



HAL
open science

Lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable et réduction des prélèvements dans les ressources en eau : rapport d'avancement 2016

Eddy Renaud, Bénédicte Rulleau, Alain Husson

► To cite this version:

Eddy Renaud, Bénédicte Rulleau, Alain Husson. Lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable et réduction des prélèvements dans les ressources en eau : rapport d'avancement 2016. [Rapport de recherche] irstea. 2016, pp.22. hal-02605762

HAL Id: hal-02605762


<https://hal.inrae.fr/hal-02605762v1>

Submitted on 16 May 2020

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.

Programmation 2016 – **Domaine 22.5 - Action 36**



Lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable et réduction des prélèvements dans les ressources en eau

Rapport d'avancement 2016

Eddy RENAUD (Irstea)
Bénédicte RULLEAU (Irstea)
Alain HUSSON (Irstea)

Décembre 2016

Document élaboré dans le cadre de la convention ONEMA –Irstea 2016-2018

En partenariat avec le Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et
de l'Énergie

- **AUTEURS**

Eddy RENAUD, Ingénieur, responsable de l'équipe GPIE (Irstea), eddy.renaud@irstea.fr

Bénédicte RULLEAU, Chercheur en économie (Irstea), benedicte.rulleau@irstea.fr

Alain HUSSON, Ingénieur (Irstea), alain.husson@irstea.fr

- **CORRESPONDANTS**

ONEMA : Bénédicte AUGÉARD, DAST, benedicte.augeard@onema.fr

Irstea : Eddy RENAUD, Ingénieur, responsable de l'équipe GPIE, eddy.renaud@irstea.fr

MEEM : Ludovic HAUDUROY, GR1 DEB, ludovic.hauduroy@developpement-durable.gouv.fr

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

Camille Rodicq, Ingénieure (Irstea jusqu'en août 2016)

Droits d'usage : Partenaires

Niveau géographique : National

Couverture géographique : France

Niveau de lecture : Professionnels, experts

1. Introduction	4
2. Valorisation des actions 7 et 62 de la convention 2013-2015.....	4
2.1. Valorisation de l'action 7	4
2.1.1. Conférences et articles	4
2.1.1.1. Article « Water Research »	4
2.1.1.2. Conférence et article IWA 2016	5
2.1.1.3. Conférence ASTEE 2017.....	6
2.1.2. Conformité des services au rendement seuil	7
2.1.2.1. Traitement des données 2013	7
2.1.2.2. Rapport SISPEA 2013	8
2.1.3. Finalisation du guide « Contrats/Ressources »	8
2.2. Valorisation de l'action 62	9
2.2.1. Finalisation du guide « Plan d'actions » volume 2	9
2.2.2. Communications	9
3. Plan du guide « Bilan eau »	10
3.1. Titre du guide	10
3.2. Plan du guide	10
3.3. Forme du guide	14
4. Approche économique	15
4.1. Contexte et objectifs.....	15
4.2. Avancées	15
4.3. Premiers éléments sur les coûts et bénéfices des actions.....	16
4.3.1. Estimation des coûts.....	16
4.3.2. Estimation des bénéfices	16
4.4. Bibliographie.....	16
5. Travaux exploratoires sur des données de télérelève	18
5.1. Périodes de consommation nulle	18
5.2. Liens entre consommations et données météorologiques.....	20
6. Conclusion.....	21
7. Table des illustrations	22

- **LUTTE CONTRE LES PERTES DES RESEAUX D'EAU POTABLE ET REDUCTION DES PRELEVEMENTS DANS LES RESSOURCES EN EAU**

1. Introduction

L'action n°7 de la convention ONEMA-Irstea 2013-2015 « Cibler, mettre en œuvre et évaluer la lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable dans le but de préserver la ressource en eau » a permis de définir et d'expérimenter un cadre méthodologique pour évaluer l'impact des économies d'eau potable sur la réduction des prélèvements dans les ressources en eau. L'action 62 a permis la production d'un « Guide pour l'élaboration d'un plan d'actions de réduction des fuites ». Le transfert de ces résultats aux organismes en charge de la gestion des ressources en eau et aux services d'eau potable nécessite d'une part l'amélioration et la généralisation des méthodes et d'autre part la mise en œuvre d'actions de communication et de valorisation. Ce sont les objectifs de la présente action 36 de la convention ONEMA-Irstea 2016-2018, intitulée « Lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable et réduction des prélèvements dans les ressources en eau » qui, *in fine*, vise à valider et transférer une méthode d'estimation de l'impact quantitatif des usages d'un réseau d'eau potable sur ses ressources, afin d'évaluer la réduction des prélèvements dans les ressources en eau induite par un plan d'actions d'économie d'eau.

2. Valorisation des actions 7 et 62 de la convention 2013-2015

Une partie des travaux menée en 2016 a consisté à valoriser ceux réalisés dans le cadre des actions 7 et 62 de la convention ONEMA-Irstea 2013-2015.

2.1. Valorisation de l'action 7

2.1.1. Conférences et articles

2.1.1.1. Article « Water Research »

Le bilan des effets environnementaux de la réduction des pertes des réseaux d'eau potable, étudié en réalisant l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) d'un plan d'action de réduction des pertes a donné lieu à la production d'un article scientifique qui a été soumis à la revue « Water Research » sous le titre : « Up to what point is loss reduction environmentally friendly?: The LCA of loss reduction scenarios in drinking water networks ». Les auteurs en sont Julie Pillot, Laureline Catel, Eddy Renaud, Bénédicte Augeard et Philippe Roux.

Dans le cadre du processus de relecture, une révision majeure a été sollicitée en avril 2016.

L'article a été remanié et complété pour prendre en compte les remarques des relecteurs qui portaient principalement sur une réorganisation de certaines parties, un approfondissement de la bibliographie et une description plus détaillée des scénarios de réduction des pertes. La version révisée a été soumise fin mai 2016 à l'éditeur et l'article a été accepté en juillet 2016 (Figure 1).



Up to what point is loss reduction environmentally friendly?: *The LCA of loss reduction scenarios in drinking water networks*



Julie Pillot ^a, Laureline Catel ^b, Eddy Renaud ^a, Bénédicte Augeard ^c, Philippe Roux ^{b,*}

^a Irstea, UR ETBX, F-33612 Cestas, France

^b Irstea, UMR ITAP, ELSA Research Group, 361 rue Jean-François Breton, F-34196 Montpellier, France

^c ONEMA, French National Agency for Water and Aquatic Environments, F-94300 Vincennes, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 January 2016

Received in revised form

23 May 2016

Accepted 11 July 2016

Available online 13 July 2016

Keywords:

LCA

Water loss reduction

Drinking water networks

Water resources

Urban water system

ABSTRACT

In a context of increasing water shortage all over the world, water utilities must minimise losses in their distribution networks and draw up water loss reduction action plans. While leak reduction is clearly an important part of sustainable water management, its impacts have to be reconsidered in a broader objective of environmental protection than strictly the avoided losses in cubic metres of water. Reducing the volume of water abstracted reduces also environmental impacts associated to water production (the operation and infrastructure needed for abstraction, treatment, supply). In the mean time, activities for reducing water losses generate their own environmental impacts, notably as a result of the work, equipment, and infrastructures used for this purpose. In this study, Life Cycle Assessment (LCA) was used to assess and compare two sets of environmental impacts: those resulting from the production and supply of water which will never reach subscribers, and those caused by water loss reduction activities. This information can then be used to establish whether or not there is a point beyond which loss reduction is no longer effective in reducing the environmental impacts of drinking water supply. Results show that the improvement actions that start from a low water supply efficiency are clearly beneficial for ecosystems, human health and preservation of resources. When seeking to improve the efficiency beyond certain values (about 65%), the uncertainty makes it impossible to conclude for an environmental benefit on all impact categories.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Figure 1 : Fac-similé de l'article publié dans « Water Research »

2.1.1.2. Conférence et article IWA 2016

L'International Water Association (IWA) organise tous les deux ans une conférence mondiale qui s'adresse à l'ensemble des professionnels du domaine de l'eau. L'édition 2016 s'est tenue du 8 au 13 octobre à Brisbane (Queensland, Australie).

Un résumé intitulé « Targeted loss reduction for Water Supply Systems to achieve savings in water resources » dont les auteurs sont Eddy Renaud, Julie Pillot, Claire Aubrun, Eric Bréjoux et Bénédicte Augeard a été soumis en octobre 2015. Il a été accepté en avril 2016 pour une présentation orale à la conférence. L'article correspondant a été produit en juillet 2016. Il fera l'objet de relectures et sera éventuellement sélectionné pour publication dans une revue de l'IWA.

L'article s'attache à présenter le « Bilan eau », le « Bilan des effets » et le « plan d'actions » et à montrer comment ces différentes approches peuvent être combinées pour optimiser la lutte contre les fuites (Figure 2).

