



photos aqueduc.info



La Lettre - n° 100

Septembre 2014

L'eau, aujourd'hui, demain

Questionnements et recherches interdisciplinaires
sur quelques-uns des enjeux actuels et futurs
de la gestion et de l'usage des ressources en eau

Ce cahier spécial bénéficie de la
collaboration de chercheurs de
l'Institut de géographie et durabilité
de l'Université de Lausanne et du
Département des géosciences de
l'Université de Fribourg.

Deux groupes de chercheurs de l'Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne et du Département des géosciences de l'Université de Fribourg ont très amicalement accepté de rédiger la totalité des contributions de ce centième numéro de la Lettre aqueduc.info. Qu'ils en soient chaleureusement remerciés.

Les sujets qu'ils proposent à notre réflexion soulèvent des questions qui demain seront peut-être débattues non seulement dans les milieux de la recherche scientifique, mais aussi sur la place publique et là surtout où se prennent les décisions qui touchent à la disponibilité autant qu'à l'usage des ressources naturelles et de l'eau en particulier.

On aura donc compris que, plutôt que de tenter de mesurer le chemin parcouru depuis 2003 au fil de l'actualité de l'eau, cette Lettre n° 100 se veut résolument tournée vers l'aval et vers ceux et celles qui en seront demain les témoins autant que les acteurs.

Bernard Weissbrodt, *aqueduc.info*
Genève, septembre 2014

Ont participé à la rédaction de ce cahier:

Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne

Emmanuel Reynard, Professeur, Directeur de l'Institut. Thèmes de recherche (entre autres) : gestion de l'eau en montagne et valorisation des géopatrimoines.

Marianne Milano, Première assistante, chercheuse post-doc. Thème actuel de recherche : modélisation de l'évolution de l'exploitabilité des ressources en eau en Suisse.

Arnaud Buchs, Premier assistant, chercheur post-doc. Thème actuel de recherche : gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant en Suisse.

Martin Calianno, Doctorant. Thème actuel de recherche : quantification et monitoring des usages de l'eau dans les stations touristiques de montagne.

Stephan Utz, Doctorant. Thème actuel de recherche : évaluation et suivi des processus participatifs dans l'aménagement des cours d'eau en Suisse.

Département des Géosciences de l'Université de Fribourg

Olivier Graefe, Professeur. Thèmes de recherche (entre autres) : rapports entre nature et société à travers l'exemple de la gestion de l'eau en Afrique (Maroc, Soudan) et en Suisse.

Nora Buletti, Doctorante. Thème actuel de recherche : évaluation et suivi des processus participatifs dans l'aménagement des cours d'eau en Suisse.

Christine Homewood, Doctorante. Thème actuel de recherche : Analyse des processus sociaux et institutionnels de gestion de l'eau à l'échelle régionale en Suisse.

Sommaire

<i>Bernard Weissbrodt, Emmanuel Reynard</i> Éditorial	4-5
<i>Martin Calianno, Arnaud Buchs, Marianne Milano, Emmanuel Reynard</i> Réflexions sur la notion d'usage de l'eau	6-12
<i>Marianne Milano, Arnaud Buchs</i> Regards croisés sur la notion de pénurie d'eau en Espagne : vers un rapprochement interdisciplinaire	13-18
<i>Emmanuel Reynard</i> Anticiper le stress hydrique dans le futur : une simple affaire de climat ?	19-23
<i>Christine Homewood, Olivier Graefe, Emmanuel Reynard</i> La fragmentation institutionnelle communale au détriment des ressources	24-27
<i>Olivier Graefe</i> Le fétichisme du bassin versant	28-29
<i>Stephan Utz, Nora Buletti</i> Participation des usagers dans l'aménagement des cours d'eau en Suisse : premiers résultats d'une enquête nationale	30-33

-
- Ce cahier spécial et chacune de ses contributions sont disponibles pour téléchargement sur le site <http://www.aqueduc.info/-Lettre-aqueduc-info-no100->
Différents articles correspondants en proposent également une version résumée.
 - Les textes de ce cahier sont édités sous licence Creative Commons by-nc-nd.

Éditorial

Le site et la Lettre *aqueduc.info* sont nés en 2003 d'une heureuse coïncidence entre l'envie (et la possibilité enfin) de contribuer ne serait-ce que modestement à l'information sur des questions d'actualité autour de l'eau et la célébration (très médiatisée) de l'Année internationale de l'eau décrétée par les Nations Unies. L'Europe se souvient bien de ce millésime 2003 et de sa sécheresse quasi historique. L'eau s'était-elle trompée d'année, elle qui alimentait les discours officiels mais boycottait ciel et terre ? Le Nord s'apercevait alors qu'il était, comme le reste de la planète, vulnérable aux changements climatiques.

Dans les forums internationaux, intergouvernementaux comme altermondialistes, on n'y porte à ce moment-là encore qu'un mince intérêt. De part et d'autre, on aligne les déclarations d'intention sur l'urgence de mettre l'eau au premier plan des priorités politiques, sur la nécessaire solidarité – internationale, financière et technique – qui permettra aux populations qui en sont privées d'accéder enfin à l'eau potable, et sur la bonne gouvernance qui rendra crédibles les théories stratégiques de développement durable. Une décennie plus tard, on peut reprendre les mêmes discours qui peinent encore et toujours à se traduire en actes efficaces.

À cette époque pas si lointaine, les esprits semblaient captifs du débat entre, d'un côté, ceux qui pensent que l'on peut s'approprier l'eau pour en faire une marchandise dont la gestion obéit aux règles de l'offre et de la demande (si jamais elle se raréfie, elle n'en sera que plus intéressante économiquement parlant) et, de l'autre, ceux qui prennent fait et cause pour une ressource considérée avant tout comme un bien commun dont les citoyens sont les premiers responsables et un droit humain dont les États doivent à tout prix se porter garants.

Une décennie plus tard, ces controverses sont quelque peu passées au second plan. Entre temps, les partisans de la privatisation des services de l'eau, qui n'ont rien renié de leurs convictions ni de leurs pratiques, ont affiné leurs stratégies de communication et gardent une mainmise discrète mais toujours aussi ferme sur l'agenda des politiques internationales de l'eau. De leur côté, les organisations citoyennes ont obtenu gain de cause aux Nations Unies : une résolution votée en 2010 par l'Assemblée générale y a reconnu l'accès à une eau potable, salubre et propre, comme un droit humain fondamental. Dans nombre de pays, l'actualité quotidienne rappelle cependant que ce droit reste largement lettre morte.

À comparer les thématiques abordées dans les premières lettres *aqueduc.info* et celles qui les ont alimentées au cours de ces derniers mois, il saute aux yeux que d'autres préoccupations ont émergé. On paraît s'intéresser davantage, y compris dans l'opinion publique, à la ressource elle-même, à sa disponibilité (les modifications du climat et la fonte des glaciers annoncent-elles de futures pénuries d'eau ?), à sa qualité (peut-on faire confiance aux distributeurs d'eau quand on voit la quantité de micropolluants qui prolifèrent dans l'environnement ?), à sa protection (quelles mesures faut-il prendre pour préserver les fonctions vitales des cours d'eau et des nappes souterraines ?) et à sa gestion (quels moyens les collectivités publiques doivent-elles mettre en œuvre pour faire face à toutes leurs obligations dans le domaine de l'eau ?).

Ces diverses questions laissent à penser que l'on est peut-être en train de tisser une plus grande relation de proximité avec les ressources en eau, de comprendre que –

où que l'on vive – on est souvent à la fois en aval et en amont des problèmes, et que les solutions ne peuvent pas être trouvées dans les seules réalités locales.

Le Programme national suisse de recherche sur la gestion durable de l'eau (PNR 61), qui s'apprête à rendre ses ultimes conclusions, apportera sans doute quelque éclairage intéressant sur les défis hydriques des années à venir et sur la meilleure façon de les relever. Mais, on le voit dans le sommaire de cette centième lettre *aqueduc.info*, d'autres champs d'investigations restent ouverts au questionnement des chercheurs, d'autant que ceux-ci semblent prendre goût à la confrontation de leurs diverses disciplines.

Les six contributions de ce cahier sont issues principalement des travaux menés par le groupe de recherche « *Eau et géopatrimoine* » de l'Institut de géographie et durabilité (IGD) de l'Université de Lausanne, dirigé par le Professeur Emmanuel Reynard, qui appréhende de manière résolument interdisciplinaire les problématiques de gestion des ressources en eau et de gestion des géopatrimoines. Elles sont complétées par des contributions du groupe de recherche du Professeur Olivier Graefe, du Département des géosciences de l'Université de Fribourg, dont les travaux portent en particulier sur les questions politiques relatives à la gestion de l'eau.

Martin Calianno et ses co-auteurs précisent différentes notions (besoins, demandes, consommations, prélèvements, etc.) utilisées souvent de manière désordonnée afin de quantifier les usages de l'eau. Une telle mise au point s'avère nécessaire lorsque l'on s'interroge sur ce que seront les usages futurs de la ressource. Dans la même veine, Arnaud Buchs et Marianne Milano, chercheurs post-doctoraux respectivement en sciences sociales et en hydrologie, confrontent leurs points de vue autour de la question de la pénurie, en se basant sur des exemples espagnols.

Emmanuel Reynard montre l'importance de prendre en compte les conditions socio-économiques dans la modélisation des usages futurs de l'eau, à l'exemple de la région de Crans-Montana-Sierre, en Valais, étudiée dans le projet MontanAqua, l'un des 16 projets du PNR 61. A partir des résultats de ce même projet, Christine Homewood et ses co-auteurs pointent le doigt sur les difficultés de gestion induites par la fragmentation institutionnelle, alors qu'Olivier Graefe discute des risques de dépolitisation de la gestion de l'eau liés au développement de la gestion par bassin versant.

Finalement, Stephan Utz et Nora Buletti présentent les résultats d'une enquête sur les processus participatifs dans l'aménagement des cours d'eau en Suisse, réalisée sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement.

Gageons que les articles présentés dans ce cahier montreront tout le potentiel de l'interdisciplinarité, tant dans la réflexion conceptuelle que dans la résolution des problèmes concrets de gestion de l'eau.

Bernard Weissbrodt et Emmanuel Reynard

Réflexions sur la notion d'usage de l'eau

Martin Calianno, Arnaud Buchs, Marianne Milano, Emmanuel Reynard
Université de Lausanne, Institut de géographie et durabilité

Introduction

Les études intégrées récemment conduites dans les Alpes concernant la gestion de l'eau combinent l'estimation des ressources et l'estimation des usages de l'eau afin d'identifier les possibles pénuries à venir (par ex. Bonriposi, 2013). Paradoxalement, ces travaux aboutissent au constat que peu de données sont disponibles pour décrire l'état actuel du système liant ressources et usages (le *système Eau*).

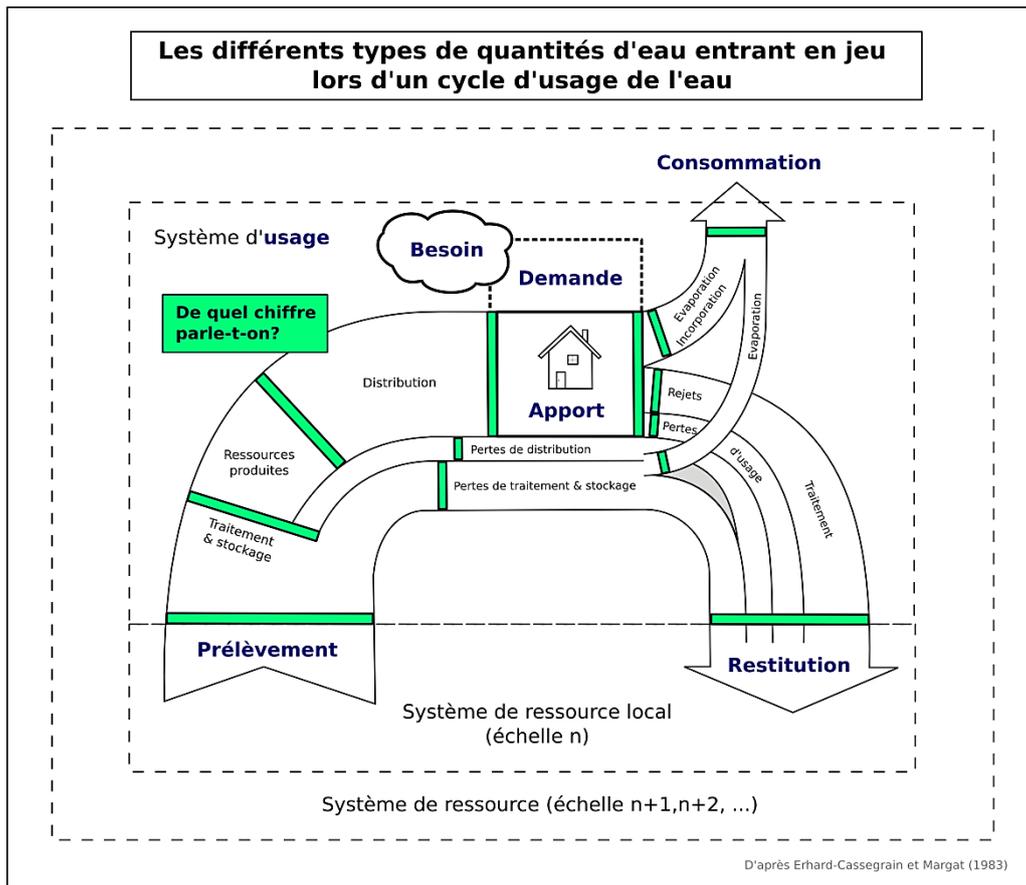
Plus exactement, si les systèmes de ressources sont assez bien documentés, les données obtenues de manière directe et concertée sur les systèmes d'usage de l'eau dans les stations touristiques de montagne restent partielles à ce jour. Il apparaît donc nécessaire de mieux quantifier ces usages. Ceci passe par la mise en place d'un réseau de mesures en continu (monitoring) des quantités d'eau utilisées qui permette de récolter des données homogènes et qui soit reproductible dans la grande diversité des territoires alpins.

