

Quantifier les usages de l'eau : une clarification terminologique et conceptuelle pour lever les confusions

Martin Calianno, Emmanuel Reynard, Marianne Milano et Arnaud Buchs

Volume 17, numéro 1, mai 2017

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1057459ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Calianno, M., Reynard, E., Milano, M. & Buchs, A. (2017). Quantifier les usages de l'eau : une clarification terminologique et conceptuelle pour lever les confusions. *VertigO*, 17(1).

Résumé de l'article

Cet article met en évidence les confusions existantes relatives aux termes employés dans les travaux sur les usages de l'eau : besoins, demandes, apports, consommation, prélèvements. Nous proposons un cadre terminologique adapté aux enjeux de la quantification de ces termes, nécessaire au suivi de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). Une revue de la littérature permet d'abord d'identifier les termes synonymes de l'usage de l'eau et leurs diverses interprétations. Ensuite, une proposition de terminologie est élaborée autour du concept du cycle d'usage de l'eau, dont la schématisation permet d'illustrer les particularités de chaque terme. Les résultats montrent que les confusions apparaissent principalement au niveau de l'usage même de l'eau, pour lequel les termes associés (besoin, demande, apport et consommation) sont souvent mobilisés de manière imprécise, voire indifférenciée. Les nuances permettant de distinguer ces notions sont décrites via un schéma général de cycle d'usage de l'eau, dont la demande est le moteur principal. Les particularités propres à certains usages sont ensuite schématisées : approvisionnement en eau potable (AEP), irrigation et usages environnementaux. Cette réflexion a été menée conjointement par un géologue, un géographe, une hydrologue et un économiste, ce qui permet d'entretenir le débat sur la terminologie des usages de l'eau et de proposer un essai de synthèse, tel un préalable nécessaire à toute recherche interdisciplinaire sur les « usages de l'eau ».



Quantifier les usages de l'eau : une clarification terminologique et conceptuelle pour lever les confusions

Martin Calianno, Emmanuel Reynard, Marianne Milano et Arnaud Buchs

Introduction

- 1 Des stratégies nationales et locales de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) ont été mises en place depuis plusieurs décennies (Biswas, 2008 ; GWP, 2000) et font encore aujourd'hui l'objet d'une attention particulière, comme en témoignent les Objectifs du millénaire pour le développement actualisés récemment par les Objectifs de développement durable (UNWWAP, 2015). Ces stratégies se focalisent notamment sur les usages de l'eau et la sécurité hydrique, avec pour objet la conciliation des objectifs environnementaux, sociétaux et de décentralisation de la gouvernance¹ (Bakker, 2012 ; Bogardi *et al.*, 2012 ; Cook et Bakker, 2012). Des approches orientées sur la demande en eau (Grouillet *et al.*, 2015) viennent ainsi compléter les approches classiques de gouvernance de l'eau centrées sur la gestion des ressources et contribuent ainsi à l'effort d'intégration des volets anthropique et naturel dans la gestion de l'eau.
- 2 Un des maillons essentiels de la GIRE est le monitoring et la quantification de l'état des eaux, pour permettre le suivi du processus de gestion (Agenda 21, 2011). Dans ce cadre, les recherches récentes sur la gestion intégrée de l'eau et la sécurité hydrique offrent un état des lieux du système « Eau » actuel et proposent des scénarios d'évolutions futures possibles de l'offre, de la demande et de leur gestion selon plusieurs scénarios climatiques et anthropiques. Diverses études ont été réalisées à l'échelle globale (Alcamo *et al.*, 2007 ; Pfister *et al.*, 2009 ; Vörösmarty *et al.*, 2010 ; Gosling et Arnell, 2013), à l'échelle nationale (Charlton et Arnell, 2011) et à l'échelle régionale, notamment dans le bassin

méditerranéen (Milano *et al.*, 2012, 2013a, b ; Collet *et al.*, 2015 ; Fabre *et al.*, 2015a,b) et dans les Alpes (Beniston et Stoffel, 2013 ; Reynard *et al.*, 2014 ; Leroy, 2015 ; Milano *et al.*, 2015 ; Sauquet *et al.*, 2015).

- 3 L'un des constats récurrents de ces travaux relève le manque de données sur la situation actuelle et passée des utilisations de l'eau. En outre, les informations sont généralement fournies à l'échelle communale et annuelle. Ceci empêche une quantification détaillée des demandes en eau, de leurs variations dans l'espace et dans le temps (Fuhrer et Jasper, 2012 ; Grouillet *et al.*, 2015), ainsi que de leurs variations selon le type d'usage. Pour pallier ce manque de données, les principaux usages peuvent être estimés en utilisant des indicateurs unitaires (par exemple en litres par jour et par habitant), moyennés sur de longues périodes et quantifiés de manière indirecte (Rinaudo, 2013). Toutefois, il apparaît nécessaire d'améliorer les connaissances sur l'utilisation actuelle et passée de l'eau, en tenant compte de la saisonnalité et des variabilités interannuelles (Wada *et al.*, 2011) ainsi que des variabilités spatiales et de la diversité des pratiques individuelles des usagers au sein même de chaque catégorie d'usage. Dans le domaine de la gestion de l'eau, des efforts sont déjà entrepris pour modéliser les demandes en eau en tenant compte de l'évolution de la population (Grouillet *et al.*, 2015) et de la concentration de l'habitat (Vanham *et al.*, 2011).
- 4 Or, avant de quantifier des usages de l'eau, il paraît nécessaire de bien définir ce que l'on souhaite mesurer. À quel moment mesurer l'usage de l'eau : au niveau du prélèvement, de l'utilisation ou des rejets ? Lorsqu'un usager utilise une certaine quantité d'eau, est-ce un prélèvement, une consommation, une demande ou un besoin ? Quantifier l'objet « eau » et ses utilisations demande donc une terminologie qui associe sans ambiguïté les mots utilisés et les quantités à mesurer. Pourtant, les différents champs de recherche s'intéressant à la gestion intégrée de l'eau n'appréhendent pas nécessairement les mêmes objets sous des dénominations pourtant similaires. Ainsi, les termes « consommation », « usage », « prélèvement », « dérivation », « extraction », « utilisation », « approvisionnement » et « demande » s'emploient sans pour autant être clairement définis (Kohli *et al.*, 2012). Prenons l'exemple de la consommation : dans le cas de l'approvisionnement en eau potable (AEP), elle fait parfois référence à une quantité d'eau sortant du système (c'est-à-dire la part d'eau non restituée à l'environnement) ou, le plus souvent, désigne le volume d'eau apporté aux usagers. Outre les problèmes de traduction, ces ambiguïtés sont notamment liées à la pluralité des approches, l'étude des usages de l'eau occupant un domaine au croisement de différentes disciplines (sciences humaines et sociales, sciences naturelles, sciences de l'ingénieur) qui ont leurs terminologies propres. De plus, les usages de l'eau sont traités par des milieux professionnels (presse, politiques publiques) et des acteurs de l'eau (gestionnaires, ONGs) hors de la recherche académique qui adoptent parfois leur propre terminologie. Dans les deux cas, les ambiguïtés et confusions sont bien souvent entretenues par la mobilisation des termes dans des acceptions trop génériques, ce qui génère une certaine confusion sur la signification des chiffres qui leur sont associés (Weissbrodt, 2014). Or lorsqu'il s'agit de prendre des actions concrètes pour la gestion de l'eau, il est indispensable de se mettre d'accord sur les quantités d'eau associées à chaque terme.
- 5 Sur la base de ces constats, cette recherche postule que la quantification des usages de l'eau nécessite un travail en amont afin de clarifier les notions et les termes utilisés. À la suite de plusieurs travaux (Erhard-Cassegrain et Margat, 1983 ; Arbués *et al.*, 2003 ; Kohli *et al.*, 2012 ; Rinaudo, 2013), cet article a pour objectif de proposer une délimitation et une

caractérisation des différentes catégories d'analyse pour une clarification terminologique des termes associés aux usages de l'eau. Un second objectif est de mener cette réflexion en intégrant les points de vue de la géographie (au sens large), de l'hydrologie et de l'économie. Cet effort de clarification terminologique et conceptuelle est un préalable nécessaire pour une recherche interdisciplinaire, souvent indispensable pour appréhender la complexité des enjeux liés à l'eau. Pour ce faire, nous avons choisi de partir d'un point de vue hydro-centré, orienté sciences naturelles et gestion, où l'objectif est d'obtenir une évaluation du stress hydrique dans laquelle les ressources en eau disponibles sont mises en regard des usages.

- 6 Dans la première partie de ce texte, une revue critique de la littérature consacrée aux usages de l'eau permet de mettre en évidence la profusion de significations associées à des termes similaires ainsi que les confusions qu'elles induisent. La deuxième partie propose un consensus pour la définition de ces termes dans le cadre de la GIRE, via une articulation autour du schéma de *cycle d'usage de l'eau*. Enfin, la troisième partie aborde certains cycles d'usage particuliers (approvisionnement en eau potable, irrigation et usages environnementaux) pour faire ressortir les nuances terminologiques qui leur sont associées.

Concepts et termes utilisés pour quantifier les usages de l'eau

- 7 L'objectif de cette première partie est de réaliser un état des lieux des pratiques terminologiques et de mettre en évidence les incohérences et les confusions existantes. Les différents termes associés aux usages de l'eau rencontrés dans la littérature ont été identifiés et classés selon le concept auquel les auteurs renvoient : le prélèvement (du milieu naturel), l'usage (eau employée par l'utilisateur), la consommation (eau ne retournant pas au milieu prélevé), la distribution et le besoin (Tableau 1).

Tableau 1. Échantillon de termes utilisés dans la littérature scientifique pour désigner les notions d'usage, besoin, prélèvement distribution et consommation en eau.

CONCEPTS	Termes utilisés dans la littérature	Auteurs
USAGE <i>volume d'eau employé par l'utilisateur</i>	Consommation <i>[consumption]</i>	Falkenmark et Widstrand, 1992 ; Zhou et al., 2002 ; Arbués et al., 2003 ; Corbella et Pujol, 2009 ; Barraqué et al., 2011 ; Hoekstra et al., 2011 ; Vanham et al., 2011 ; Frieburghaus, 2012 ; Klug et al., 2012 ; Beal et al., 2013 ; Blanc et Schädler, 2013 ; Rinaudo, 2013 ; Reynard et al., 2014

	<i>Demande</i> [demand]	Falkenmark et Widstrand, 1992 ; Zhou et al., 2002 ; Arbués et al., 2003 ; Babel et al., 2007 ; Corbella et Pujol, 2009 ; Hoekstra et al., 2011 ; Vanham et al., 2011 ; Wada et al., 2011 ; Klug et al., 2012 ; Beal et al., 2013 ; Rinaudo, 2013 ; Reynard et al., 2014 ; Grouillet et al., 2015 ; Milano et al., 2015
	<i>Demande brute</i>	Wada et al., 2011
	<i>Utilisation</i>	Kohli et al., 2012 ; Erhard-Cassegrain et Margat, 1983
	<i>Usage [use]</i>	Falkenmark et Widstrand, 1992 ; Babel et al., 2006 ; Corbella et Pujol, 2009 ; Hoekstra et al., 2011 ; Vanham et al., 2011 ; Erhard-Cassegrain et Margat, 1983
	<i>Application</i>	Burt et al., 1997 ; Howell, 2003
	<i>Demande d'approvisionnement</i>	Erhard-Cassegrain et Margat, 1983
	<i>Livraison [delivery]</i>	Templin et al., 1999 ; Frieburghaus, 2012
BESOIN	<i>Besoin [need]</i>	Doorenbos et Pruitt, 1977 ; Erhard-Cassegrain et Margat, 1983 ; Falkenmark et Widstrand, 1992 ; Burt et al., 1997 ; Howell, 2003 ; Bonriposi, 2013 ; Reynard et al., 2014 ; Milano et al., 2015 ; Grouillet et al., 2015
	<i>Besoin [requirement]</i>	Templin et al., 1999 ; Allen et al., 1998 ; Hoekstra et al., 2011 ; Fuhrer et Jasper, 2012 ; Grouillet et al., 2015 ; Milano et al., 2015
	<i>Besoin théorique</i> [theoretical requirement]	Templin et al., 1999
	<i>Usage effectif</i> [beneficial use]	Burt et al., 1997 ; Howell, 2003
PRÉLÈVEMENT <i>eau prélevée du milieu</i>	<i>Prélèvement</i> [withdrawal]	Templin et al., 1999 ; Hoekstra et al., 2011 ; Wada et al., 2011 ; Kohli et al., 2012 ; Grouillet et al., 2015
	<i>Prélèvement brut</i>	Buchs, 2016
	<i>Demande de prélèvement</i>	Erhard-Cassegrain et Margat, 1983
	<i>Captage</i>	Frieburghaus, 2012