Résumé de l'article soumis :

“Water scarcity is a reality in many regions, irrespective of their climate. Reducing losses from Water Supply Systems (WSSs) is therefore an issue of worldwide environmental importance. In France, water suppliers are legally bound to reduce losses from their WSSs. One of the actions they are required to undertake is the creation of Loss Reduction Action Plans (LRAPs). In order for such plans to be successful, they need to suit the area to which they are applied. Their impacts on water bodies and the environment also need to be taken into account. This paper explains the approach developed by Irstea (at the request of the French Ministry of Ecology) to fulfil these objectives. The approach includes a guide to designing LRAPs, a method for creating a Water Abstraction and Discharge Balance (WADB), and an Analysis of Environmental Effects (AEE) relating to loss reduction actions, based on Life Cycle Assessment (LCA). The usefulness and the practicality of this approach are examined through two practical case studies. While the guide to creating LRAPs and the WADB are sufficiently developed for use by WSSs, the AEE still requires further improvement.”

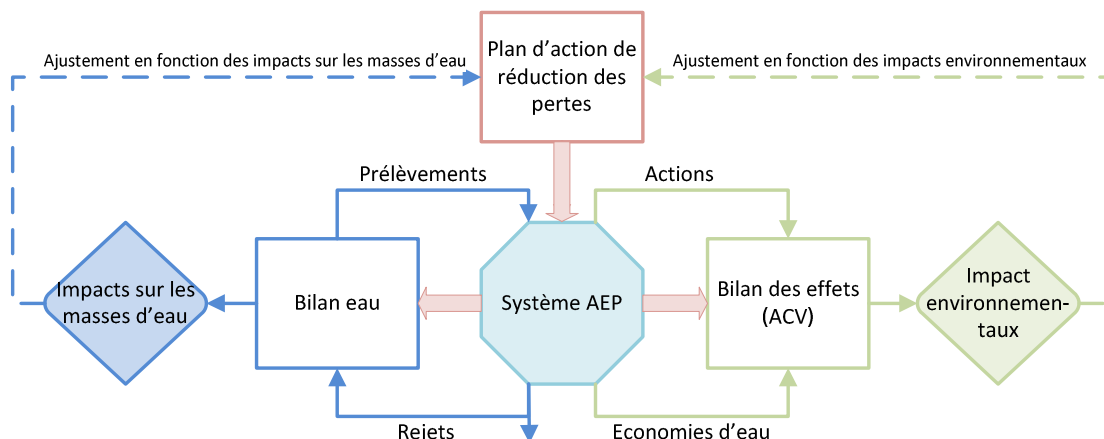


Figure 2 : Articulation des différentes approches développées

2.1.1.3. Conférence ASTEE 2017

L'association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE) organise chaque année un congrès technique et scientifique. Le 96^{ème} congrès se tiendra à Liège (Belgique) du 6 au 9 juin 2017 sur le thème « Des territoires à l'Europe : Construire ensemble les transitions environnementales ». L'appel à communication décline 6 thématiques et 7 angles d'approche. Les thématiques « Eau potable » et « Ressources en eaux et milieux aquatiques » ainsi que l'angle d'approche « La mesure et l'évaluation au service des politiques publiques » font échos à nos travaux, c'est pourquoi une proposition de présentation orale a été soumise en août 2016 qui porte le titre « Evaluer les impacts d'une stratégie de réduction des pertes sur les ressources en eau : Bilan quantitatif des prélèvements et des rejets d'eau d'un système d'alimentation en eau potable », les auteurs étant Eddy Renaud, Julie Pillot, Claire Fisnot et Bénédicte Augéard.

La proposition de communication vise à présenter le principe de la méthode « Bilan eau » (Figure 3) et les différentes étapes de son application pratique illustrées par le cas du service des eaux de la Communauté d'Agglomération Béziers Méditerranée (CABM) :

1. Identifier les masses d'eau dans lesquelles prélève le système et caractériser leur mode d'alimentation
2. Identifier tous les volumes mis en œuvre dans le système et déterminer les parts rejetées par écoulement, infiltration ou évapotranspiration
3. Localiser et répartir les écoulements et les infiltrations et recouper cette information avec les zones d'alimentation des masses d'eau
4. Dresser le bilan quantitatif des prélèvements et des rejets du système en situation actuelle (Bilan eau)
5. Construire des scénarios d'action de lutte contre les pertes et établir les « Bilans eau » résultant de chacun des scénarios
6. Analyser les résultats et bâtir un plan d'action optimisé pour répondre aux problématiques des masses d'eau concernées

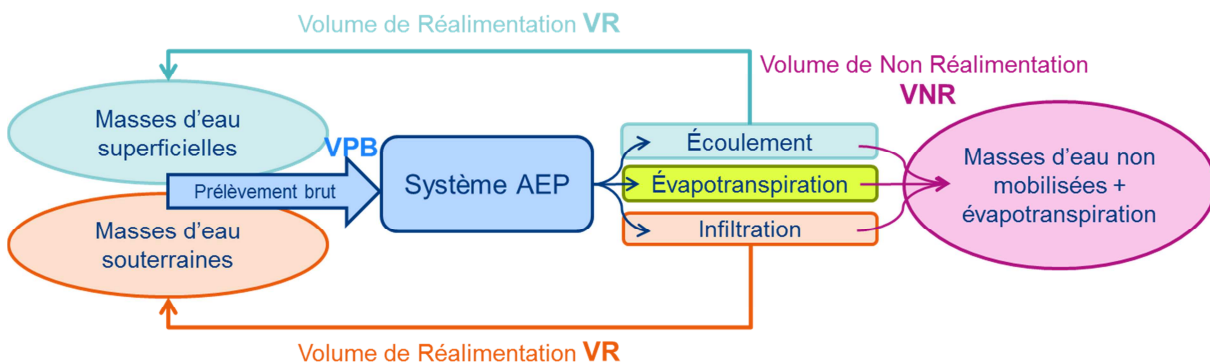


Figure 3 : Principe du « Bilan eau »

2.1.2. Conformité des services au rendement seuil

Dans le cadre de l'axe 4 de l'action 7 « Evaluer l'impact de la réglementation issue du Grenelle de l'environnement sur la préservation de la ressource », une estimation à l'échelle nationale de l'évolution de la conformité des services d'eau potable au rendement seuil a été réalisée sur les données issues de SISPEA pour les exercices 2009 à 2012.

L'indicateur étudié est le taux de conformité des services français au rendement seuil dicté par la réglementation Grenelle, c'est-à-dire le nombre de services de distribution d'eau potable dont le rendement est supérieur ou égal au rendement seuil rapporté au nombre total de services. L'estimation de cet indicateur se base chaque année sur les services « renseignés » qui sont ceux pour lesquels toutes les informations nécessaires pour évaluer leur conformité sont disponibles dans la base SISPEA. Chaque année, 3 valeurs du taux de conformités sont calculées :

- Le taux de conformité des services renseignés
- L'estimation pour l'ensemble des services selon un modèle linéaire généralisé
- L'estimation pour l'ensemble des services selon un modèle basé sur le lien conforme - renseigné

Pour chacune des estimations, l'intervalle de confiance à 95 % est calculé.

2.1.2.1. Traitement des données 2013

En juin 2016, les données SISPEA 2013 ont été traitées et les modèles d'estimation de la conformité ont été calés. Les résultats obtenus sont synthétisés par le Tableau 1 et la Figure 4.

Tableau 1 : Estimations de la conformité de 2009 à 2013

	Taux de conformité des services renseignés	Estimation selon modèle linéaire généralisé	Estimation selon lien conforme-renseigné
2009	75.4%	65.2%	62.5%
2010	76.4%	67.5%	62.4%
2011	78.5%	72.2%	68.2%
2012	79.3%	72.7%	68.2%
2013	78.8%	73.9%	70.1%