Mais avant d'en arriver là, il convient de commencer par définir ce qu'est un usage de l'eau. En effet, besoins, demandes, prélèvements et consommations en eau sont autant de termes qui font référence aux usages de l'eau et qui, par leur diversité d'utilisation dans les textes, génèrent une certaine confusion sur la signification des chiffres qui leur sont associés.

Dans cet article, nous tentons donc de définir ces termes de façon systématique pour permettre de quantifier rigoureusement les usages de l'eau. La question de la quantification sera ensuite évoquée, ainsi que les problématiques liées à l'accès aux données et à la manière dont sont effectuées les mesures.

1. Une clarification des termes liés à l'usage de l'eau

Sur la base d'une revue de la littérature, faisant notamment suite aux travaux d'Erhard-Cassegrain et Margat (1983), une réflexion a été menée au sein du groupe de recherche « *Eau et géopatrimoine* » de l'Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne (IGD). Elle nous conduit à hiérarchiser les différents termes liés à l'usage de l'eau en partant des concepts les plus abstraits pour aboutir aux notions les plus concrètes et mesurables de manière pratique sur le terrain (*voir figure page suivante*).



Ceci permet de distinguer les termes plutôt théoriques (usage, besoin, demande) et les termes liés à l'infrastructure technique du cycle d'usage de l'eau (prélèvement, apport, consommation et restitution).

1.1 Les notions d'ordre théorique

- L'**usage** de l'eau est l'acte de mise en application des fonctions de l'eau pour obtenir un effet voulu (un objectif). Un usage ne doit pas être vu comme une quantité, mais comme un type, une catégorie d'utilisation de l'eau, par exemple : l'irrigation, l'usage domestique, la production de neige artificielle, l'eau comme support pour la navigation, le paysage, la production industrielle ou énergétique.
- Le **besoin** en eau est la notion de quantité d'eau la plus abstraite, souvent matérialisée par des *standards*. Les besoins en eau sont les volumes d'eau nécessaires aux différents usages correspondant au bien-être des activités humaines (besoins physiologiques, besoins *essentiels*, besoins culturels, besoins liés aux activités commerciales, agricoles, industrielles, etc.)¹, ainsi qu'au fonctionnement de la nature (besoins nécessaires pour assurer les fonctions écologiques des hydrosystèmes et le maintien de la biodiversité).
- La **demande** est la requête d'une quantité d'eau exprimée par un usager. Celle-ci peut être estimée ou modélisée pour un environnement et un contexte climatique et socio-économique particulier. Selon les ressources disponibles, l'eau effectivement fournie et utilisée par l'usager (l'**apport**, défini plus loin) peut être inférieure ou supérieure à la demande, qui se retrouvera donc plus ou moins satisfaite.

¹ Voir par exemple la pyramide de hiérarchisation des besoins en eau domestique dans la fiche technique proposée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

1.2 Les notions mesurables, liées à l'infrastructure technique

La première étape d'un cycle d'usage de l'eau est le **prélèvement**. Ce sont les quantités d'eau retirées de l'environnement naturel dans le but d'être utilisées. Les prélèvements sont définis en référence à un système de ressources particulier (tête de bassin versant à bassin versant régional, aquifère). Cette notion renvoie à celle de *détournement* plus ou moins étendu dans le temps. En effet, la restitution dans le même système de ressources doit avoir lieu, sinon il y a **consommation**.

L'**apport** en eau est une action directement observable et quantifiable. C'est la matérialisation des besoins en eau exprimés par les usagers ou autrement dit, les quantités effectivement obtenues, qui peuvent se mesurer juste en amont de l'utilisation.

D'autres termes peuvent également être précisés, dans le cas de l'alimentation en eau potable :

- D'un point de vue technique, on distingue la **distribution**, c'est-à-dire la quantité d'eau injectée dans le réseau d'eau potable, qui est supérieure aux **apports** car elle comprend les pertes dues aux fuites et l'eau nécessaire à l'entretien du réseau. Elle est par ailleurs inférieure aux **prélèvements**, car avant la distribution, une certaine quantité d'eau est perdue, par exemple lors de la potabilisation de l'eau et de son stockage.
- D'un point de vue conceptuel, la distribution d'eau potable est une étape intermédiaire avant la répartition de l'eau entre les différents usagers. Ce sont eux qui vont mettre en application les fonctions de l'eau (ménages, industries, services publics, commerces) et qui vont donc utiliser l'eau.

Selon ces deux distinctions, quatre types de quantités peuvent alors être différenciées :

- la **distribution totale** : volume d'eau potable injecté dans le réseau ;
- la **distribution sectorielle** : part de la distribution totale destinée à une catégorie d'usage ;
- l'**apport total** : quantité d'eau effectivement livrée et utilisée par l'ensemble des usagers (correspond à la distribution totale, diminuée des fuites et pertes) ;
- l'**apport sectoriel** : quantité d'eau effectivement livrée et utilisée par un usager particulier.

Dans la suite du cycle d'usage s'opère la **consommation**, qui est le déficit quantitatif entre les entrées et les sorties d'un système de ressources précis pour une période donnée. C'est donc la quantité d'eau qui n'est pas restituée au milieu naturel dans lequel a eu lieu le prélèvement et qui *disparaît* donc de ce dernier. Par exemple, si l'on considère uniquement l'altération en quantité et non en qualité, la consommation domestique sera la différence entre la quantité d'eau arrivant par les robinets et les rejets d'eau usée. L'eau potable domestique consommée sera, entre autres, l'eau évaporée et une partie de l'eau bue ou incorporée dans les aliments.

Partant de cette définition, il semblerait que le terme de consommation soit fréquemment utilisé à mauvais escient dans les médias et dans la littérature scientifique. Si l'on prend l'exemple de l'usage domestique, le terme de « consommation des ménages » est souvent utilisé pour décrire la quantité d'eau utilisée par les foyers (voir par exemple Barraqué *et al.*, 2011 et Montignoul, 2013). En réalité, ces volumes, obtenus *via* la facturation des abonnés, représentent plutôt l'**apport sectoriel** en eau potable destiné aux ménages. Ces volumes d'eau ne sont donc pas toujours une **consommation** (du moins du point de vue quantitatif), car une fois utilisés, ils peuvent être *in fine* restitués dans le même milieu naturel après usage, sous la forme de fuites ou de rejets d'eau usée.

Si l'on s'en tient toujours à cette définition, un autre exemple d'interprétation vraisemblablement erronée vient de l'Office fédéral de la statistique (OFS) qui définit la « consommation d'eau potable » comme « la quantité d'eau fournie par les services communaux des eaux aux ménages, à l'industrie et à l'artisanat. Sont aussi prises en compte les fontaines publiques et les pertes dues à des fuites ». Selon notre terminologie, cette définition correspondrait plutôt à la **distribution totale**.

Enfin pour clore le cycle d'usage de l'eau, la **restitution** est la quantité d'eau retournant au milieu naturel, avant (pertes) ou après (rejets) usage.

Suite à cette tentative d'éclaircissement des termes liés aux usages de l'eau, d'autres questions se posent quant à la disponibilité des données et aux méthodes à mettre en place pour mesurer ces différentes entités/composantes.

L'exemple de l'usage d'irrigation permet d'illustrer l'ensemble de ces notions.

Dans ce cas, les **besoins** en eau sont les quantités d'eau nécessaires à la croissance des cultures pour obtenir un rendement agricole optimal. Ces besoins correspondent aux besoins d'évapotranspiration des cultures, lesquels dépendent non seulement de la culture considérée mais également des conditions hydro-météorologiques locales pour une parcelle donnée (ensoleillement, vent, hygrométrie, etc.). Ils peuvent être calculés *via* un modèle agronomique (par exemple la méthode FAO décrite par Allen *et al.*, 1998).



*Irrigation par aspersion dans le Valais central
(photo : Emmanuel Reynard)*

La **demande** traduit quant à elle la requête en eau d'irrigation exprimée par un agriculteur. Elle correspond à la part d'eau qu'il faut apporter aux cultures si les pluies efficaces et l'humidité des sols sont insuffisantes pour satisfaire les besoins des cultures. En d'autres termes, la demande en eau d'irrigation s'obtient en soustrayant les pluies efficaces et l'humidité du sol aux besoins des cultures. Ainsi, la demande en eau d'irrigation sera égale aux besoins dans le cas d'une agriculture reposant exclusivement sur l'irrigation (horticulture sous serre par exemple). A l'inverse, dans le cas d'une agriculture pluviale, la demande en eau d'irrigation est nulle. Dans la plupart des cas, irrigation et pluies efficaces se combinent.

Or, la demande n'est pas toujours identique à l'**apport** d'eau qui atteint effectivement la parcelle, car ce dernier dépend des ressources disponibles, des éventuelles restrictions d'usage, ainsi que des habitudes des irrigants. En effet, ceux-ci peuvent très bien utiliser l'eau d'irrigation pour d'autres besoins que celui de la production agricole, tel que celui du maintien d'un paysage en tant que patrimoine à valeur culturelle ou touristique. La demande repose alors sur une estimation, une représentation approchée de la réalité engendrant un écart par rapport à l'apport réel.

2. Des données disponibles mais souvent non intégrées, parcellaires, de formats très divers et difficilement accessibles

Les données statistiques sur les usages de l'eau sont habituellement peu accessibles. Ces données sont soit inexistantes, car non mesurées ou non récoltées, soit difficiles d'accès, car appartenant à des acteurs privés considérant ces informations comme sensibles et ne voulant pas les divulguer (Bonriposi, 2013). Lorsqu'elles existent, au-delà de la confusion sur la valeur mesurée, il manque fréquemment une collecte temporelle et globale des données d'usages de l'eau. En effet, chaque acteur a ses propres méthodes de mesure et rares sont les concertations ou mises en commun des données sur le territoire concerné.

De plus, les séries statistiques sont d'une profondeur temporelle et d'une résolution insuffisantes : il s'agit souvent de moyennes mensuelles ou annuelles couvrant rarement des périodes de plus de 5 à 10 ans. Cette hétérogénéité dans la disponibilité des données rend alors difficile la réalisation d'études statistiques pertinentes sur les processus à court terme et sur les évolutions possibles d'utilisation de l'eau à moyen terme.

3. Des demandes très rarement quantifiées de manière directe

En Suisse, la demande en eau domestique est estimée à 160 litres par jour et par habitant. Cette valeur est en réalité une approximation obtenue à partir de la distribution sectorielle, divisée par le nombre de jours de la période considérée et une évaluation du nombre d'habitants concernés. En plus d'être une moyenne, ce chiffre a le désavantage de ne pas correspondre sémantiquement à la demande, ni aux apports. Citons également l'exemple des 120 m³ par ménage et par an (= 329 litres/jour/ménage) en France, trop fréquemment repris sans précision. Questionner ces valeurs « mythiques » se révèle donc indispensable pour parfaire notre connaissance du système.

Les mesures quantitatives directes et à fine résolution temporelle des usages de l'eau sont effectivement rares. Généralement, les données d'usage sont obtenues *via* des méthodes de mesure approchées ou contournées (proxis) ou en utilisant des valeurs grossièrement estimées (enquêtes, questionnaires). Certains de ces proxis sont présentés ci-dessous pour différents types d'usages.

3.1 Proxis pour la distribution totale en eau potable

Les données de **distribution totale** sont habituellement fournies par les **distributeurs d'eau potable** (Reynard, 2000 ; Charnay, 2010 ; Freiburghaus, 2012 ; Bonriposi, 2013). Ce proxi est d'une bonne résolution temporelle (jusqu'à la minute) car les réservoirs sont généralement équipés de compteurs régulièrement surveillés ou de systèmes de télégestion, mais son format est propre aux gestionnaires de distribution, ce qui peut le rendre inadapté aux analyses statistiques.

A partir de ce proxi, on peut ensuite calculer une **distribution moyenne per capita** (volume/habitant/jour) en ramenant ces volumes distribués au nombre d'habitants et au nombre de jours entre chaque relevé.

