones déficitaires d'être approvisionnées depuis d'autres sources hors de leur territoire, et facilite aussi la concentration des installations de traitement des eaux usées pour atteindre des critères minimaux d'efficacité, de l'ordre de dizaines de milliers équivalents-habitants (EH).

(ii) Une coopération rapprochée entre usagers des différents secteurs afin de faciliter le partage des ressources (par exemple pour les installations de stockage, les coûts peuvent être répartis entre des secteurs concurrents - voir 3.4.2) et une coordination d'actions visant retrouver un bon état de l'eau (par exemple par l'adoption de mesures intégrées visant tant les sources ponctuelles que les sources diffuses de pollution afin de réduire la charge globale pour chacun).

La professionnalisation du secteur de la gestion de l'eau est nécessaire et représente un défi de plus à la bonne gouvernance de l'eau. Dans les Alpes, le modèle dominant reste celui d'une gestion publique locale opérée par des communes recourant à leurs employés municipaux : cette approche permet à peine de couvrir les coûts de formation et de mise à niveau des compétences professionnelles. La mise en place d'un cadre de travail plus adéquat en termes de compétences aura pour effet de faire perdre aux autorités locales leur contrôle direct, soit après mise à l'échelle et/ou soit en déléguant certaines tâches au secteur privé. Toutefois, l'eau n'est pas une marchandise comme une autre mais un bien rare dont on hérite. Par conséquent, les autorités publiques doivent garder la responsabilité de l'approvisionnement en eau potable, même si elles délèguent la gestion de l'eau à un tiers. Il s'agit d'un enjeu sensible partout, mais particulièrement dans les zones de montagne où la maîtrise locale de l'eau est souvent perçue comme un élément identitaire clé. Le défi institutionnel est de rendre acceptables l'intégration et la professionnalisation (si ce n'est la privatisation) au niveau du territoire par une gouvernance participative et des institutions de régulation alternatives, peut-être centrées sur les idées



Photo 8:

Un défi pour la région alpine : la gestion de l'eau a besoin d'être professionnalisée.

de communauté et propriété collective (voir 5.7). Ce besoin est par ailleurs appuyé par la nécessité croissante de s'appuyer sur des tarifs reflétant le total des coûts, car les compensations et subventions des impôts se font plus rares en raison des contraintes budgétaires.

Des instruments tels que les contrats de rivière ont été mis à l'épreuve dans de nombreux pays en tant que cadre facilitant les accords volontaires (voir 5.7). La compensation des services écosystémiques est aussi de plus en plus considérée comme une réponse acceptable aux conflits surgissant lorsque les collectivités locales doivent abandonner leur contrôle au nom d'intérêts « supérieurs ». Des dispositifs similaires ont été utilisés pour reconnaître la valeur écologique des services agricoles et pour compenser la perte d'éventuelles alternatives auprès des exploitants. Tout en permettant de réconcilier les coûts et les bénéfices en incluant les externalités environnementales, les instruments économiques peuvent être utilisés pour partager les coûts et les bénéfices d'une façon plus équitable et pour accroître les revenus compensatoires.

3.4.2

FINANCEMENT ET PARTAGE DES COÛTS

Comme la plupart des adaptations au changement climatique requièrent des mises à niveau techniques (tel que mentionné dans le Tableau 1), la nécessité de prendre en compte leur financement est évident, d'autant plus qu'il sera de plus en plus difficile de s'appuyer sur les budgets publics et les taxes. L'interconnexion implique la construction de longues canalisations, qui devront souvent être installés dans des zones dont la géologie et l'accessibilité sont difficiles. La concentration de la demande en amont, conséquence du développement touristique, ajoute également des coûts opérationnels plus importants (voir 5.3). Une fois encore, le changement climatique n'en est pas la seule cause, mais il joue certainement un rôle dans le besoin d'adapter les stratégies de gestion de l'eau ; par exemple, en matière de durcissement des exigences pour le traitement des eaux usées et du besoin grandissant d'interconnecter les systèmes pour réduire leur vulnérabilité.

Fournir une estimation des coûts d'investissement requis est un véritable défi ; on peut cependant avancer qu'ils auront un impact sensible sur les charges de l'eau, probablement bien au-delà d'un taux abordable. En Lombardie (Italie), Massarutto et al. (2008) ont estimé que tenter de recouvrer la totalité des coûts dans les zones de montagne, sans l'aide financière des autres territoires, amènerait à un coût de l'eau par individu représentant jusqu'à 3 % du revenu moyen et jusqu'à 8 % de celui des ménages les plus pauvres. En Slovénie, où le coût moyen des services liés à l'eau (approvisionnement et assainissement) est estimé à environ 2 /m³, le coût dans les communes à faible densité de population pourrait grandement augmenter (IREET, 2009). Il est donc vital de trouver un moyen de répartir ce fardeau financier, sans pour autant contrecarrer le principe de recouvrement des coûts ou l'idée de moduler le prix de l'eau pour promouvoir des comportements de consommation raisonnée. Pourtant, les prix devront être définis en s'assurant du maintien d'un coût abordable de la ressource (Massarutto, 2007).



Photo 9 :

L'industrie touristique offre un potentiel significatif pour réduire la consommation d'eau.

l'approvisionnement en ressources naturelles.

Nous envisageons trois stratégies, qui peuvent être combinées à des degrés divers :

1. Des unités de gestion interrégionales

Adoptée en Italie, cette stratégie implique de créer des unités de gestion plus grandes, qui englobent à la fois les communes de montagne et les grandes villes de plaines. La définition d'un tarif unique sur toute l'unité signifie que les services urbains subventionnent les services des zones de faible densité, et que c'est l'échelon le plus élevé qui mobilise le plus de fonds. Les services de l'eau seraient centralisés et gérés par une seule agence sur l'ensemble de l'unité.