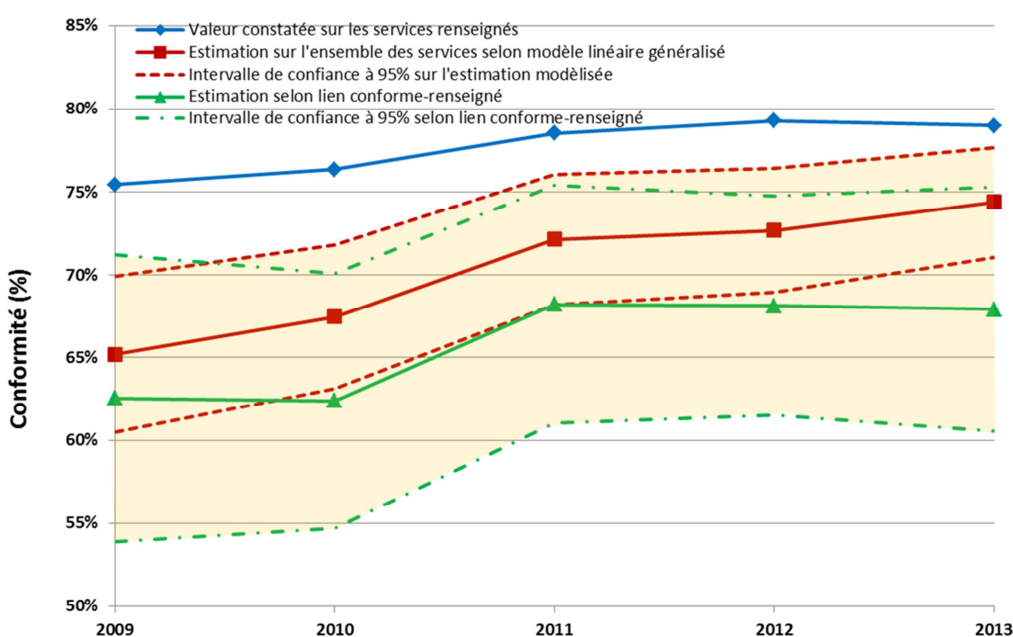


Figure 4 : Taux de conformité et intervalles de confiance de 2009 à 2013

2.1.2.2. Rapport SISPEA 2013

Une note présentant les résultats obtenus sur l'estimation de conformité des services au rendement seuil a été produite pour être intégrée au rapport « Panorama des services et de leur performance en 2013 », publié en septembre 2016 par l'observatoire des services publics d'eau et d'assainissement. Les principales conclusions sont les suivantes :

« La fourchette qui encadre la valeur probable du taux de conformité de l'ensemble des services est très large (+/- 7,5 %). Cela est lié au nombre limité d'informations disponibles pour l'ensemble des services mobilisables pour bâtir les modèles. Néanmoins, deux enseignements peuvent être tirés des résultats :

- le taux de conformité observable sur les services renseignés est nettement supérieur au taux de conformité probable sur l'ensemble des services ;
- une amélioration de la conformité des services a probablement eu lieu tout au long de la période 2009-2012 mais semble marquer le pas en 2013.

L'évolution positive du taux de conformité constatée entre 2010 et 2012 est vraisemblablement imputable pour une part aux objectifs contraignants de l'article 161 de la loi Grenelle 2010 que certaines collectivités ont anticipé par la mise en place de plans d'actions avant l'échéance de 2014.

Les méthodes présentées sont reproductibles et pourront être mises en œuvre chaque année pour évaluer à l'échelle nationale l'évolution de la conformité des services, qui est un indicateur de l'efficacité des dispositions issues du Grenelle de l'environnement. La précision des estimations restera fortement liée au taux de renseignement et à la qualité des données de la base SISPEA. »

2.1.3. Finalisation du guide « Contrats/Ressources »

Dans le cadre de l'axe 3 de l'action 7 « Prendre en compte le partage des compétences et des rôles dans l'optimisation des prélèvements », la réalisation d'un guide intitulé « Organiser la préservation quantitative des ressources en eau potable : Guide pratique pour la rédaction de clauses dans les contrats et conventions » a été coordonnée par Laetitia Guerin-Schneider.

Ce guide, qui propose des modèles de clauses pour les contrats de délégation (Tableau 2), a en 2016, été retravaillé et maqueté en vue d'une large diffusion.

Tableau 2 : Liste des articles abordés dans le guide

Thème	Article	Niveau de généralité
Incitation à réduire les pertes	Engagement sur la réduction des pertes primaires (en eau traitée)	N1
	Engagement sur la réduction des pertes primaires (en eau brute)	N2
	Suivi de la sectorisation	N2
	Élaboration et mise en œuvre d'un plan d'actions	N2
	Diagnostic permanent	N2
	Délai de réparation des fuites	N1
	Pénalités*	N1
	Garantie à première demande	N1
	Fonds incitatif d'économie d'eau	N2
Intégration de la redevance prélèvement dans les charges	N1	
Échange d'information	Comité trimestriel	N1
	Information déportée du système d'information du délégataire à la collectivité	N2
	Transmission de la télérelève en fin de contrat	N2
	Fichiers de consommation et usages	N2
Prise en compte des contraintes de la ressource	Coordination avec les structures gestionnaires de ressource	N1
	Fixation des conditions d'arbitrage entre ressources	N2
	Application des conventions de vente/achat d'eau	N2
Actions envers les usagers	Mise en place de la télérelève	N2
	Actions de sensibilisation et de communication	N2
	Tarifcation incitative	N2

N1 articles proposés pour tous les contrats ; N2 articles répondant à des besoins plus spécifiques.

2.2. Valorisation de l'action 62

L'action 62 a permis la publication par l'ONEMA, en novembre 2014, d'un guide intitulé « Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable : Guide pour l'élaboration du plan d'action ». En décembre 2015, un ouvrage complémentaire intitulé « Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable : Guide pour l'élaboration du plan d'actions - Volume 2 : Plan d'actions détaillé et hiérarchisé ». Les auteurs en sont Claire Aubrun, Alain Husson, Julie Pillot et Eddy Renaud. La valorisation de ces travaux a été poursuivie en 2016.

2.2.1. Finalisation du guide « Plan d'actions » volume 2

Le guide « Plan d'actions » volume 2 a pour but de poursuivre le développement de l'arbre de décision initié dans le volume 1. Au-delà des étapes 1 et 2 de la démarche, qui fournissent une aide à la décision pour la réalisation des opérations préliminaires et la sélection des catégories d'actions à l'échelle du réseau, l'étape 3 permet, à l'échelle du secteur, d'orienter le décideur vers chacune des 38 actions de réduction des pertes inventoriées (Tableau 3).

En 2016, le guide « Plan d'actions » volume 2 fait l'objet d'un maquetage en vue de sa publication par l'ONEMA. Les différentes figures représentant les branches de l'arbre de décision ont été adaptées pour permettre que les commentaires propres à chaque figure soient sur une page en vis-à-vis de celle-ci et ainsi faciliter la lecture du guide. Dans le même ordre d'idée, un marque-page répertoriant l'ensemble des variables et indicateurs utilisés dans le guide a été conçu.

Tableau 3 : Organisation des branches de l'arbre de décision

Étape	Actions concernées	Figure / Tableau
Étape 1 Analyse de la situation et opérations préliminaires	Opérations préliminaires	Figure 1
Étape 2 Sélection des catégories d'actions	Toutes les actions	Figure 2 Figure 3
Étape 3 Sélection des actions	Actions de la sous-catégorie I-A : « Patrimoine »	Figure 4
	Actions de la sous-catégorie I-B : « Connaissance des volumes »	Figure 5 Figure 6
	Actions de la sous-catégorie I-C : « Sectorisation »	Figure 7
	Actions de la sous-catégorie I-D : « Fonctionnement »	Figure 8
	Actions de la catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation »	Figure 9 Tableau 3 Tableau 4
	Actions de la catégorie III : « Gestion des pressions »	Figure 10
	Actions de la catégorie IV : « Remplacement et rénovation des réseaux »	Figure 11 Figure 12

2.2.2. Communications

Les guides réalisés dans le cadre de l'action 62 ont en 2016 été présentés dans le cadre de différentes journées techniques. Il s'agit notamment des événements suivants :

- Les régionales de l'Office International de l'Eau : Gestion patrimoniale des réseaux d'eau. Redon (35) le 16/06/2016(Eddy Renaud) ;
- 6^{ème} rencontres de la Vilaine : Quels outils pour optimiser la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable ? Férel (56) le 09/09/2016 (Eddy Renaud) ;
- Les régionales de l'Office International de l'Eau : Réduction des pertes dans les réseaux d'eau potable – Plan d'actions. Limoges (87) le 26/09/2016(Claire Aubrun)

3. Plan du guide « Bilan eau »

L'action de recherche débouchera sur la production en 2018 d'un guide pour établir et utiliser le Bilan eau d'un système d'eau potable. Une première version de ce que pourra être le plan de ce guide est proposée ci-après.

3.1. Titre du guide

Une première solution est de considérer le guide comme la suite des guides pour l'élaboration du plan d'actions. Le titre pourrait alors être de la forme suivante :

Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable

Guide pour l'élaboration du plan d'actions

Volume 3 : Optimiser les bénéfices du plan d'actions pour les ressources en eau : Bilan eau

De façon alternative, le guide peut être considéré comme un ouvrage indépendant des précédents et s'intituler par exemple :

- *Lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable et réduction des prélèvements dans les ressources en eau : Guide pour établir le bilan quantitatif des prélèvements et des rejets d'un système d'eau potable*
- *Evaluer les impacts d'une stratégie de réduction des pertes sur les ressources en eau : Bilan quantitatif des prélèvements et des rejets d'eau d'un système d'alimentation en eau potable (Bilan eau)*

Le choix d'un titre reste une question ouverte, l'opportunité d'y faire figurer ou non l'expression « Bilan eau » est à discuter.