Aux incertitudes liées à l'estimation de cette quantité globale d'eau distribuée se rajoutent des incertitudes concernant le calcul de la population résidente et temporaire à un endroit et moment donnés. Une nouvelle batterie de proxis entre alors en jeu pour ces comptages démographiques, en particulier pour la population temporaire touristique (Reynard, 2000) :

- Les **volumes d'eau usée** traitée par les stations d'épuration. La notion d'équivalent habitant (EH) est utilisée pour estimer la population résidente : c'est la quantité d'eau usée qui équivaut en moyenne aux rejets journaliers d'une personne.
- Les **volumes d'ordures ménagères**. Il s'agit de la même idée que pour les eaux usées : si la quantité moyenne des déchets rejetés chaque jour par une personne est connue, la population résidente peut être estimée en divisant le volume de déchets récoltés par cette valeur *per capita*.
- Les **statistiques des offices de tourisme** et les taxes de séjour. Ces données donnent une indication sur l'occupation des établissements hôteliers mais ne donnent souvent pas d'information sur l'occupation des structures parahôtelières (campings, appartements, chalets, etc.) pour lesquelles des tarifications au forfait sont souvent appliquées.

Lorsque l'on ne dispose pas de données provenant des distributeurs d'eau, les **quantités moyennes journalières distribuées** sur un territoire peuvent être estimées en multipliant la distribution moyenne *per capita* d'un territoire analogue par le nombre d'habitants.

3.2 Proxis pour la distribution sectorielle en eau potable

Une manière d'estimer la part d'eau de distribution destinée à chaque usage est de multiplier la distribution totale par des **coefficients de « consommation » ou de distribution** (voir tableau ci-dessous). Ces coefficients sont des pourcentages fixes, propres à chaque usage et sont par exemple déterminés par les Agences de l'eau dans le cas de la France (Charnay, 2010, p. 133).

Wasserabgabe**	6	Total	Mio. m ³	935	100,0 %
Livraison de l'eau**	7	Haushalte und Kleingewerbe Ménages et petit artisanat	Mio. m ³	544	58,2 %
	8	Gewerbe und Industrie Artisanat et industrie	Mio. m ³	195	20,9 %
	9	Öffentl. Zwecke und Brunnen Services publics et fontaines	Mio. m ³	48	5,1 %
	10	Selbstverbrauch Consommation service des eaux	Mio. m ³	20	2,1 %
	11	Verluste / Pertes	Mio. m ³	127	13,6 %

Coefficients de distribution sectorielle des distributeurs d'eau en Suisse (SSIGE) pour l'année 2010 (Freiburghaus, 2012).

3.3 Proxis pour l'apport en eau domestique

Les quantités **facturées** sont des proxis très fréquemment utilisés pour estimer les apports en eau domestique. Ces données sont à l'échelle de l'abonné (qui peut cependant correspondre à l'ensemble d'un immeuble), mais de faible résolution temporelle car fonction de la fréquence des relevés de compteurs (souvent annuels ou biannuels). Elles sont généralement ramenées à l'échelle journalière en divisant la valeur relevée par le nombre de jours entre chaque relevé, ce qui peut donner une fausse impression de précision. Par ailleurs, il faut savoir que certains usages de l'eau de distribution ne sont pas facturés au volume et donc non relevés (fontaines, usages des collectivités, usagers forfaitaires).

Le **smart metering** est un système de télémesure des apports domestiques de plus en plus répandu (Beal & Stewart, 2011). A l'échelle de l'abonné, il permet une très fine résolution temporelle.

Les **questionnaires et enquêtes** sont également fréquemment utilisés pour évaluer les quantités d'eau utilisées là où aucun système de mesure n'est en place ou lorsqu'il s'agit d'estimer la part de prélèvements privés (Martin, 2006 ; Ganty *et al.*, 2009 ; Bonriposi, 2013).

3.4 Proxis pour l'apport en eau pour l'irrigation

Une manière d'estimer les volumes d'eau utilisés pour l'irrigation est de **modéliser les besoins en eau des plantes** en fonction du contexte climatique, d'un rendement déterminé et d'un type de culture et d'ôter la part des besoins en eau satisfaite par les précipitations (Allen *et al.*, 1998).

Les **quantités d'eau utilisées par hectare** peuvent également être estimées en fonction de la technique d'irrigation (gravitaire, aspersion, goutte à goutte) utilisée (Michelet, 1995).

Une autre manière d'estimer l'usage d'irrigation est d'utiliser les données récoltées lors des **recensements agricoles**. Ceux-ci livrent des informations sur les surfaces irriguées (Loubier *et al.*, 2013) ou sur les quantités utilisées par régions agricoles (Kenny *et al.*, 2009).

Lorsqu'un système de **canaux d'irrigation** est mis en place, la mesure de leurs débits donne une indication sur les quantités d'eau amenées aux cultures (Bonriposi, 2013).

En France, les données de **redevance au droit d'eau** pour les agriculteurs sont aussi utilisées comme indicateur (Dubois, 2012), tout comme le sont en Suisse les débits alloués aux associations d'irrigants (exemple des consortages de bisses du Valais).

Conclusion

Sur la base de ces réflexions sur la terminologie et sur les méthodes de mesure, les questions suivantes se posent lors de la mise en place d'un monitoring des usages de l'eau :

- quelle est la quantité à mesurer : prélèvement, demande, apport, consommation ?
- quel est le meilleur compromis possible entre une estimation grossière et la mesure directe de tous les usagers ?

Pour tenter de donner une réponse à ces questions, une thèse est en cours à l'Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne, afin de mettre sur pied un guide méthodologique pour la mise en place optimale d'un monitoring des usages de l'eau en territoire alpin. Pour cela, il est prévu d'améliorer les connaissances sur la dynamique des usages de l'eau, par une campagne de mesure directe (*via* des compteurs d'eau) de l'apport domestique et de l'irrigation dans deux stations touristiques de montagne : Megève (Haute-Savoie) et Crans-Montana (Valais).

Références

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998) *Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper, n° 56, Food and Agriculture Organization, Rome.
- Barraqué, B., Isnard, L., Montignoul, M., Rinaudo, J.-D., Souriau, J. (2011) Baisse des consommations d'eau potable et développement durable. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 63(3), 102-108.
- Beal, C., Stewart, R. A. (2011). *South East Queensland residential end use study: Final report*. Urban Water Security Research Alliance Technical Report, n°47.
- Bonriposi, M. (2013) *Analyse systémique et prospective des usages de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Suisse)*. Thèse de doctorat en géographie, Université de Lausanne.
Disponible sur www.unil.ch/igul/page83721.html (accès le 17 juin 2014).
- Charnay, B. (2010) *Pour une gestion intégrée des ressources en eau sur un territoire de montagne*. Thèse de doctorat en géographie, Université de Savoie.
Disponible sur tel.archives-ouvertes.fr/tel-00472979 (accès le 17 juillet 2014).
- Dubois, A. (2012) *Les prélèvements d'eau en France en 2009 et leurs évolutions depuis dix ans*. Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques (SOeS).
- Erhard-Cassegrain, A., Margat, J. (1983) *Introduction à l'économie générale de l'eau*. Masson, Paris.
- Freiburghaus, M. (2012) Les résultats statistiques 2010 sur les distributeurs d'eau suisses. *Aqua und Gas*, 3, 54-59.
- Ganty, C., Bigler, T., Gudmundsson, I., Goy, O., Juge, R., Lachavanne, J.-B. (2009) *Etude Lemano - évaluation de la durabilité de la gestion des ressources en eau dans la région lémanique : le bassin de l'Aubonne*. Cahier de recherche, Association pour la Sauvegarde du Léman (ASL).
- Kenny, J. F., Barber, N. L., Hutson, S. S., Linsey, K. S., Lovelace, J. K., Maupin, M. A. (2009) *Estimated use of water in the United States in 2005*. Circular 1344, U.S. Geological Survey.
- Loubier, S., Campardon, M., Morardet, S. (2013) L'irrigation diminue-t-elle en France ? Premiers enseignements tirés du recensement agricole de 2010. *Sciences Eaux et Territoires*, 11, 12-19.
- Martin, S. (2006) *Influence du tourisme sur la gestion de l'eau en zone aride. Exemple de la vallée du Drâa (Maroc)*. Mémoire de licence en géographie, Université de Lausanne.
- Michelet, P. (1995) Les techniques d'entretien des bisses. *Annales valaisannes*, 70, 163-174.
- Montignoul, M. (2013) La consommation d'eau en France : historique, tendances contemporaines, déterminants. *Sciences Eaux et Territoires*, 10, 68-72.
- Organisation mondiale de la santé. Quantité d'eau nécessaire en situation d'urgence.
Fiche technique OMS/WEDC 9, 4 p. (Mise à jour : juillet 2013).
Disponible sur http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/technotes/fr/ (accès le 17 juin 2014).
- Reynard, E. (2000) *Gestion patrimoniale et intégrée des ressources en eau dans les stations touristiques de montagne. Les cas de Crans-Montana-Aminona et Nendaz (Valais)*. Thèse de doctorat en Lettres, Université de Lausanne. Disponible sur <http://www.unil.ch/igul/page83721.html> (accès le 17 juin 2014).

Regards croisés sur la notion de pénurie d'eau en Espagne : vers un rapprochement interdisciplinaire

Arnaud Buchs et Marianne Milano

Université de Lausanne, Institut de géographie et durabilité

Introduction

Cette contribution est le fruit de la rencontre entre deux jeunes chercheurs ayant conduit des travaux d'une part, en économie institutionnaliste et aménagement du territoire (Buchs 2010 ; 2012) et, d'autre part, en hydrologie (Milano 2012 ; Milano *et al.* 2013), sur un même objet de recherche : la pénurie d'eau en Espagne.

A partir des années 1950, l'Espagne a connu un fort développement agricole auquel s'est ajoutée une dynamique d'urbanisation et d'essor du secteur touristique important. La hausse des besoins confrontée à des ressources locales en eau se raréfiant a conduit le pays à envisager, au sein d'agences de bassin mises en place dès 1926, des solutions hydrauliques de grande ampleur : grands barrages, transferts interbassins (Tage/Segura, Ebre) et, plus récemment, dessalement de l'eau de mer le long de la côte méditerranéenne (programme AGUA). Grâce à une gestion focalisée sur l'augmentation de l'offre en eau, l'Espagne est devenue le premier producteur européen de fruits et légumes avec pour corollaire des répercussions importantes sur ses ressources naturelles en eau. Les questions relatives à la gestion des ressources et des demandes en eau se posent alors de manière accrue.

Dans cet article, nous proposons de croiser deux méthodes afin d'appréhender la pénurie en eau dans sa complexité.

1. La pénurie en eau comme phénomène complexe distinct de la sécheresse et de l'aridité

Malgré une apparente tautologie, la pénurie en eau ne doit pas être confondue avec la sécheresse et l'aridité. Selon l'Organisation météorologique mondiale (OMM), l'aridité est une caractéristique permanente de certains climats à pluviométrie faible tandis que la sécheresse est un événement hydro-météorologique temporaire lié à un déficit de précipitations et peut être considéré comme une anomalie, une « aberration » au sens statistique. Selon cette acception, la sécheresse et l'aridité sont des phénomènes purement physiques. A l'inverse, la pénurie d'eau est une diminution de la disponibilité des ressources en eau naturelles à une échelle géographique donnée sur plusieurs années voire décennies, entravant la satisfaction des besoins liés aux usages de l'eau actuels et futurs sur ce même espace². La pénurie est donc un phénomène relatif qui naît de la confrontation entre ressources et usages.

² On peut également ajouter un troisième critère, celui de la qualité : une altération qualitative peut se traduire par une indisponibilité de l'eau pour la satisfaction d'usages.

Pour appréhender ce phénomène, deux types d’approches coexistent. La première considère la pénurie comme un point d’arrivée (Aguilera-Klink *et al.* 2000). La pénurie y est présentée comme un phénomène, en grande partie socialement construit, géographiquement et historiquement situé. On essaie de comprendre son avènement en s’appuyant sur une analyse qualitative de type historique et institutionnaliste afin de comprendre les processus d’émergence des pratiques et des règles encadrant les usages. La seconde considère la pénurie comme un point de départ et la définit comme un déséquilibre entre une offre limitée (ressources en eau) et une demande en eau qui progresse en raison, notamment, du développement socio-économique, de la croissance démographique et de l’expansion des surfaces irriguées. Ce type d’approche mobilise le plus souvent des indicateurs associés à des seuils, s’appuyant sur les travaux fondateurs des hydrologues Malin Falkenmark (1986) et Igor Shiklomanov (1991)³. Ces indicateurs permettent de décrire et de quantifier la situation actuelle dans des régions données et d’alimenter des projections pour appréhender le futur.

2. L’apport des sciences sociales : comprendre l’avènement de la pénurie comme un phénomène construit

L’hypothèse de la pénurie comme phénomène construit socialement renvoie à l’idée que la pénurie est le fruit d’usages et de règles d’appropriation des ressources engendrant une surexploitation de ces dernières et que la pénurie peut être mobilisée comme un « spectre » pour activer des stratégies économiques et/ou politiques (construction d’infrastructures hydrauliques, changement de priorité pour l’affectation des ressources, *etc.*) sans nécessairement se traduire par une réalité physique. On parle alors de « discours pénurique ».