	<i>Eau dérivée</i> [Diverted water]	Howell, 2003
DISTRIBUTION <i>eau distribuée via un réseau</i>	<i>Distribution [supply]</i>	Erhard-Cassegrain et Margat, 1983 ; Templin et al., 1999 ; Zhou et al., 2002 ; Barraqué et al., 2011 ; Frieburghaus, 2012 ; Klug et al., 2012
CONSOMMATION <i>eau ne retournant pas au milieu prélevé</i>	Consommation [consumption]	Burt et al., 1997 ; Buchs, 2016 ; Calianno et al., 2014 ; Givone, 2000 ; Templin et al., 1999 ; Kohli et al., 2012
	<i>Usage consommateur</i> [consumptive use]	Burt et al., 1997 ; Templin et al., 1999 ; Kohli et al., 2012
	<i>Prélèvement net</i>	Buchs, 2016
	<i>Demande nette</i>	Wada et al., 2011

- 8 La lecture du tableau permet de mettre en évidence trois cas de figure : (i) plusieurs concepts renvoient à des termes différents ; c'est le cas pour besoin, prélèvement, consommation et plus particulièrement encore pour l'usage, qui est décrit par neuf termes distincts ; (ii) seul le concept de distribution est associé à un seul et même terme ; (iii) un même terme renvoie à des processus différents ; c'est le cas de la consommation.
- 9 Il en découle une première confusion : les termes de consommation, demande et usage sont utilisés comme synonymes pour désigner l'emploi d'eau par l'homme, alors qu'ils désignent des quantités d'eau différentes dans le cadre de la gestion intégrée de l'eau. La deuxième confusion vient de la différence d'interprétation du terme *consommation* : soit il réfère à l'utilisation de l'eau, soit il désigne la quantité d'eau non retournée au milieu naturel (ou non réutilisable). En revanche, les termes de besoin et de prélèvement ne semblent pas prêter à confusion puisqu'ils ne couvrent qu'une seule notion. On remarque également l'utilisation des qualificatifs *net* et *brut* pour préciser certains termes, lorsqu'un bilan de matière est effectué. Ces compléments rendent difficile l'interprétation des termes à la lecture de différents auteurs.
- 10 Sur la base de ces premiers constats, nous proposons un tour d'horizon plus détaillé des différents termes utilisés par les auteurs pour désigner le besoin en eau, la demande en eau, la quantité d'eau effectivement employée par l'utilisateur et la consommation.

Le besoin en eau

- 11 En économie, le besoin en eau est défini comme la quantité d'eau qu'un usager demanderait en dehors de toute contrainte physique ou économique pour maximiser son utilité ou sa santé (Zoungrana, 2003)². Ainsi, le besoin en eau fait référence à un désir, un idéal souvent matérialisé par des normes (Falkenmark et Widstrand, 1992 ; Gleick, 1996 ; Howard et Bartram, 2003). La conception des systèmes d'approvisionnement en eau potable s'appuie notamment sur cette perception d'idéal « standardisé », en définissant le besoin comme une quantité d'eau qui devrait être allouée par habitant et fixée par les pouvoirs publics ou le planificateur. Dans le même ordre d'idée, Barbier et Montginoul

(2013) citent la norme française INSEE de 120 m³ pour un foyer de 2 adultes et 2 enfants, fixée comme « consommation annuelle de référence ».

- 12 Dans le cas de l'usage de l'eau pour l'irrigation, le besoin en eau peut se référer au besoin en eau *total* des plantes pour une croissance optimale : humidité du sol, précipitations et apport supplémentaire en eau par les pratiques d'irrigation (Burt *et al.*, 1997 ; Howell, 2003 ; Wada *et al.*, 2011 ; Bonriposi, 2013) ou au besoin *net* qui ne concerne que l'eau apportée par l'irrigation. À ce titre, les modèles agronomiques distinguent les besoins en eau d'irrigation et l'évapotranspiration de la plante (Howell, 2003 ; Grouillet *et al.*, 2015). Cette dernière est une approximation couramment utilisée pour estimer le besoin en eau total des plantes (Allen *et al.*, 1998). Ces exemples montrent que le besoin est une notion contingente, relative et d'ordre abstrait, qui ne peut être associée à une quantité d'eau tangible et mesurable : pour l'eau potable, le besoin est matérialisé par des normes alors que pour l'irrigation, il est matérialisé par des modèles empiriques.

La demande en eau

- 13 D'un point de vue économique, la demande associe une quantité (volume) à un prix (Montginoul, 1998). Dans une acception plus générique, la demande peut être définie comme le volume d'eau requis par les usagers pour satisfaire leurs besoins (Wada *et al.*, 2011), ou en d'autres termes, la matérialisation des besoins en eau exprimés par les usagers (Erhard-Cassegrain et Margat, 1983). Elle est représentée par une fonction statistique dépendant de diverses contraintes notamment physiques, économiques ou sociales. Ce n'est donc pas un volume tangible, qui est mesurable au niveau de l'utilisateur, mais une estimation de la requête en eau de l'utilisateur, qui est confrontée à l'offre en eau, elle-même soumise à des contraintes : quantité, qualité, prix et modalités techniques pour que l'offre soit réellement disponible.
- 14 En hydrologie, la demande en eau est une valeur que l'on cherche à déterminer pour permettre une estimation des volumes d'eau effectivement utilisés dans le bassin versant afin d'évaluer le stress hydrique sur un territoire donné (Fuhrer et Jasper, 2012 ; Milano *et al.*, 2012 ; Collet *et al.*, 2015).

La quantité d'eau effectivement employée par l'utilisateur

- 15 Comme le montre le tableau 1, l'usage est la notion qui suscite le plus d'interprétations distinctes. Dans le dictionnaire de la commission de terminologie du Comité national français des sciences hydrologiques, Margat et Cottez (1995) distinguent deux notions relatives à l'emploi d'eau : premièrement, l'*usage* de l'eau en tant que concept technique, c'est-à-dire l'action d'appliquer des fonctions de l'eau pour obtenir un effet voulu : « ce qu'on en fait, comment on la modifie » ; deuxièmement, l'*utilisation* de l'eau en tant que concept économique, c'est-à-dire l'objectif visé par l'usage : « pour quoi est-elle utile ». La Directive-cadre européenne sur l'eau (Directive 2000/60/CE modifiée par la Directive 2008/32/CE) définit quant à elle l'utilisation de l'eau comme « les services liés à l'utilisation de l'eau ainsi que toute autre activité (...) susceptible d'influer de manière sensible sur l'état des eaux ».

La consommation

- 16 En économie, la réalisation de la demande à un moment donné est classiquement considérée comme étant une *consommation* (l'eau est effectivement utilisée). Pour tous les biens et services, l'acte de consommation se décline de deux manières : d'une part, la consommation finale (la consommation vise directement la satisfaction d'un besoin) ; d'autre part, la consommation intermédiaire (le bien ou le service vise la production d'un autre bien ou service) (Beitone *et al.*, 1995). Pour l'eau, cette déclinaison peut être spécifiée de la manière suivante : lorsque l'eau est utilisée en tant que telle on parle de consommation finale (c'est le cas par exemple de l'eau de boisson) ; lorsque l'eau est utilisée de manière à être un facteur de production d'un autre bien, on parle de consommation intermédiaire (c'est le cas lorsque l'eau fait partie des intrants d'un processus industriel ou agricole). Dans les deux cas, il y a altération et/ou disparition (ne serait-ce que temporairement et/ou géographiquement) du bien « eau ».
- 17 Dans le cas de l'eau potable, l'Office fédéral suisse de la statistique (OFS, 2016) définit la consommation 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 ». Dans leur étude sur l'eau domestique, Barbier et Montginoul (2013) utilisent également ce terme pour désigner la quantité d'eau utilisée : « selon les dernières données du Commissariat général au développement durable, un Français consommait en moyenne 151 litres d'eau par jour en 2008 (...) ». Dès lors, il apparaît que les quantités d'eau potable employées par les usagers sont fréquemment associées au terme de *consommation*. C'est le cas à la fois dans les médias, pour les gestionnaires (Freiburghaus, 2012), sur les factures d'eau des opérateurs et dans la littérature scientifique (Falkenmark et Widstrand, 1992 ; Corbella et Pujol, 2009 ; Barraqué *et al.*, 2011 ; Blanc et Schädler, 2013 ; Montginoul, 2013 ; Reynard *et al.*, 2014).
- 18 En hydrologie, le terme de consommation renvoie lui aussi à la notion de disparition, d'altération ; par contre il ne renvoie pas au bien produit, mais à la quantité d'eau elle-même, en tant qu'élément rendu indisponible pour le cycle de l'eau dit naturel. C'est donc le milieu naturel qui sert de système de référence : si l'eau sort du système et n'est plus disponible pour le cycle de l'eau, il y a *consommation*, c'est-à-dire perte nette pour le système. L'emploi effectif d'eau par l'utilisateur sera donc généralement décrit en hydrologie par le terme d'*usage* ou de *demande* en eau, ce qui porte à confusion par rapport à la terminologie en économie. Afin de décrire d'une autre manière la demande en eau potable en fonction de sa restitution au milieu naturel, certains auteurs raisonnent en termes de caractère *net* ou *brut*. Par exemple, Wada *et al.* (2011) et Buchs (2016) parlent de *demande brute* pour décrire l'entièreté de l'eau requise par les usagers (= la consommation des économistes) et de *demande nette* pour désigner la part de la demande brute qui est non restituée au milieu (= la consommation des hydrologues). Selon Kohli *et al.* (2012), une consommation entraîne une diminution importante de la qualité ou de la quantité de l'eau restituée. La consommation renvoie dans ce cas à une sortie quantitative du système et/ou une altération qualitative. Une contamination diminue les fonctions potentielles de l'eau qui, même en étant restituée dans le même système, ne peut plus satisfaire certains autres usagers.
- 19 La variabilité terminologique dépend également du type d'usage. Les usages liés à l'eau potable se retrouvent aussi sous plusieurs termes différents : le *besoin en eau urbain*

(Milano *et al.*, 2015), la *demande en eau urbaine* (Grouillet *et al.*, 2015) ou encore la *livraison d'eau publique* [*public water delivery*] (Templin *et al.*, 1999). Dans le cas de l'irrigation, la plante n'est pas un usager à proprement parler ; l'expression de la demande est formulée par l'irrigant selon les conditions climatiques et les stratégies socio-économiques (par exemple l'application d'un stress hydrique pour favoriser la formation de sucres ou bien encore dépendant du prix de l'eau) qui lui sont propres. Wada *et al.* (2011) parlent ainsi de *demande en eau nette* et Howell (2003) d'*application* d'eau à la plante pour désigner la quantité d'eau apportée aux cultures tandis qu'Allen *et al.* (1998), Templin *et al.* (1999) et Fuhrer et Jasper (2012) utilisent la dénomination de *besoin d'irrigation* [*irrigation requirement*] pour désigner la part d'eau qui devrait être demandée par l'irrigant s'il souhaite une croissance optimale de ses cultures. Erhard-Cassegrain et Margat (1983) parlent dans ce cas de *demandes agricoles*.