3.2. Plan du guide

Le plan du guide est proposé sous forme de tableaux qui respectent la disposition suivante :

Partie		
Chapitre	Sous-chapitre	Éléments de contenu

Les figures permettant d'illustrer les différentes sections sont placées à la suite des tableaux et visées par des renvois au sein des tableaux.

A - Préambule		
I - Contexte et enjeux		
II - Objectifs du guide		
III - Définition des concepts		Volumes et indicateurs créés dans le cadre du guide
IV - Structuration du guide		Les étapes de la méthode Bilan eau (Figure 5). Utilisation de la méthode Bilan eau pour construire un plan d'actions de lutte contre les pertes

B - Etablir un Bilan eau		
I - Définir le système étudié	1 - Délimiter le territoire	Inventaire des données nécessaires ou utiles pour le bilan eau
	2 - Choisir les échelles temporelles	
	3 - Collecter les données disponibles	
II - Etablir le bilan volumique du système	1 - Quantifier les volumes mis en œuvre dans le système.	Origine et destination (Figure 6). Cas de l'évaluation infra-annuelle
	2 - Analyser les modes de collecte des destinations	Volumes collectés/non-collectés, collectif/non-collectif (Figure 7)
III - Répartir les volumes selon leur mode de rejet	1 - Mode de rejets des volumes livrés	Pour chaque destination, quantifier les parts de chaque mode de rejet (Figure 8)
	2 - Mode de rejets des volumes non-livrés	
IV - Identifier les masses d'eau concernées par le système (Figure 9)	1 - Masses d'eau prélevées.	Masses d'eau superficielles et souterraines (Figure 10)
	2 - Masses d'eau alimentées	Identification des enjeux
	3 - Echanges d'eau	Cas des déficits saisonniers Identification des zones d'alimentation
V - Localiser les rejets	1 - Rejets ponctuels	Cas de l'évaluation infra-annuelle
	2 - Rejets diffus	Clés de répartition des rejets diffus
VI - Dresser le bilan des volumes par masse d'eau (Figure 11)	1 - Evaluation des volumes de réalimentation	Hypothèse de mélange intégral versus analyse par UDI
	2 - Calcul des indicateurs	Indicateurs infra-annuels Traitement des imports exports Adéquation de l'échelle de la masse d'eau

C - Utiliser le Bilan eau pour évaluer un plan d'actions de lutte contre les pertes		
I - Construire des scénarios.		Pour un même volume économisé
II - Etablir le bilan eau de chaque scénario		Clés de répartition des économies d'eau
III - Comparer les impacts des scénarios sur les masses d'eau		Volumes et indicateurs

