



HAL
open science

L''eautarcie'' est-elle possible en France? Innovations et évolution des rôles dans la gestion de l'eau dans les bâtiments

Bernard de Gouvello

► **To cite this version:**

Bernard de Gouvello. L''eautarcie'' est-elle possible en France? Innovations et évolution des rôles dans la gestion de l'eau dans les bâtiments. 1er Colloque International Futurs urbains: Enjeux interdisciplinaires émergents pour comprendre, projeter et fabriquer la ville de demain, Jan 2013, Paris, France. hal-00989063

HAL Id: hal-00989063

<https://enpc.hal.science/hal-00989063>

Submitted on 26 May 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'« eautarcie » est-elle possible en France? Innovations et évolution des rôles dans la gestion de l'eau dans les bâtiments

Bernard de Gouvello
CSTB/LEESU

Introduction

Dispositifs « hydro-économiques », utilisation de l'eau de pluie, assainissement autonome, rétention de l'eau en parcelles privatives... Ces pratiques en développement croissant en France interrogent le modèle traditionnel du bâtiment comme simple point d'usage du cycle de l'eau urbain (de Gouvello, 2010). Le modèle « réseaux » est-il pour autant condamné ? S'oriente-t-on vers un nouveau paradigme, l'« eautarcie » (Orszagh, 2001) ?

Cette question invite à regarder la façon dont les innovations émergentes viennent bousculer la répartition des rôles des acteurs dans la gestion de l'eau en ville et plus particulièrement la figure de l'utilisateur.

Après une description de la place de l'utilisateur dans chacun des deux modèles évoqués, cette communication s'intéressera à deux innovations (dispositifs hydro-économiques, récupération d'eau de pluie) et aux modifications qu'elles induisent dans les rôles respectifs de l'utilisateur, du gestionnaire des réseaux publics et d'acteurs émergents. Une lecture transversale des cas étudiés et un tableau synthétisant les évolutions actuelles relatives à la gestion de l'eau dans le bâtiment nous permettra de nous interroger sur la mutation actuelle du modèle « réseaux » et son éventuelle transition vers le modèle de l'« eautarcie ».

1. Déclinaison au niveau du bâtiment du modèle « réseaux » et du modèle de l'« eautarcie »

La gestion de l'eau dans le bâtiment dans le modèle « réseaux »

La gestion de l'eau dans le bâtiment dans le modèle « réseaux » renvoie à trois flux :

- un flux entrant, l'eau potable, utilisée pour tous les usages ;
- un flux sortant, les eaux usées ;
- un flux traversant, la pluie.

En milieu urbain dense, ces flux renvoient à des infrastructures lourdes : réseau d'eau potable, réseau d'assainissement et réseau spécifique d'évacuation des eaux pluviales (dans le cas séparatif).

Pour l'eau potable et les eaux usées, le bâtiment n'est qu'un point d'usage et de rejet : les installations intérieures du bâtiment sont prolongent les réseaux urbains de distribution et d'égouts. Pour les eaux pluviales, la toiture du bâtiment assure une fonction spécifique de collecte des eaux à évacuer : l'évacuation des eaux pluviales hors de la parcelle ne signifie pas obligatoirement son acheminement direct vers un grand réseau, diverses techniques dites « alternatives » permettant de réguler ou délester les réseaux unitaires ou séparatifs d'une partie de leur flux par temps d'orage.

Dans ce modèle, l'utilisateur se trouve à la sortie et l'entrée de deux boîtes noires : le système d'adduction d'eau potable et le système d'assainissement (pris au sens large, i.e. incluant les eaux pluviales). Il peut totalement ignorer le fonctionnement de ces boîtes noires sans que cela n'affecte sa capacité à utiliser les services délivrés. Il lui faut seulement savoir utiliser des robinets et une chasse d'eau et être en mesure de « faire face » aux problèmes de fuites

(robinetterie, canalisation, toitures, gouttières et chasses d'eau) et d'obstructions (évier ou toilettes, gouttières). Sa participation à la production du service est donc très limitée.