- 20 Cette analyse terminologique a montré que la multitude de termes rencontrés pour désigner l'emploi d'eau (besoin, demande, usage) et les différences d'interprétation du terme *consommation* amènent de la confusion et nécessitent une clarification des catégories liées à l'usage de l'eau.

Clarification et articulation des notions via le cycle d'usage de l'eau

- 21 Dans cette partie, nous proposons des définitions concises et applicables aux différents usages. Les termes portant à confusion sont repris et classés autour de schémas conceptuels ordonnant les notions suivant une logique systémique et dynamique : le cycle d'usage de l'eau. Nous redéfinissons d'abord la notion d'usage, puis nous décrivons un cas simple (le cycle d'usage *ex-situ*), avant de présenter trois cas d'usages particuliers : l'approvisionnement en eau potable (AEP), l'irrigation et les usages environnementaux.

La notion d'usage de l'eau

- 22 Comme indiqué précédemment, Erhard-Cassegrain et Margat (1983) différencient l'usage de l'eau comme l'acte de mise en application des fonctions de l'eau pour obtenir un effet voulu (remplir un objectif, satisfaire des besoins) et l'utilisation de l'eau, qui se définit par rapport aux objectifs visés. Par exemple, l'acte d'abreuvement (usage) permet de remplir un objectif pour l'alimentation humaine et donc une utilité domestique (utilisation). L'usage n'est ainsi pas vu comme une quantité d'eau, mais selon la nature de l'action de l'on souhaite accomplir, ce qui permet de le classer en catégories. Dans cet article, nous adoptons une vision simplifiée, sans faire de distinction entre usage et utilisation. Nous parlons de l'usage comme une catégorie d'emploi d'eau, classée selon l'objectif voulu. L'irrigation, l'abreuvement d'élevages, l'usage domestique, municipal et commercial, la production industrielle, de neige artificielle ou d'hydroélectricité sont ainsi des usages de l'eau. Des usages associés à des fonctions particulières de l'eau peuvent également être considérés, tels que la fonction de support pour la navigation, l'extraction de graviers ou les loisirs aquatiques, de milieu vital pour les espèces (usage « environnemental »), de transformation géomorphologique des paysages ou encore de support à un paysage (Reynard, 2000a ; Reynard *et al.*, 2001 ; Bonriposi, 2013 ; Musy *et al.*, 2014). Nous retrouvons donc la distinction proposée par Puech et Boisson (1995) entre « eau ressource » (ressource d'allocation pour la satisfaction de besoins) et « eau milieu »

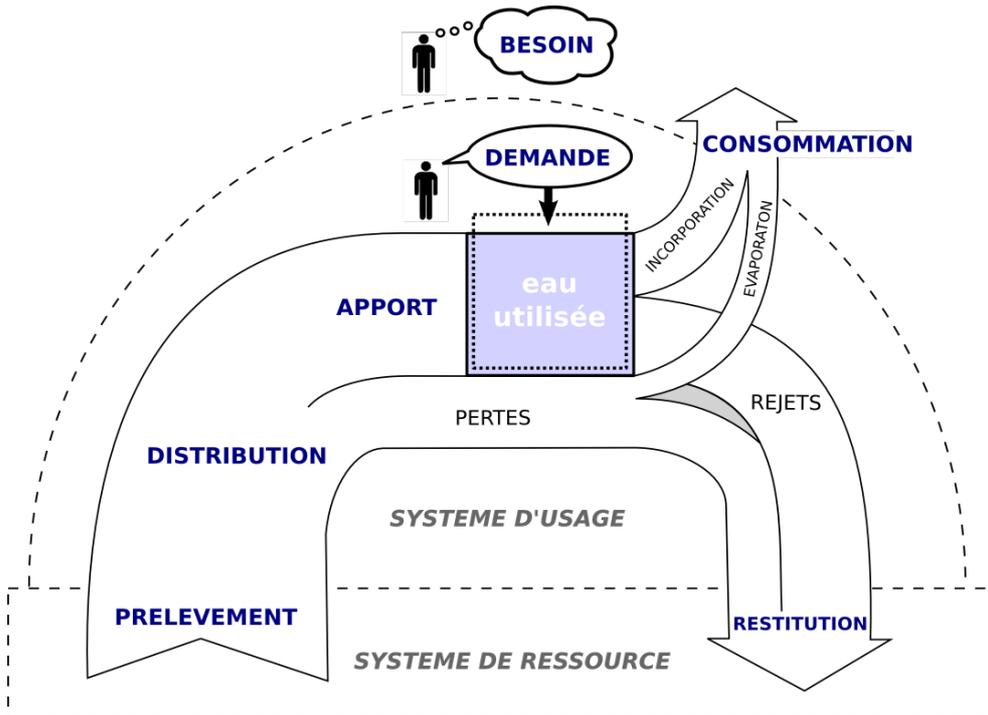
(milieu de vie, fournissant des services, également pour les êtres humains), distinction qui renvoie plus fondamentalement à une évolution de l'articulation société/eau en faveur d'une approche où l'hydrosystème n'est plus considéré comme déconnecté de la sphère sociale des usages (Ghiotti, 2007).

- 23 En outre, nous distinguons les usages *ex-situ* [*off-stream*], qui détournent l'eau du milieu naturel et dans lesquels les actions de prélèvement et de restitution sont séparées dans l'espace et dans le temps, des usages *in-situ* [*in-stream*], qui ne détournent pas l'eau du milieu naturel, mais utilisent sur place certaines fonctions de l'eau (Reynard, 2000b ; Kohli *et al.*, 2012).

Le concept de cycle d'usage

- 24 Pour représenter le cycle d'usage de l'eau *ex-situ*, les transferts d'eau associés à un usage sont représentés à l'aide de diagrammes de flux, depuis le prélèvement jusqu'à la restitution, suivant le modèle d'Erhard-Cassegrain et Margat (1983). Ces schémas de flux représentent ce que nous appelons le « cycle technique » de l'usage de l'eau, schématisant par des flèches les infrastructures où transitent les volumes d'eau (Figure 1). Deux entités sont également distinguées : le système de ressources, c'est-à-dire les réserves d'eau disponible d'un point de vue technique et économique dans le milieu naturel (qui est une part du cycle de l'eau) et le système d'usages, parfois appelé petit cycle de l'eau (ONEMA, 2017), qui prélève dans le système de ressource pour acheminer l'eau jusqu'à l'utilisateur et au-delà.

Figure 1. Étapes du cycle d'usage de l'eau (cas général d'un usage *ex-situ*).



Modifié d'après Erhard-Cassegrain et Margat (1983)

- 25 Nous ajoutons, dans ces diagrammes, les relations de cause à effet exercées par les besoins et les demandes en eau sur le cycle technique, ces termes étant considérés comme externes à ce cycle. Nous distinguons ainsi les notions « tangibles » et « mesurables »

associées au système d'infrastructure (prélèvements, réalisation de la demande, consommations, restitutions) aux notions « abstraites » associées à l'élément déclencheur de l'usage de l'eau (besoin et demande). La demande en eau est néanmoins la notion centrale du raisonnement, le moteur du cycle d'usage. En concrétisant le besoin, elle actionne le cycle technique, sans pour autant être une quantité d'eau que l'on peut mesurer à divers endroits de son infrastructure (au captage, dans les réservoirs [variations de hauteur d'eau], dans les canalisations, etc.).

- 26 Cette méthode permet de décrire et recadrer la terminologie des usages de l'eau suivant une représentation systémique (via des entités organisées suivant des liens d'interaction) et dynamique (les quantités d'eau évoluant dans le temps et dans l'espace au cours du cycle). Les termes utilisés pour chaque étape du cycle d'usage de l'eau sont ainsi spécifiques à ces étapes et aux quantités correspondantes. L'objectif de cette représentation sous forme de cycle est aussi de séparer les notions théoriques des notions matérielles et mesurables. La définition de systèmes permet en outre d'éviter des termes composés de qualificatifs « net » ou « brut », portant à confusion.

Les notions d'ordre immatériel, hors du système technique d'infrastructure

- 27 Nous retenons la définition d'Erhard-Cassegrain et Margat (1983), qui désignent les besoins comme les volumes d'eau théoriquement nécessaires aux différents usages correspondant à l'entretien des activités humaines ainsi qu'au fonctionnement des processus naturels. Ils renvoient donc à la nécessité de remplir l'objectif prévu par l'usage de l'eau et sont contingents au contexte propre à l'usager : enjeux économiques, environnementaux, politiques, réglementaires, culturels. Le besoin est ainsi une notion relative, contingente, abstraite, indéfinie et donc difficile à quantifier de manière objective. Au mieux les notions de demande et de besoin peuvent-elles être approchées par des enquêtes auprès des usagers, par des analyses qualitatives multicritères ou via la méthode de « préférence révélée » visant à apprécier la valeur économique accordée à tel ou tel service lié à l'eau et à l'environnement en général (Amigues, 2012).
- 28 La demande est l'expression du besoin par les usagers. En d'autres termes, elle est la requête d'une quantité d'eau souhaitée pour réaliser l'usage. La demande est une notion plus concrète que le besoin, car elle se traduit par une action réelle de l'usager (sa requête) produisant un effet direct sur le cycle d'usage de l'eau. On peut la voir comme un « stimulus » sur l'infrastructure technique : c'est le moteur central du cycle d'usage de l'eau. Néanmoins, la demande ne correspond pas toujours à un volume d'eau concret et mesurable, car il arrive que celle-ci ne soit pas satisfaite. Cette situation se produit lorsque l'offre n'est pas suffisante ou en raison de contraintes techniques : l'usager ne reçoit pas la quantité d'eau souhaitée (pénurie d'eau ou intermittence de service par exemple). Ceci marque la différence entre la demande (le souhait, non mesurable physiquement) et l'apport, c'est-à-dire l'eau livrée en entrée de l'usage qui sera effectivement utilisée, en partie ou en totalité, pour mettre en œuvre l'usage et donc mesurable au niveau du compteur d'eau. Par exemple, dans le cas de l'eau potable, la demande est estimée par une moyenne des apports en période de ressources en eau suffisantes. On peut comparer la demande liée à l'action d'ouvrir le robinet. C'est un stimulus de la part de l'usager, mais qui ne se traduit pas nécessairement par une quantité d'eau coulant du robinet.

- 29 Nous considérons que la demande est un terme spécifiquement anthropique, c'est-à-dire qu'elle est formulée par l'homme, en tant qu'usager. Dans le cas d'usages de l'eau non anthropiques (par exemple les usages environnementaux), même si les plantes et les animaux ont un certain besoin en eau, ils ne formulent pas de demande. C'est un représentant humain qui, dans certains cas, la formulera à leur place, basée sur une évaluation de leurs besoins. Les actions des associations de pêcheurs ou des ONG environnementales pour garantir des débits résiduels minimaux dans les rivières sont une façon de formuler cette demande que les organismes vivants ne peuvent formuler eux-mêmes. Pour les besoins en eau des plantes en agriculture, la demande en eau d'irrigation est formulée par l'irrigant.