D - Annexes		
Cas d'étude		

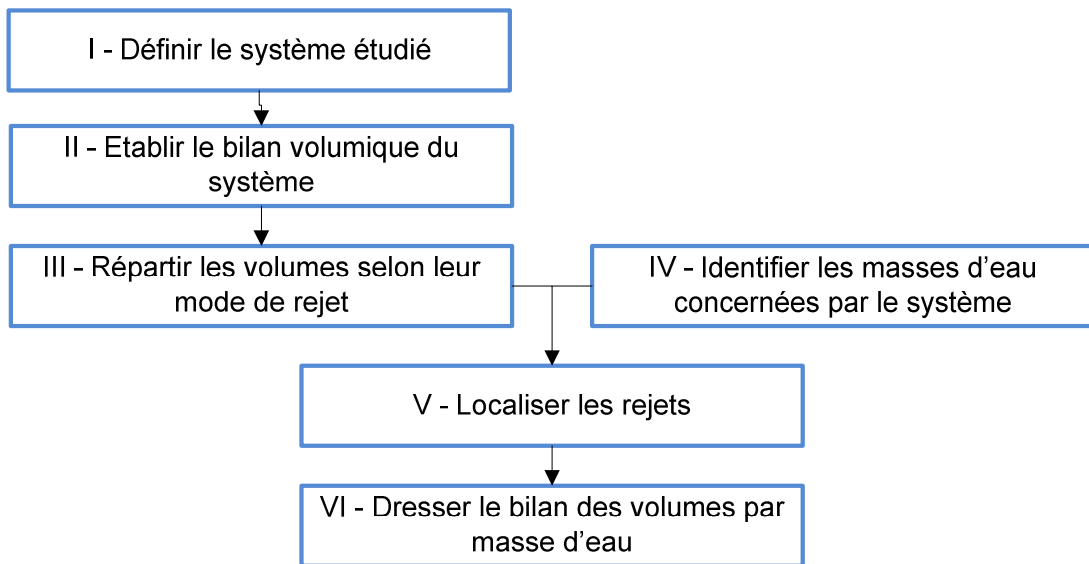


Figure 5 : Les étapes du Bilan eau

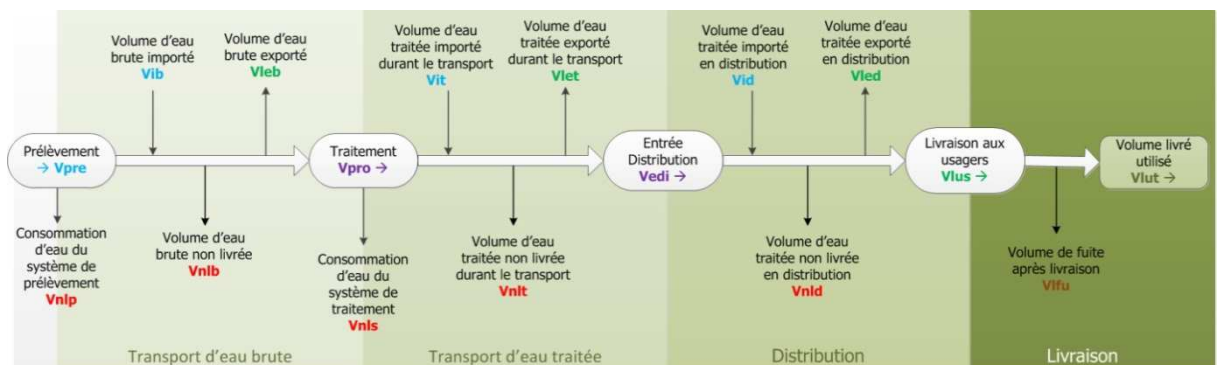


Figure 6 : Représentation des volumes d'un système d'eau potable

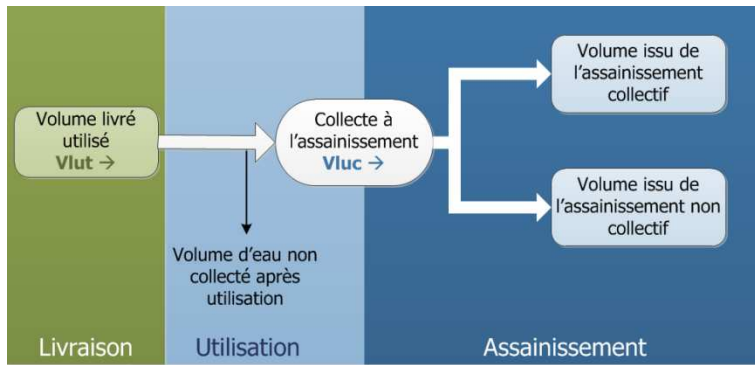


Figure 7 : Destination des volumes livrés aux usagers

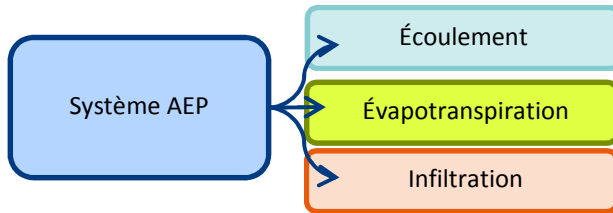


Figure 8 : Modes de rejet

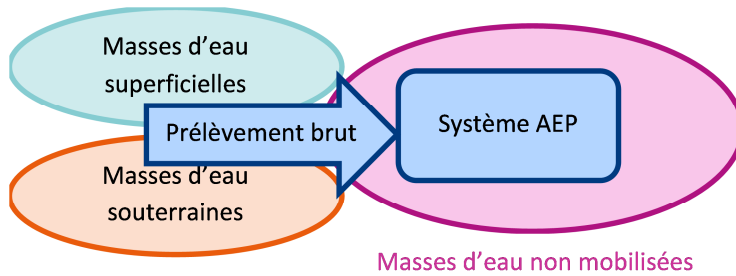


Figure 9 : Masses d'eau concernées par le système d'AEP



Figure 10 : Identification des masses d'eau souterraines prélevées

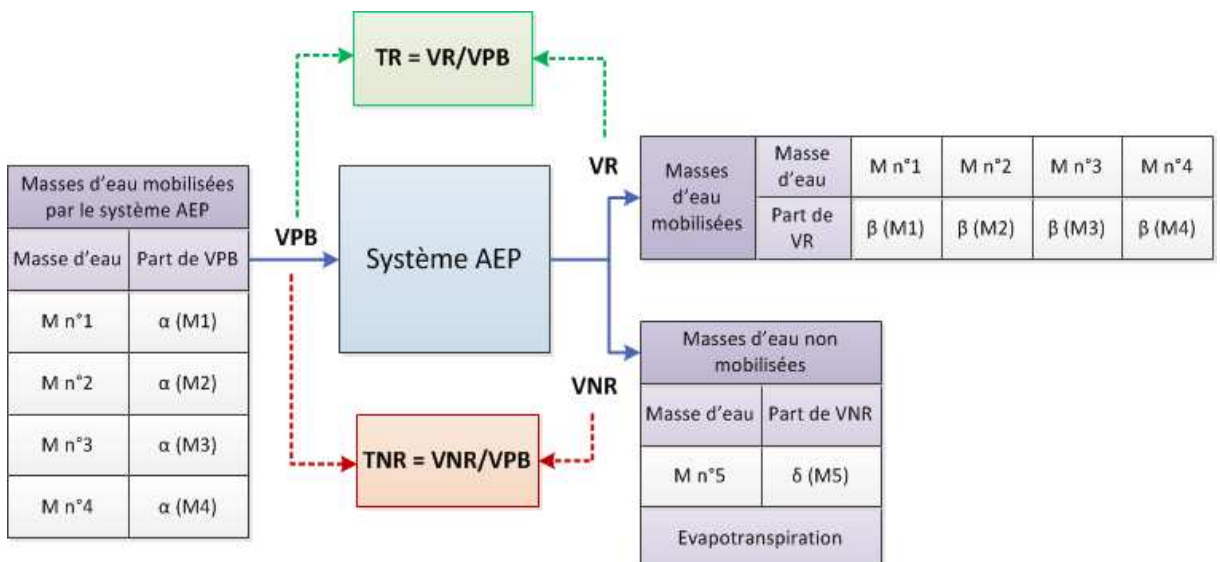


Figure 11 : Schéma de principe du Bilan eau par masse d'eau

3.3. Forme du guide

Plusieurs questions seront à trancher concernant la forme du guide :

- Recueil de fiches ou texte continu ?
- Positionnement des exemples, à chaque étape, en fin d'ouvrage ?
- Nombre de pages ?
- Inclusion de parties sur l'efficacité des actions et/ou sur l'ACB ?

4. Approche économique

4.1. Contexte et objectifs

Le Volet 3 « Approche économique » de cette action consiste en une analyse coûts-bénéfices des différentes stratégies de réduction des pertes dans les réseaux.

Ce travail vise à comparer les avantages et coûts pour la société de chaque option avec une situation de référence, afin d'en déterminer la rentabilité. Les coûts sont ici conçus de manière large, au sens de « désavantages ». On considère qu'« un projet ou une politique satisfait au critère coûts-bénéfices si leurs bénéfices sociaux sont supérieurs à leurs coûts sociaux [...], la "société" [étant] simplement égale à la somme des individus » (Pearce *et al.*, 2006, p. 17). Il est en conséquence primordial que les coûts et les avantages de tous les projets, sur l'ensemble des agents concernés, soient identifiés afin d'y être inclus. (*À noter qu'une analyse exhaustive est dans de nombreux cas impossible, mais il s'agit de s'en rapprocher au maximum*).

L'ACB suppose par ailleurs que bénéfices et dommages soient exprimés en unités monétaires de manière à être ensuite agrégés. Dans certains cas, la valeur monétaire des impacts peut être évaluée directement (coûts directs par exemple) ; dans d'autres cas, il faut au contraire avoir recours à des méthodes spécifiques, dites d'évaluation économique (Bateman *et al.*, 2002 ; Champ *et al.*, 2003). Ces dernières visent à mesurer la demande pour des biens non marchands à travers l'évaluation du surplus du consommateur et de ses variations. Le but n'est pas d'obtenir leur prix, mais bien un indicateur de l'utilité qu'ils procurent à la société (Sagoff, 1988). En mesurant cette quantité, l'évaluation économique permet d'approcher la valeur de biens qui, dans le cas contraire, pourraient être perçus comme gratuits.

Un taux d'actualisation i est ensuite utilisé afin de ramener coûts (C_t) et bénéfices (B_t) à une date commune, souvent celle du démarrage du projet, et de calculer, pour chaque option, la valeur nette actualisée (VNA) :

$$VNA = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Dans notre cas, chaque option consiste en un plan d'actions de lutte contre les pertes dans les réseaux et la situation de référence est celle dans laquelle ce plan d'actions ne serait pas mis en place. L'ACB se base en conséquence sur l'évaluation des économies d'eau résultant des différents plans d'actions (Volet 2 de l'Action), mais aussi sur l'expérimentation de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) conduite dans le cadre de l'Action 7, afin de réaliser un « Bilan des effets ».

4.2. Avancées

Le travail accompli à ce jour consiste surtout en une revue de la littérature.

Nous nous sommes notamment intéressés à la notion d'Economic Level of Leakage (EEL), défini comme le niveau de pertes en eau pour lequel le coût d'une réduction additionnelle des pertes est supérieur au coût de production de l'eau potable par un autre moyen (Yorkshire Water Services Ltd., 1997 ; United Kingdom Water Industry Research Ltd., 1999).

La définition initiale d'ELL prévoit la prise en compte des coûts et bénéfices sociaux et environnementaux, cependant, comme cela n'est pas toujours le cas en pratique, certains parlent Sustainable Economic Level of Leakage (SELL) lorsque ceux-ci sont effectivement pris en compte. Les travaux portant sur l'inclusion de ces coûts et bénéfices prennent toutefois, à notre connaissance, plutôt la forme de « Guides de bonnes pratiques », récapitulant les éléments à considérer ou présentant les méthodes d'évaluation économique pouvant être utilisées (voir par exemple Howarth (1998) ou Ashton et Hope (2001)). Nous n'avons pour l'heure identifié que peu d'exemples concrets (e.g. Venkatesh (2012), Islam et Babel (2013), Malm *et al.* (2015)).

Notre travail, lui, se rapprochera plutôt de la notion d'Optimum Level of Leakage, défini comme le niveau de pertes en eau pour lequel le coût marginal du contrôle actif de fuites est égal au coût marginal de l'eau perdue (United Kingdom Water Industry Research Ltd./Water Research Centre, 1994) (*En d'autres termes, le coût du contrôle actif de fuites permettant de sauver 1m³ d'eau potable sera égal au coût de la production et de la distribution de ce même volume d'eau (Howarth, 1998)*).

Mais il s'agira de ne pas considérer ici uniquement le coût du contrôle actif de fuites, mais bien celui de l'ensemble des mesures formant nos plans d'actions.

Une revue de la littérature complémentaire et une collecte de données devront également être conduites afin d'identifier les valeurs économiques des coûts et des bénéfices qui seront utilisées dans l'ACB. L'Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI) sera notamment mobilisé.

Des travaux ont par ailleurs été initiés à partir de l'étude ACV (Bilan des effets) réalisée sur le territoire de la RMMS de La Réole dans le cadre de l'action n°7 de la convention ONEMA-Irstea 2013-2015.

4.3. Premiers éléments sur les coûts et bénéfices des actions

Parmi l'ensemble des actions possibles répertoriées (Renaud et al. 2014b), nous avons choisi de conserver, comme dans l'ACV, les six plus représentatives de ce qui est classiquement mis en œuvre en France, à savoir la recherche active de fuites par la méthode acoustique mobile, la réparation d'une fuite, le suivi des interventions sur le réseau, l'estimation des volumes consommés non comptés, la réduction de pression et la sectorisation. La description de ces mesures et de leurs impacts est issue de Renaud *et al.* (2014a).

La première étape de l'ACB consiste à traduire en termes de coûts et de bénéfices pour la société les impacts de ces actions. Il s'agira ensuite, pour chaque scénario et chaque plan d'actions, d'estimer la valeur économique des coûts, la valeur économique des bénéfices, puis de calculer la VAN.

4.3.1. Estimation des coûts

De manière générale, les coûts des actions sont liés à :

- La mise en œuvre des sous-actions. Dans le cas de la recherche active de fuites par exemple, il s'agit ici des opérations de prélocalisation acoustique et de localisation acoustique ;
- Aux éventuelles études préalables et actions d'exploitation et de maintenance ;
- Aux émissions amont, réalisées lors de la production et du transport du matériel et des matériaux utilisés.