2. Des taxes sur l'eau

Comme certaines régions de France ont choisi de le faire, des institutions financières de grande échelle collectent une taxe sur l'eau chez chaque usager et redistribuent ces fonds – de manière alternante – afin de financer les investissements (voir 5.7). D'un côté, ceci permet la préservation d'un système de gestion décentralisé ; mais de l'autre, cela réduit les possibilités de partage des coûts car l'ampleur des transferts financiers est strictement limitée par le budget de l'Agence, voté chaque année par tous les usagers. Des mesures d'incitation devraient être inventées dans ce système, afin de promouvoir par exemple l'adoption d'un écolabel dans les secteurs touristique et hydroélectrique ou l'installation de dispositifs d'économie d'eau dans les foyers (OCDE, 2010). Dans les régions alpines, la valeur des services écosystémiques apportée au reste du bassin versant pourrait être désignée comme un critère sur lequel fonder des mesures incitatives (Massarutto, 2007).

3. Un partage intersectoriel des coûts

Cette approche innovante de tarification de l'eau est basée sur des approches alternatives de partage des coûts de services entre les types d'usagers partageant les mêmes infrastructures, par exemple, les touristes et les ménages. Plutôt que de facturer le même montant à chaque usager, des prix différenciés pourraient être fixés de façon à échoir proportionnellement plus à ceux capables d'assumer un prix plus élevé. Les coûts de connexion au réseau pourraient également distinguer plusieurs catégories d'usages, par exemple en taxant les touristes et les résidents secondaires à des taux plus élevés que les résidents permanents (OCDE, 2010). A notre connaissance, cette approche n'a encore jamais été appliquée dans les Alpes mais elle est cependant partagée autant par les zones côtières coutumières du stress hydrique que par les stations touristiques insulaires. Ainsi, une hausse des tarifs de 1€/m³ n'aurait qu'un faible impact sur le tourisme, puisqu'elle correspondrait à 25 centimes/jour/touriste ; si cette taxe était incluse dans le prix d'une chambre d'hôtel ou via une taxation spécifique (par exemple sur les lits touristiques), elle serait négligeable sur le coût total du séjour.



Photo 10 :

Chaque autorisation de captage doit faire l'objet d'une évaluation en matière d'impact environnemental.

REAFFECTION DES DROITS D'USAGES DE L'EAU ET ELIMINATION PROGRESSIVE DE CERTAINS USAGES

Puisque satisfaire toutes les nouvelles demandes (y compris le bon état écologique de l'eau) va devenir de plus en plus difficile, plusieurs restrictions sont susceptibles d'avoir lieu. Les demandes issues de secteurs incapables d'investir dans des dispositifs économes en eau devront être insatisfaites. Si l'on prend pour exemple le secteur de l'irrigation, les investissements vers les technologies au goutte-à-goutte ne sont envisageables que pour les productions à forte valeur ajoutée, celle des céréales en couvrant à peine les coûts. Pour l'irrigation en plaine, revenir à des systèmes pluviaux serait une alternative envisageable. Étant donné que la valeur ajoutée de nombreuses cultures très consommatrices d'eau est assez basse, le coût économique de leur élimination progressive le serait également, et les pertes éventuelles subies par les producteurs seraient aisément compensables par des subventions accordées aux produits de cultures non irrigués. Ces modifications auraient pour résultat un changement de l'ensemble du système de culture, le faisant passer des champs de maïs aux forêts de peupliers. Tout cela aurait pour effet une réduction significative des pertes économiques liées au manque d'eau dans l'ensemble du secteur agricole, même si certaines exploitations spécifiques subiraient des pertes (voir le Compact Agriculture).

Des études récentes ont calculé que les pertes subies suite à la canicule de 2003 avaient été énormes (EEA, 2009b). Néanmoins, une analyse plus attentive montre que, bien que certains producteurs y aient effectivement perdu beaucoup, l'ensemble du secteur agricole en a profité : les hausses de prix consécutives aux pertes de production ont plus que compensé les pertes de rendement. Ce sont les consommateurs, plutôt que les exploitants, qui ont été les réels perdants (Massarutto et De Carli, 2009).

La même étude indique que les pertes nettes auraient pu être six fois moindres si les ressources hydriques avaient en priorité été destinées aux productions à forte valeur ajoutée (fruits et horticulture). Pour gérer cette difficulté, il serait possible de mettre en place un marché de droits sur l'eau qui permettrait aux agriculteurs de négocier les uns avec les autres. Cette observation nous amène à un constat clé : un système efficace d'allocation de l'eau pourrait être beaucoup plus opérant pour minimiser l'impact économique des conflits d'usages de l'eau lorsque la ressource est rare qu'un simple plan d'investissement visant à augmenter les ressources ou à améliorer les systèmes d'irrigation. Un tel système devrait impliquer des systèmes de compensation, des assurances et un marché intersectoriel d'échanges des droits d'usage de l'eau.

Des restrictions sont également nécessaires dans le secteur hydroélectrique. A cause du boom actuel des nouvelles petites installations, attirées par des prix intéressants et des subventions aux énergies renouvelables, seule une portion réduite des demandes peuvent être approuvées. Pour sélectionner les projets les plus pertinents, il faudrait

s'appuyer sur une utilisation prudente des instruments économiques (comme l'évaluation au cas par cas de l'impact environnemental des autorisations de captage). Une taxe prélevée sur les candidats sélectionnés pourrait apporter une forme de dédommagement aux candidats non retenus. L'administration de la région Piémont a mis en œuvre une approche similaire (voir 5.1).