Pour illustrer ce propos, une étude (Buchs 2010, 2012) a été menée dans la région de Campo de Dalías située dans la Province d’Almeria en Andalousie (330 km² dont 18 300 ha sous serres).



Situation des deux territoires espagnols étudiés



Les 18 300 ha de serres du Campo de Dalías (d’après Google Earth 2014)



Vue aérienne de serres dans la région d’Almeria (photo : Marie-Cécile Desalbres)

Sur la base d’une enquête de terrain, l’évolution des modes d’usage de l’eau a été retracée de la fin du XIX^e siècle à aujourd’hui. Cette perspective historique a permis de comprendre comment cette région hostile, aride et désertée par les populations est devenue aujourd’hui un des premiers fournisseurs de fruits et légumes pour le marché européen, en particulier pour les « tomates de Noël ».

³ L’indice proposé par M. Falkenmark (1986) vise à qualifier l’intensité de la pénurie grâce à trois seuils de disponibilité par tête : 1 700 m³/pers./an pour le stress hydrique ; 1 000 m³/pers./an pour la pénurie et 500 m³/pers./an pour la pénurie chronique ou absolue. Il est fréquemment couplé à l’indice qui rend compte de l’intensité des prélèvements proposé par I. Shiklomanov : un pays ou une région est en situation de pénurie si les prélèvements annuels représentent entre 20 % et 40 % des ressources totales disponibles. Au-delà de 40 %, la situation est qualifiée de pénurie sévère.

Quatre temps ont pu être repérés. Le premier s'étend de la Première république (1873) à la fin de la première sous-période du régime franquiste (1939-1959) et correspond à la genèse d'un nouveau mode d'usage de l'eau principalement axé sur la grande hydraulique. Face aux crises d'ordres économique, politique et social de la fin du XIX^e siècle, le mouvement régénérationniste⁴ pose les fondements économiques, politiques et idéologiques d'un nouveau mode d'usage de l'eau centralisé et piloté par un « chirurgien de fer » capable de « refaire la géographie » du territoire national (Costa 1911) et d'harmoniser la disponibilité en eau entre les régions. Au cours de cette période, la réalisation d'infrastructures reste toutefois limitée.

C'est au cours du deuxième temps (des années 1950 aux années 1980) que le rêve régénérationniste va se concrétiser. Justifié par un discours pénurique, ce mode d'usage vise, *via* une ingénierie hydraulique prépondérante, à réduire les disparités hydrologiques et à soutenir une politique économique et territoriale volontariste, notamment dans la province d'Almeria. Cette politique va permettre de recomposer le territoire national (colonisation intérieure) au travers d'infrastructures hydrauliques de plus en plus complexes (transfert du Tage/Segura, grands barrages, forages profonds, réseaux de canaux d'irrigation de plusieurs dizaines de km), assurant ainsi une augmentation des ressources en eau mobilisables pour satisfaire les besoins, notamment agricoles. Elle s'accompagne de la diffusion de nouvelles techniques agronomiques (irrigation localisée, cultures sous serres, utilisation de produits phytosanitaires, *etc.*). Franco, assisté d'un directoire d'ingénieurs, incarne le « chirurgien de fer » et favorise la mise en place d'un mode d'usage qualifié « d'hydrauliciste ».

Le troisième temps est marqué par l'entrée en crise de ce modèle à partir de la décennie 1980. D'une part, en raison de la surexploitation des nappes, les ressources se raréfient à l'échelle de la province d'Almeria, notamment dans le Campo de Dalías. D'autre part, la centralisation de la politique de l'eau est remise en cause par l'essor de la gestion privative de l'eau : multiplication des forages privés et/ou gérés comme des « biens de club » au sein d'associations d'irrigants.

Enfin, depuis une dizaine d'années, une approche prétendument plus écologique est proposée pour sortir de la crise (notamment via le nouveau Plan hydrologique substituant le dessalement de l'eau de mer au transfert de l'Ebre). Si ce nouveau mode d'usage de l'eau tend à répondre aux limites du précédent, il n'induit pas pour autant de rupture. Il se situe plutôt dans la continuité du paradigme précédent et vise toujours à augmenter l'offre en eau (caractère paradoxal du dessalement de l'eau de mer). Aujourd'hui, la surexploitation des nappes est estimée à 74 M m³/an pour le Campo de Dalías (AAA 2009), provoquant une baisse conséquente du niveau des nappes et favorisant les intrusions d'eau de mer.

L'analyse historique des modes d'usages de l'eau dans la région d'Almeria permet de révéler que la pénurie qui y est constatée est le fruit d'une représentation de l'eau comme une ressource dont la disponibilité ne serait contrainte que par le dynamisme des infrastructures hydrauliques. Nous sommes encore bien loin d'une eau considérée comme un patrimoine et d'une gestion par la demande.

3. L'apport des sciences hydrologiques : caractériser et quantifier la pénurie

Le phénomène de pénurie d'eau peut également être abordé du point de vue des sciences hydrologiques. Ces dernières s'appuient sur des outils de modélisation intégrée des ressources en eau afin de définir l'exploitabilité des ressources en eau et/ou le taux de satisfaction des demandes en eau au travers d'indicateurs. Cette seconde approche de la pénurie est illustrée par une étude menée sur un des bassins méditerranéens le plus exposé à ce risque : le bassin de l'Ebre (Milano *et al.* 2013).

⁴ Si le mouvement régénérationniste (fin XIX^e-début XX^e) porte sur un ensemble de facettes de la vie sociale, son influence la plus importante concerne les usages de l'eau. Ainsi, un des moyens privilégiés de modernisation et de renaissance de l'Espagne alors touchée par une crise politique, économique et sociale, consiste en un projet militaro-géographique de mobilisation des ressources hydriques afin de résoudre leur inégale répartition à grands renforts d'ouvrages hydrauliques. Il est associé à la figure emblématique de Joaquín Costa (1846-1911), intellectuel espagnol dont la « solution hydrologique » constitue le fondement de la colonisation interne. Pour l'auteur : « si dans d'autres pays il est suffisant pour l'Homme d'aider la Nature, ici il est nécessaire de faire plus, il est nécessaire de la créer » (1911 : n.p.).

Situé au Nord-Est de l'Espagne, ce bassin s'étend sur environ 85 000 km². Depuis la fin des années 1970, une diminution notable de ses écoulements a été observée à l'exutoire, liée à des bouleversements climatiques et anthropiques. Une hausse des températures et une diminution des précipitations ont en effet été identifiées. Par ailleurs, la population y a augmenté de 20 % et le bassin de l'Ebre joue un rôle majeur dans la production agricole espagnole, avec 30 % de la production de viande et 60 % de la production maraîchère du pays. Enfin, le réseau hydrographique de l'Ebre est régulé par 234 barrages pour alimenter en eau les communes et secteurs agricoles voisins. D'après la Confédération Hydrographique de l'Ebre (CHE), ces pressions anthropiques devraient continuer de s'accroître.



L'Ebre à Saragosse
(photo : Marianne Milano)

Dans un contexte de changements globaux, les gestionnaires ont besoin d'outils pour évaluer si les évolutions d'usages de l'eau seront compatibles avec les changements climatiques et hydrologiques projetés et si les demandes en eau pourront toujours être satisfaites à moyen terme. Pour répondre en partie à ces attentes, les sciences hydrologiques développent des outils évaluant d'une part les ressources en eau en tenant compte de l'influence des différentes conditions climatiques et des principaux ouvrages hydrauliques et estimant d'autre part les demandes en eau. A terme, ces variables sont confrontées au travers d'un indice d'exploitation des eaux.

Dans le cadre de l'étude menée sur l'Ebre, les demandes en eau agricoles ont été réparties en 11 sites. Conformément aux règles de gestion établies par la CHE, les différentes sources d'approvisionnement en eau (eau de surface, canaux, barrages) ont été considérées et les priorités d'allocation en eau pour les débits réservés et le secteur domestique respectées. Enfin, un indice mensuel de capacité d'allocation en eau a été défini. Celui-ci confronte les ressources en eau disponibles aux demandes en eau, déterminant de la sorte la part de la demande qui pourrait être satisfaite. Cette approche a été appliquée sur une période rétrospective afin de définir les pressions actuelles sur le bassin. Puis, l'évolution de la capacité d'allocation en eau a été évaluée à l'horizon 2050 sous contrainte des scénarios climatiques et d'un scénario tendanciel d'évolution démographique et des surfaces irriguées. D'après l'approche développée, les aménagements et règles de gestion actuellement mis en place permettent d'entièrement satisfaire les demandes en eau sur le bassin versant de l'Ebre.

À l'horizon 2050, les écoulements printaniers et estivaux pourraient diminuer de 30 à 35 % en différents points du bassin et les demandes en eau domestiques et agricoles devraient s'accroître de 40 à 60 % dans les régions pyrénéennes (Milano *et al.* 2013). Dans un tel contexte, la satisfaction des demandes en eau agricoles pourrait ne pas toujours être assurée. Au cours de la période estivale, les demandes en eau des secteurs agricoles situés dans les plaines du fleuve Ebre seraient satisfaites à hauteur de 45 à 55 % tandis que les secteurs agricoles situés dans les plaines pyrénéennes devraient se voir allouer seulement 25 à 45 % de leur demande.



□ Sous-bassin où une expansion des activités humaines est envisageable
Sous-bassins les plus vulnérables aux :
■ changements climatiques
■ changements anthropiques
■ changements globaux

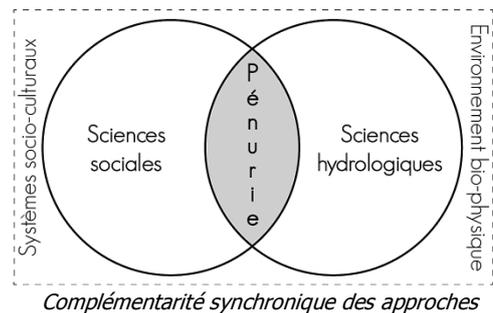
Vulnérabilité du bassin versant de l'Ebre aux changements climatiques et anthropiques (d'après Milano 2012)

Ainsi, les démarches de modélisation intégrée des ressources en eau permettent de suivre le taux de satisfaction des demandes agricoles et d'identifier les régions les plus vulnérables aux pressions climatiques et/ou anthropiques mais également les secteurs et les saisons pour lesquels des tensions d'usages risquent de se produire (*voir figure ci-contre*). Une étape suivante serait de mener d'autres études prospectives basées sur des scénarios évolutifs contrastés et visant à développer des stratégies d'adaptation.

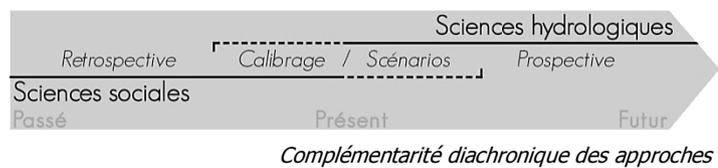
4. De la nécessité d'une approche interdisciplinaire pour appréhender la pénurie comme un phénomène complexe

Sur la base de ces deux travaux de recherche, il apparaît que le phénomène de pénurie d'eau est communément traité de manière disciplinaire. Or, les études en sciences sociales souffrent souvent de ne pouvoir appréhender les processus hydrologiques et les interactions liées aux usages autrement qu'en reprenant des données produites ailleurs. Quant aux sciences hydrologiques, elles auront tendance à analyser l'influence de ces stratégies sur les ressources et demandes en eau, mettant de côté l'évaluation des coûts et bénéfices de ces dernières ou encore la capacité du système actuellement mis en place à s'adapter et à mettre en œuvre ces stratégies. Or, ces deux approches sont complémentaires : la première vise à comprendre les aménagements et l'émergence des modes d'usages de l'eau et à accompagner la définition de stratégies à mettre en œuvre, tandis que la seconde permet d'intégrer et de représenter les différents aménagements pour définir le potentiel des stratégies et des règles de gestion actuelles et futures et à réduire les pressions exercées sur les ressources en eau ainsi que les rivalités d'usage à court et moyen termes.

De ce fait, nous nous proposons d'explorer une voie permettant de conjuguer les apports respectifs de ces deux types d'approche. Ce rapprochement permet une fertilisation croisée sur la base d'une double complémentarité. La première est une « complémentarité synchronique » permettant d'appréhender le phénomène dans sa complexité : une caractérisation précise des dynamiques physiques et une quantification fine permises par les outils de l'hydrologie, couplées à une compréhension des dynamiques économiques, politiques et sociales en œuvre et des stratégies des protagonistes impliqués grâce aux analyses compréhensives.



La seconde est une « complémentarité diachronique » où chacune des approches permet d'alimenter et de parfaire la compréhension de ce qui a été, de ce qui est et de dessiner les contours de ce qui pourrait être grâce aux outils de prospective reposant sur la définition de scénarios les plus fins possibles afin d'accroître les chances d'adopter une trajectoire d'usage plus durable. C'est dans cette perspective de rapprochement interdisciplinaire que des recherches sont actuellement menées au sein de l'Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne.