La partie technique du cycle (mesurable)

- 30 La première étape mesurable d'un cycle d'usage *ex-situ* de l'eau est le prélèvement. Ce sont les quantités d'eau extraites de l'environnement naturel dans le but de les utiliser. Les prélèvements sont définis en référence à un système de ressources particulier (tête de bassin versant, bassin versant régional, aquifère souterrain, lac, etc. ; Musy *et al.*, 2014). Cette notion renvoie à celle de détournement plus ou moins étendu dans le temps et dans l'espace. En effet, la restitution dans le même système de ressource doit avoir lieu, sinon il y a *consommation* (Buchs, 2016). La restitution d'eau dans un type de milieu différent de celui où elle a été prélevée (eau souterraine, rivière) peut aussi être considérée comme une consommation. Par exemple, lors de transferts interbassins, il y a, du point de vue du bassin émetteur, une sortie nette qui pourrait s'apparenter à une consommation. Nous préférons cependant distinguer le transfert de la consommation et circonscrire ce dernier terme à l'effet d'un usage sur un hydrosystème dans son ensemble.
- 31 Lorsqu'il y a un agent intermédiaire entre l'usager et le système de ressources, la distribution représente la quantité d'eau injectée dans un réseau d'eau *ex-situ* et envoyée à destination des usagers finaux. Elle constitue le transfert d'eau depuis le prélèvement jusqu'au lieu d'utilisation de l'eau. La distribution représente toujours un volume moins important que les prélèvements, car des pertes se produisent au cours du transport de l'eau dans les réseaux, durant les traitements éventuels (potabilisation) ou les stockages (fuites de réservoirs, évaporation) et parce qu'une certaine quantité d'eau est également nécessaire à l'entretien des infrastructures (nettoyages, purges).
- 32 L'apport en eau est la matérialisation de la demande en un volume d'eau ; c'est la réponse au stimulus exercé par la demande. Autrement dit, ce sont les quantités d'eau arrivant à destination de l'usager et effectivement utilisées par celui-ci. L'apport représente donc un volume directement observable et quantifiable. Dans le cas d'usages *ex-situ*, l'apport peut être mesuré de manière directe en entrée de l'usage, par exemple via le compteur d'eau. Il correspond aux prélèvements, soustraits des pertes se produisant jusqu'à l'arrivée au niveau de l'usager. En période de ressource en eau suffisante, les apports mesurés constituent les données utilisées pour évaluer la demande en eau, car on estime que la demande en eau exprimée a pu être satisfaite. Les apports sont dans ce cas considérés égaux à la demande.
- 33 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 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 (Calianno *et al.*, 2014). Puisque notre

objectif est la quantification volumique, nous ne considérons pas ici les dégradations de la qualité de l'eau comme une consommation. Par exemple, la consommation domestique en eau potable sera la différence entre le volume d'eau arrivant par les robinets des ménages (l'apport) et les rejets d'eau usée. Dans ce cas, la consommation sera essentiellement l'eau évaporée et une partie de l'eau bue ou incorporée dans les aliments cuisinés sur place. Enfin, la restitution est la quantité d'eau retournant au milieu naturel, soit avant l'usage (pertes de distribution et de stockage), soit après l'usage (rejets).

- 34 Chaque notion du cycle d'usage *ex-situ* représente ainsi une quantité différente d'eau suivant la position dans le cycle (au fur et à mesure des pertes), se déroule à des instants différents (temps de parcours et de stockage dans l'infrastructure technique) et dans des lieux précis (des prélèvements jusqu'aux rejets). Une synthèse des termes redéfinis dans cette section est présentée dans le tableau 2.

Tableau 2. Définition des termes retenus dans cet article pour décrire le cycle d'usage de l'eau, dans l'ordre suivant : usage (terme le plus générique), besoin et demande (notions immatérielles), prélèvement, distribution, apport, consommation et restitution (étapes du cycle technique).

Termes retenus dans cet article	Définition
USAGE	<p>Catégorie d'utilisation de l'eau Objectifs visés lors de l'emploi de l'eau par l'utilisateur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - usage domestique - irrigation - production d'énergie - support de loisir - milieu vital -... <p>Usage <i>ex-situ</i> : si l'eau est détournée du milieu naturel Usage <i>in-situ</i> : si l'usage a lieu sur place, grâce aux services liés à l'eau</p>
BESOIN	<p>Volume d'eau théorique et contingent considéré comme nécessaire pour la satisfaction d'un usage, indépendamment de toute contrainte physique, technique ou économique (en économie standard, volume considéré comme nécessaire pour « maximiser l'utilité » d'un usager).</p>
DEMANDE	<p>Expression du besoin en eau matérialisée par la requête d'un volume d'eau souhaité par l'utilisateur.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En économie standard, cette requête est représentée par la fonction de demande qui associe une quantité (volume) à un prix. - En hydrologie et pour les approches en économie appliquée, la demande ne représente pas un volume d'eau matériel, mais constitue le stimulus qui actionne le cycle d'usage (petit cycle de l'eau).
PRÉLÈVEMENT	<p>Volume d'eau extrait du milieu naturel dans le but d'être utilisé</p>
DISTRIBUTION	<p>Volume d'eau distribué aux usagers via un réseau</p>

APPORT	Volume d'eau concrètement utilisé par l'utilisateur, acheminé jusqu'à lui dans le cas d'un usage <i>ex-situ</i>
CONSOMMATION	Volume d'eau ne retournant pas au milieu de prélèvement (au moins temporairement) et/ou de manière altérée
RESTITUTION	Volume d'eau retournant au milieu prélevé

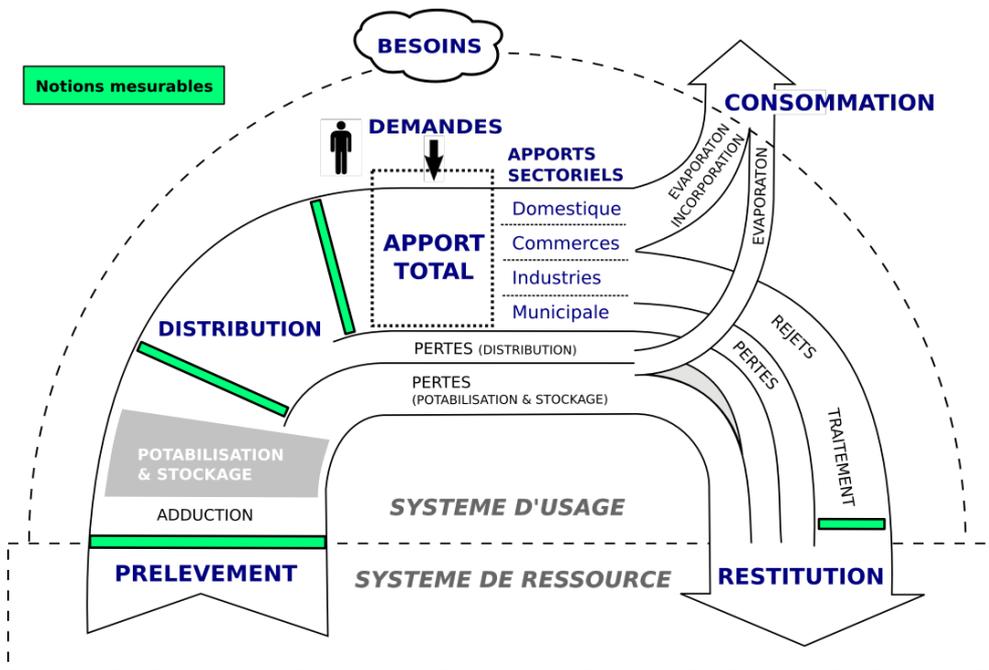
Précision des termes du cycle suivant les particularités propres à chaque usage

- 35 Après avoir structuré la terminologie du cycle d'usage de l'eau autour du cas général d'un usage *ex-situ*, nous déclinons maintenant ces définitions en rajoutant les particularités et les termes propres à trois cas spécifiques d'usages de l'eau : les usages liés à l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation et l'usage *environnemental*. De plus, chaque schéma de l'infrastructure technique de ces usages précise les notions qui sont techniquement mesurables.

Les cycles des usages de l'eau potable et d'irrigation

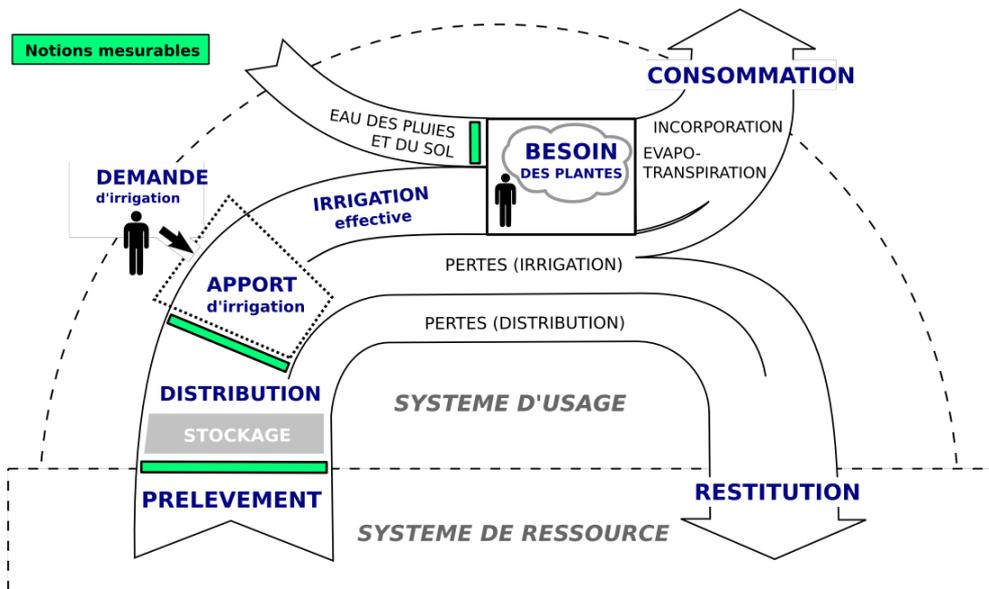
- 36 L'approvisionnement en eau potable (AEP) n'est pas un usage en soi, mais plutôt un ensemble d'infrastructures et de pratiques visant à garantir la distribution d'eau potable vers ses divers lieux d'usage. Un organisme distributeur (collectivité publique, régie des eaux, distributeur privé) livre l'eau demandée par ses clients et ces derniers mettent en application les fonctions de l'eau (ménages, industries, services publics, commerces), c'est-à-dire, en font l'usage (Figure 2). C'est pourquoi nous parlons du cycle *des usages* de l'AEP, au pluriel.

Figure 2. Étapes du cycle d'usage de l'eau (cas de l'approvisionnement en eau potable).



- 37 Le cycle d'usage de l'eau d'irrigation (Figure 3) est similaire à celui de l'AEP dans ces premières étapes (du prélèvement à l'apport), dans la mesure où il est fréquemment conçu en réseau. Par contre, il n'y a qu'un type d'utilisateur : l'irrigant.

Figure 3. Étapes du cycle d'usage de l'eau pour l'irrigation.



- 38 D'un point de vue du cycle « technique » de l'AEP et de l'irrigation, la première étape est l'adduction, qui est le transport de l'eau entre le lieu de prélèvement et le lieu de stockage (et, si nécessaire, de potabilisation) avant distribution aux usagers. Suite aux pertes se produisant durant les transferts et traitements, la quantité d'eau au niveau de l'adduction sera inférieure aux prélèvements et supérieure à la distribution.