Le rapport coût-bénéfice des projets de petit hydroélectrique varie selon que la production énergétique est vendue sur le marché de l'énergie ou consommée localement. Dans le premier cas, des études tendent à indiquer une contribution potentielle aux bilans énergétiques nationaux et européen très limitée ; la contribution à la réduction des émissions de GES serait quant à elle presque négligeable (Bano et Lorenzoni, 2008). Elle peut par contre être beaucoup plus utile en tant que ressource locale en appuie à l'autosuffisance énergétique, et contribuer au développement industriel et touristique local. Les politiques publiques de l'eau devraient prendre en compte ce facteur en instaurant des préférences, et peut-être des incitations économiques, pour les projets à usage local. Bien sûr, quelle que soit l'échelle d'action des projets, le développement des projets hydroélectriques ne devrait pas être encouragé sans considérer leurs impacts sur l'écologie des rivières. Beaucoup de cours d'eau alpins sont recensés comme étant fortement modifiés, incapables d'atteindre un bon état écologique suite à l'altération de leur morphologie. Une sorte de « démarche commerciale » pourrait autoriser de nouvelles installations, en demandant aux porteurs de projet de réinvestir une partie de leurs bénéfices dans la restauration des rivières et viser aussi à améliorer des sites déjà altérés.

CONCLUSIONS

« Les riches pleurent aussi » est le titre d'une série télévisée populaire de 1979 qui pourrait être utilisé comme analogie pour les problèmes hydriques alpins de notre temps. En dépit de l'abondance proverbiale de leurs ressources en eau, les Alpes sont déjà touchées par le stress hydrique au niveau local, et en souffriront probablement plus encore dans le futur en raison du changement climatique. On peut dire, avec un certain degré de certitude, que les changements climatiques affecteront probablement les schémas de l'écoulement de surface et la distribution saisonnière des ressources hydriques. On envisage l'augmentation des ruissellements hivernaux, alors que les ruissellements estivaux, d'une importance vitale, devraient diminuer, avec pour conséquence de lourdes modifications de la consommation et de la gestion de l'eau dans les Alpes et en aval. Ce phénomène concernera probablement plus fortement la partie sud des Alpes, entraînant de fortes sécheresses estivales sur la Méditerranée. Les modèles climatiques laissent présager : une augmentation des températures supérieure aux augmentations moyennes prévues en Europe, une diminution globale des précipitations, en particulier des chutes de neige, une occurrence possiblement en hausse des événements climatiques extrêmes, et la réduction de la masse des glaciers.

Les situations de stress hydrique alpin ne sont pas le résultat de la rareté des ressources mais plutôt de l'augmentation de la concurrence de la demande en eau entre divers secteurs, et, surtout, de modifications du cycle hydrologique et donc de l'écologie des rivières. Ces effets sont la conséquence d'un enchevêtrement complexe des tendances générales de développement, des nouvelles législations et du changement climatique. On ne peut ni considérer ni répondre au changement climatique en le considérant isolément de ces autres influences. Il devient crucial d'évoluer vers une gestion des ressources et un calcul de leur disponibilité et du niveau de stress hydrique au niveau local, et non une gestion de la demande.

Les effets des diverses mesures climatiques sont spécifiques à chacun des secteurs concernés, et ne peuvent être généralisés. Etant donné la part du lion qu'il occupe dans la consommation d'eau et le boom des demandes de nouvelles unités de production, c'est sur le secteur hydroélectrique que se concentrent la plupart des inquiétudes. L'hydroélectricité est

également le secteur qui a le plus fort impact sur la morphologie des rivières, affectant ainsi lourdement leurs fonctions écologiques et récréatives. Il est possible d'envisager une réconciliation entre écologie et paysages d'une part et productivité de l'autre ; celle-ci peut être promue par des instruments non contraignants (écolabels, mesures incitatives). Cependant, la tendance reste à la faveur du développement de l'hydroélectricité en raison de l'accroissement de sa valeur économique, appuyée par les mesures incitatives pour les sources renouvelables d'énergie. Un schéma de planification des concessions hydroélectriques plus adéquat, tout comme des instruments qui garantissent une demande concentrée et facilitée sur les sites les plus productifs sont requis. Il sera difficile d'atteindre cet objectif sans instructions politiques plus efficaces et sans un cadre réglementaire centré sur la préservation des exigences écologiques.

L'hydroélectricité mise à part, les mesures de compensation destinées à atténuer le stress hydrique (comme la mobilisation de l'eau provenant de zones proches et la concentration des systèmes de gestion et de réseaux techniques) semblent les réponses les plus faciles à mettre en place immédiatement (voir tableau 1). Des solutions techniques sont en principe disponibles (particulièrement pour l'approvisionnement en eau de l'agriculture, des foyers et des secteurs de la santé) ; toutefois, leur coût contraint leur faisabilité, au moins pour un usage local.

Les stratégies d'adaptation de la consommation humaine et des exigences écologiques, en fonction de la disponibilité naturelle, impliquent par conséquent la mise en œuvre d'un mix d'actions sur les fronts technologique et institutionnel. En ce qui concerne les technologies, l'effort devrait être centré sur l'adoption de solutions appropriées aux environnements humains et naturels spécifiques aux régions montagneuses. Les approches innovantes sont attendues, fondées sur des solutions locales (comme les eaux usées et la réutilisation des eaux ménagères, la collecte des eaux de pluie et la construction de marais artificiels pour la phytoépuration), et moins sur les installations traditionnelles, où les économies d'échelle peuvent facilement être annulées par les coûts de connexion au réseau. Du côté institutionnel, le plus grand défi est selon nous le besoin de mettre à niveau les compétences de gestion, techniques et financières des services responsables de l'eau, et de trouver en même temps un accord sur un partage des coûts auprès de l'ensemble de la communauté des usagers. L'évolution vers une approche plus intégrée des bassins versants et des types d'usages, telle qu'elle est motivée par la Directive-cadre sur l'eau, jouera dans ce domaine un rôle d'importance.

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

5.1 L'HYDROÉLECTRICITÉ DANS LE PIÉMONT : UNE APPROCHE INTÉGRÉE DE LA CONCESSION DES LICENCES D'EXPLOITATION

Depuis 1933, la législation italienne requiert le paiement d'une taxe pour l'usage de l'eau à des fins de production hydroélectrique qui est proportionnelle à la puissance installée de la centrale : celle-ci est versée à l'administration concernée (la Région). Une taxe additionnelle est versée aux communes qui subissent ce manque à gagner. La base de calcul de cette taxation ne s'appuie ni sur les prélèvements réels ni sur les dommages environnementaux, mais uniquement sur la production d'énergie.

