

*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.**

## 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*).

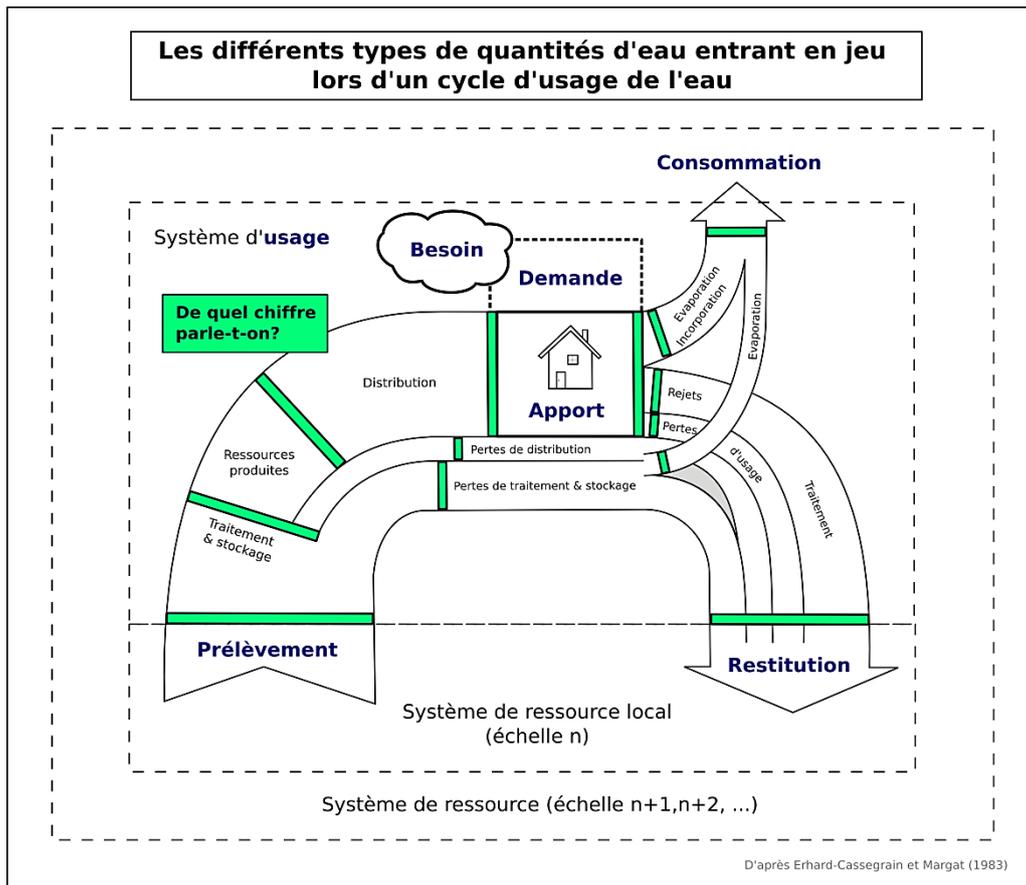
Plus exactement, si les systèmes de ressources sont assez bien documentés, les données obtenues de manière directe et concertée sur les systèmes d'usage de l'eau dans les stations touristiques de montagne restent partielles à ce jour. Il apparaît donc nécessaire de mieux quantifier ces usages. Ceci passe 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.)<sup>1</sup>, 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.

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