Le modèle de l'« eautarcie »

A l'opposé, le modèle d'« eautarcie » érige l'utilisateur en gestionnaire de l'intégralité des trois flux hydriques précédemment évoqués.

L'alimentation en eau repose sur l'utilisation de l'eau pluviale comme ressource brute unique collectée en toiture et stockée dans une citerne enterrée, ce qui va de pair avec la quasi-disconnexion¹ totale du réseau intérieur au traditionnel réseau public. Une rupture importante avec le principe d'une qualité unique pour tous les usages est introduite avec la notion d'eau « inoffensive » obtenue par filtration de l'eau de pluie collectée des micro-organismes en amont de la cuve de stockage. Cette eau est destinée aux usages sanitaires à l'exception de l'eau destinée à la boisson objet d'un traitement plus poussé. Les chasses d'eau sont, quant à elles, supprimées.

Les eaux usées ne sont plus considérées comme un déchet à éliminer mais appréhendées au regard des cycles de l'azote, du phosphore, du carbone et de l'eau. Les WC sont remplacés par des toilettes sèches à litière bio maîtrisée (TLB) : urines et excréments sont mélangés à une litière à base de matériaux végétaux, l'ensemble étant composté dans le jardin. Les eaux grises (cuisine, salle de bains et buanderie), toujours tièdes et contenant peu d'azote, sont épurées par réaction anaérobie dans une fosse, pour ensuite – sauf contre-indications contraires – être infiltrées.

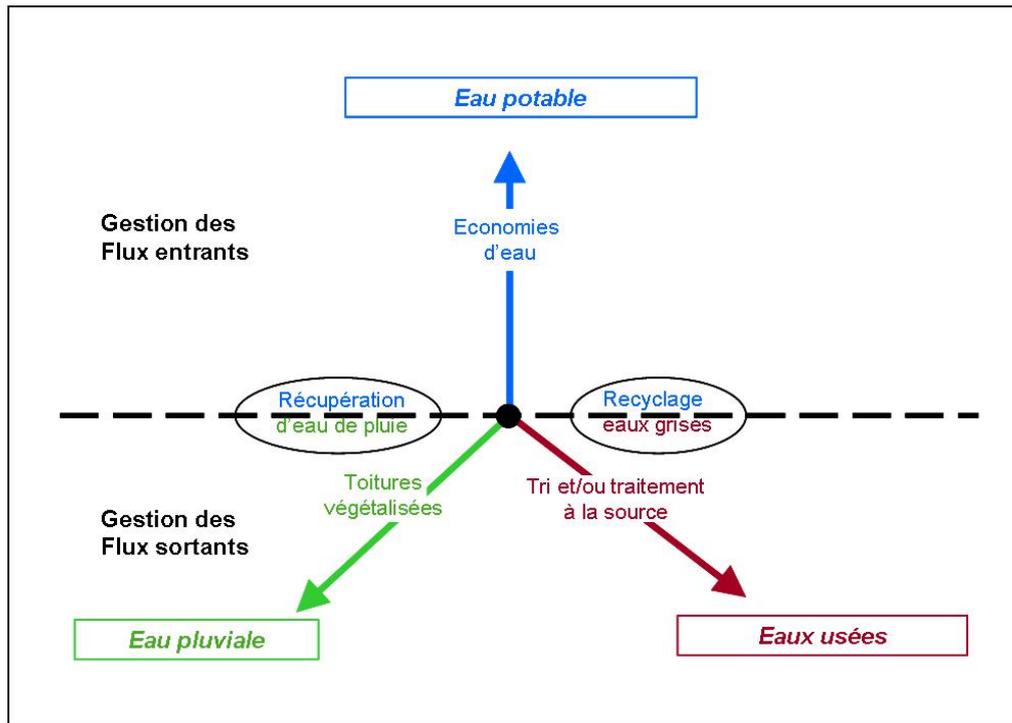
Enfin, le *flux d'eau pluviale* sortant de la parcelle est considérablement réduit (anéanti ?) en raison de l'utilisation de cette eau comme ressource.