Références

- Agencia andaluza del agua (AAA) (2009) *Demarcación hidrográfica de las cuencas mediterráneas andaluzas. Estudio general de la demarcación*. AAA, Malaga.
- Aguilera Klink, F., Pérez-Moriana, E. et Sánchez García, J. (2000) The social construction of scarcity: the case of water in Tenerife (Canary Islands). *Ecological Economics*, 34(2), 233-245.
- Buchs, A. (2010) La construction sociale de la pénurie en eau à Almeria (Andalousie) ou l'échec de la normalisation "hydrauliciste". *Économie appliquée*, 63(3), 5-39.
- Buchs, A. (2012) *Observer, caractériser et comprendre la pénurie en eau. Une approche institutionnaliste de l'évolution du mode d'usage de l'eau en Espagne et au Maroc*. Thèse de doctorat en Sciences économiques, Université de Grenoble-Alpes.
- Costa, J. (1911) *Política hidráulica (misión social de los riegos en España)*, Biblioteca J. Costa, Madrid [édition numérique, Biblioteca virtual universal : <<http://www.biblioteca.org.ar/resultados.asp>>].
- Falkenmark, M. (1986) Macro-scale water supply / Demand comparison on the global scene. *Beiträge zur Hydrologie*, Sonderheft 6, 15-40.
- Milano, M. (2012) *Changements globaux en Méditerranée : impacts sur le stress hydrique et la capacité à satisfaire les demandes en eau*. Thèse de doctorat en eaux continentales et sociétés, Université Montpellier 2.
- Milano, M., Ruelland, D., Dezetter, A., Fabre, J., Ardoin-Bardin, S. et Servat, E. (2013) Modeling the current and future capacity of water resources to meet water demands in the Ebro basin. *J. Hydrol.*, 500, 114-126.
- Shiklomanov, I.A. (1991) The world's water resources. In. *Proc. Int. Symp. To Commemorates 25 Years of the IHP*. Ed. by UNESCO/IHP, Paris, 93-126. [<<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/>>].

Anticiper le stress hydrique dans le futur : une simple affaire de climat ?

Emmanuel Reynard

Université de Lausanne, Institut de géographie et durabilité

Anticiper le stress hydrique

Un système de gestion de l'eau quel qu'il soit (un aménagement hydroélectrique, un système de distribution d'eau potable, un réseau d'irrigation, etc.) s'inscrit dans un contexte naturel (hydrologie, climat) et socio-économique particulier et bien défini. La compréhension de son fonctionnement nécessite ainsi de l'appréhender comme un système socio-hydrologique et d'analyser les différents éléments – hydrologiques, sociaux, techniques – qui le composent.

Les rapports publiés ces dernières années, tant au niveau international (GIEC, Agence européenne de l'environnement) que national (publications de ProClim ou de l'OcCC en Suisse) montrent que les ressources en eau sont l'une des composantes naturelles les plus fortement impactées par les changements du climat : modifications des régimes hydrologiques, fonte des neiges et des glaces, intensification des phénomènes extrêmes (sécheresses, crues), hausse des températures de l'eau, dégradation des écosystèmes par intrusion saline ou baisse des niveaux d'eau, etc. Ces impacts potentiellement dommageables sont autant de transformations du fonctionnement des hydrosystèmes qui pourraient avoir des répercussions sur la gestion de l'eau dans le futur. C'est notamment le cas lorsque ces impacts réduisent la disponibilité des ressources en eau nécessaires à la satisfaction des demandes en eau, ce qui est le cas pour de nombreuses régions du monde.

Du point de vue des demandes, la pression démographique, l'intensification de l'agriculture, l'urbanisation et l'industrialisation sont toutes considérées comme des facteurs tendant à péjorer la situation. La tendance est à l'augmentation de la pression sur les ressources en eau, tant du point de vue quantitatif (augmentation des prélèvements) que qualitatif (pollution), du fait de la croissance démographique, de l'expansion des surfaces irriguées et de la pollution des eaux par les rejets domestiques et industriels. A cela s'ajoutent, pour certains secteurs, les impacts directs du changement climatique (par ex. l'augmentation de l'évapotranspiration modifie les besoins en eau d'irrigation, la modification des régimes hydrologiques devrait influencer la production hydroélectrique, etc.). Dès lors, la sécurité hydrique, c'est-à-dire la garantie d'accès à une ressource en eau suffisante et de bonne qualité pour satisfaire tous les besoins des différents usagers sans contrevenir aux impératifs écologiques, tend à se dégrader. Se posent, dans ce contexte, les questions de l'accès futur à la ressource et de l'adéquation entre ressources et demandes en eau.

Dans ce cadre, il est clair et communément admis que les changements climatiques jouent et joueront un rôle central, tant sur la disponibilité des ressources que sur les demandes en eau. Néanmoins, l'importance des facteurs socio-économiques ne doit pas être pour autant négligée. A titre d'exemple, le déplacement d'une part de la production industrielle européenne en direction de l'Asie, de la Chine en particulier, provoque une réduction de la

demande en eau industrielle sur le continent européen et une forte augmentation de la pression sur les ressources en eau en Asie. En d'autres termes, l'empreinte hydrique industrielle se déplace d'un continent à l'autre. Ainsi, une anticipation de ce que pourrait être l'économie dans plusieurs décennies s'avère autant nécessaire que la modélisation du climat futur, afin de prévenir les éventuelles situations de stress hydrique.

Dans cette perspective, plusieurs recherches menées ces dernières années ont tenté d'appréhender les stratégies de gestion durable des ressources en eau en tenant compte des facteurs socio-économiques en vertu du principe de la garantie des besoins des générations futures, et ainsi d'analyser ce que pourrait être le visage de la sécurité hydrique dans le futur. Ces recherches permettent de montrer que les facteurs socio-économiques sont parfois prédominants pour expliquer les situations de stress hydrique à venir : c'est le cas notamment d'une étude conduite récemment dans la région de Crans-Montana-Sierre.

L'exemple de la région de Crans-Montana-Sierre

Il y a stress hydrique lorsque la ressource (l'offre en eau, tant en qualité qu'en quantité) ne permet pas de satisfaire toutes les demandes. Afin de mesurer le stress hydrique et d'anticiper son évolution, il convient donc de quantifier autant l'offre que les demandes (*voir également, dans ce dossier, l'article d'Arnaud Buchs et Marianne Milano sur la pénurie hydrique*).

À l'échelle globale, on a tendance à simplifier la multiplicité des demandes en les ramenant à une seule variable : la population ou les prélèvements totaux actuels et à venir. Il s'agit bien sûr d'estimations grossières qui se justifient néanmoins à l'échelle globale pour identifier les régions les plus vulnérables au stress hydrique.

À l'échelle régionale (ou sous-continentale : l'Europe, le bassin méditerranéen, les Alpes), plusieurs recherches ont tenté de modéliser les demandes potentielles futures par grands types d'usagers (en particulier pour l'irrigation et le secteur domestique ; voir par ex. Milano *et al.*, 2013) en s'appuyant toujours sur ces indices globaux.

À l'échelle locale ou de petits bassins versants régionaux, peu de travaux ont jusqu'ici tenté d'évaluer l'évolution des demandes. En cela, le projet entrepris dans la région de Crans-Montana-Sierre, par les universités de Berne, Fribourg et Lausanne dans le cadre du projet *MontanAqua* du Programme national de recherche 61 *Gestion durable de l'eau* apparaît comme étant tout à fait original (Weingartner et Reynard, 2010 ; Reynard *et al.*, 2013, 2014). Couvrant une surface d'environ 130 km², la zone d'étude comprenait 11 communes situées dans la région la plus sèche de Suisse et présentant des profils socio-économiques variés allant de la petite ville (Sierre) à la station touristique de montagne (Crans-Montana), en passant par les communes résidentielles et viticoles du coteau.



Les lacs – ici celui de la Moubra - font le charme de la station de Crans-Montana. Ils servent surtout à stocker de l'eau pour l'irrigation et parfois pour l'approvisionnement en eau potable (photo : E. Reynard)

L'étude a analysé en profondeur les systèmes actuels de gestion de l'eau à l'échelle régionale ainsi que les impacts des changements climatiques et socio-économiques sur la gestion de l'eau d'ici 2050. Les chercheurs ont également évalué la durabilité de la gestion de l'eau, dans sa forme actuelle et selon différents scénarios d'évolution dans le futur (Schneider *et al.*, 2014).

L'évolution de la ressource a été appréhendée d'une part en installant un réseau dense de stations climatologiques et hydrologiques, afin d'affiner les gradients de précipitations connus pour la région. Cette analyse a été complétée par des mesures radar sur le glacier de la Plaine Morte, qui ont permis d'évaluer son volume à environ 0.82 km³ en 2011 (Huss *et al.*, 2013), et par des traçages hydrogéologiques pour mieux comprendre les circulations souterraines d'eau. D'autre part, une modélisation de la ressource future a été établie, sur la base de scénarios climatiques régionaux futurs

pour la Suisse (CH2011, 2011) et de modèles glaciologiques et hydrologiques. Ces différents travaux ont montré qu'au milieu du XXI^e siècle, la ressource totale disponible annuellement dans la région devrait se maintenir par rapport à l'actuelle grâce à la contribution du glacier de la Plaine Morte. En effet, jusque vers 2060, ce glacier devrait fortement contribuer aux écoulements. Cette situation pourrait néanmoins être amenée à changer au-delà de cette période en raison d'un volume de glace à fondre plus réduit (Huss *et al.*, 2013). Ce tableau ne doit cependant pas occulter des situations qui pourront être beaucoup plus critiques à l'occasion d'années sèches (comme en 2003 et 2011 par exemple) et également en deuxième partie d'été avec une ressource en eau devenue temporairement indisponible. Enfin, il existe des disparités géographiques fortes. En effet, les ressources en eau des communes situées sur le coteau sont déjà beaucoup plus limitées que celles des communes de montagne, une situation qui devrait encore s'accroître.



Station de mesures climatologiques installée sur les prairies de Chermignon par le projet MontanAqua (photo : E. Reynard).

L'évaluation des demandes en eau futures a été relativement ardue (Bonriposi, 2013). En effet, il est difficile de s'imaginer ce que pourrait être la situation socio-économique dans la région dans 40 ans. Il suffit pour cela de jeter un regard en arrière pour observer comment la région a évolué depuis la fin des années 1960 : explosion du tourisme hivernal et des constructions dans la station, réduction drastique de l'élevage, développement marqué de l'exploitation viticole dans les années 1970 et 1980 avant une régression depuis le début des années 2000, périurbanisation importante dans toutes les communes, etc. Pour appréhender cette incertitude, plusieurs scénarios ont été établis et discutés avec un groupe d'accompagnement formé d'acteurs locaux (politiques, associatifs, professionnels, usagers).

Quatre scénarios ont ainsi été testés :

- i. un scénario d'expansion, « *business-as-usual* », qui prévoit un développement futur selon la tendance actuelle ;
- ii. un scénario de stabilisation, qui prévoit une stabilisation démographique, une densification du bâti, une évolution du tourisme (rééquilibrage entre les saisons) et une amélioration de la gestion technique de l'eau (notamment la séparation des réseaux d'irrigation et d'eau domestique) ;
- iii. un scénario de modération, qui prévoit des changements drastiques au niveau territorial notamment l'abandon du tourisme hivernal basé sur l'enneigement artificiel et le développement du tourisme doux, la diminution de la population, le développement d'une agriculture extensive ainsi qu'un fort développement de l'irrigation au goutte-à-goutte ;
- iv. un scénario intermédiaire élaboré par les acteurs locaux, qui combine des éléments des scénarios 2 et 3. Pour chacun de ces scénarios, des cartes virtuelles d'occupation du sol à l'horizon 2050 ont été établies et un calcul de l'évolution des différentes demandes en eau (eau domestique, irrigation, enneigement artificiel, etc.) a été réalisé (Bonriposi, 2013).