- 39 La distribution est la quantité d'eau (potable ou d'irrigation) sortant des réservoirs de l'organisme distributeur à destination des usagers. Les indicateurs de performance permettent de rendre compte de la qualité d'un réseau donné. Ainsi en France, l'ONEMA estime qu'en moyenne un quart de l'eau potable distribuée est perdue (Renaud *et al.*, 2014).
- 40 Pour le cas de l'AEP, la demande représente l'expression du besoin des clients-usagers de l'organisme distributeur, c'est-à-dire la somme des requêtes d'eau de l'ensemble des usagers reliés au réseau d'eau potable ou exprimée aux opérateurs non-conventionnels (citernes par exemple). Les apports désignent quant à eux les volumes d'eau effectivement livrés aux usagers et mis en œuvre pour atteindre les objectifs de l'usage. Dans le cas d'un réseau, ce sont les compteurs d'eau (collectifs ou individuels) placés au niveau du branchement qui vont mesurer cette quantité. Lorsqu'il n'y a pas de compteurs, il est difficile de quantifier l'eau apportée à l'utilisateur. Elle peut être estimée via les mesures de prélèvement ou de distribution, auxquelles est soustraite une estimation des pertes du réseau.
- 41 D'après ces étapes et suivant l'utilisateur auquel est destinée l'eau potable, quatre types de quantités peuvent alors être différenciés :
- la distribution totale est le volume d'eau potable injecté dans le réseau à destination de l'ensemble des usagers ;
 - la distribution sectorielle est la part de la distribution totale destinée à une catégorie particulière d'usage (clients privés, industries, services publics, etc.) ;
 - l'apport total représente la quantité d'eau effectivement livrée et utilisée par l'ensemble des usagers (elle correspond à la distribution totale moins les fuites et les pertes) ;
 - l'apport sectoriel est la quantité d'eau effectivement livrée et utilisée par un groupe particulier d'utilisateurs.
- 42 En agriculture, les plantes utilisent pour leur développement l'eau des précipitations dont une fraction a atteint le sol par ruissellement et percolation vers les nappes souterraines (eau bleue) et l'autre fraction a contribué à l'humidité du sol (eau verte) favorisant l'évaporation ou la transpiration des plantes (Falkenmark, 1995 ; 2003 ; Hoekstra *et al.*, 2011). Le besoin en eau des plantes est la quantité d'eau théorique jugée nécessaire à la croissance des plantes. Dans le cas d'une agriculture irriguée, le besoin des plantes représente les quantités d'eau estimées utiles à la croissance des cultures pour obtenir un rendement optimal (le calcul est fait sans contrainte de disponibilité des ressources). Dans notre cas de cycle d'usage de l'eau pour l'irrigation, le besoin en eau des plantes est jugé équivalent à la hauteur d'eau nécessaire pour compenser les pertes d'eau par évapotranspiration d'une culture dans des conditions hydrométéorologiques (ensoleillement, vent, hygrométrie) et pédologiques idéales (Doorenbos et Pruitt, 1977). Le minimum correspond à la nécessité de survie des plantes ; le maximum correspond à un optimum lié à des objectifs de rendement de production (Erhard-Cassegrain et Margat, 1983). On retrouve donc cette notion abstraite d'idéalité, de nécessité, dans la définition du besoin. C'est en quelque sorte le besoin de productivité de l'homme transposé à la plante, qui sans les besoins de rendement de l'irrigant n'aurait pas vocation à croître de manière « optimale ».
- 43 Considérant que la plante ne peut pas exprimer ses besoins et que l'on ne peut donc pas lui attribuer de demande, le cycle d'usage pour l'eau d'irrigation que nous décrivons est centré sur l'irrigant. Lorsqu'il y a irrigation, l'utilisateur irrigant effectue cette demande

d'irrigation, avec comme but de satisfaire les besoins en eau de la plante, qu'il estimera en fonction du rendement recherché. Il peut également prendre en compte d'autres conséquences de l'irrigation, telles que la gestion de la salinité des sols (Howell, 2003), la lutte contre le gel, la germination, le refroidissement des cultures (Burt et al., 1997), ou encore les usages divers d'entretien de l'unité de production (Calianno et al., 2014)³. De plus, il faut inclure dans la demande toutes les pertes se produisant durant le procédé d'irrigation lui-même (arrosage hors de la parcelle visée à cause du vent, ruissellement hors champ, évaporation, fuites de conduites). Voilà pourquoi nous ne parlons pas de demande en eau des plantes, mais de demande d'irrigation.

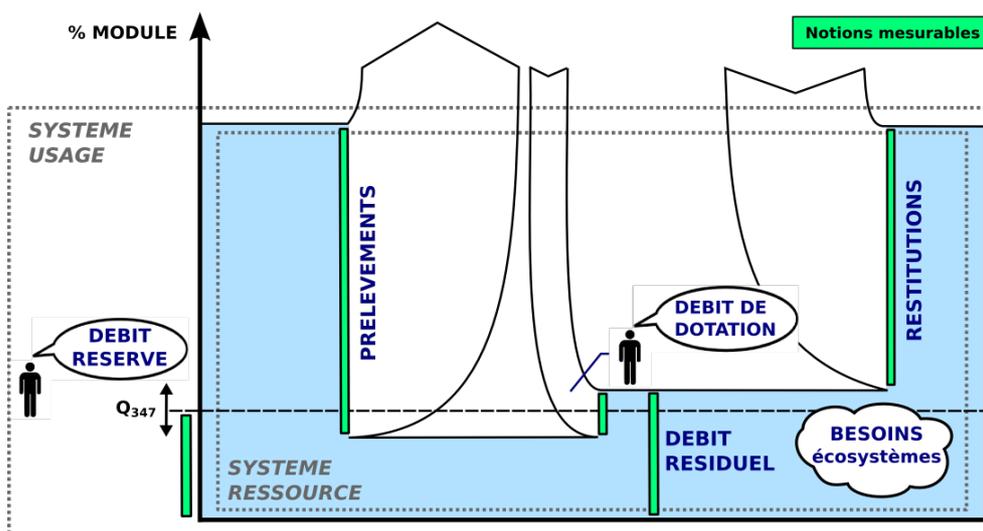
- 44 L'apport d'irrigation est la quantité d'eau effectivement allouée à l'irrigant et utilisée par ce dernier pour l'irrigation, mesurable en entrée de l'usage.
- 45 L'irrigation effective est la part de l'apport en eau d'irrigation qui profite à la plante. Cette quantité est soit directement utilisée par la plante, soit stockée dans la réserve utile du sol et utilisée plus tard. Dans le cas d'une agriculture irriguée, le besoin en eau des plantes est estimé comme étant cette part d'eau d'irrigation, ajoutée à l'eau verte et l'eau de pluie déjà disponible et utilisable. Les pertes se produisant sur la parcelle irriguée sont liées à l'efficacité de la méthode employée (par submersion, ruissellement, aspersion, goutte à goutte) et forment l'écart entre l'apport d'irrigation et l'irrigation effective (ICID, 2002). En référence à cette efficacité durant l'irrigation, la notion d'efficience du système d'irrigation est souvent employée (Burt et al., 1997 ; Howell, 2003 ; Fuhrer et Jasper, 2012).
- 46 Une fois l'eau d'irrigation appliquée aux cultures, le cycle d'usage continue avec les diverses consommations constituées des pertes par évaporation ou par incorporation par la plante, ne retournant pas au système choisi comme référence. Une autre manière de définir la consommation est de considérer qu'elle se produit lorsque l'eau, une fois restituée au milieu naturel, n'est pas réutilisable par l'utilisateur irrigant ou la plante (Burt et al., 1997). Cette situation se produit lorsqu'il y a détérioration des propriétés de l'eau nécessaires à l'usage ; on parle alors de consommation qualitative (Erhard-Cassegrain et Margat, 1983).

Le cycle des usages environnementaux de l'eau

- 47 La grande majorité des usages environnementaux de l'eau se déroulent in-situ, dans les eaux de surface (lacs, rivières) ou souterraines. Ils se retrouvent donc en concurrence avec d'autres usages anthropiques in-situ, comme la pêche, la navigation, la baignade, les sports nautiques, le thermalisme et la production hydroélectrique au fil de l'eau, et les usages ex-situ, qui dérivent les eaux du milieu naturel. Dans les lignes qui suivent, nous nous penchons spécifiquement sur les usages environnementaux (faune et végétation) et les besoins qui leur sont associés. Notre approche est anthropocentrée, puisque nous considérons les usages environnementaux comme une catégorie d'usage de l'eau, au même titre que les usages des humains.
- 48 L'usage environnemental se traduit par un cycle faisant apparaître une quantité d'eau minimale qu'il convient de maintenir dans le système concerné (débits d'une rivière, hauteur d'eau d'un lac), suite aux prélèvements effectués par les usages ex-situ, afin de conserver la qualité de la biodiversité aquatique. Ces valeurs correspondent dans notre terminologie à un besoin en eau.

- 49 Les écosystèmes, la faune et la flore ne peuvent toutefois pas formuler directement une demande : ici encore, elle est évaluée de manière indirecte par l'homme sous la forme de débits minimaux ou de valeurs qualitatives particulières. Ces quantités d'eau minimales peuvent par ailleurs être inscrites dans la loi, ce qui leur donne un caractère normatif. Dans ce contexte, différentes visions de conservation de l'environnement s'affrontent et la fixation de débits résiduels convenables doit fréquemment tenir compte d'intérêts opposés : d'une part, les intérêts de l'économie et de l'approvisionnement en énergie, d'autre part les intérêts de la protection de l'environnement (OFEFP, 2000 ; Fernandez et Trottier, 2012).

Figure 4. Étapes du cycle d'usage environnemental de l'eau.



- 50 Différentes quantités peuvent être distinguées (Figure 4). Les besoins des écosystèmes (usage environnemental) sont exprimés sous la forme de demandes par des « représentants » (scientifiques, pêcheurs, organisations environnementales, législateurs, etc.) sous la forme de débits minimaux à respecter :

- Le débit résiduel est le débit d'un cours d'eau qui subsiste après un ou plusieurs prélèvements. C'est une notion quantifiable et mesurable. Ce débit, qui peut être nul dans certains cas, représente la quantité d'eau restante, disponible pour les usages in-situ.
- Le débit résiduel convenable est le débit nécessaire à la protection de la diversité des écosystèmes aquatiques qui dépendent des cours d'eau, à la conservation des populations de poissons indigènes et à leur reproduction, et à la préservation de la diversité des paysages (OFEFP, 2000). Les termes « convenable » et « nécessaire » font référence à un jugement de valeur que porte la société en évaluant les besoins environnementaux. Il est représenté par le nuage « besoins écosystèmes » sur la Figure 4.
- Le débit résiduel minimal (terme utilisé en Suisse) ou débit réservé (terme utilisé en France et au Québec) fait référence au débit minimum requis pour maintenir, à un niveau jugé acceptable, un ou plusieurs usages de l'eau in-situ (Faune et Parcs Québec, 1999). C'est donc une demande de débit minimal à respecter, formulée par les pouvoirs publics et les gestionnaires et fixée sur la base d'une norme statistique. En Suisse, la valeur seuil choisie est le débit d'étiage Q347, c'est-à-dire le débit d'un cours d'eau atteint ou dépassé 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans au minimum et qui n'est pas influencé sensiblement par des retenues, des prélèvements ou des apports d'eau (SHGN, 1999). Il est inscrit dans la Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux), adoptée en 1991.

Pour l'Union européenne, la Directive-cadre sur l'eau définit le débit réservé comme ne devant pas être inférieur au 1/10e du module du cours d'eau. On parle aussi de débit réservé écologique (Faune et Parcs Québec, 1999) ou de débit objectif d'étiage (en France), lorsque le débit réservé vise spécifiquement à préserver les usagers environnementaux et leurs habitats : maintien des milieux humides, préservation de la végétation et de la faune aquatique.

- En Suisse, le débit de dotation est le volume d'eau de restitution imposé aux usagers préleveurs pour garantir le maintien du débit résiduel (OFEFP, 2000). En ce sens, le débit de dotation constitue lui aussi une forme de demande en eau, formulée par les pouvoirs publics. En Europe, l'autorité publique chargée de la police de l'eau délivre des autorisations de prélèvement aux usagers. Le calcul du débit ou du volume prélevable tient compte des restitutions au milieu. En conséquence il n'est pas nécessaire d'imposer de volume restitué.

Discussion et conclusion

Les différents types de confusion concernant les usages de l'eau

- 51 Cette recherche sur la terminologie des usages de l'eau dans la littérature scientifique a permis de mettre en évidence un manque de consensus sur les termes liés à l'utilisation de l'eau. Quatre grands types de confusion ont été mis en évidence : les confusions sémantiques, la polysémie des termes, les confusions de catégories d'usage et les approximations liées aux méthodes indirectes de quantification.
- 52 Le premier type de confusion, d'ordre sémantique, se produit lorsque des termes différents sont employés comme synonymes. Trois termes distincts – demande, usage et consommation – sont ainsi utilisés pour faire référence à une même notion : l'eau utilisée par les usagers (Falkenmark et Widstrand, 1992 ; Zhou *et al.*, 2002 ; Arbués *et al.*, 2003 ; Corbella et Pujol, 2009 ; Vanham *et al.*, 2011 ; Beal *et al.*, 2013 ; Rinaudo, 2013). Cette confusion sémantique conduit à mobiliser les termes associés à l'utilisation de l'eau de manière indissociée, gommant ainsi leurs spécificités.
- 53 Un deuxième type de confusion, d'ordre terminologique, se produit lorsqu'un même terme est associé à des significations diverses. Par exemple, pour la consommation, nous avons répertorié deux sens distincts (Tableau 1) : d'une part, l'eau utilisée par les usagers et d'autre part l'eau évacuée ou « détruite », rendue non réutilisable pour un nouvel usage. La dualité des sens de ce terme n'est pas propre au champ disciplinaire, mais est plutôt liée à l'approche choisie. En effet, les hydrologues et gestionnaires de l'eau ont tendance à s'appuyer sur une approche systémique quantitative des ressources et usages de l'eau afin d'étudier ou réguler l'équilibre entre ces deux systèmes. Le terme de consommation renvoie alors à la perte nette d'un bilan de matière. Cette dualité se retrouve également en économie : les approches en économie institutionnaliste et appliquée (Arbués *et al.*, 2003 ; Barraqué *et al.*, 2011 ; Buchs, 2016) considèrent l'eau comme un bien tout à fait particulier et distinguent l'eau des services rendus par cette dernière (Buchs et Petit, 2015) et appréhendent la consommation dans une acception plus générale et proche de celle des hydrologues. Ces approches se distinguent des approches dites « orthodoxes » ou « standards » qui considèrent l'eau comme tout autre bien et pour lesquelles le terme de consommation fait référence aux demandes exprimées monétairement (un volume ou un débit fonction d'un prix auquel l'eau est vendue ou valorisée) (Spulber et Sabbaghi, 1994).

- 54 Le troisième type de confusion, d'ordre conceptuel, a trait à la classification des usages de l'eau. Les catégories d'usage de l'eau sont définies selon la nature de l'action à accomplir. Le problème que nous avons observé est lié au choix des composants constituant cette nature (notamment les acteurs et les secteurs impliqués). Par exemple, pour certains auteurs, l'usage domestique de l'eau potable inclut les ménages, les commerces, les industries raccordées aux réseaux municipaux et les usages municipaux (Wada *et al.*, 2011) alors que pour d'autres, l'usage domestique renvoie uniquement aux usages effectués par les ménages (Templin *et al.*, 1999 ; Kohli *et al.*, 2012 ; Grouillet *et al.*, 2015). Cette dernière définition nous paraît être la plus cohérente par rapport au terme « domestique », bien que la distinction entre les différents usagers raccordés au réseau ne soit pas toujours aisée. Par ailleurs, la demande domestique peut également être exprimée par d'autres dénominations telles que demande des ménages (Freiburghaus, 2012 ; Blanc et Schädler, 2013) ou demande résidentielle (Arbués *et al.*, 2003 ; Beal *et al.*, 2013). Cet exemple montre combien les critères de classification influent sur la terminologie utilisée.
- 55 Enfin, le quatrième type de confusion est d'ordre méthodologique. Il est dû à l'utilisation de méthodes indirectes (l'utilisation de valeurs approchées ou *proxis*) pour estimer les volumes d'eau au cours des différentes étapes du cycle d'usage. C'est notamment le cas lorsqu'il n'y a pas de compteur d'eau et que les données d'apport sont estimées via une autre étape du cycle pour laquelle une mesure existe (distribution, prélèvement). Le fait d'estimer un volume d'eau par une méthode indirecte engendre deux difficultés. Premièrement, le *proxi* est par définition une valeur approchée qui signifie qu'il y a un écart par rapport au volume que l'on cherche réellement à estimer. Deuxièmement, lorsqu'un *proxi* est utilisé à plusieurs reprises, la signification de la quantité d'eau servant de *proxi* vient prendre la place de la quantité que l'on cherche à estimer. Ceci engendre alors des approximations, non seulement en termes de quantification, mais aussi en termes de représentation de la notion estimée. Et ces approximations sont bien plus importantes que les incertitudes provenant de la mesure directe.

Intérêts et limites du cycle d'usage de l'eau en tant qu'appui terminologique

- 56 Cet article s'appuie sur le concept du cycle d'usage, tel que schématisé par Erhard-Cassegrain et Margat (1983), pour proposer une organisation des termes se rapportant à chaque usage de l'eau au travers d'une représentation et description schématique de la dynamique des flux d'eau. Ces flux partent du système de la ressource pour y revenir partiellement après un parcours dans le système des usages et peuvent être déclinés en quantités d'eau distinctes mobilisées par l'usager, qui effectue une demande en eau. La demande en eau joue un rôle central dans ce cycle. Elle est considérée comme l'expression du besoin en eau, sous la forme d'une requête de la part de l'usager. La demande est ainsi vue comme un stimulus actionnant le cycle technique d'usage, dans lequel se retrouvent les termes qui sont associés à des quantités d'eau observables et mesurables : prélèvement, distribution, apport, consommation et restitution.
- 57 Dans le cas de l'approvisionnement en eau potable, la schématisation sous forme cyclique a permis de faire la distinction entre l'eau potable et ses usages. Dans le cycle d'usage de l'eau pour l'irrigation, le rôle de l'usager irrigant a été mis en avant dans la terminologie, par rapport au rôle des plantes. Nous considérons que c'est l'usager irrigant qui effectue

la demande en eau d'irrigation, qu'il estime être l'expression correcte des besoins en eau de ses cultures. De même, pour les usages environnementaux, ce sont des usagers humains qui évaluent et expriment les besoins environnementaux en émettant une demande en eau, au nom des écosystèmes.

- 58 La schématisation en cycles d'usage de l'eau a l'avantage d'apporter un caractère quantitatif aux représentations purement systémiques des usages de l'eau (Reynard, 2000b ; Charnay, 2010 ; Bonriposi, 2013 ; Musy *et al.*, 2014), qui offrent une vision relationnelle – a-temporelle et a-spatiale – des interactions entre acteurs, entités et usagers de l'eau. Un autre avantage est qu'elle apporte un support schématique aux algorithmes ou aux modèles statistiques de prévision des usages de l'eau (Babel *et al.*, 2007 ; Vanham *et al.*, 2011 ; Saulnier *et al.*, 2011 ; Grouillet *et al.*, 2015 ; Milano *et al.*, 2015), qui représentent les flux d'eau et quantifient les apports, mais ne permettent pas de mettre en évidence les liens de cause à effet et les interactions entre entités ou acteurs. Le schéma de cycle d'usage permet également de situer les proxis, d'un côté par rapport aux notions qu'ils désignent et de l'autre par rapport aux quantités d'eau qu'ils permettent d'approcher.
- 59 De plus, l'inclusion du système technique et la différenciation des usagers de l'eau dans les diagrammes de cycle d'usage permettent de faire le lien entre les terminologies proches des sciences humaines et sociales, et celles proches des sciences de l'ingénieur ou de la gestion de l'eau, en organisant la terminologie par rapport aux infrastructures techniques. C'est une manière de concrétiser les notions dans un schéma plus proche de la réalité interdisciplinaire propre à la gestion de l'eau. Ainsi, dans un même schéma, il est possible de rendre compte de la multiplicité des facteurs qui sont à prendre en compte dans le processus d'usage.
- 60 En parallèle des apports théoriques, ces cycles d'usage de l'eau peuvent également être utiles dans la pratique des gestionnaires de l'eau, car ils permettent d'organiser la quantification des usages en facilitant la distinction des termes utilisés dans les étapes de suivi et de monitoring de la gestion intégrée des ressources en eau.
- 61 Il existe néanmoins plusieurs limites à cette approche. Tout d'abord, le cycle d'usage de l'eau, tel qu'il est construit ici, est circonscrit aux aspects quantitatifs de la gestion de l'eau. Les questions liées à la gestion de la qualité de l'eau n'y sont pas traitées, bien qu'elles puissent être ajoutées ultérieurement. D'un point de vue terminologique, la question de la qualité est en effet intéressante : une eau de mauvaise qualité restituée au système de ressources peut être considérée comme consommée pour d'autres usagers puisqu'ils ne pourront pas l'utiliser si elle ne respecte pas leurs exigences qualitatives (Erhard-Cassegrain et Margat, 1983). Ensuite, la question de la reproductibilité de ces cycles peut se poser, dans la mesure où ils représentent parfois des cas particuliers, valables pour un type d'usage à un endroit donné. Néanmoins, par leur simplicité, il est possible de les adapter à différents contextes : le système de ressource choisi peut par exemple être le bassin versant, une unité de gestion (limites communales, limites d'organismes de bassin) ou une unité hybride bassin versant - limite administrative, sous réserve de pouvoir établir les conditions aux limites. Il est également possible d'y ajouter tout type d'usager. Une autre limite est la dimension spatiale des cycles d'usage, qui est plutôt orientée vers les approches locales. Pour les études à l'échelle macroscopique (nationale ou supra-nationale), il n'est plus envisageable de représenter l'entière des flux d'eau, ni tous les acteurs et usagers.

- 62 Enfin, plusieurs aspects de la quantification des usages de l'eau restent à approfondir. Le premier concerne la question de la variabilité des ratios unitaires d'apports, lorsqu'ils sont utilisés dans les études prospectives des usages de l'eau. À l'échelle supra-nationale (Falkenmark et Widstrand, 1992 ; Hoekstra *et al.*, 2011) ou nationale (Barraqué *et al.*, 2011 ; Blanc et Schädler, 2013), ces ratios sont utilisés en regard de la population et de manière indifférenciée tout au long de l'année. À l'échelle régionale (Charnay, 2010 ; Saulnier *et al.*, 2011 ; Milano *et al.*, 2013a ; Grouillet *et al.*, 2015) et locale (Vanham *et al.*, 2011 ; Leroy, 2015), le ratio unitaire d'apport en eau choisi est celui considéré comme représentatif de la région étudiée. À cette échelle, il est souvent complété par les variations spatiales et temporelles de la population (densités d'habitat, saisonnalité des habitats temporaires) (Reynard *et al.*, 2014 ; Milano *et al.*, 2015). Une perspective de recherche consisterait à déterminer quelles sont les variations de ce ratio unitaire, à l'échelle régionale et locale, ce qui revient à approfondir l'étude de la variabilité des apports et leurs déterminants, comme le fait Montginoul (2013). Il s'agit de déterminer quelles sont les différences d'apport suivant le type d'usage et selon l'individu, quelles sont les variations spatiales des usages (suivant l'altitude, le climat, les ressources disponibles) et selon quelles saisonnalités elles évoluent (été-hiver, variations inter-annuelles, haute et basse saison des territoires touristiques). Une autre perspective de recherche relève des relations entre différents cycles d'usages, pour permettre une schématisation des relations entre usagers. Certains éléments d'interaction pourraient être ajoutés aux schémas de cycle d'usage : les synergies, les concurrences, les transferts d'eau, les aspects économiques et les conflits d'usages. Cela permettrait d'enrichir les composantes sociales du cycle d'usage de l'eau, à ce stade tourné majoritairement vers le technique et le quantitatif.

Remerciements

- 63 Nous remercions Bernard Weissbrodt, éditeur de la *Lettre aqueduc.info*, qui nous a donné l'opportunité de réfléchir aux notions étudiées ici, sous la forme d'un article préliminaire publié à l'occasion de la centième édition de sa lettre d'information. Nos remerciements vont également à Aude Soureillat, Georges-Marie Saulnier et André Musy pour leurs commentaires sur une version préliminaire du manuscrit, ainsi qu'aux deux réviseurs anonymes pour leurs remarques constructives qui ont permis d'améliorer la qualité de l'article. Nous tenons enfin à remercier Manuela Fernandez pour ses apports précieux à la relecture du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

Agenda 21, 2011, Gestion par bassin versant : idées directrices pour une gestion intégrée des eaux en Suisse, Agenda 21 pour l'eau, Berne, 20p.

Alcamo, J., M. Flörke et M. Märker, 2007, Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes, *Hydrological Sciences Journal*, vol. 52, 2, pp. 247-275.

- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes et M. Smith, 1998, Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements, Food and agriculture organisation (FAO), Rome, 300 p.
- Amigues, J.-P., 2012, Les services écosystémiques : une nouvelle clé de négociation des politiques publiques, *Innovations Agronomiques*, vol. 23, pp. 85-94.
- Arbués, F., M. Á. García-Valiñas et R. Martínez-Espiñeira, 2003, Estimation of residential water demand : a state-of-the-art review, *Journal of Socio-Economics*, vol. 32, pp. 81-102.
- Babel, M. S., A. Das Gupta et P. Pradhan, 2007, A multivariate econometric approach for domestic water demand modeling : an application to Kathmandu, Nepal, *Water Resources Management*, vol. 21, pp. 573-589.
- Bakker, K., 2012, Water security : research challenges and opportunities, *Science*, vol. 337, pp. 914-915.
- Barbier, R. et M. Montginoul, 2013, Avant-propos : 120 m³, le consommateur d'eau en question, *Sciences Eaux et Territoires*, 10, pp. 2-3, [En ligne] URL : http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles/pdf/AVANT_PROPOS_le_consommateur_deau_en_question.pdf, consulté le 20 mai 2016.
- Barraqué, B., L. Isnard, M. Montginoul, J.-D. Rinaudo et J. Souriau, 2011, Baisse des consommations d'eau potable et développement durable, *Annales des Mines Responsabilité et Environnement*, vol. 3, 63, pp. 102-108.
- Beal, C. D., R. A. Stewart et K. Fielding, 2013, A novel mixed method smart metering approach to reconciling differences between perceived and actual residential end use water consumption, *Journal of Cleaner Production*, vol. 60, pp. 116-128.
- Beitone, A., C. Dollo, J.-P. Guidoni et A. Legardez, 1995, Dictionnaire des sciences économiques, Armand Colin, Paris, 376 p.
- Beniston, M. et M. Stoffel, 2013, Assessing the impacts of climatic change on mountain water resources, *Science of the Total Environment*, vol. 493, pp. 1129-1137.
- Biswas, A.K., 2008, Integrated water resources management. Is it working ?, *International Journal of Water Resources Development*, vol. 24, 1, pp. 5-22.
- Blanc, P. et B. Schädler, 2013, L'eau en suisse – un aperçu, Commission suisse d'hydrologie (CHy), Berne, 28 p.
- Bogardi, J.J., D. Dudgeon, R. Lawford, E. Flinkerbusch, A. Meyn, C. Pahl-Wostl, K. Vielhauer et C. Vörösmarty, 2012, Water security for a planet under pressure : interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions, *Environmental Sustainability*, vol. 4, pp. 35-43.
- Bonriposi, M., 2013, Analyse systémique et prospective des usages de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Suisse), thèse de doctorat, Université de Lausanne, [En ligne] URL : <http://www.unil.ch/igd/home/menuinst/les-publications/geovisions/geovisions-43.html>. Consulté le 10 février 2017.
- Buchs, A., 2016, La pénurie en eau est-elle inéluctable ? Une approche institutionnaliste de l'évolution du mode d'usage de l'eau en Espagne et au Maroc, Peter Lang, coll. Ecopolis, Bruxelles-Berne, 331p.
- Buchs, A. et O. Petit, 2015, L'eau : un objet économique complexe, dans : Euzen A., Jeandel C. et Mosseri R. (dir.), L'eau à découvert, CNRS Editions, Paris, pp. 274-275.

Burt, C. M., A. J. Clemmens, T. S. Strelkoff, K. H. Solomon, R. D. Bliesner, L. A. Hardy, T. A. Howell, Members ASCE et D. E. Eisenhauer, 1997, Irrigation performance measures : efficiency and uniformity, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol. 123, 3, pp. 423-442.

Calianno, M., A. Buchs, M. Milano et E. Reynard, 2014, Réflexions sur la notion d'usage de l'eau, dans : L'eau, aujourd'hui, demain, 100^e Lettre Aqeduc.info., [En ligne] URL : <http://www.aqeduc.info/Reflexions-sur-la-notion-d-usage>, Consulté le 20 mai 2016.

Charlton, M. et N. Arnell, 2011, Adapting to climate change impacts on water resources in England and assessment of draft water resources management plans, *Global Environmental Change*, vol. 21, pp. 238-248.

Charnay, B., 2010, Pour une gestion intégrée des ressources en eau sur un territoire de montagne : le cas du bassin-versant du Giffre (Haute-Savoie), thèse de doctorat, Université de Savoie, [En ligne] URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00472979/document>. Consulté le 20 mai 2016.

Collet, L., D. Ruelland, V. Borrell-Estupina, A. Dezetter et E. Servat, 2015, Water supply sustainability and adaptation strategies under anthropogenic and climatic changes of a mesoscale Mediterranean catchment, *Science of the Total Environment*, vol. 536, pp. 589-602.

Cook, C. et K. Bakker, 2012, Water security : debating an emerging paradigm, *Global Environmental Change*, vol. 22, pp. 94-102.

Corbella, H. M. et D. S. Pujol, 2009, What lies behind domestic water use ? A review essay on the drivers of domestic water consumption, *Boletín de la A.G.E.*, 50, pp. 297-314.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau : 0001-0073.

Doorenbos, J. et W. Pruitt, 1977, Guidelines for predicting crop water requirements, FAO irrigation and drainage paper, vol. 24, FAO, Rome, 144p.

Erhard-Cassegrain, A. et J. Margat, 1983, Introduction à l'économie générale de l'eau, Masson, Paris, 361 p.

Fabre, J., D. Ruelland, A. Dezetter et B. Grouillet, 2015a, Simulating past changes in the balance between water demand and availability and assessing their main drivers at the river basin scale, *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 19, pp. 1263-1285.

Fabre, J., D. Ruelland, A. Dezetter et B. Grouillet, 2015b, Sustainability of water uses in managed hydrosystems : human- and climate-induced changes for the mid-21st century, *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, vol. 12, pp. 9427-9293.

Falkenmark, M., 2003, Freshwater as shared between society and ecosystems : from divided approaches to integrated challenges, *Philosophical Transaction of the Royal Society of London B*, vol. 358, 1440, pp. 2037-2049.

Falkenmark, M., 1995, Coping with water scarcity under rapid population growth, Conference of Southern African Development Community (SADC) Ministers, 23-24 novembre, Pretoria, 14p.

Falkenmark, M. et C. Widstrand, 1992, Population and water resources : a delicate balance, *Population Bulletin*, vol. 47, 3, pp. 1-36.

Faune et Parcs Québec, 1999, Politique de débits réservés écologiques pour la protection du poisson et de ses habitats, Direction de la faune et des habitats, Québec, 23p.

Fernandez S. et J. Trottier, 2012, La longue construction du débit d'étiage : l'odyssée d'une métamorphose (la gestion des cours d'eau du bassin Adour-Garonne), In Papy F., Mahieur N.,

- Ferrault C. (dir.), Repenser la nature dans les campagnes d'aujourd'hui (ressources, institutions, habitants), Quae, Paris, pp. 153-167.
- Freiburghaus, M., 2012, Les résultats statistiques 2010 sur les distributeurs d'eau suisses, *Aqua & Gaz*, 3, pp. 54-59. [En ligne] URL : http://www.svgw.ch/fileadmin/ressources/svgw/web/Aktuell-Actualite/2012-03_FB_d_Freiburghaus.pdf, Consulté le 20 mai 2016.
- Fuhrer, J. et K. Jasper, 2012, Demand and supply of water for agriculture : influence of topography and climate in pre-alpine, mesoscale catchments, *Natural Resources*, vol. 3, pp. 145-155.
- Ghiotti, S., 2007, Les territoires de l'eau. Gestion et développement en France, Éditions CNRS, Paris, 246 p.
- Gleick, P.H., 1996, Basic water requirements for human activities : meeting basic needs, *Water International*, vol. 21, pp. 83-92.
- Gosling, S.N. et N.W. Arnell, 2013, A global assessment of the impact of climate change on water scarcity, *Climatic Change*, vol. 134, pp. 371-385.
- Grouillet, B., J. Fabre, D. Ruelland et A. Dezetter, 2015, Historical reconstruction and 2050 projections of water demand under anthropogenic and climate changes in two contrasted Mediterranean catchments, *Journal of Hydrology*, vol. 522, pp. 684-696.
- GWP, 2000, Integrated water resources management, Technical Committee Background paper 4, Global Water Partnership Secretariat, Stockholm, 80p.
- Hoekstra, A., A. Chapagain, M. Aldaya et M. Mekonnen, 2011, The water footprint assessment manual : setting the global standard, Earthscan, London, 203 p.
- Howard, G. et J. Bartram, 2003, Domestic water quantity, service level and health, OMS, Genève, 33 p.
- Howell, T. A., 2003, Irrigation efficiency, *In Encyclopedia of Water Science*, Marcel Dekker, New York, pp. 467-472.
- ICID, 2002, Multilingual technical dictionary on irrigation and drainage : English - French. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), [En ligne] URL : http://www.icid.org/members_only/icidmtd. Consulté le 16 février 2017.
- Kohli, A., K. Frenken et C. Spottorno, 2012, Disambiguation of water statistics, FAO AQUASTAT report, 7p., [En ligne] URL : <http://www.fao.org/3/a-bc816e.pdf>, consulté le 27 avril 2016.
- Leroy, E., 2015, Proposition d'interface Science-Société pour la gestion intégrée de la ressource en eau dans un contexte de changements climatiques, thèse de doctorat, Université de Grenoble, [En ligne] URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01241347/document>, consulté le 10 février 2017.
- Margat, J. et H. Cottez, 1995, Usage de l'eau, dans : Dictionnaire des Sciences Hydrologiques. Commission de terminologie, Comité National Français des Sciences Hydrologiques, [En ligne] URL : <https://hydrologie.org/glu/FRDIC/DICUSAGE.HTM>, consulté le 31 janvier 2017.
- Milano M., D. Ruelland, S. Fernandez, A. Dezetter et J. Fabre, 2012, Facing climatic and anthropogenic changes in the Mediterranean basin : what will be the medium-term impact on water stress ?, *Comptes Rendus Geoscience*, vol. 344, pp. 432-440.
- Milano, M., D. Ruelland, A. Dezetter, J. Fabre, S. Ardoin-Bardin et E. Servat, 2013a, Modeling the current and future capacity of water resources to meet water demands in the Ebro basin, *Journal of Hydrology*, vol. 500, pp. 114-126.

- Milano, M., D. Ruelland, S. Fernandez, A. Dezetter, J. Fabre, E. Servat, J.M. Fritsch, S. Ardoin-Bardin et G. Thivet, 2013b, Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes, *Hydrological Sciences Journal*, vol. 58, 3, pp. 498-518.
- Milano, M., E. Reynard, N. Köplin et R. Weingartner, 2015, Climatic and anthropogenic changes in western Switzerland : impacts on water stress, *Science of the Total Environment*, vol. 536, pp. 12-24.
- Montginoul, M., 1998, Instruments économiques de gestion de l'eau, *Annales des Ponts et Chaussées*, vol. 87, pp. 47-54.
- Montginoul, M., 2013, La consommation d'eau en France : historique, tendances contemporaines, déterminants, *Sciences Eaux et Territoires*, vol. 10, pp. 68-72.
- Musy, A., C. Higy et E. Reynard, 2014, Hydrologie 1. Une science de la nature, une gestion sociétale, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 516p.
- OFEFP, 2000, Débits résiduels convenables – comment peuvent-ils être déterminés ? Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, 142p.
- OFS, 2016, Indicateur d'environnement – Consommation d'eau potable. Office fédéral de la statistique, Berne, [En ligne] URL : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/espace-environnement/ressources/systeme-indicateurs-environnement/utilisation-ressources-naturelles/consommation-eau-potable.html>, consulté le 16 février 2017.
- ONEMA, 2017, Fiche pédagogique : le cycle de l'eau. Office national de l'eau et des milieux aquatiques, [En ligne] URL : http://www.lesagencesdeleau.fr/wp-content/uploads/2012/07/3-Fiche-cycle-de-leau_web.pdf, consulté le 16 février 2017.
- Pfister, S., A. Koehler et S. Hellweg, 2009, Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA, *Environmental Science and Technology*, vol. 43, pp. 4098-4104.
- Puech, D. et J.-M. Boisson, 1995, Eau-ressource et eau-milieu. Une interdépendance croissante impliquant une évolution des modalités de gestion, dans : Eau-ressource et eau-milieu. Vers une gestion durable, *Les cahiers de l'économie méridionale*, n1, pp. 5-47.
- Renaud, E., J. Pillot, A. Auckenthaler et C. Aubrun, 2014, Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable, guide pour l'élaboration du plan d'actions de l'ONEMA (décret 2012-97 du 27 janvier 2012), 170 p., [En ligne] URL : http://www.services.eaufrance.fr/docs/Onema_Guide_PlanActionsFuites_BD.pdf, consulté le 20 mai 2016.
- Reynard, E., M. Bonriposi, O. Graefe, C. Homewood, M. Huss, M. Kauzlaric, H. Liniger, E. Rey, S. Rist, B. Schädler, F. Schneider et R. Weingartner, 2014, Interdisciplinary assessment of complex regional water systems and their future evolution : how socioeconomic drivers can matter more than climate, *WIREs Water*, vol. 1, 4, pp. 413-426.
- Reynard E., A. Thorens et C. Mauch, 2001, Développement historique des régimes institutionnels de l'eau en Suisse entre 1870 et 2000, dans : Knoepfel P., Kissling-Näf I., Varone F. (Hrsg./éds), *Institutionelle Regime für natürliche Ressourcen : Boden, Wasser und Wald im Vergleich*, Helbing und Lichtenhahn, Basel/Genf/München, pp. 101-139.
- Reynard, E., 2000a, Cadre institutionnel et gestion des ressources en eau dans les Alpes : deux études de cas dans des stations touristiques valaisannes, *Revue Suisse de Science Politique*, vol. 6, 1, pp. 53-85.
- Reynard, E., 2000b, 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, Université de Lausanne, [En ligne] URL : http://www.unil.ch/files/live//sites/igd/files/shared/Travaux_et_recherches/IGUL-TR17-vol1&2.pdf, consulté le 20 mai 2016.

Rinaudo, J.-D., 2013, Prévoir la demande en eau potable : une comparaison des méthodes utilisées en France et en Californie, *Sciences Eaux et Territoires*, vol. 10, pp. 78-85.

Robbins L., 1935, *An essay in the nature and significance of economic science*, Macmillan, Londres, 160 p.

Saulnier, G.-M., W. Castaings, D. Hohenwallner, A. Brancelj, I. Bertoncej, M. Brenčić, A. Brun, M. Cadoux-Rivollet, O. Cainelli, C. Calvi, A. D. Bona, M. Doering, C. Defrancesco, E. Dutto, G. Freundl, T. Harum, A. Jamsek, S. Klemenčič-Kosi, J. Komma, C. Kopeinig, H. Klug, P. Lachenal, S. Lascours, T. Leskosek, T. Mezek, N. Mignone, N. Mori, C. Mourembles, J. Neuwirth, P. Paccard, A. Pascariello, P. Pergher, W. Poltnig, M. Pusenjak, R. Rampazzo, C. Reszler, R. Rikanovic, C. Robinson, A. Rollando, J. Schlamberger, R. Scussel, M. Siligardi, G. Suetter, V. Valentar, C. Vercelli, K. Wagner, D. Zdravec, P. Zalavari et H. Zessar, 2011, Monitoring and modelling of mountain water resources. A short guideline based on the results of Alp-Water-Scarce, Alp-Water-Scarce (Interreg IV B, Alpine Space Programme, project 5-1-3-F), 34 p.

Sauquet, E., Y. Arama, E. Blanc Coutagne, H. Bouscasse, F. Branger, I. Braud, J.F. Brun, J. Cherel, T. Cipriani, T. Datry, A. Ducharne, F. Hendrickx, B. Hingray, F. Krowicki, I. Le Goff, M. Le Lay, C. Magand, F. Malerbe, T. Mathevet, C. Monteil, C. Perrin, P. Poulhe, A. Rossi, R. Samie, P. Strosser, G. Thirel, F. Tilmant et J.P. Vidal, 2015, Le partage de la ressource en eau sur la Durance en 2050 : vers une évolution du mode de gestion des grands ouvrages duranciens ? Congrès SHF : Water Tensions in Europe and in the Mediterranean : water crisis by 2050 ?, Oct. 2015, Paris, France, 8 p.

Service hydrologique et géologique national (SHGN), 1999, Le débit d'étiage Q_{347} - état de la question, Service hydrologique et géologique national, Berne, 132 p.

Spulber, N. et A. Sabbaghi, 1994, *Economics of water resources : from regulation to privatization*, Kluwer Academic Publishers, Boston-Dordrecht-London, 329 p.

Templin, W. E., R. A. Herbert, C. B. Stainaker, M. Horn et W. B. Solley, 1999, Water use, Chapter 11 of National Handbook of Recommended Methods for Water Data Acquisition, U.S. Geological Survey, [En ligne] URL : <http://pubs.usgs.gov/chapter11/chapter11A.html>, consulté le 20 mai 2016.

United Nations World Water Assessment Programme (UNWWAP), 2015, *The United Nations World Water Development Report 2015 : Water for a Sustainable World*, UNESCO, Paris, 139p.

Vanham, D., S. Millinger, H. Pliessnig et W. Rauch, 2011, Rasterised water demands : methodology for their assessment and possible applications, *Water Resources Management*, vol. 25, 13, pp. 3301-3320.

Vörösmarty, C. J., P. B. McIntyre, M. O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S. E. Bunn, C. A. Sullivan, C. Reidy Liermann et P. M. Davies, 2010, Global threats to human water security and river biodiversity, *Nature*, vol. 467, pp. 555-561.

Wada, Y., L. P. H. van Beek, D. Viviroli, H. H. Dürr, R. Weingartner et M. F. P. Bierkens, 2011, Global monthly water stress : 2. water demand and severity of water stress, *Water Resources Research*, vol. 47, 7, W07518.

Weissbrodt, B., 2014, Du (bon) usage des chiffres de l'eau, Lettre Aqeduc.info du 6 mai 2014, [En ligne] URL : <http://www.aqeduc.info/Du-bon-usage-des-chiffres-de-l-eau>, consulté le 27 avril 2016.

Zhou, S.L., T.A. McMahon, A. Walton et J. Lewis, 2002, Forecasting operational demand for an urban water supply zone, *Journal of Hydrology*, vol. 259, pp. 189-202.

Zoungrana, D., 2003, Cours d'approvisionnement en eau potable, Ecole inter-états d'ingénieurs de l'équipement rural, Ouagadougou, Burkina Faso, [En ligne] URL : http://www.pseau.org/outils/ouvrages/2ie_cours_d_approvisionnement_en_eau_potable_zoungrana_2003.pdf, consulté le 20 mai 2016.

NOTES

1. Rien qu'à propos de la sécurité hydrique, 418 publications académiques ont été recensées sur la période 1990-2010, dont plus de 50 % entre 2005 et 2010 (Bakker 2012 ; Cook et Bakker 2012).
2. La notion de besoin est contingente et relative. Comme en témoigne la définition canonique de l'économie proposée par Robbins (1935), la notion de besoin est au cœur de l'approche standard en économie qui postule des ressources limitées pour la satisfaction de besoins illimités, d'où la nécessité de comportements stratégiques pour l'allocation des ressources.
3. Par exemple, les quantités d'eau mobilisées pour le nettoyage des sols dans les serres d'Almeria (pourtant très efficaces d'un point de vue agronomique lors de la campagne agricole) ne sont pas négligeables et contribuent fortement à la révision à la hausse des valeurs moyennes couramment présentées comme les « besoins » ou « demande » en eau des plantes (Buchs, 2016) alors qu'il s'agit d'une demande d'irrigation.

RÉSUMÉS

Cet article met en évidence les confusions existantes relatives aux termes employés dans les travaux sur les usages de l'eau : besoins, demandes, apports, consommation, prélèvements. Nous proposons un cadre terminologique adapté aux enjeux de la quantification de ces termes, nécessaire au suivi de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). Une revue de la littérature permet d'abord d'identifier les termes synonymes de l'usage de l'eau et leurs diverses interprétations. Ensuite, une proposition de terminologie est élaborée autour du concept du cycle d'usage de l'eau, dont la schématisation permet d'illustrer les particularités de chaque terme. Les résultats montrent que les confusions apparaissent principalement au niveau de l'usage même de l'eau, pour lequel les termes associés (besoin, demande, apport et consommation) sont souvent mobilisés de manière imprécise, voire indifférenciée. Les nuances permettant de distinguer ces notions sont décrites via un schéma général de cycle d'usage de l'eau, dont la demande est le moteur principal. Les particularités propres à certains usages sont ensuite schématisées : approvisionnement en eau potable (AEP), irrigation et usages environnementaux. Cette réflexion a été menée conjointement par un géologue, un géographe, une hydrologue et un économiste, ce qui permet d'entretenir le débat sur la terminologie des usages de l'eau et de proposer un essai de synthèse, tel un préalable nécessaire à toute recherche interdisciplinaire sur les « usages de l'eau ».

This paper aims to highlight existing confusion over the terms used in assessments on water uses: needs, demands, supply, consumption, withdrawals. We suggest a terminological framework adapted to the challenges of water uses quantification, necessary to monitor integrated water resources management (IWRM). A state-of-the-art first draws an overview of synonyms of water use and their different interpretations. A proposal of consistent terminology

is then provided based on the water use cycle concept, in order to illustrate the specificities of each term. Results show that confusions mainly arise at the water use stage itself, for which several different terms are used (need, demand, supply and consumption). Differences that distinguish these notions are described on a generic scheme of the water use cycle, where demand is the central notion. Features related to specific water uses are then presented through this cycle: drinking water, irrigation and environmental uses. A geologist, geographer, hydrologist and economist jointly conducted this reflection, thus feeding the debate on water uses' terminology and synthesizing on what is meant by "water use" in an interdisciplinary manner.

INDEX

Keywords : water uses, water demand, terminology, confusions, water use cycle, quantification

Mots-clés : usages de l'eau, demande en eau, terminologie, confusions, cycle d'usage de l'eau, quantification

AUTEURS

MARTIN CALIANNO

Assistant doctorant, Institut de géographie et durabilité, Université de Lausanne, Bâtiment Géopolis, 1015 Lausanne, Suisse, Martin.Calianno@unil.ch

EMMANUEL REYNARD

Professeur, Institut de géographie et durabilité, Université de Lausanne, Bâtiment Géopolis, 1015 Lausanne, Suisse, Emmanuel.Reynard@unil.ch

MARIANNE MILANO

Première assistante, Institut de géographie et durabilité, Université de Lausanne, Bâtiment Géopolis, 1015 Lausanne, Suisse, Marianne.Milano@unil.ch

ARNAUD BUCHS

Maître de conférences, UMR LISST-Dynamiques Rurales (CNRS-EHESS-ENSFEA), Université Toulouse Jean Jaurès, 5 allées A. Machado, 31058 Toulouse, France, arnaud.buchs@univ-tlse2.fr