Cette description appelle quelques remarques. L'autonomie en eau utile suppose de disposer d'un ratio toiture/habitant suffisant. L'utilisation de toilettes sèches suppose la possibilité de disposer facilement de litière idoine et de pouvoir s'en débarrasser aisément. Enfin et surtout, le modèle repose sur un ensemble d'installations techniques que l'usager doit prendre entièrement en charge au quotidien, ce qui suppose de ce dernier disponibilité et compétence. Le modèle de l'« eautarcie » dessine ainsi une figure d'un usager-gestionnaire sensiblement différente de l'usager actuel préalablement décrit, à la fois plus militant (enclin à changer ses pratiques pour la bonne cause), plus compétent (capable de gérer dans la continuité les installations et les consommables nécessaires) et peut-être davantage péri-urbain qu'urbain (pavillon avec jardin). L'analyse des innovations actuellement observables dans la gestion de l'eau dans le bâtiment permet-elle de rendre plausible l'émergence d'un usager « eautarcique » ?

2. Analyse de deux innovations en matière de gestion de l'eau dans le bâtiment

Le schéma ci-dessus (de Gouvello, 2010) situe de manière illustrative plusieurs innovations vis-à-vis des flux concernés, dont les dispositifs d'économie d'eau (outils « hydro-économiques ») et la récupération et utilisation de l'eau de pluie (RUEP).

¹ L'auteur concède que « en cas de sécheresse prolongée, au départ d'un robinet placé à la sortie du compteur d'eau, on peut introduire un peu d'eau de ville dans la citerne à l'aide d'un tuyau d'arrosage en attendant le retour de l'eau de pluie ».



Pour ces deux innovations, nous évoquerons de manière synthétique :

- (1) son contexte d'émergence,
- (2) son principe technique,
- (3) l'état actuel de son développement en France,
- (4) les facteurs techniques et économiques favorisant ou limitant sa diffusion,
- (5) les changements induits dans le rôle de l'utilisateur, du gestionnaire et des nouveaux acteurs éventuellement émergents.

Les dispositifs « hydro-économes »

(1) Les dispositifs hydro-économes relèvent initialement de pratiques « anti-gaspi-bricolo » (brique dans les toilettes). L'augmentation du prix de l'eau a fait évoluer ce mouvement vers une recherche d'économie financière. Des produits manufacturés spécifiques sont alors apparus.

(2) Ces dispositifs opèrent une réduction de consommation en agissant sur le volume, le temps de fonctionnement, la pression et/ou débit. Elles reposent toutes sur un principe commun fondamental, à savoir : l'utilisateur doit réaliser des économies mécaniquement, sans perte de confort, de sécurité et d'efficacité de ses installations, sans qu'il n'ait d'effort à faire. C'est le principe d'« économies passives » (de Gouvello, 2010).

(3) Le marché des économies d'eau se développe important depuis plusieurs années. L'offre, variée, s'étend de la simple vente d'aérateurs à la prestation de service intégrée comprenant diagnostic initial, préconisations de gestion, installation et suivi sur la durée. Ce marché se caractérise encore par la présence de vendeurs opportunistes, en recherche d'une forte marge avec des produits ou des services de qualité parfois douteuse. En dehors de la certification de la robinetterie qui a intégré cette préoccupation, l'absence d'évaluation des produits conduit parfois à des contre-références.

(4) Le recours aux « dispositifs hydro-économes » est essentiellement motivé par des perspectives d'économies sur la facture d'eau. Le prix local de l'eau et la nature de l'acteur concerné sont donc déterminants. La demande émane de l'utilisateur lui-même, mais aussi

d'industriels ou encore de bailleurs sociaux cherchant à faire baisser les charges de leurs locataires. La rhétorique environnementale est parfois invoquée, notamment lorsque les dispositifs sont promus par une collectivité locale.