Le boom des demandes d'autorisation pour de nouvelles installations, notamment celles de petite taille, est particulièrement critique dans le Piémont : la capacité installée y a augmenté de 20 % depuis 1997, et 407 candidatures sont en attente d'instruction. Le taux d'exploitation des débits disponibles est déjà contestable, illustré par les signes patents d'une atteinte à l'intégrité de l'écosystème, avec par exemple : moins de micro habitats suite à la baisse de débit du courant, taux d'auto-épuration réduits, biodiversité appauvrie et continuité des rivières régulièrement interrompue.

En conséquence, la Région Piémont a adopté une approche innovante et participative pour la délivrance des autorisations des nouvelles installations, avec une administration des besoins centrée sur la capacité de charge de l'écosystème des rivières. Cette politique combine un moratoire sur les concessions au-delà d'un certain seuil, et des contraintes plus exigeantes concernant le débit minimum des installations existantes sont accompagnées d'incitations économiques. Elle implique une réforme des taxes sur le prélèvement calculée à partir de la longueur affectée du cours d'eau et sur la portion de débit naturel prélevée. Les taxes dues seront calculées selon les zones concernées, en fonction des priorités définies dans le Plan Régional des Ressources Hydriques et du degré d'artificialisation déjà effectif ; des dégrèvements seront accordés aux bonnes pratiques. Une partie des rétributions ainsi obtenues sera destinée aux collectivités locales en compensation du manque à gagner subi. Pour les



Photo 11 :

La capacité de charge des écosystèmes de rivières est le critère crucial de la nouvelle approche adoptée par la Région Piémont (Italie) pour la concession des licences des centrales hydroélectriques.

autres usages de l'eau, la définition des taxes sera fondée sur les efforts en matière d'économies d'eau ou de réduction de la pollution. Pour plus d'informations :

www.regione.piemonte.it/ambiente/ (it)

Contact : Elena Porro elena.porro@regione.piemonte.it

5.2

CERTIFICATION ENVIRONNEMENTALE : VERDIR L'HYDROÉLECTRICITÉ

Au cours des dernières années, le marché de l'électricité est devenu très complexe, et des certifications « énergie verte » ont émergé de par le monde pour tenter de fournir aux producteurs et aux consommateurs les moyens de mesurer la performance environnementale de l'énergie ainsi produite. En 2009, un examen de telles certifications mené par le cabinet de conseil PricewaterhouseCooper (PwC) a montré le peu de fiabilité des critères environnementaux définis par ces organismes. Cependant, Naturemade star, un organisme suisse, a obtenu un très bon score dans cette analyse comparative. Des 19 labels analysés à l'échelle mondiale en 2008-2009, il a été le seul à présenter « des règles très strictes et concises en matière d'hydroélectricité » (PwC, 2009). Naturemade star vise à proposer un label de qualité pour l'énergie écologique. Ce label est attribué par l'Association pour une énergie respectueuse de l'environnement (VUE) suisse après une inspection poussée ; il garantit le respect de contraintes écologiques strictes et détaillées, définies à partir de critères scientifiques développés spécifiquement pour cette certification. Dans le cas de l'hydroélectricité, les gestionnaires de chaque centrale hydroélectrique travaillent, en partenariat avec des experts en hydro-écologie, à définir une étude et un plan de gestion préliminaires qui sont ensuite soumis à la VUE pour évaluation et audit. Les considérations prises en compte incluent des contraintes de débits minimaux, les enjeux de lâchers d'eau pour les pointes de consommation, la gestion des réservoirs et la conception de la centrale. Une fois la certification obtenue, des audits de contrôle ont lieu tous les ans et un processus de renouvellement de certification est programmé tous les 5 ans. Ce dernier prend compte de l'entièreté du cycle de vie de l'énergie produite, et des critères d'études à l'échelle locale et régionale sont également renseignés. Enfin, le système mis en place par Naturemade star inclut un Fonds d'amélioration écologique.

www.naturemade.ch (en/de/fr/it)

Pour le moment, la plupart des certifications sont confrontées à une restriction majeure : elles ne sont présentes que dans le pays qui les a développées, et ne peuvent donc être transférées facilement par delà les frontières nationales. Le projet CH2OICE a pour mission de développer un cadre d'action permettant la mise en place d'un système de gestion de l'hydroélectricité certifié qui soit valable dans plusieurs pays européens. Ce projet financé par l'UE grâce au programme Energie Intelligente pour l'Europe (EIE / IEE) permettra de définir les critères et principes qui garantiront un impact final soutenable de l'activité hydroélectrique. La plupart des pays alpins, de même que l'Espagne, y prennent part. Sa philosophie



Photo 12 :

La méthodologie du projet CH2OICE a entre autres été testée sur la centrale hydroélectrique de Moso dans le Sud-Tyrol (Italie).

prend racine dans la définition que donne la Directive-cadre sur l'eau du « bon état écologique », c'est-à-dire non seulement un bon état chimique mais également des aspects comme les débits adéquates, la continuité des cours d'eau, et les services écosystémiques. Le projet adopte une approche participative qui implique décideurs politiques et parties prenantes. Pour le moment, ce projet a publié un panorama du cadre réglementaire et de planification dans les pays alpins ainsi qu'un inventaire des solutions d'atténuation. Les prochaines phases comprendront un examen des directives sectorielles définies au niveau national et l'application d'un même protocole en divers endroits.

www.ch2oice.eu (en)

Contact : Giulio Conte giulio.conte@ambienteitalia.it

5.3 **LA GESTION DES EAUX USÉES DANS LE VAL PUSTERIA : AMÉLIORER LES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES**

Le traitement des eaux usées dans les zones montagneuses à l'activité touristique intense est problématique, et ce particulièrement en hiver : à cette période, les basses températures réduisent l'efficacité des traitements, et les débits, faibles, en augmentent l'incidence environnementale. Le changement climatique exacerbera probablement ces problèmes, puisqu'il est prévu un accroissement de la pression touristique dans les stations d'altitude dès lors que les stations de moyenne altitude subiront un enneigement moins fiable. La vallée du Val Pusteria (Sud-Tyrol, Italie) a adopté une approche innovante en construisant ses installations dans des environnements clos à la température contrôlée, afin de réaliser des bénéfices environnementaux. L'une des usines, près de la ville de Brunico, a été construite dans la roche du Mont Tobl (ce qui a requis l'extraction de 200 000 m³ de roche). Le traitement des eaux usées de 26 municipalités, soit environ 130 000 équivalents-habitants, est facilité par un réseau de canalisations de 90 km de long et comprend un traitement tertiaire (une dénitrification) ainsi qu'une digestion anaérobie des boues de station d'épuration, utilisant la récupération de la chaleur à des fins de fonctionnement de l'usine. Sa construction a été confiée à différents entrepreneurs du bâtiment et surveillée par une intercommunalité avec d'autres municipalités isolées. Les coûts opérationnels y sont d'environ 10 % plus élevés que dans une station à ciel ouvert. Cependant, les bénéfices environnementaux sont certains : la capacité de traitement, optimisée, annule le problème des basses températures, les problèmes d'odeurs sont évités, et le paysage sauvegardé.

www.arapustertal.it (de/en/it)

Contact: Lucia Soravia LuciaS@arapustertal.it

5.4

IRRIGATION DANS LE TRENTIN : PASSAGE À DES SYSTÈMES AUTOMATISÉS D'IRRIGATION AU GOUTTE-À-GOUTTE PAR SIG

Les villes de Faedo et de Pilcante sont des communes du Trentin qui se consacrent à la culture de la vigne, et qui ont une longue tradition d'irrigation. Des consortiums fournissent l'eau aux exploitations qui utilisaient traditionnellement des systèmes de jets d'eau opérés manuellement, associés à une irrigation intensive et limitée à une rotation rigide suivant des schémas prédéterminés qui ne se préoccupent pas des besoins réels des plantes. Avec le nouveau système d'irrigation SIG au goutte-à-goutte, l'irrigation est dirigée depuis un dispositif de contrôle à distance en dialogue constant avec les capteurs qui contrôlent l'humidité des sols et évaluent leurs besoins en eau : en somme, un système bien plus flexible. Des quantités d'eau moindres mais administrées plus souvent permettent à l'eau de s'infiltrer en profondeur et d'atteindre les racines des plantes.

Les économies en eau sont estimées entre 40 et 50 % sur la commune de Faedo, et entre 50 et 60 % à Pilcante. Ce qui est exceptionnel, c'est qu'un tel système permet aux consortiums de ne s'appuyer que sur l'eau de pluie puisée dans les étangs, évitant ainsi les conflits avec l'approvisionnement public pendant les sécheresses estivales. L'économie d'énergie est significative, étant directement liée à la quantité d'eau consommée. Cette économie représente une importante source de financement initial pour l'investissement. La qualité de la production elle aussi s'est accrue (plus de fruits, moins de feuilles) grâce à la possibilité de coordonner irrigation et fertilisation.

www.claber.it (en/fr/it),

Contact Michele Chiariello michele.chiariello@gmail.com



Photo 13 :

L'irrigation des vignes est dirigée depuis un dispositif de contrôle à distance.

MARAI ARTIFICIELS EN SLOVÉNIE : LES SOLUTIONS DE PHYTOÉPURATION POUR TRAITER LES EAUX USÉES

Les marais artificiels sont des systèmes de traitement des eaux usées composées de petits bassins interconnectés mais étanches, au débit hypodermique et aux bassins ouverts. Dans ces bassins, remplis de sable et de substrats à base de gravier, sont plantés des micro-organismes qui consomment et assimilent les nutriments des eaux usées et qui stimulent la flore microbienne pour minéraliser les matières organiques et les nutriments des eaux usées (phytoépuration). L'eau ainsi purifiée peut être rendue au cycle hydrologique naturel ou bien être réutilisée. Cette technologie s'est développée au cours des dernières décennies, soit comme alternative aux systèmes centralisés traditionnels, soit en solution de complément pour un traitement tertiaire. Grâce à ses faibles coûts d'investissement et de fonctionnement, celle-ci est particulièrement appropriée pour des petites collectivités, éparées, pour lesquelles le transport des eaux usées jusqu'à une station d'épuration d'importance entraînerait des coûts prohibitifs. Bien menée, la phytoépuration permet d'éviter le problème des basses températures qui peuvent affecter le traitement des eaux, et est capable de prendre en charge les grandes variations de charge que l'on retrouve dans les stations touristiques saisonnières.

Dans les régions alpines, c'est en Slovénie que cette technique a été la plus approfondie, favorisant ainsi le développement de sociétés spécialisées telles que LIMNOS, qui est depuis devenu exportateur et leader sur le marché. En l'espace d'une vingtaine d'années, cette entreprise a mis en place presque 20 installations, pour des maisons, des refuges de montagne, des petits villages et des exploitations agro-industrielles (en production laitière par exemple), certaines d'entre elles traitant une quantité allant jusqu'à 1000 équivalent-habitants.