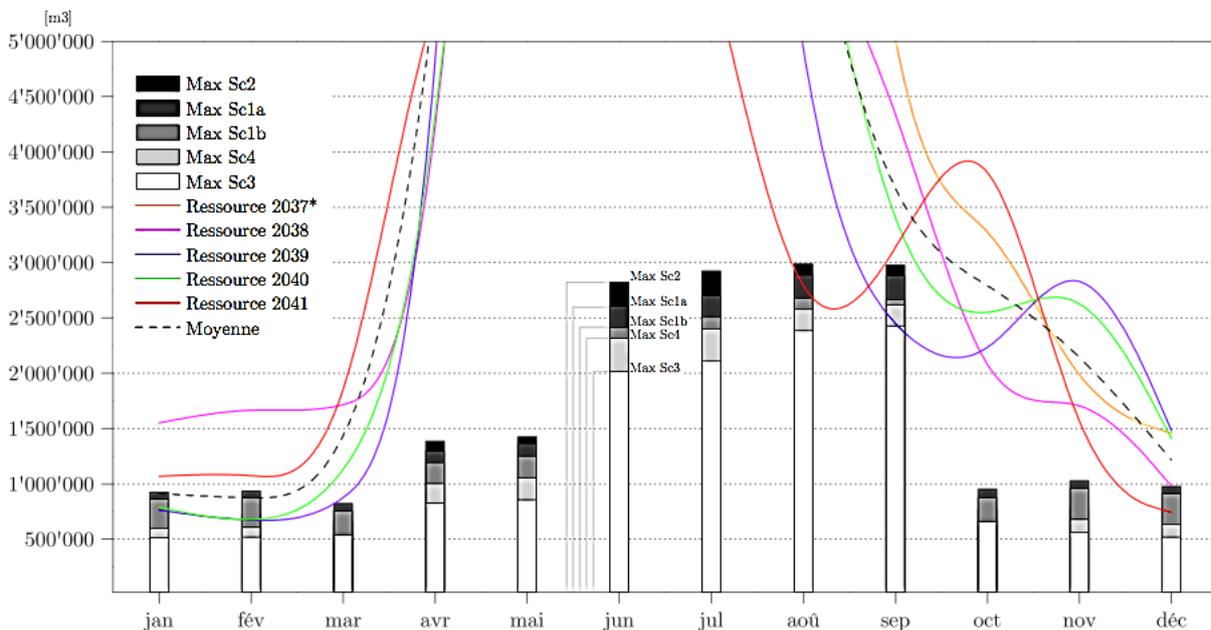
Ainsi, la demande en eau pour l'enneigement artificiel explose dans le scénario 1 car ce dernier prévoit l'enneigement de tout le domaine skiable ; elle se réduit à 0 dans le scénario 3, qui prévoit l'abandon total de cette pratique. Pour la demande en eau domestique, ont été pris en compte l'augmentation potentielle de la population, mais également l'évolution du bâti (densification des zones à bâtir) et de ses effets en termes de demande en eau (l'habitat individuel dispersé nécessite beaucoup d'eau pour l'arrosage des jardins et pelouses). Pour l'irrigation ont été considérés autant les changements climatiques (par ex. une élévation de l'altitude supérieure de la vigne en raison du réchauffement du climat) que l'évolution des pratiques (développement de la micro-irrigation dans les scénarios 2 et 3).

Tableau 1. Demandes actuelles en eau et variations futures selon différents scénarios

	Eau potable	Irrigation	Irrigation des golfs	Enneigement artificiel	Total arrondi (entre parenthèses : besoins maximaux)	Hydroélectricité
2010 Année normale	7.7	2.4	0.08	0.3	10.5	67.5
2011 Année sèche	8.2	4.8	0.09	0.45	13.6	61.2
Demande future Scénario 1a	+33.5%	-18.7%	+7.8%	+77%	+24% (+59%)	?
Demande future Scénario 1b	+23.1%	-24.8%	+7.8%	+77%	+24% (+48%)	?
Demande future Scénario 2	+7.6%	+32.6%	+14.5%	-19%	+19% (+60%)	?
Demande future Scénario 3	-9.6/-16.8%	-34%	+6.8%	-100%	-13% (+18%)	?
Demande future Scénario 4 (Acteurs locaux)	+7.6%	-0.2%	+5.8%	-19%	-3% (+49%)	?

Demandes actuelles en eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (valeurs arrondies, en millions de m³) et variations dans le futur (en % par rapport à une année normale) selon différents scénarios (selon Reynard *et al.*, 2013). La différence entre les scénarios 1a et 1b est liée à l’augmentation démographique, plus élevée pour le scénario 1a.

Figure 1. Estimation des ressources et des besoins futurs (sans l’hydroélectricité)



Estimation des ressources et des besoins futurs (sans l’hydroélectricité). Les eaux utilisables respectent les débits résiduels minimaux selon la Loi fédérale sur la protection des eaux. Tiré de Reynard *et al.* (2013).

Les résultats, représentés dans la page précédente (tableau 1. et figure 1.), montrent que dans la région de Crans-Montana-Sierre, les changements socio-économiques régionaux influenceront fortement la demande en eau future et de ce fait joueront un rôle plus important que les modifications climatiques en termes de stress hydrique. Ainsi, il apparaît clairement que tant en hiver qu'en seconde partie d'été (août-septembre), les scénarios 1 et 2, qui induisent un développement territorial plus gourmand en eau que les scénarios 3 et 4, portent en eux un potentiel de stress hydrique important. A partir de ce constat, nous avons pu communiquer un message positif aux acteurs locaux : le changement climatique est certes une contrainte supplémentaire dans la gestion du territoire, en particulier des ressources en eau, mais il ne s'agit pas d'une fatalité sur laquelle les acteurs locaux n'ont aucune prise ; au contraire, l'anticipation du stress hydrique passe par une réflexion profonde sur le modèle de développement socio-économique à privilégier. Une réflexion qui reste toutefois encore à mener et qui est entre les mains des politiques... mais aussi des citoyens !

Remerciements

Le projet MontanAqua, dirigé par le Prof. Rolf Weingartner (Université de Berne), a été réalisé dans le cadre du Programme national de recherche 61 sur la gestion durable de l'eau (www.pnr61.ch) et a bénéficié du soutien du Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS, subside 406140-125964). Les réflexions présentées dans cet article ont bénéficié des travaux communs des chercheurs des universités de Berne, Fribourg et Lausanne impliqués dans le projet. La version initiale de cet article a par ailleurs bénéficié des remarques et propositions très pertinentes de Marianne Milano et Arnaud Buchs, chercheurs post-doctoraux à l'IGD. Qu'ils en soient remerciés.

Références

- Bonriposi, M. (2013). *Analyse systémique et prospective des usages de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Suisse)*. Thèse de doctorat en géographie, Université de Lausanne, Disponible sur www.unil.ch/igul/page83721.html (accès le 17 juin 2014).
- CH2011, (2011). *Swiss Climate Change Scenarios CH2011*. C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, OcCC, Zurich.
- Huss, M., Voinesco, A., et Hoelzle, M. (2013). Implications of climate change on Glacier de la Plaine Morte, Switzerland. *Geogr. Helv.*, 68, 227-237.
- Milano, M., Ruelland, D., Fernandez, S., Dezetter, A., Fabre, J., Servat, E., Fritsch, J.-M., Ardoin-Bardin, S., et Thivet, G. (2013) Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes. *Hydrol. Sc. J.*, 58(3), 498-518.
- Reynard, E., Bonriposi, M., Graefe, O., Herweg, K., Homewood, C., Huss, M., Kauzlaric, M., Liniger, H., Rey, E., Rist, S., Schädler, B., Schneider, F., et Weingartner, R. (2013). *MontanAqua. Anticiper le stress hydrique dans les Alpes – Scénarios de gestion de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Valais). Résultats finaux et recommandations*. Lausanne, Universités de Berne, Lausanne et Fribourg. Disponible sur : <http://p3.snf.ch/project-125964> (accès le 17 juin 2014).
- Reynard, E., Bonriposi, M., Graefe, O., Homewood, C., Huss, M., Kauzlaric, M., Liniger, H., Rey, E., Rist, S., Schädler, B., Schneider, F., et Weingartner, R. (2014). Interdisciplinary assessment of complex regional water systems and their future evolution: how socioeconomic drivers can matter more than climate. *WIRES Water*, 1, 413-426. DOI: 10.1002/wat2.1032
- Schneider, F., Bonriposi, M., Graefe, O., Herweg, K., Homewood, C., Huss, M., Kauzlaric, M., Liniger, H., Rey, E., Reynard, E., Rist, S., Schädler, B., et Weingartner, R. (2014). Assessing the sustainability of water governance systems: the sustainability wheel. *Journal of Environmental Planning and Management*, DOI: 10.1080/09640568.2014.938804
- Weingartner, R., et Reynard, E. (2010). Pénurie d'eau en région intra-alpine. Projet d'étude pour une utilisation durable de l'eau en Valais, dans la région de Crans-Montana. *Météo Magazine*, 6, 60-61.

La fragmentation institutionnelle communale au détriment des ressources

Christine Homewood et Olivier Graefe

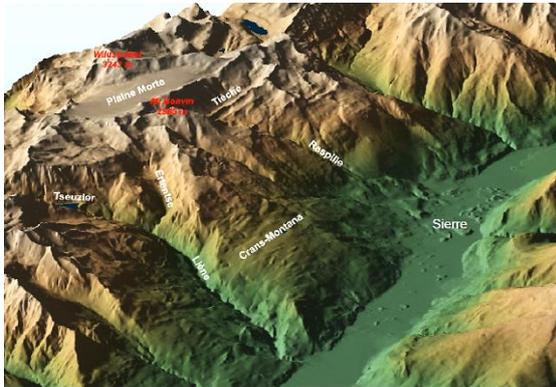
Université de Fribourg, Département des géosciences

Emmanuel Reynard

Université de Lausanne, Institut de géographie et durabilité

En matière de gestion de l'eau en Suisse, il a longtemps été question de « l'économie des eaux », la gestion étant limitée à une seule tâche : exploiter l'eau de manière à assurer une satisfaction maximale des besoins. Dans cette politique de l'offre, on a ainsi assisté à une multiplication des infrastructures hydrauliques destinées à augmenter la disponibilité de la ressource pour satisfaire différents usages.

Contrairement à d'autres pays comme la France ou le Royaume-Uni, où la majorité du service public d'eau potable a été déléguée à des opérateurs privés, la distribution de l'eau potable en Suisse est la plupart du temps restée en mains communales. Les communes ont ainsi à leur charge la totalité de la gestion des eaux urbaines, de l'approvisionnement à l'évacuation, en passant par le traitement et la distribution, ce qui a fait naître de multiples « empires municipaux » de gestion de l'eau dans les grandes villes de Suisse (Pflieger, 2009).



La région Crans-Montana-Sierre, entre la plaine du Rhône et le glacier de la Plaine Morte (document MontanAqua)

Dans la région de Crans-Montana-Sierre, investiguée dans le projet MontanAqua (Reynard *et al.*, 2013, 2014) réalisé dans le cadre du Programme national de recherche 61 ([PNR 61](#)) du Fonds national suisse de la recherche scientifique, les communes jouent un rôle central dans la gestion de la ressource en tant que propriétaires des eaux de surface. Cette région nous sert ici d'exemple pour montrer comment la fragmentation de la gestion de l'eau au niveau communal se traduit souvent par un manque de vision d'ensemble dans la gestion des ressources en eau (*sur les résultats du projet MontanAqua, lire aussi la contribution d'E. Reynard dans l'article précédent de ce cahier*).

Une région, trois modèles de gestion différents

La région de Crans-Montana-Sierre est subdivisée en 11 communes de taille et de profils socioéconomiques divers. C'est l'une des régions les plus sèches de Suisse et la pluviométrie est très inégalement répartie, passant de moins de 600 mm par année en plaine à plus de 3000 mm sur les sommets des Alpes bernoises. La région a été le témoin de changements économiques importants (développement de la vigne, réduction de l'élevage, explosion du tourisme de masse) qui se sont traduits par une forte expansion démographique et urbaine au cours des dernières décennies.

Dans ce contexte, la pression sur l'eau a eu tendance à augmenter et les situations de pénurie ne sont pas inexistantes comme l'ont montré les épisodes de manque d'eau qu'ont connues les communes de Lens (1969, 1989), Randoigne (1989, 1990) et plus récemment Montana (2003). Ces pénuries ont, jusqu'à présent, été résolues soit par des solutions techniques (construction de nouveaux captages, de nouvelles conduites ou de nouvelles infrastructures de stockage), soit par des solutions politiques (principalement des conventions d'achat d'eau, le plus souvent orales). Il s'agit de solutions ad hoc sectorielles et ponctuelles qui n'ont jamais amené de profondes remises en question du système.

Dans la deuxième moitié du XXI^e siècle, le climat du Valais pourrait ressembler au type de climat que l'on trouve actuellement dans les Alpes méditerranéennes du Sud de la France, avec une tendance vers des hivers plus humides et des étés plus secs et chauds, ainsi qu'une augmentation des périodes de sécheresse⁵ et donc de possibles pénuries saisonnières. La pression sur l'eau pourrait ainsi devenir plus forte, augmentant d'autant le stress hydrique.

L'analyse détaillée des modalités de gestion de l'eau potable de la région a permis de mettre en évidence trois modèles de gestion différents :

- un modèle centré sur l'autorité communale (St-Léonard, Miège, Veyras, Venthône),
- un modèle mixte qui allie une gestion intercommunale et communale (les six communes concernées par la station de Crans-Montana)
- et un modèle de gestion par services industriels (Sierre).

De plus, la région présente trois réseaux hydrauliques distincts: celui du Haut-Plateau (les six communes concernées par la station touristique de Crans-Montana), celui de Sierre et ses communes limitrophes et celui de St-Léonard. S'il existe une certaine collaboration entre les communes à l'intérieur de chaque réseau, ces trois réseaux ne sont cependant pas raccordés entre eux, que ce soit à cause de leur situation géographique (la commune de St-Léonard est isolée des autres communes), à cause d'une absence de planification et d'une faible coordination entre communes voisines (on pense ici aux communes du Haut-Plateau et à celles de la Noble Contrée de Sierre).



Le lac de Tseuzier, lac de barrage pour l'hydroélectricité, stocke aussi de l'eau pour l'irrigation, l'enneigement artificiel et l'approvisionnement en eau potable (photo : E. Reynard)

De l'analyse de ces trois modes de gestion, il ressort que le système de gestion de l'eau est fortement influencé par le politique, mais qu'il est toutefois peu thématiqué par les politiques. La gestion reste une affaire en effet réservée aux techniciens et à leur pouvoir conféré par une compétence très spécialisée : l'acceptation de cette approche technique ne dépend pas tant de la compétence des techniciens et de la validité de l'avis technique, mais plutôt de la mesure dans laquelle elle renforce les positions existantes. Le savoir technique est ici synonyme de pouvoir.