(5) La mise en place de « dispositifs hydro-économiques » est relativement neutre pour l'utilisateur : elle peut néanmoins parfois s'accompagner d'une attitude plus vigilante (suivi de ses consommations). L'hydro-économie est à l'origine de l'émergence et du renforcement de deux métiers : la *prestation de service* en matière d'économie d'eau, dont les contours varient sensiblement d'un fournisseur à l'autre [cf. (3)] ; les *économistes de flux*, chargés, d'optimiser les flux (eau, gaz, électricité) sur le patrimoine d'une collectivité ou d'une entreprise.

La récupération et l'utilisation de l'eau de pluie

(1) La récupération et l'utilisation de l'eau de pluie (RUEP) s'inscrit dans une logique de recours à des ressources alternatives à l'eau potable pour des usages ne requérant pas la qualité d'eau potable (arrosage, nettoyage des sols et des véhicules, alimentation des toilettes,...). Elle a été portée par l'architecture verte (Wines, 2001). Elle est partiellement réglementée en France depuis 2008 (arrêté du 21 août 2008).

(2) Le principe technique est sommaire : l'eau collectée sur des toitures est dirigée vers une cuve précédée d'un dégrillage (1 mm), d'où elle est soutirée. Différents types de stockage existent : extérieur de faible capacité (généralement dédié à l'arrosage d'appoint), enterré ou souterrain (généralement pour un usage multiple comprenant – outre l'arrosage – des usages intérieurs : toilettes, voire lave-linge). Le point technique le plus délicat ne concerne que les installations de ce dernier type : il s'agit de la disconnexion du réseau d'eau récupérée de l'appoint en eau potable (nécessaire pour assurer la continuité des usages). Une mauvaise réalisation de cette disconnexion peut engendrer une pollution du réseau public d'eau potable par retours d'eau de pluie.

(3) La RUEP connaît un développement important en France dans les villes, en raison de la conjonction de plusieurs facteurs. Un changement de mentalité de l'utilisateur, plus éco-citoyen et parfois en demande d'une participation accrue (Carré, Deroubaix, 2009). Ce changement de regard touche désormais un certain nombre d'*acteurs institutionnels*. La démarche HQE a joué un rôle important dans l'institutionnalisation de cette pratique au sein des professionnels de la construction (de Gouvello et Nœuvéglise 2007). A l'instar du crédit d'impôts mis en place par l'Etat-Nation pour encourager la RUEP, de nombreuses collectivités ont mis en place des systèmes d'aide et de subvention pour la mise à disposition de cuves à des particuliers (de Gouvello et Moreau de Bellaing, 2009). De leur côté, plusieurs grandes surfaces de bricolage ont développé des campagnes de publicité sur le thème.

(4) Le développement de la RUEP à une logique qui dépasse la seule considération économique du retour sur investissement. Si l'acquisition d'un système très rudimentaire (cuve aérienne de faible capacité dérivant une descente de gouttière et destinée au seul arrosage), est facilement rentabilisé, les installations plus complexes ne le sont que rarement, dans des cas favorables tels certains sites industriels où l'eau récupérée peut être utilisée en process ou encore dans des établissements scolaires. Le nombre de réalisations va néanmoins croissant et un secteur d'activités émerge : une multitude de petites sociétés proposent des services allant de la seule vente de cuves à l'élaboration de projets clés en main.

(5) Tant que l'usage visé ne nécessite pas une eau de qualité, une installation de RUEP en maison d'habitation n'exige *apparemment* pas de compétence très sophistiquée pour en assurer la mise en place et le fonctionnement. Le risque de multiplication d'installations non performantes, voire préjudiciables pour la santé des usagers, voire du réseau public d'eau potable (en cas de retour d'eau) n'est pas négligeable. Il en découle l'impérieuse nécessité d'organiser un contrôle d'une manière ou d'une autre (contrôle d'installation réalisée, accréditation de plombiers spécialisés,...).

Pour des usages plus complets (cas dérogatoire tels les gîtes isolés, etc.), des technologies plus complexes sont à mettre en œuvre, ce qui nécessite un minimum de savoir-faire en matière d'installation et de maintenance et fait apparaître un secteur d'activités potentiel, encore très limité par les contraintes réglementaires. Enfin, il convient de signaler l'apparition de projets à une échelle supérieure à celle du bâtiment : des lotissements, des aménagements de quartiers, tendance renforcée par : la bonne réalisation de ces projets suppose une bonne articulation avec la logique de gestion de l'eau au niveau de la ville.

3. Vers l'« eautarcie » des bâtiments ?

Les innovations évoquées préfigurent-elles une évolution vers l'« eautarcie » des bâtiments en ville ? Des éléments de réponse sont à chercher dans l'analyse synthétique des innovations évoquées, ainsi que dans celle des évolutions plus générales des services d'eau et d'assainissement ayant un impact sur le bâtiment.

Institutionnalisation des innovations, nouveaux acteurs et permanence de l'utilisateur passif

Les innovations décrites ont été initialement portées par des acteurs individuels au profil militant, éventuellement ancrés dans une profession (exemple de l'architecture verte). Elles ont été reprises à leur compte par des acteurs institutionnels : les gestionnaires de patrimoine pour maîtriser les charges ; la maîtrise d'ouvrage publique et/ou privée vecteurs de l'amélioration et de valorisation de la construction, en particulier via la démarche HQE ; des acteurs économiques y décelant l'opportunité de développer des marchés de produits et services au-delà des seuls adeptes de l'habitat écologique ; le pouvoir politique – local ou national – en les encourageant financièrement et/ou les publicisant. Dans ce processus d'institutionnalisation, il convient de noter *une absence notable : les gestionnaires des services d'eau et d'assainissement, professionnels traditionnels, réservés voire réticents* quant au développement de ces innovations susceptibles de perturber la logique de gestion et l'équilibre économique de leurs activités.

Ces innovations sollicitent des savoir-faire spécifiques, progressivement codifiés par des normes (utilisation de l'eau de pluie) ou guides de bonnes pratiques (économies d'eau) relatifs aux aspects de conception, de mise en œuvre mais également d'entretien et de maintenance sur la durée. Ces différentes compétences requises constituent en fait autant de niches nouvelles d'activités pour de potentiels acteurs entrants sur le secteur de l'eau.

Si elles intègrent la nécessité de maintenir son confort et sa sécurité, ces innovations ne comptent pas sur un changement de mentalité de l'utilisateur. Leur développement n'appelle pas un renversement de la figure traditionnelle de *l'utilisateur*, lequel peut demeurer et n'aspire généralement pas à devenir un professionnel de l'eau. La compétence de la gestion des dispositifs localisés au sein du bâtiment est déléguée, non plus aux gestionnaires des services publics de l'eau, mais à des prestataires spécialisés dans les innovations. On assiste donc à l'émergence d'un espace pour des nouveaux acteurs entre le monde du gestionnaire des réseaux et celui de l'utilisateur qui, tous deux, semblent « camper sur leurs positions ».

Aperçu synthétique des mutations des services impactant le bâtiment

Sur la base du tableau ci-dessous dressant un panorama synthétique des évolutions de la gestion de l'eau urbaine ayant un impact au niveau du bâtiment, il est possible de repenser l'organisation des trois flux présentés en début de papier.

Flux	Principales évolutions actuelles, tendances à venir	Enjeux organisationnels associés / lien bâtiments-services urbains
A. Eau potable et/ou « utile »	<ol style="list-style-type: none"> Réduction de la consommation (<i>dewatering</i>), due à une montée de conscience environnementale et à la diffusion de technologies « hydro-économes » (robinetterie, appareils sanitaires et ménagers) Utilisation de ressources alternatives : (a) puits ; (b) pluie ; (c) eaux brutes ; (d) eaux grises. Hierarchisation dans la pratique des usages et des qualités requises (fin d'une qualité unique) Généralisation des compteurs individuels (loi SRU) 	<ol style="list-style-type: none"> → Nouvelle forme de tarification pour maintenir le patrimoine et encourager les économies ; développement de diagnostic de maîtrise des consommations (nouveau secteur d'activités) a.b.c. → Gestion des pénuries (problème la concomitance des déficits des ressources puits, pluie et réseaux) : nécessité d'une gestion centrale de dispositifs disséminés non cohérents 2.3. → Complexification des installations intérieures et de leur gestion : contrôle de prévention (protection du réseau AEP), besoin de professionnels dédiés, logique de certification, etc.
B. Eaux usées	<ol style="list-style-type: none"> Importance de la DCE : paramètres prioritaires Maîtrise à la source de polluants difficiles à traiter dans certaines conditions (cf. <i>NoMix toilets</i>) Recyclage des eaux grises, « moins usées » [A.2.d] 	<ol style="list-style-type: none"> → Différenciation des matériaux de construction : création de nouvelles filières → Déconcentration d'une partie de la gestion des flux, gestion de dispositifs disséminés mais intégrés à une même logique.
C. Eaux pluviales	<ol style="list-style-type: none"> Réduction des flux à la source par : (a) infiltration ; (b) rétention avec restitution au milieu naturel (cycle court : noues, végétalisation,...) ; (c) rétention avec restitution différée au réseau (toitures végétalisées, toitures terrasses rétention,...) Traitement à la source : décantation et autres procédés <i>in situ</i>. Utilisation de l'eau de pluie (source alternative [A.2.b]) 	<ol style="list-style-type: none"> a.b. → Sensibilisation/formation du milieu de la construction (en matière de gestion des eaux pluviales) c. → Adaptation des systèmes de gestion échelle bâti/échelle urbaine 2. → Complexification du milieu de la couverture, besoin d'évaluation technique.

L'eau potable délivrée par un réseau public demeure indispensable en zone urbaine. La production *in situ* d'eau potable requiert la garantie d'une ressource amont disponible sans discontinuité qu'une ressource comme l'eau de pluie n'est pas en mesure d'assurer en contextes urbains. De plus, les usages les plus délicats (eau de boisson, préparation des aliments et vaisselle notamment), exige un process élaboré pour prévenir tout risque sanitaire. L'utilisateur n'est pas préparé à (voire ne désire pas s'investir pour) acquérir la compétence associée. Les prestataires présents aujourd'hui sur le marché n'ont pas non plus une telle compétence, qui pose de surcroît un problème de contrôle difficilement surmontable. L'avenir ne semble donc l'autonomisation en eau du bâtiment, mais plutôt une adduction multiforme/multi-ressource du bâtiment en fonction des usages (et des qualités requises associés) et des contextes (de disponibilité relative des ressources alternatives).

L'expérience de l'assainissement autonome témoigne de la nécessité d'articuler à une gestion technique décentralisée un dispositif institutionnel à plus large échelle de gestion en phase avec le cycle de l'eau urbain. Cette question va se poser également pour la récupération d'eau pluviale si cette technique vient à se développer massivement (de Gouvello, Deutsch, 2009). Elle est également au cœur des projets qui émergent en matière de gestion à la source des effluents : ainsi la technologie *NoMix Toilets* met en lumière la diversité d'échelles et d'acteurs requise pour le succès d'une telle innovation (cf. encadré).

Les NoMix Toilets
(d'après Larsen et Lienert, 2003 et Lienert et Larsen, 2007)

Une grande partie des micropolluants (notamment médicaments) est évacuée par voie urinaire. Leur traitement en stations se révèle complexe, particulièrement par temps de pluie. De plus, représentant moins de 0,5% du volume total des eaux usées domestiques, les urines comprennent la majeure partie des éléments nutritifs de ces eaux. Le concept de *NoMix toilets* repose sur le recours à des sanitaires permettant d'isoler et stocker transitoirement les urines produites au sein d'un bâtiment. Ce concept se décline en plusieurs variantes selon le temps de stockage des urines dans le bâtiment et leur destination finale (utilisation comme fertilisants ou renvoi vers le réseau d'égouts aux moments les plus favorables).