Photo 14 :

Le marais artificiel du village slovène de Sveti Tomaž est à l'œuvre depuis 2001. La phytoépuration assure le traitement des eaux usées de 350 équivalent-habitants.

www.limnos.si (sl)



UTILISATION RATIONNELLE DES EAUX DOMESTIQUES : L'EXPÉRIENCE ALLEMANDE ET LE PROJET D'ASSAINISSE- MENT SOUTENABLE « ECOSAN »

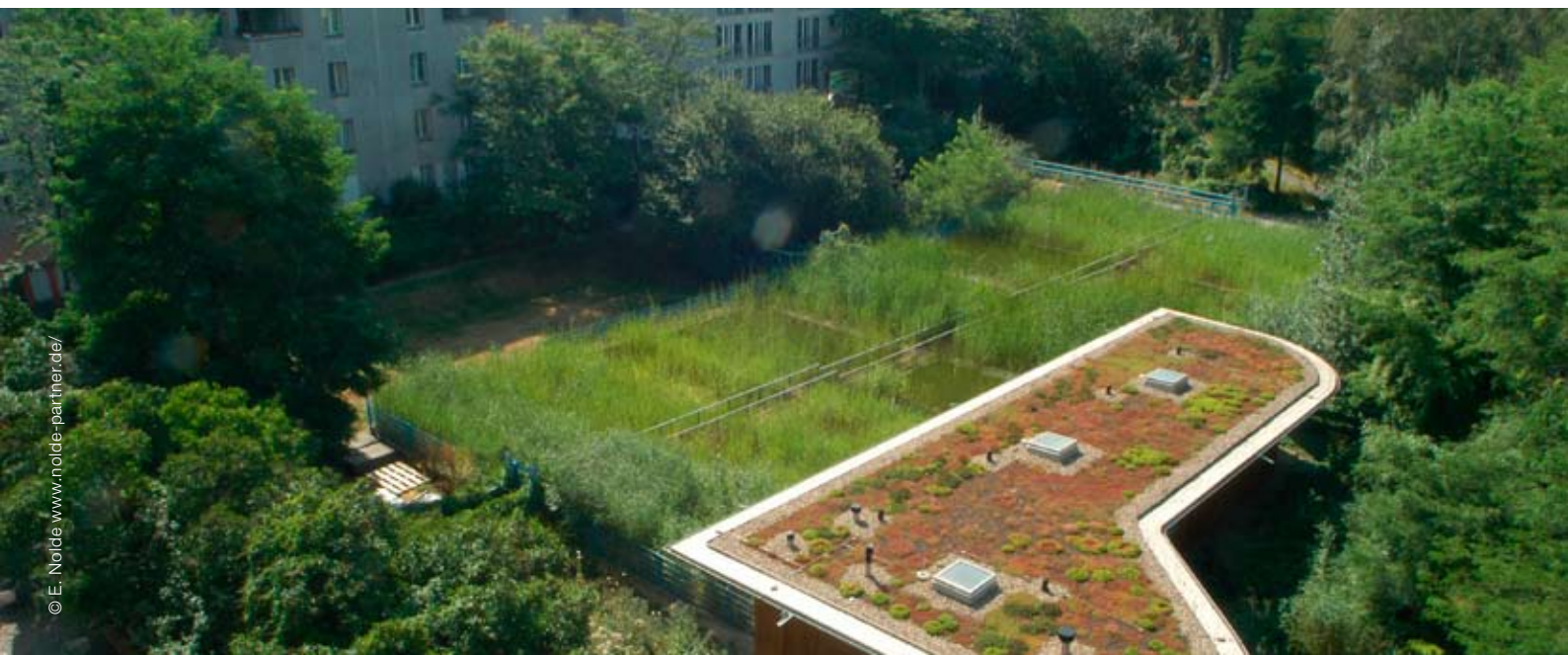
On réduit souvent la notion d'utilisation rationnelle de l'eau à l'idée de « consommer moins d'eau » ; elle implique en fait non seulement d'« économiser l'eau » mais également de comprendre le pourquoi et le comment de son utilisation. Cela inclut le recyclage des eaux usées et l'assainissement écologique, par exemple en utilisant des alternatives pour valoriser les excréments humains au lieu de tirer une chasse d'eau. La gestion des eaux de pluie offre également des perspectives d'application intéressantes : pour l'irrigation, l'arrosage des jardins, les chasses d'eau, etc.

Certains pays comme l'Allemagne promeuvent fortement de telles solutions par leurs normes techniques et par des incitations économiques. Dans ce pays, le cadre normatif du bâtiment impose l'adoption des meilleures technologies existantes en matière de gestion de l'eau, y compris des dispositifs de chasse d'eau interrompable, des robinets hydro-économiques, et le recyclage des eaux usées. Le coût élevé de l'eau (et de l'électricité) représente une bonne motivation pour que les foyers décident d'installer des appareils moins gourmands. Des taxes spécifiques encouragent la collecte des eaux de pluie et la perméabilité des sols pour l'infiltration de l'eau ; c'est ainsi que la taxe allemande sur les eaux pluviales est prélevée en fonction de la surface au sol imperméabilisée. Il est possible de diminuer le coût de cet impôt en remplaçant les surfaces imperméables par une structure de chaussée poreuse et des toits végétaux, réduisant ainsi le ruissellement des eaux, le besoin de construire de nouveaux égouts et les coûts de réparation.

Photo 15 :

Amélioration du climat urbain :
la totalité des eaux de pluie d'une superficie couverte d'environ 3000 m² est conduite jusqu'aux jardins où elles s'évaporent.
Chaque mètre-cube évaporé économise
680 kWh d'énergie thermique.

Le projet « assainissement durable-Ecosan », mené par la Société allemande pour la coopération internationale (GIZ, anciennement GTZ), promeut l'assainissement durable à travers le monde. Géré pour le compte du Ministère fédéral de la coopération économique et du développement (BMZ) depuis 2001, ce programme cherche à élaborer une nouvelle approche qui envisage la gestion des excréments humains et des eaux usées domestiques comme des ressources récupérables et réutilisables en toute sécurité – requérant donc moins d'intrants hydriques, améliorant



la qualité des sols, la sécurité alimentaire, et générant potentiellement de l'énergie. Ces technologies comprennent entre autres : toilettes de diversion et déshydratation de l'urine (UDDT), collecte des eaux de pluie, phytoépuration, compostage, réseaux d'égouts sous vide, réacteurs à biogaz et d'autres encore. En Autriche, les projets Ecosan dans les Alpes ont installé des UDDT dans des refuges de montagne, à Pretulgraben ainsi que dans la réserve alpine des Karwendel, où on a également mis en place un traitement des eaux domestiques.

www.gtz.de/ecosan (de/en/fr)

5.7 LES AGENCES DE L'EAU EN FRANCE : PARTAGER LES COÛTS D'INFRASTRUCTURE

Pour répondre aux défis du changement climatique et aux impératifs de la Directive-cadre sur l'eau, une approche intégrée, tant interrégionale que transsectorielle, est nécessaire. Étant donné ce besoin de restructuration, le système français de gestion de l'eau offre quelques exemples de bonnes pratiques. Depuis 1964, six grands bassins hydrographiques organisent la gestion de l'eau sur l'hexagone. Malgré la grande fragmentation des systèmes de gestion de l'eau, l'intégration à l'échelle du bassin est favorisée par des institutions qui leur sont dédiées : les Agences de l'Eau. Autofinancées, les Agences abondent leurs budgets à partir des taxes sur l'eau (sur la pollution, les prélèvements, l'utilisation d'engrais, etc.) pour financer les actions des organes en charge de l'utilisation et de la gestion de l'eau, en particulier les collectivités et les agriculteurs. Les subventions sont versées sur une base contractuelle en fonction des priorités fixées par chaque Agence, par exemple par unité de pollution réellement gagnée ou quand les exploitants agricoles acceptent d'adopter des méthodes agro-environnementales. Les décisions sur les interventions financières et les taxations, ainsi que les priorités d'action, sont prises annuellement par chaque Comité de Bassin (sorte de Parlement de l'eau) dans lequel chaque partie prenante d'importance est représentée.

Ce système a de nombreux avantages : il engendre une solidarité entre consommateurs, aidant à tempérer les disparités issues du fait que chaque système de gestion (organisé sur une base communale ou intercommunale) doit recouvrir l'intégralité de ses coûts. Les financements attribués par les Agences constituent une importante capacité d'investissement, particulièrement en matière d'assainissement : parce qu'ils pro-

Photo 16 :

Des fonds ont également été investis dans la rivière Bleone, dans les Alpes-de-Haute-Provence.



viennent des taxes et sont attribués de manière alternante, les coûts sont minimaux comparés à ceux des marchés libres. La démarche permet également l'intégration à l'échelle des bassins sans renoncer à l'autonomie de la gestion locale, si importante pour les petites collectivités. Toute une gamme d'accords contractuels est possible : la priorité est donnée, et va par exemple aux projets fondés sur un réseau intégré d'installations à travers les sous-bassins ou qui répondent aux priorités définies dans le Plan de gestion (SDAGE). Les rétributions, contrairement aux subventions d'équipement, sont versées une fois les objectifs atteints (réduction de la pollution, adoption de méthodes agro-environnementales). Les fonds sont toujours attribués en cofinancement : ils complètent les investissements de l'utilisateur plutôt que de s'y substituer. Néanmoins, cette aide financière est une vraie source de financement pour l'investissement (30 à 40 %), particulièrement à destination du traitement des eaux usées.

De plus amples informations sont disponibles auprès de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse.

www.eaurmc.fr (fr/en)

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

- **Liste de liens actualisés, d'exemples complémentaires et de compacts sur d'autres thèmes disponible sur www.cipra.org/cc.alps (de/en/fr/it/sl)**
- Secrétariat permanent de la Convention alpine (2008) : Prévention et adaptation au changement climatique dans l'espace alpin. Innsbruck. http://www.alpconv.org/documents/Permanent_Secretariat/web/AlpineSignals5/Alpsig5_fr.pdf
- Secrétariat permanent de la Convention alpine (2009) : Water and water management issues. www.alpconv.org/documents/Permanent_Secretariat/web/RSAll/20090625_RSA_II_long.pdf
- Bano L., Lorenzoni A. (2008) : I costi della generazione elettrica da fonti rinnovabili. In: Economia delle fonti di energia e dell'ambiente, 3/08.
- Beniston M. (2006) : Climatic change in the Alps. Présentation lors de l'atelier: Adaptation to the Impacts of Climate Change in the European Alps à Wengen, Suisse, 4-6 Octobre 2006.
- Berbel Vecino J. (ed.) (2004) : WADI – Sustainability of European irrigated agriculture under the WFD and Agenda 2000, Final report. www.uco.es/investigacion/grupos/wadi
- BMU (Ministère fédéral pour l'environnement, la conservation de la nature et la sûreté nucléaire) (2007) : Climate change in the Alps: Facts, impacts, adaptation. Berlin. Downloadable from: www.alpconv.org/documents/Permanent_Secretariat/web/library/klimawandel_bmu_en.pdf
- CH2OICE project (2008): Report on existing tools and regulatory framework, on national (IT, ES, FR, SK, SL) legislation and analysis of hindrances for joint WFD and RES-e. www.ch2oice.eu
- Conte G. (2008): Nuvole e sciacquoni, Edizioni Ambiente. Milano.
- EEA (European Environment Agency) (2003): Europe's water: An indicator-based assessment, Topic report 1/2003. www.eea.europa.eu/publications/topic_report_2003_1
- EEA (2009a): Regional climate change and adaptation - The Alps facing the challenge of changing water resources, EEA Report no. 8, 9/2009. www.eea.europa.eu/publications/alps-climate-change-and-adaptation-2009
- EEA (2009b): Water resources across Europe - Confronting water scarcity and growth, EEA Report no. 2, 3/2009. www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe
- Energylab Foundation (2008): Le condizioni per il ritorno all'energia elettronica in Italia. Energylab Foundation, Milano. www.energylabfoundation.org
- European Small Hydropower Association (ESHA) (2008): Current situation of small hydropower in the EU-15. www.esha.be/fileadmin/esha_files/documents/publications/position_papers/ESHA_contributionDGTREN.pdf
- Haerberli W. (2009): Climate change and high-mountain regions – Adaptation strategies for the Alps. In: Kreuzmann H., Hofer T., Richter J.: Meeting of minds - Decision-makers from Asian and Alpine mountain countries sharing policy experiences in regional cooperation for sustainable mountain development, 59-66. Bonn.
- Harum T., Poltnig W., Ruch C., Freundl G. and Schlamberger J. (2007): Variability and trends of groundwater recharge in the last 200 years in a south alpine groundwater system: Impact on the water supply. Presentation lors de la conférence internationale Managing Alpine Future à Innsbruck, 15-17 Octobre 2007.
- INEA (National Institute of Agricultural Economics, Italy) (2008): L'impatto della Dir. 2000/60 sull'irrigazione in Italia.
- INEA (2009): Lo stato dell'irrigazione in Italia. www.inea.it
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2008): Climate change and water, Technical report VI. www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-change-water-en.pdf
- IREET (2009): Predlog oblikovanja in določanja cen javne službe odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode, 1. delovno poročilo v okviru projektne naloge izdelava metodologije za oblikovanje in spremljanje cen komunalnih storitev. Inštitut za raziskave v energetiki, ekologiji in tehnologiji, d.o.o. Ljubljana, maj 2009.

- Marangon F., Tomasinsig E., Vecchiet M. (2002): Valutazione tecnico-economica ed ambientale della fitodepurazione a servizio di piccole utenze. Analisi della situazione in Friuli Venezia Giulia, Forum, Udine.
- Massarutto A. (ed.) (2002): Ciclo integrato delle acque: regole di mercato e strumenti operativi a confronto. Franco Angeli, Milano.
- Massarutto A. (2003): Water pricing and irrigation water demand: Efficiency versus Sustainability. In: European Environment, 13/2003, 100-119.
- Massarutto A. (2007): Water pricing and full-cost recovery of water services: Economic incentive or instrument of public finance? In: Water Policy, 9, 591-613.
- Massarutto A., Paccagnan V., Linares E. (2008): Private operation and public finance of the Italian water industry: a marriage of convenience? In: Water Resources Research, 44, W12425, doi:10.1029/2007WR006443.
- Massarutto A., de Carli A. (2009): I costi economici della siccità: il caso del Po. In: Economia delle fonti di energia e dell'ambiente, L11 (2009), 123-143.
- Massarutto A. (2009): La compensazione dei servizi eco sistemici: un criterio innovativo per impostare i trasferimenti economici a sostegno della montagna. In: Borghi E. (ed.): La sfida dei territori nella Green Economy, 157-172. Il Mulino, Bologna.
- Massarutto A. (2010): An ecological economic understanding of urban water conflicts. In: Barraqué B. (ed.): Urban water conflicts. Routledge, London.
- Oberauer I., Pretenthaler F. et al. (2006): Adaptation in the water supply sector of Eastern Styria (Austria). Présentation lors de l'atelier: Adaptation to the Impacts of Climate Change in the European Alps à Wengen, Suisse, 4-6 Octobre 2006.
- OcCC/ProClim (Advisory Board on Climate Change/ Swiss Forum for Climate and Global Change) (ed.) (2007): Climate change and Switzerland 2050: Expected impacts on environment, society and economy. Bern.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2007): Climate change in the European Alps: Adapting winter tourism and natural hazards management. OECD, Paris.
- OECD (2010): Pricing water resources and water and sanitation services. OECD, Paris.
- Pfeifferkorn W., Egli H. R., Massarutto A. (2005): Regional development and cultural landscape change in the Alps: The challenge of polarisation. Dans : Geographica Bernensia, G74 (special issue).
- PricewaterhouseCoopers (2009): Green Electricity: Making a difference – An international survey of renewable energy labels.
- Smith J., Howe C., Henderson J. (2009): Climate change and water: International perspectives on mitigation and adaptation. IWA Publishing, London.
- World Commission on Dams (2000): Dams and Development: A new framework for decision-making. Earthscan Publications, London.

LIENS

- Convention alpine : www.alpconv.org (de/en/fr/it/sl)
- Energy Lab Foundation : www.energylabfoundation.org (it)
- European Environment Agency (EEA): www.eea.europa.eu (en)
- Ministère fédéral pour l'environnement, la conservation de la nature et la sûreté nucléaire (BMU) : www.bmu.de (de)
- Portail intergouvernemental sur les changements climatiques (IPCC) : www.ipcc.ch (en)
- Agence étasunienne pour la protection de l'environnement (EPA), site internet pour petits systèmes de gestion de l'eau: <http://water.epa.gov/type/drink/pws/smallsystems/managementhelp.cfm> (en)

ETUDES DE CAS

- ARA Pustertal: www.arapustertal.it (de/en/it). Contact: Lucia Soravia (LuciaS@arapustertal.it).
- Projet CH2OICE (Certification for HydrO: Improving Clean Energy): www.ch2oice.eu (en). Contact: Giulio Conte (giulio.conte@ambienteitalia.it).
- Entreprise Claber irrigation : www.claber.it (en/es/fr/it). Contact: Michele Chiariello (michele.chiariello@gmail.com).
- Ecosan project of the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Agence allemande pour la coopération internationale - GIZ, incorporating the former Agency for Technical Cooperation – GTZ): www.gtz.de/ecosan (de/en).
- LIMNOS Applied Ecology: www.limnos.si (sl).
- Naturemade Star: www.naturemade.ch (de/fr/en/it).
- Région Piemonte, direction de l'environnement : www.regione.piemonte.it/ambiente (it). Contact: Elena Porro (elena.porro@regione.piemonte.it).
- Agence de l'eau Rhone-Méditerranée et Corse : www.eaurmc.fr (fr/en).



CIPRA
VIVRE DANS
LES ALPES