Un système institutionnel dense

Une des principales caractéristiques de la région est la forte densité institutionnelle des entités de gestion de l'eau (potable ou d'irrigation) et les interactions qui en découlent. Les autorités locales sont en charge de l'approvisionnement en eau potable, une compagnie hydroélectrique exploite les eaux stockées dans un lac de retenue qui sont également utilisées pour la production d'eau potable et de neige artificielle, les associations de propriétaires fonciers réunis en consortages se chargent de l'irrigation, les *bourgeoisies*, institutions regroupant des personnes originaires des communes de la région, administrent les ressources villageoises, et enfin les entrepreneurs du secteur touristique figurent parmi les acteurs les plus importants.

⁵ Voir les conclusions du projet européen [ACOWA](#) (*Assessing Climate impacts on the Quantity and quality of Water*)

À cause de la multipositionnalité de certains acteurs qui sont souvent impliqués dans plusieurs de ces institutions, il est difficile de définir clairement les frontières entre les gestions des différents services d'eau. Ce phénomène se trouve renforcé par le fait que dans certaines communes, les réseaux d'eau potable et d'irrigation ne sont pas complètement séparés : l'eau potable est, au besoin, utilisée pour l'irrigation.

De cette densité institutionnelle résulte une multiplicité des centres de pouvoir (communes, consortages, bourgeoisies, entreprises privées) et une diversité des échelles d'intervention (locale, cantonale) qui complexifient le système de gestion de l'eau potable. De plus, toutes ces entités sont également détentrices de différents droits (de propriété, d'usage, etc.) et de devoirs sur la ressource eau. Cette situation aboutit à un système très complexe marqué par des transferts d'eau entre les communes, les institutions de gestion communautaire et les entreprises privées et un réel marché de l'eau à l'échelle régionale, avec des structures tarifaires extrêmement hétérogènes.

Cette gestion axée sur l'offre tend de plus à marginaliser les communes en aval même si l'asymétrie entre les utilisateurs en amont et en aval implique que les utilisateurs en amont doivent renoncer à certains avantages potentiels de l'eau. De plus, le découpage administratif de la région en plusieurs communes politiques ne correspond pas toujours à la disponibilité de la ressource qui, elle, est fortement conditionnée par des limites naturelles (Reynard, 2001). Ceci se ressent particulièrement dans la station de Crans-Montana, où les communes les moins concernées par le tourisme (Icogne et Mollens) détiennent les plus grandes quantités d'eau.

Vers de nouveaux modes de régulation plus durables ?

Si ce système a bien fonctionné jusqu'à maintenant, c'est principalement grâce à l'actualisation et la reproduction de certains référentiels partagés par les acteurs en place et utilisés comme une légitimation des pratiques de gestion. Ainsi, les stratégies de gestion de la région de Crans-Montana-Sierre restent dans cette optique, motivées par des facteurs économiques de cette région de montagne où l'eau fait partie intégrante de l'offre touristique.



Prise d'eau d'irrigation du bisse de Tsittoret sur le torrent de la Tièche (photo aqueduc.info)

La gestion des ressources est concentrée sur la manipulation des ressources hydriques, de leur source naturelle vers les lieux où s'expriment les demandes (eau potable, eau d'irrigation, enneigement artificiel, hydroélectricité, etc.) et les conflits potentiels sont en général réglés grâce à l'exploitation (et dans certains cas la surexploitation, au détriment des besoins de la nature) de la ressource en eau. Ainsi, les diverses pénuries ponctuelles observées jusqu'à présent sont surtout imputables à un déficit de la gestion plutôt qu'à un déficit naturel, et ce malgré les ressources en eau très variables pour chaque commune.

Les approches cloisonnées de la gestion de l'eau conduisent également à d'importantes inégalités dans les prestations et dans les tarifs. Ainsi, ce système de gestion est en perpétuelle transformation, avec des structures de gestion parallèles qui reflètent une absence de stratégie politique à long terme. Cela se traduit principalement par un important déficit d'information entre les communes, dû notamment à la dispersion et à la fragmentation des données liées à l'eau, par un certain déficit de financement du secteur de l'eau dans certaines communes et à un recours aux subventions croisées, et un manque de responsabilisation des usagers de l'eau dans la région. Nous considérons que cette fragmentation institutionnelle péjore la durabilité du système de gestion actuel (Schneider *et al.*, 2014).

Le projet MontanAqua a montré qu'à l'avenir les changements socioéconomiques auront des répercussions plus importantes que le changement climatique sur la situation hydrique régionale (Reynard *et al.*, 2013, 2014). Nous pensons que la fragmentation institutionnelle et territoriale observée sera un frein à la capacité d'adaptation du système de gestion aux nouvelles conditions. Afin de pouvoir développer une gestion proactive, plus centrée sur la demande que sur l'offre, il serait à notre avis judicieux d'instaurer la mise en place d'une véritable institution de gestion de l'eau supra-communale qui aille au-delà du simple développement d'infrastructures techniques, tout en bénéficiant de moyens juridiques et financiers adéquats. Une telle entité aurait pour effet de dégager des économies d'échelle, de simplifier le système de gestion, d'en renforcer la capacité d'adaptation aux situations nouvelles et, surtout, d'améliorer la composante sociale de la durabilité du système.

Remerciements

Le projet MontanAqua a été réalisé par les universités de Berne, Fribourg et Lausanne dans le cadre du Programme national de recherche 61 sur la gestion durable de l'eau (www.pnr61.ch) et a bénéficié du soutien du Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS, subside 406140-125964). Nous remercions les nombreuses personnes de la région qui nous ont accordé des entretiens et nous ont permis de mieux comprendre le système de gestion de l'eau à l'échelle régionale. Nous remercions également nos collègues du projet MontanAqua pour les fructueuses discussions scientifiques autour de la problématique du projet.

Références

- Pfieger, G. (2009) *L'eau des villes. Aux sources des empires municipaux*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Collection Le savoir suisse.
- Reynard, E. (2001) Aménagement du territoire et gestion de l'eau dans les stations touristiques alpines. Le cas de Crans-Montana-Aminona (Valais, Suisse). *Revue de géographie alpine*, 89, 7-19.
- Reynard, E., Bonriposi, M., Graefe, O., Herweg, K., Homewood, C., Huss, M., Kauzlaric, M., Liniger, H., Rey, E., Rist, S., Schädler, B., Schneider, F., et Weingartner, R. (2013) MontanAqua. *Anticiper le stress hydrique dans les Alpes – Scénarios de gestion de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Valais). Résultats finaux et recommandations*. Universités de Berne, Lausanne et Fribourg 10 p. Disponible sur : <http://p3.snf.ch/project-125964> (accès le 17 juin 2014).
- Reynard, E., Bonriposi, M., Graefe, O., Homewood, C., Huss, M., Kauzlaric, M., Liniger, H., Rey, E., Rist, S., Schädler, B., Schneider, F., and Weingartner, R. (2014) Interdisciplinary assessment of complex regional water systems and their future evolution: how socioeconomic drivers can matter more than climate. *WIREs Water*, 1, 413-426. DOI: 10.1002/wat2.1032
- Schneider, F., Bonriposi, M., Graefe, O., Herweg, K., Homewood, C., Huss, M., Kauzlaric, M., Liniger, H., Rey, E., Reynard, E., Rist, S., Schädler, B., and Weingartner, R. (2014) Assessing the sustainability of water governance systems: the sustainability wheel. *Journal of Environmental Planning and Management*, DOI: 10.1080/09640568.2014.938804

Le fétichisme du bassin versant

Olivier Graefe

Université de Fribourg, Département des géosciences

Le bassin versant est devenu l'échelle de référence en matière de gestion de l'eau en Suisse comme ailleurs. Le choix de cette échelle répond à des préoccupations croissantes concernant la dégradation de la qualité de l'eau et la pénurie, qu'elle ait été observée ou pronostiquée pour l'avenir. Cette réponse est issue d'une critique de l'approche sectorielle qui a longtemps dominé la gestion de l'eau. Selon ce diagnostic, la segmentation des approches agricoles, hydroélectriques, industrielles et environnementales, chacune œuvrant à des échelles différentes, serait responsable de l'absence de coordination et ainsi de la dilapidation des ressources. De plus, la gestion de l'eau par l'offre est largement dominante, c'est-à-dire que l'objectif est d'augmenter systématiquement l'offre en eau à l'aide d'une approche technique sans considérer les coûts et les limites écologiques d'une telle approche.

Pour répondre à ces préoccupations, l'échelle du bassin versant a été mise en avant pour faciliter l'intégration et la coordination des différents secteurs et intérêts à une même échelle. Déjà présentée comme solution aux problèmes hydriques dans l'ouest des États-Unis et dans certaines colonies arides dans la seconde moitié du 19^{ème} siècle, cette approche du bassin versant comme unité territoriale de gestion de l'eau a ensuite été adoptée au cours du 20^{ème} siècle dans différents pays européens. Mais les autorités gestionnaires de ces bassins versants - telles les *Wasserverbände* en Allemagne, les *British Drainage Boards* au Royaume Uni, les *Confederaciones Sindicales Hidrográficas* en Espagne et la *Compagnie Nationale du Rhône* en France - sont tout d'abord responsables de la qualité de l'eau, de l'exploitation hydroélectrique, des mesures de drainage et souvent associées à de grands, voire très grands projets de barrages et systèmes d'irrigation. Transformées en agences de l'eau en France ou en autorités régionales de l'eau au Royaume Uni, ces instances sont donc avant tout responsables des mesures de protection de la qualité de l'eau plutôt que de la gestion des ressources hydriques à l'échelle du bassin versant.

C'est à partir des années 1990 et surtout des années 2000 que le bassin versant devient véritablement la pierre angulaire du nouveau paradigme de la gestion de l'eau : la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE). Les législations sont modifiées en faveur d'une gestion davantage intégrée à cette échelle. La directive-cadre sur l'eau (DCE) de l'Union Européenne impose par exemple aux pays membres de définir des bassins hydrographiques et d'établir des instances de gestion, à l'exemple des agences de l'eau en France.

D'innombrables documents stratégiques, politiques publiques, directives et conférences à des niveaux nationaux et internationaux soulignent à satiété la pertinence du bassin versant comme unité territoriale de la gestion de l'eau. Le bassin versant est devenu un véritable objet fétiche des politiques et des gestionnaires de l'eau et il convient de s'interroger sur ce choix qui fonde la nouvelle politique de gestion et la fétichisation de cet objet.

L'argument principal justifiant cette échelle de gestion est celui de la frontière naturelle de la ligne de partage des eaux. Si cette ligne existe à l'évidence, le choix de cette frontière ne s'impose pas en soi mais ressort d'un choix *politique*, c'est-à-dire que cette échelle a été privilégiée au détriment d'autres possibilités administratives, sociales ou économiques par exemple. De plus, la frontière hydrologique est allègrement transgressée sur tous les continents par des transferts d'eau entre bassins versants, parfois à très grande échelle comme en Chine ou aux Etats-Unis. 120 millions de personnes à l'échelle mondiale dépendent déjà de transferts d'eau pour leur approvisionnement en eau potable.

La réalité hydraulique ne correspond ainsi en rien aux préceptes hydrologiques et laisse l'observateur encore plus perplexe devant le choix exclusif du bassin versant comme unité territoriale de gestion. La prégnance de la rationalité hydrologique, c'est-à-dire des sciences naturelles par rapport à d'autres rationalités, révèle une logique de dépolitisation (Graefe, 2011, 2013). Elle vise à retirer la gestion de l'eau aux instances politiques élues et administratives existantes et à la soustraire à leurs rapports de pouvoir et à leurs hiérarchies afin d'établir la nouvelle « gouvernance » promulguée par tant d'institutions nationales et internationales.

Selon cette perspective critique, cette gouvernance tente de remplacer les structures gouvernementales en réduisant l'aspect politique et en renforçant les rationalités scientifiques (des sciences naturelles), techniques et managériales au sein des nouvelles instances de gouvernance. Cette gouvernance est réduite à des procédures, des mesures et des contrôles qui, sous couvert de la participation et de la recherche de consensus, mettent en œuvre une approche technocratique et autoritaire conduite par des administrateurs et experts environnementaux.

La prédilection du bassin versant pour la gestion de l'eau, celle d'une seule échelle gestionnaire, semble non seulement naïve mais également et surtout erronée au regard de l'inter-connectivité des bassins et de l'articulation des échelles de production et de consommation de l'eau. La question de la « bonne échelle de gestion » n'est pas une question conceptuelle ou théorique mais reste empirique et politique. Il s'agit d'identifier l'échelle de gestion à travers un processus de décision démocratique qui n'essaie pas d'évacuer ou de supprimer les tensions et les conflits d'intérêts. Il s'agit au contraire de problématiser et de politiser la gestion de l'eau et son échelle.