Une recherche interdisciplinaire très large menée par l'EAWAG (centre de recherche suisse) a montré que : les usagers sont favorables au concept à condition de ne rien perdre au niveau du confort ; les industriels sont encore réticents à développer des produits spécifiques ; les fertilisants à base d'urine humaine sont acceptés par le milieu agricole s'ils sont bon marché...

La *gestion des eaux pluviales* est marquée par une tendance progressive à une autonomisation de la parcelle : la mise en place de techniques d'infiltration *in situ* partout où cela est possible est de plus en plus préconisée. Dans les zones où cela n'est pas réalisable, l'essaimage de dispositifs de rétention temporaire crée une sorte de « bruit de fond » venant perturber les pratiques des professionnels rompus à la gestion traditionnelle de l'eau de pluie par des systèmes collectifs centralisés.

Conclusion

L'évolution des services de gestion urbaine de l'eau conduit à considérer deux cas de figure : la ville déjà construite (dotée d'infrastructures collectives) et les nouvelles urbanisations.

Dans le premier cas, les choix techniques et organisationnels opérés par le modèle « réseaux » structurent la gestion de l'eau sur la durée selon une logique qui n'est modifiable qu'à la marge. Ici la nature de la transition du modèle ne peut être que lente, car au mieux limitée par le rythme de développement des nouvelles zones à urbaniser.

Même dans ce second cas, la diffusion massive du modèle de l'« eautarcie » apparaît peu envisageable, car il suppose une figure de l'usager compétent et militant - que les innovations étudiées ne mettent guère en évidence -, et que l'on voit apparaître des échelles et des acteurs intermédiaires entre la gestion urbaine de l'eau et celle du bâtiment, variable selon les problématiques à traiter. L'un des enjeux majeurs de la gestion de l'eau et de l'assainissement à venir réside ainsi dans l'intégration de cette diversité dans une cohérence globale.

Références bibliographiques

Carré C., Deroubaix J.-F., 2009, « L'utilisation domestique de l'eau de pluie révélatrice d'un modèle de service d'eau et d'assainissement en mutation », *Flux* n°76/77, pp. 26-37.

de Gouvello B., Noeuvéglise M., 2007, *Récupération et Utilisation de l'eau de pluie dans les opérations de construction. Retours d'expériences et recommandations*, Paris : ARENE IDF, 64 pages. (téléchargeable sur le site de l'ARENE IDF : www.areneidf.org, [localisation du document : www.areneidf.org/HQE-urbanisme/construction-durable_recup-pluie.html])

de Gouvello B., Moreau de Bellaing C., « Les mécanismes d'incitation à l'utilisation de l'eau de pluie en France : entre réglementation nationale et initiatives locales », *Cahiers de l'ASEES*, 14 (2009) 85-91

de Gouvello B., Deutsch J.-C., 2009, « La récupération et l'utilisation de l'eau de pluie en ville : vers une modification de la gestion urbaine de l'eau ? », *Flux* n°76/77, pp. 14-25.

de Gouvello B., 2010, *La gestion durable de l'eau: Gérer durablement l'eau dans le bâtiment et sa parcelle*, Paris : CSTB Editions, 127 p.

Larsen T. A., Lienert J., 2007, « NoMix sous tous les angles » in *EAWAG News* n°63, mars 2007, pp. 4-7.

Lienert J., Larsen T. A., 2003, « Technologie NoMix : quel est son degré d'acceptation ? » in *EAWAG News* n°57, décembre 2003, pp. 14-17.

Országh J., 2001, « "L'eautarcie" n'est pas une utopie ! L'autonomie en eau de la maison, sans pollution est désormais possible » in *La Vie Naturelle*, n° 168, février 2001, Ed. Arys : Paris, pp.72-78.

Wines J., 2001, *L'architecture verte*, Taschen, 240 p.