La « Réparation de fuites », la « Réduction de pression » et la « Sectorisation » prévoyant des travaux, les émissions diverses réalisées durant ces derniers, doivent également être prises en compte. Il en est de même de leurs effets sur les usagers du service en cas de rupture temporaire de l'alimentation en eau (coûts d'une réduction de bien-être des consommateurs), sur les conducteurs en cas de fermeture de routes (coûts de la consommation supplémentaire de carburant, incluant le coût des émissions, et les coûts d'une réduction de bien-être des conducteurs, notamment en raison d'un temps de trajet supplémentaire) et sur les riverains (manque à gagner pour les commerces fermés ou plus difficilement accessibles durant les travaux et coûts d'une réduction de bien-être des riverains à cause des nuisances sonores, olfactives, etc).

4.3.2. Estimation des bénéfices

Pour toutes les actions, les bénéfices suivants doivent a minima être considérés dans l'ACB :

- L'augmentation de la quantité d'eau potable qui peut être distribuée, ce qui permet d'éviter les coûts de pompage et de traitement (utilisation de produits chimiques et consommation énergétique) de l'eau supplémentaire à produire pour satisfaire la demande. Doivent également être considérés, les coûts évités des émissions amont réalisées lors de la production et du transport des matériaux utilisés ;
- La réduction du volume prélevé annuellement dans la ressource en eau, et donc, selon les contextes, le bénéfice environnemental de cette préservation de la ressource.

L'existence d'autres bénéfices devra également être investiguée.

4.4. Bibliographie

Ashton C.H., Hope V.S., 2001. Environmental valuation and the economic level of leakage. *Urban Water*, 3, 261-270.

Bateman I., Carson R.T., Day B., Hanemann M., Hanley N., Tannis H., Jones-Lee M., Loomes G., Mourato S., Özdemiroglu E., Pearce D.W., Sugden R., Swanson J., 2002. *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A manual*. Edward Elgar, Cheltenham.

- Champ P.A., Boyle K.J., Brown T. (eds), 2003. A Primer on Nonmarket Valuation. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Howarth D.A., 1998. Arriving at the Economic Level of Leakage: Environmental Aspects. *Water and Environment Journal*, 12, 197-201.
- Islam M., Babel M., 2013. Economic Analysis of Leakage in the Bangkok Water Distribution System. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 27, 4559-4578.
- Malm A., Moberg F., Rosén L., Pettersson T.J.R., 2015. Cost-Benefit Analysis and Uncertainty Analysis of Water Loss Reduction Measures: Case Study of the Gothenburg Drinking Water Distribution System. *Water Resources Management*, 29, 5451-5468.
- Pearce D., Atkinson G., Mourato S., 2006. Analyse coûts-bénéfices et environnement – Développements récents. OCDE, Paris.
- Pillot J., Catel L., Renaud E., Augéard B. & Roux P. (2016). Up to what point is loss reduction environmentally friendly?: The LCA of loss reduction scenarios in drinking water networks. *Water Research*, 104, 231-241.
- Renaud E., Pillot J., Aubrun C., Guérin Schneider L., Wittner C. & Werey C. (2014a). Cibler, mettre en oeuvre et évaluer la lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable dans le but de préserver la ressource en eaux – Rapport d'avancement 2014. In. Irstea Rapport commandité pour l'Onema, Vincennes, p. 89.
- Renaud E., Pillot J., Auckenthaler A. & Aubrun C. (2014b). Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable – Guide pour l'élaboration du plan d'actions (décret 2012-97 du 27 janvier 2012). In. Rapport commandité pour l'Onema Vincennes, p. 174.
- Sagoff M., 1998. Aggregation and deliberation in valuing environmental public goods: A look beyond contingent pricing. *Ecological Economics*, 24(2-3), 213-230.
- United Kingdom Water Industry Research Ltd., 1999. The environmental and social value of leakage reduction. Report 99/WM-08/24, Rapport, London.
- United Kingdom Water Industry Research Ltd./Water Research Centre (1994). Managing leakage (Report C): Setting economic leakage targets. Rapport, London.
- Venkatesh G., 2012. Cost-benefit analysis – leakage reduction by rehabilitating old water pipelines: Case study of Oslo (Norway). *Urban Water Journal*, 9, 277-286.
- Yorkshire Water Services Ltd., 1997. Establishing the economic level of leakage. Rapport, Leeds.

5. Travaux exploratoires sur des données de télérelève

Des travaux exploratoires ont pu être conduits sur des données issues de la télérelève des compteurs domestiques d'un service des eaux urbain. Après un travail important de nettoyage et de traitement de données, qui ne sera pas explicité ici (tests de cohérence, suppression des données aberrantes, synchronisation des pas de temps, extrapolations, complétion des données...), des données de consommation horaires ont été extraites. Elles nous ont permis d'une part, d'entamer des travaux qui à terme visent à mieux estimer les fuites après compteur, et d'autre part de commencer à explorer les liens entre des données météorologiques et les consommations.

5.1. Périodes de consommation nulle

L'idée de base est d'identifier les points de livraison d'usagers domestiques avec suspicion de fuites après compteurs, en analysant les passages à 0 de la consommation.

Le jeu de données utilisées concerne une commune urbaine dont les compteurs des abonnés sont tous télérelevés à un pas de temps horaire. La période étudiée va du 3 au 25 juin 2015, soit 21 journées complètes.

En premier lieu, après nettoyage et traitement des données brutes, nous avons extrait les modules dont les données étaient exploitables sur la période. Les **7696 abonnés** dont la consommation annuelle est inférieure à 300 m^3 (supposé représenter un usage domestique) ont ensuite été sélectionnés

Pour chaque compteur, 3 indicateurs ont été calculés sur la période étudiée :

- N_0 : Nombre de passages à 0 du compteur
- T_{moy} : Temps moyen des périodes sans passage à 0
- T_{max} : Temps maximum entre deux passages à 0

Dans un premier temps, les fonctions empiriques de répartition des valeurs ont été construites (Figure 12, Figure 13, Figure 14).

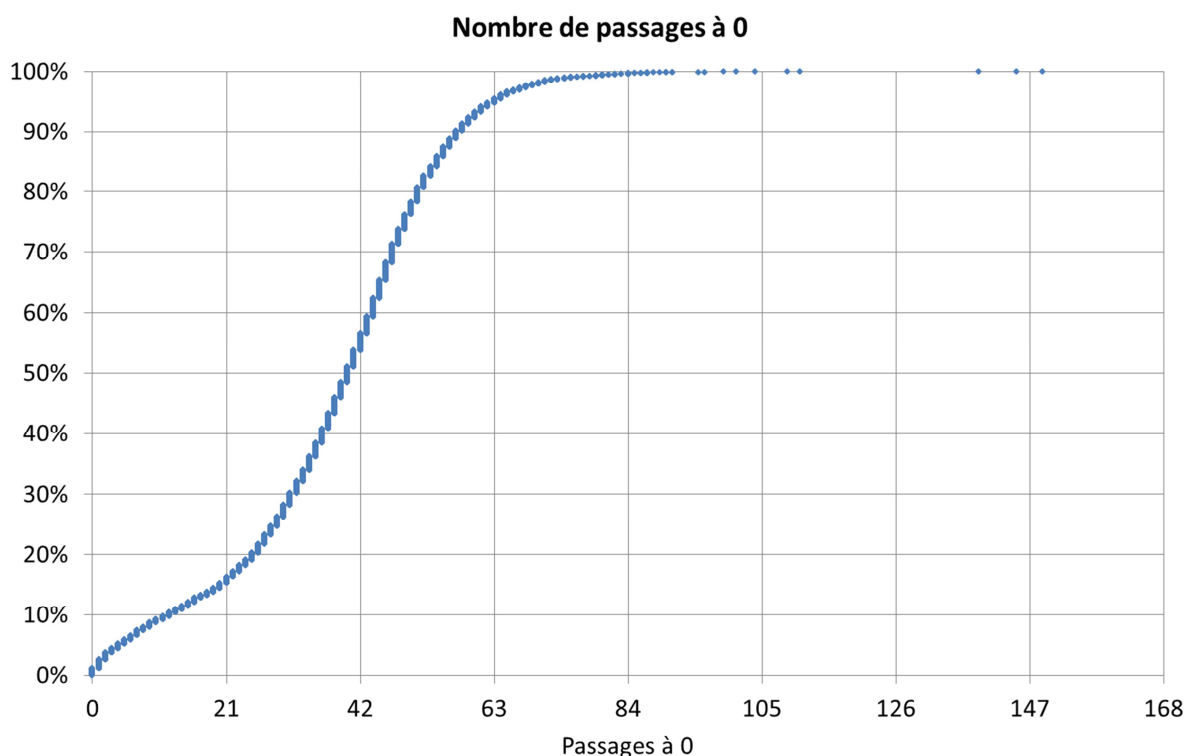


Figure 12 : Courbe de répartition de N_0

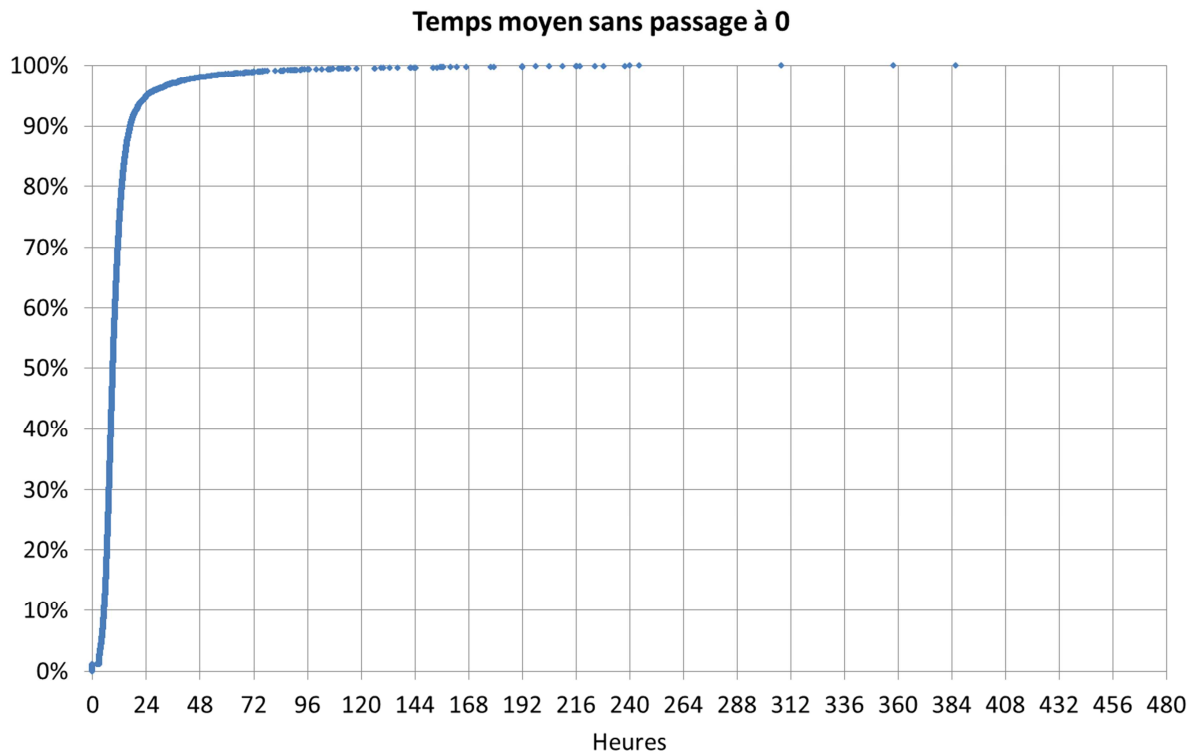


Figure 13 : Courbe de répartition de T_{moy}

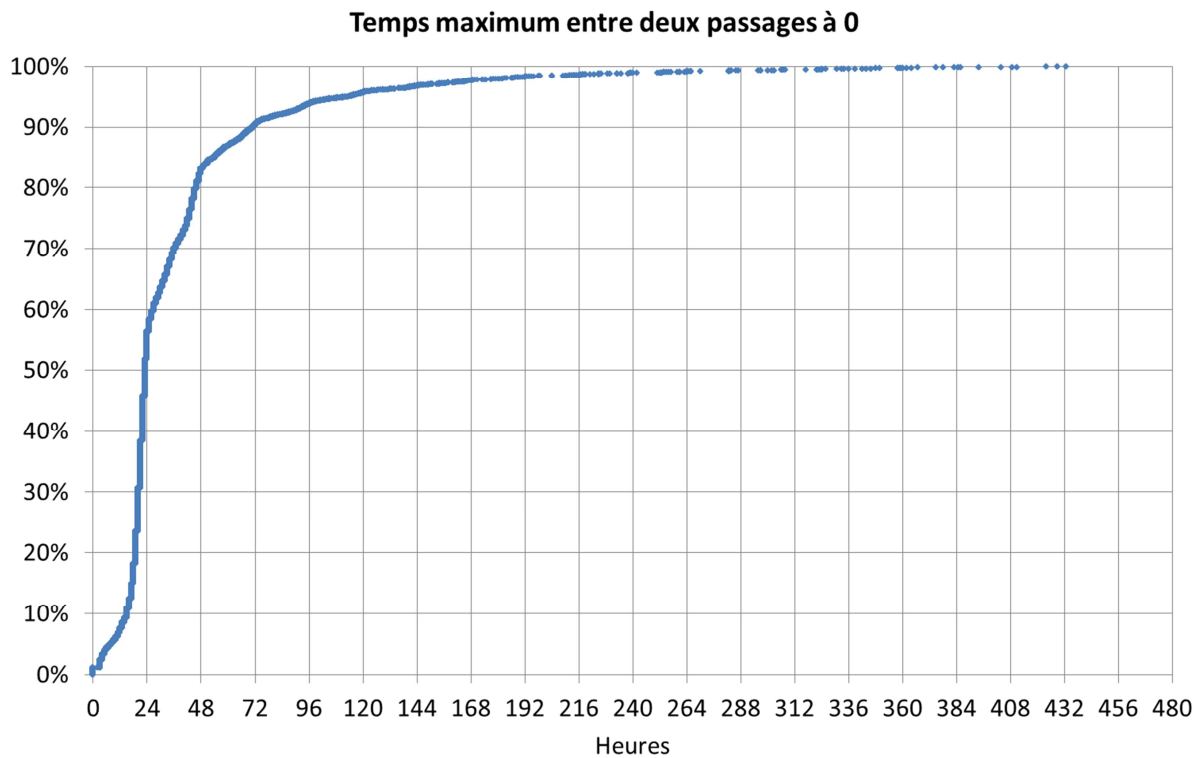


Figure 14 : Courbe de répartition de T_{max}

Les médianes (50 %) sont les suivantes :

- N_0 : 40 passages à 0, soit environ deux par jour
- T_{moy} : 9 heures
- T_{max} : 23 heures soit environ une journée

Nous avons ensuite établi les règles suivantes pour apprécier la suspicion de présence d'une fuite :

- $N_0 = 0$, **très forte suspicion** de fuite : 83 compteurs, soit 1.08 %
- $N_0 \neq 0$ et $T_{max} > 168$ (plus d'une semaine), **forte suspicion** de fuite : 179 compteurs, soit 2.33 %

- $T_{max} \leq 168$ et $N_0 \geq 21$ (plus d'un par jour) et $T_{moy} < 24$ (moins d'un jour) **aucune suspicion** de fuite : 6486 compteurs, soit 84.28 %
- Compteur ne répondant pas aux critères précédents, fuite **peu probable** : 948 compteurs, soit 12.32 %

Il résulte de cette analyse que sur groupe étudiés, **3.4 % des abonnés présentent une suspicion de fuite après compteur** (Figure 15).

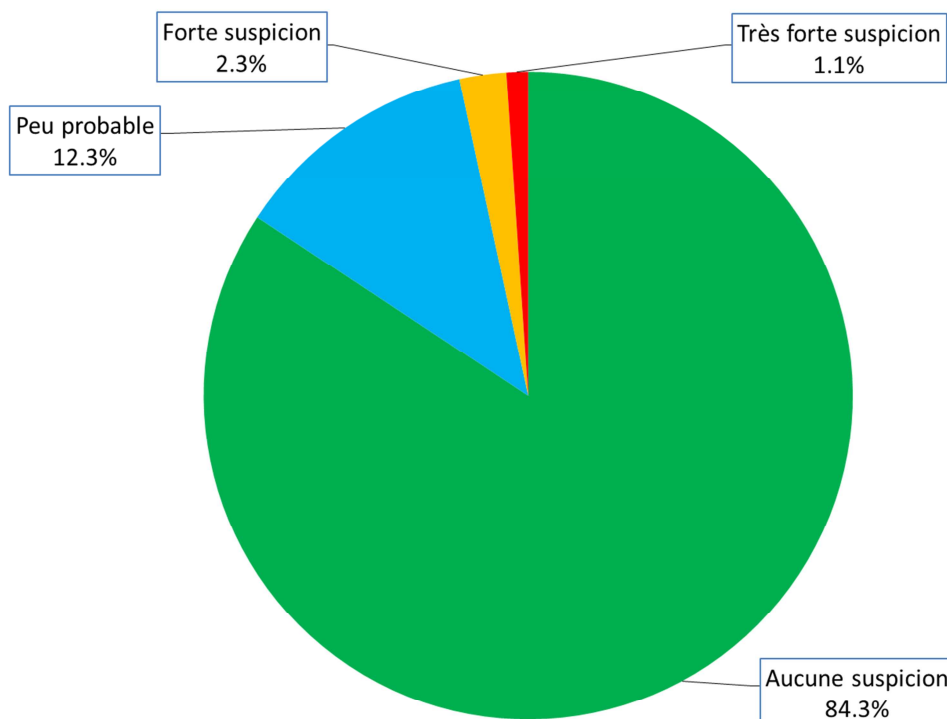


Figure 15 : Suspensions de fuites déduites de l'analyse des passages à 0 des compteurs télérelevés

Dans la suite de ce travail, des méthodes de traitement des données sont à développer pour estimer les débits et volumes de fuites associés aux branchements avec suspicion de fuite après compteur.

5.2. Liens entre consommations et données météorologiques

Des travaux ont été initiés pour rechercher des liens entre des variables météorologiques et les consommations d'eau potable.

Pour mener cette étude, nous avons comparé la consommation de groupes d'utilisateurs obtenus par tirages aléatoires de 5000 abonnés supposés domestiques (consommation annuelle inférieure à 300 m^3) avec les données météorologiques provenant d'une station de mesure proche du réseau étudié. Il s'agit de la température moyenne journalière, de la température maximum journalière et de la pluviométrie. La période d'étude va du 30 mars 2015 au 29 juin 2015.

Les variations inter journalières des consommations masquant partiellement les liens (effet weekend), les variables ont été converties en moyenne glissantes sur 7 jours. Une très bonne corrélation entre la consommation moyenne journalière et la température journalière maximum a été constatée visuellement (Figure 16).

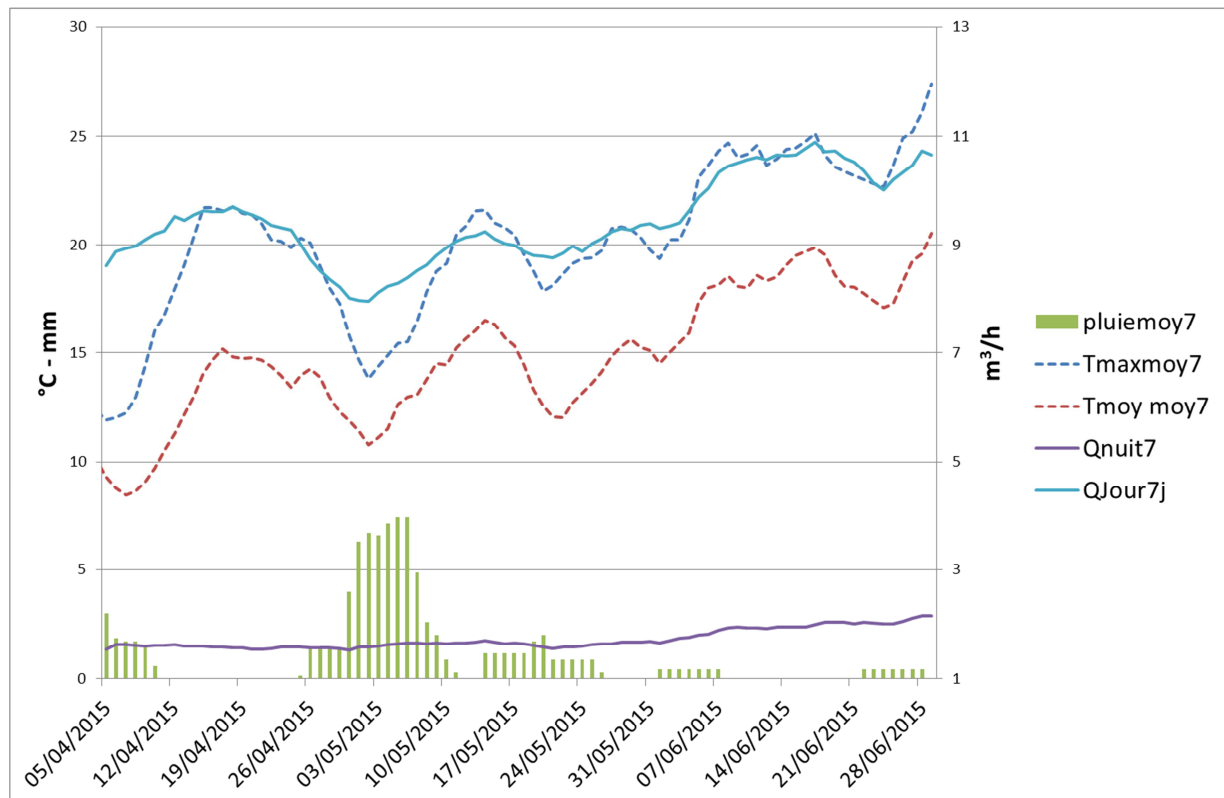


Figure 16 : Liens entre consommations et données météo (moyennes journalières glissantes sur 7 jours)

Ce constat ouvre des perspectives pour intégrer de variables météorologiques dans la modélisation des consommations et ainsi pouvoir estimer des consommations saisonnières à partir des données annuelles de consommation (les modèles actuels se limitent souvent à une hypothèse de proportionnalité entre volumes consommés et volumes distribués).

6. Conclusion

Les travaux menés en 2016 dans le cadre de l'action de recherche ont concerné :

- La valorisation des travaux menés dans le cadre des actions 7 et 62 de la convention 2013-2015 avec l'amélioration et le maquetage des guides « Contrats/ressources en eau » et « plan d'actions volume 2 », La finalisation de l'article sur l'ACV d'un plan d'actions, la participation à un colloque international et des journées techniques nationales, l'actualisation du travail sur la modélisation de la conformité des services au rendement seuil avec les données SISPEA 2016 ;
- L'élaboration d'un plan détaillé du futur guide « Bilan eau » ;
- Le cadrage de l'approche économique des stratégies de réductions des pertes avec une étude bibliographique sur l'application de l'analyse coûts-bénéfices dans le domaine des pertes en eau et un premier travail sur les six actions retenues dans le cadre de l'ACV ;
- La conduite de travaux exploratoires pour utiliser les données issues de la télérelève pour estimer les fuites après compteur et les liens entre la consommation d'eau potable et les variables météorologiques

En 2017, la valorisation des résultats précédents sera poursuivie (conférence ASTEE, article IWA,...), l'amélioration de la méthode « Bilan eau » sera également poursuivie, notamment dans le cadre d'un stage (fin d'étude d'ingénieur) intitulé « Construction d'une méthode opérationnelle de quantification, par type de transfert, des rejets d'un système d'alimentation en eau potable » dont l'objectif est de développer, à l'échelle d'un système d'alimentation en eau potable, une analyse temporelle fine des variations de la demande en eau, des fuites et des modes de transfert de leurs rejets (écoulement, infiltration, évapotranspiration). Pour la partie économique, l'analyse coûts-bénéfices sera engagée avec la définition des scénarios, l'identification des coûts et des bénéfices, la collecte des données et la monétarisation des coûts et des bénéfices.

7. Table des illustrations

<i>Figure 1 : Fac-similé de l'article publié dans « Water Research »</i>	5
<i>Figure 2 : Articulation des différentes approches développées</i>	6
<i>Figure 3 : Principe du « Bilan eau »</i>	6
<i>Figure 4 : Taux de conformité et intervalles de confiance de 2009 à 2013</i>	7
<i>Figure 5 : Les étapes du Bilan eau</i>	12
<i>Figure 6 : Représentation des volumes d'un système d'eau potable</i>	12
<i>Figure 7 : Destination des volumes livrés aux usagers</i>	13
<i>Figure 8 : Modes de rejet</i>	13
<i>Figure 9 : Masses d'eau concernées par le système d'AEP</i>	13
<i>Figure 10 : Identification des masses d'eau souterraines prélevées</i>	13
<i>Figure 11 : Schéma de principe du Bilan eau par masse d'eau</i>	13
<i>Figure 12 : Courbe de répartition de N_0</i>	18
<i>Figure 13 : Courbe de répartition de T_{moy}</i>	19
<i>Figure 14 : Courbe de répartition de T_{max}</i>	19
<i>Figure 15 : Suspensions de fuites déduites de l'analyse des passages à 0 des compteurs télérelevés</i> . 20	
<i>Figure 16 : Liens entre consommations et données météo (moyennes journalières glissantes sur 7 jours)</i>	21
<i>Tableau 1 : Estimations de la conformité de 2009 à 2013</i>	7
<i>Tableau 2 : Liste des articles abordés dans le guide</i>	8
<i>Tableau 3 : Organisation des branches de l'arbre de décision</i>	9

ONEMA

Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr

Irstea

1 rue Pierre-Gilles de Gennes
CS 10030,
92761 Antony cedex

01 40 96 61 21

www.irstea.fr