Références

- Graefe, O. (2011) River Basins as new Environmental Regions? The depolitization of water management. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 14, 24-27.
- Graefe, O. (2013) The river basin as a territorial water management unit – Toward post-politicalwater management. In Arnaud-Fassetta G., Masson E., Reynard E. (eds). *European continental hydrosystems under changing water policy*. Pfeil, München, 11-16.

Participation des usagers dans l'aménagement des cours d'eau en Suisse : premiers résultats d'une enquête nationale

Stephan Utz

Université de Lausanne, Institut de géographie et durabilité

Nora Buletti

Université de Fribourg, Département des géosciences

La participation dans l'aménagement des cours d'eau

Un projet d'aménagement des cours d'eau est considéré comme réussi si les objectifs fixés ont été atteints ; ceux-ci peuvent être d'ordre sécuritaire, économique, environnemental et/ou récréatif. La réalisation de ces objectifs ne dépend pas uniquement de contingences techniques et législatives, mais également d'enjeux sociaux (Hostmann *et al.*, 2005 ; Woolsey *et al.*, 2005). En effet, dans un projet d'aménagement de cours d'eau, il ne s'agit pas seulement de maîtriser l'écoulement des eaux par différentes mesures techniques, mais également d'essayer de satisfaire les attentes de tous les acteurs concernés par le cours d'eau (riverains, usagers notamment). Cette multiplicité d'enjeux débouche souvent sur des conflits plus ou moins ouverts qui ralentissent, voire empêchent la réalisation du projet d'aménagement.

En Suisse, en raison de l'exiguïté territoriale, il y a souvent superposition d'intérêts concurrents à proximité des cours d'eau, comme la production hydroélectrique, l'exploitation des surfaces agricoles, le développement des zones à bâtir ou encore la protection de l'environnement, ce qui rend les questions relatives à l'espace des cours d'eau particulièrement sensibles. La recherche de compromis autour des projets d'aménagement des cours d'eau fait donc souvent face à des controverses. De plus, le système démocratique suisse offre la possibilité au public de remettre en question certaines décisions, ce qui nécessite une bonne acceptation des projets d'aménagement des cours d'eau pour permettre leur aboutissement. Il est donc important d'associer le public et l'ensemble des milieux concernés à l'élaboration des projets d'aménagement des cours d'eau à travers un processus dit de planification participative.

En Suisse, l'aménagement des cours d'eau incombe aux cantons, qui peuvent ensuite déléguer cette responsabilité aux communes. De son côté, la Confédération assure essentiellement un rôle de supervision en proposant différentes recommandations et lignes directrices et en subventionnant certains projets.

Pour l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), la planification participative permet d'une part d'améliorer la qualité des projets en incluant les connaissances locales et d'autre part de favoriser leur acceptation par le public grâce à une plus forte identification des acteurs au projet. Afin d'inciter les entités responsables de l'aménagement des cours d'eau à mettre en place des processus participatifs lors de projets de protection contre les crues, la Confédération peut accorder une prestation complémentaire de 2% (OFEV, 2012) en fonction d'une série de critères relativement larges, qui laissent donc les maîtres d'œuvre assez libres quant à la forme de participation qu'ils mettront en œuvre.

Une enquête auprès des responsables cantonaux de l'aménagement des cours d'eau

Le présent article reprend les résultats d'une enquête réalisée auprès des responsables cantonaux de l'aménagement des cours d'eau (Buletti *et al.*, 2014) et qui constitue le premier volet du projet ESPPACE – *Évaluation et suivi des processus participatifs dans l'aménagement des cours d'eau en Suisse* –, mené conjointement par l'Université de Lausanne et l'Université de Fribourg, sur mandat de l'OFEV.

Cette enquête, qui s'est concentrée uniquement sur les projets de protection contre les crues et n'a donc pas inclus les projets de revitalisation, avait pour objectif principal de comprendre les pratiques actuelles en matière de participation dans l'aménagement des cours d'eau dans les différents cantons. Elle a été menée auprès de 22 responsables cantonaux à l'aide d'un questionnaire standardisé portant aussi bien sur certains aspects théoriques liés à la participation que sur les modalités concrètes de leur mise en œuvre. Le questionnaire a été transmis au préalable à toutes les personnes ayant accepté de participer à l'enquête et les réponses ont ensuite été recueillies majoritairement par téléphone, mais aussi dans certains cas lors d'une rencontre ou encore par écrit. Les entretiens ont été retranscrits, pour pouvoir ensuite procéder à une analyse de contenu thématique.

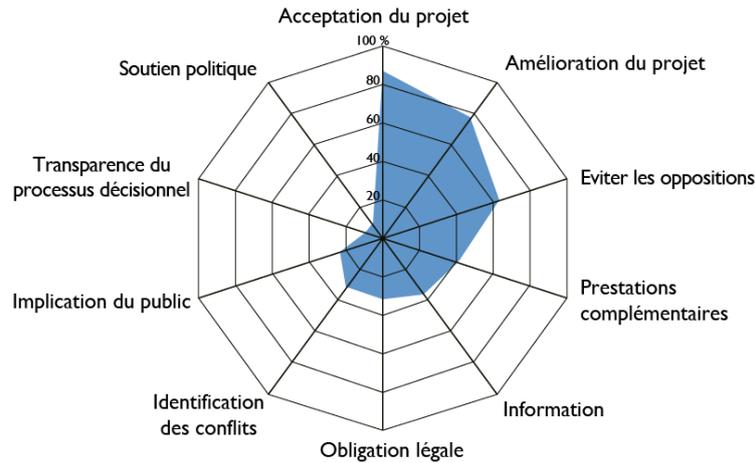
Cette enquête révèle que dans l'ensemble les principes de la participation sont bien intégrés par les responsables de l'aménagement des cours d'eau mais que de nombreuses contraintes pratiques compliquent la mise en œuvre des processus participatifs. Ces contraintes sont essentiellement liées aux efforts en temps et en argent nécessaires à la participation, ainsi qu'aux difficultés liées à la multiplication des intérêts à concilier en raison de la diversité des acteurs impliqués.

L'enquête a permis de dégager cinq manières différentes de considérer la participation :

- (1) la participation limitée aux acteurs des institutions cantonales et communales ;
- (2) l'information au public considérée comme une forme de participation ;
- (3) la participation comme une manière d'inclure des individus représentant les intérêts des différents acteurs concernés dans les processus participatifs ;
- (4) la participation se référant à des idéaux démocratiques, où l'inclusion du public dans le processus décisionnel se fait par principe ;
- (5) la participation perçue comme un processus permettant d'améliorer les projets d'aménagement de cours d'eau.

Ces différentes manières de considérer la participation ne sont pas exclusives ; en effet, dans de nombreux cas, les responsables de l'aménagement des cours d'eau avancent des éléments qui se rapportent à plusieurs d'entre elles.

Nous nous sommes également intéressés aux motivations poussant les maîtres d'œuvre à mettre en place un processus de participation. Les motivations principales sont l'acceptation des projets et leur amélioration par la prise en compte des avis provenant des acteurs impliqués (voir figure en début de page suivante). Ce n'est donc pas forcément l'implication du public dans le développement du projet qui motive la mise en place de processus participatifs.



*Motivations pour la mise en place de processus participatifs.
(Source : entretiens 2013-2014)*

Cette étude révèle également que ce sont généralement les chefs de projet qui sont responsables de la participation dans les projets d'aménagement des cours d'eau. Cette situation peut s'avérer problématique dans la mesure où les chefs de projet assurent dans ce cas un double rôle : celui d'expert technique et celui de modérateur du processus participatif. Il n'est alors pas toujours évident pour les acteurs impliqués de bien différencier ces rôles. L'engagement d'un modérateur ou d'un médiateur externe est essentiellement réservé aux projets de grande ampleur, mais il est présenté par certains responsables cantonaux comme une possibilité permettant d'améliorer le suivi de la participation.

Nous avons aussi confronté les aspects que les responsables estiment importants à soumettre au public et ceux que le public souhaiterait se voir présenter lors des processus participatifs. Les objectifs du projet et les variantes possibles sont généralement les aspects que les responsables cherchent à soumettre en priorité au public. Inversement, les questions relatives à l'utilisation du sol sont fréquemment soulevées par le public ; les agriculteurs sont particulièrement sensibles à cette thématique puisqu'ils sont directement concernés par les questions d'expropriation et de compensation. Cette thématique n'est pas forcément traitée en priorité par les chefs de projet, qui cherchent à éviter des controverses à ce sujet. Les responsables sont conscients de cette problématique mais ils essaient plutôt de favoriser des discussions directes avec les acteurs réellement concernés.

Un autre aspect fréquemment soulevé par la population est le coût des projets qui, au contraire, ne semble pas être le point le plus important à soumettre au public pour les responsables des projets. En effet, l'aspect financier des projets est toujours très controversé mais l'implication du public sur cet aspect ne permet généralement pas d'effectuer de véritables changements. Les responsables préfèrent donc ne pas aborder directement cette thématique dans les processus participatifs.

La thématique de la protection de l'environnement est également soulevée régulièrement par le public ; par contre, aucun des 22 cantons ne la soumet spécifiquement lors de la présentation du projet. Ceci est certainement lié au fait que nous avons focalisé nos entretiens sur des projets de protection contre les crues où l'aspect de la protection de l'environnement n'est pas central.

En ce qui concerne la mise en œuvre pratique de la participation dans le cadre de projets d'aménagement des cours d'eau, l'enquête démontre qu'il n'existe pas de procédures préétablies appliquées strictement par les chefs de projet. En effet, ceux-ci s'inspirent des différentes recommandations existantes mais adaptent ensuite librement la procédure en fonction du contexte institutionnel et des caractéristiques de chaque projet. L'expérience des chefs de projet est donc déterminante quant à la mise en œuvre de processus participatifs.

Les chefs de projet veillent par contre à remplir les différents critères pour l'obtention de la prestation complémentaire en matière de planification participative, qui est dans l'ensemble considérée comme un bonus permettant de compenser en partie les efforts consentis pour la mise en place de la participation, mais qui n'est pas une motivation à proprement parler.

Quant aux techniques participatives, cette enquête a permis de constater qu'elles ne varient pas beaucoup entre les différents cantons ; elles consistent essentiellement en des séances d'information et des tous-ménages qui n'entraînent pas véritablement d'échanges bidirectionnels entre les responsables du projet et le public. L'implication des acteurs plus directement concernés se fait plutôt à travers des ateliers et des groupes de travail.

Cette étude a également permis de constater que les acteurs institutionnels sont généralement impliqués en premier, alors que les acteurs privés et le public rejoignent souvent le processus dans un second temps. Ce décalage dans l'implication des acteurs s'explique par le fait que les chefs de projet préfèrent généralement pouvoir établir un projet solide avant de le soumettre au public pour validation, les maîtres d'œuvre cherchant avant tout à faire aboutir les projets.

Conclusions

De manière générale, des processus participatifs sont mis en place pour l'ensemble des grands projets d'aménagement des cours d'eau visant la protection contre les crues dans les différents cantons suisses. Il existe cependant certaines différences dans leur mise en œuvre, qui dépendent essentiellement du contexte institutionnel cantonal et des caractéristiques des projets.

Cette étude a permis d'obtenir une bonne vue d'ensemble sur les processus participatifs dans l'aménagement des cours d'eau en Suisse. Sur cette base, il sera possible d'analyser plus en profondeur différents cas d'étude, afin d'évaluer concrètement l'apport de la participation pour différents types de projet et dans des contextes institutionnels variés.

Remerciements

Ce projet est financé par l'Office fédéral de l'environnement (resp. Olivier Overney et Jean-Pierre Jordan). Il est dirigé par le Prof. Olivier Graefe et le Dr Olivier Ejderyan (Université de Fribourg) et les Prof. Stuart Lane et Emmanuel Reynard (Université de Lausanne), que nous remercions pour leur soutien.

Références

- Buletti, N., Utz, S., Ejderyan, O., Graefe, O., Lane, S.N., et Reynard, E. (2014) *Définitions et mise en œuvre des processus participatifs dans l'aménagement des cours d'eau en Suisse. Résultats d'une enquête auprès des services cantonaux responsables de l'aménagement des cours d'eau*. Faculté des géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne et Département des géosciences, Université de Fribourg. Disponible sur http://mesoscaphe.unil.ch/igul/projrech/index.php?idPage=69&page=viewDetails&lang=fr&id_projet=176 (accès le 31 août 2014).
- Hostmann, M., Buchecker, M., Ejderyan, O., Geiser, U., Junker, B., Schweizer, S., Truffer, B., et Zaugg Stern, M. (2005) *Planification concertée des projets d'aménagement de cours d'eau. Manuel pour la participation et la prise de décision dans les projets d'aménagement de cours d'eau*. EAWAG, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ.
- OFEV (2012). *Wasser Risiken – Beurteilung Mehrleistungen – Partizipative Planung*. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- Woolsey, S., Weber, C., Gonser, T., Hoehn, E., Hostmann, M., Junker, B., Roulier, C., Schweizer, S., Tieg, S., Tockner, K., et Peter, A. (2005). *Guide du suivi des projets de revitalisation fluviale*. Publication du projet Rhône-Thur. EAWAG, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ.