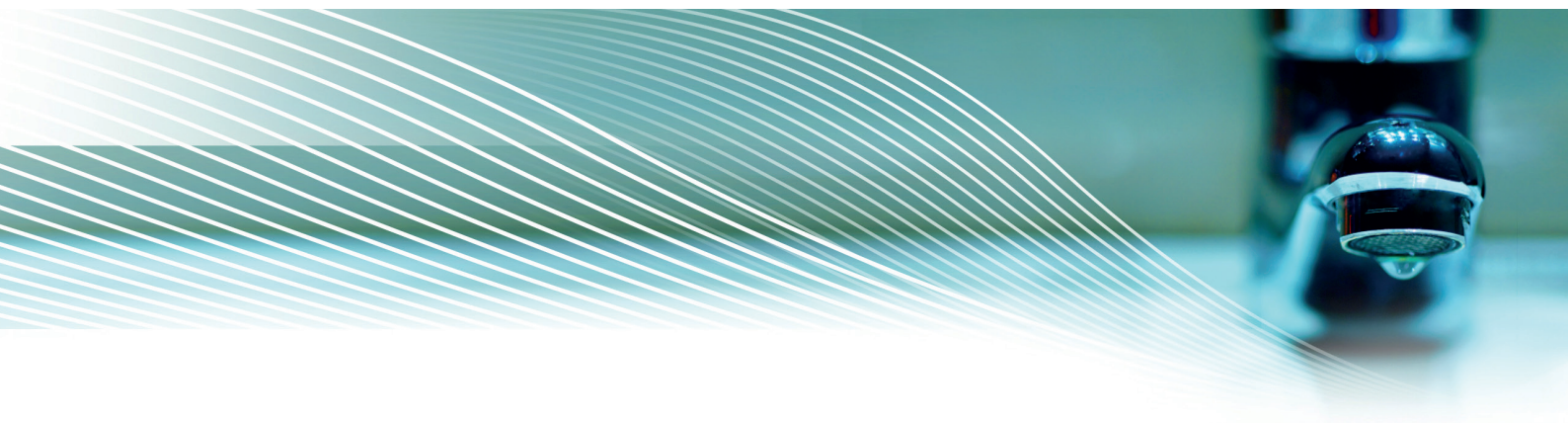


# Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable

Guide pour l'élaboration du plan d'actions  
(décret 2012-97 du 27 janvier 2012)

*Novembre 2014*



# Auteurs et contributeurs

Nous souhaitons ici remercier très chaleureusement toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce guide en apportant leur temps, leur expertise scientifique, technique et financière dans les différents groupes de travail qui ont permis d'élaborer ce document.

## AUTEURS

- **Eddy RENAUD**, Ingénieur (Irstea<sup>1</sup>), [eddy.renaud@irstea.fr](mailto:eddy.renaud@irstea.fr)
- **Julie PILLOT**, Ingénieur (Irstea), [julie.pillot@irstea.fr](mailto:julie.pillot@irstea.fr)
- **Aline AUCKENTHALER**, Ingénieur (Irstea), [auckenthalera@afd.fr](mailto:auckenthalera@afd.fr)
- **Claire AUBRUN**, Ingénieur (Irstea), [claire.aubrun@irstea.fr](mailto:claire.aubrun@irstea.fr)

(1) Irstea - Groupement de Bordeaux – 50 avenue de Verdun, Gazinet 33612 CESTAS Cedex

## CORRESPONDANTS

### ONEMA

- **Éric BREJOUX**, Direction de la connaissance et de l'information sur l'eau, [eric.brejoux@onema.fr](mailto:eric.brejoux@onema.fr)
- **Claire JOUVE**, Direction de la connaissance et de l'information sur l'eau, [claire.jouve@onema.fr](mailto:claire.jouve@onema.fr)
- **Bénédicte AUGÉARD**, Direction de l'action scientifique et technique, [benedicte.augeard@onema.fr](mailto:benedicte.augeard@onema.fr)

### PARTENAIRE : GROUPE DE TRAVAIL (ASTEE)

- Agence de l'eau Adour-Garonne : **Agnès Chevrel**
- Agence de l'eau Loire-Bretagne : **Emmanuel Pichon**
- Agence de l'eau Rhin-Meuse : **Julie Cordier**
- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse : **Élise Dugleux, Mélanie Corsin**
- AITF : **Michel Gilbert**
- Cabinet Merlin : **Jean-Christophe Behrens**
- Canalisateurs de France : **Pascal Hamet, Nathalie Roisne, Marc Gorlier**
- FNCCR : **Régis Taisne**
- Grand Lyon : **Didier Fangeat**
- Lyonnaise des Eaux : **Jean-François Renard**
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie : **Camille Meunier, Catherine Gibaut**
- Ministère de l'Agriculture : **Éric Thouverez**
- Nîmes Métropole : **Franck Paillard (AITF)**
- OIEAU : **Jean-Luc Célérier, Cyril Gachelin**
- SAUR : **Damien Lehembre**
- SEDIF : **Sylvain Charriere**
- SMEGREG : **Patrick Eisenbeis**
- St-Maur-des-Fossés : **Stéphane Garnaud**
- UMR Irstea Engees GESTE : **Caty Werey**
- Veolia Environnement : **Marion Clauzier, Frédéric Blanchet**

*Droits d'usage : accès libre*

*Niveau géographique : national*

*Couverture géographique : France*

*Niveau de lecture : élus, professionnels, experts*

# Préface



© Amal Bouissou

## Ne plus gaspiller la ressource en eau et améliorer le rendement des réseaux de distribution

Le gaspillage dû aux fuites dans les réseaux de distribution d'eau potable doit être enrayer. Dans certains endroits, seul un litre sur trois parvient jusqu'au robinet. Cette déperdition porte atteinte à un service essentiel et pèse sur les factures. Elle est imputable à un entretien et un renouvellement insuffisants des réseaux.

Selon les données collectées par l'Observatoire national des services publics des services publics d'eau et d'assainissement, le rendement de nos réseaux n'est que de 76% et son taux de renouvellement de seulement 0,61% en moyenne nationale.

Plus d'un milliard de mètres cubes d'eau est ainsi perdu en France, soit 1/6<sup>ème</sup> du prélèvement annuel de la production d'eau potable.

Ces piètres performances ont des conséquences néfastes pour l'environnement car elles entraînent une ponction accrue sur une ressource, souterraine et superficielle, déjà fragilisée par diverses pollutions et que nous devons préserver pour assurer nos besoins présents et futurs dans un contexte de dérèglement climatique. Le dernier rapport du GIEC, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, souligne clairement le risque d'une raréfaction de l'eau sous nos latitudes. Nous devons donc tous faire en sorte que cette eau ne soit pas dilapidée et gâchée.

L'enjeu est de taille : notre pays est doté d'un réseau d'eau potable de plusieurs centaines de milliers de kilomètres, soit près de 23 fois la circonférence de la terre. Ce patrimoine, estimé à 100 milliards d'euros, s'agrandit en moyenne de 3.500 kilomètres par an, selon le Commissariat général du développement durable du Ministère de l'Écologie, du fait de la densification des zones urbaines et littorales.

Il faut donc agir et cela d'autant plus que la loi du 12 juillet 2010 a fixé l'objectif de réduire ces fuites des réseaux et établi l'obligation pour les collectivités compétentes de réaliser un descriptif détaillé de leurs ouvrages de transport et de distribution de l'eau. En cas de rendement insuffisant, la collectivité est tenue de mettre en œuvre un plan d'actions pouvant comprendre des travaux d'amélioration des réseaux. Le doublement de la redevance « prélèvement » prévu en cas de non respect de ces obligations est une incitation à agir rapidement et à programmer les travaux nécessaires.

J'ai souligné la gravité de cette question lors de l'anniversaire des 50 ans de la loi sur l'eau. J'ai indiqué à cette occasion que les Agences de l'eau pouvaient apporter leur aide aux collectivités, en particulier pour l'établissement de diagnostics précis, et que celles-ci pouvaient faire appel, pour financer la réfection des réseaux, à une ligne de crédit de la Caisse des dépôts et consignations d'un montant total de 20 milliards d'euros, accessible à un taux très avantageux mais encore insuffisamment utilisée.

Le présent Guide, élaboré par l'ONEMA en collaboration avec l'ASTEE et l'IRSTEA, a été conçu pour aider les services publics de l'eau à améliorer les réseaux d'eau potable.

Il propose une démarche pour élaborer un programme d'amélioration du rendement ainsi que des actions et des fiches individualisées, parmi lesquelles chaque service pourra puiser ce qui correspond le mieux à sa situation locale.

Ce Guide complète l'ouvrage sur la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable réalisé par le même groupe de travail.

Ils fournissent à eux deux un accompagnement et des supports techniques destinés à faciliter l'action dans tous les territoires.

Je souhaite que les services de l'eau, quelle que soit leur taille ou leur mode de gestion, y trouvent une aide utile, adaptée à chaque cas et leur permettant de mettre un terme aux coûteux gaspillages de notre ressource en eau.

*Ségolène Royal*

Ministre de l'Écologie,  
du Développement durable et de l'Énergie



# Présentation des partenaires impliqués dans l'élaboration du guide « Plan d'actions pour la réduction des fuites »

## L'ASTEE

L'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement, ASTEE, (créée en 1905 sous la dénomination AGHTM) est une association reconnue d'utilité publique regroupant près de 4 000 membres - experts, chercheurs et praticiens - issus d'organismes publics et privés intervenant dans les services publics locaux de l'environnement.

Sa mission consiste à mener des réflexions approfondies sur de multiples aspects méthodologiques, techniques et réglementaires liés à la gestion de l'eau potable, de l'assainissement, des milieux aquatiques et des déchets. Elle est habilitée à émettre des avis et à faire des recommandations aux pouvoirs publics sur des questions scientifiques et techniques dans ses champs de compétence et apporte en permanence des conseils et une aide à la décision aux différents acteurs du monde de l'eau.

Pour mener à bien ses travaux, l'ASTEE s'appuie sur ses commissions, groupes de travail (45) et comités, chargés de mener des réflexions, d'assurer une veille technique et réglementaire, de réaliser des études et des recherches qui peuvent se traduire par la publication d'articles, d'ouvrages ou de guides techniques. Elle se repose également sur son réseau de sections régionales au nombre de 12 qui assurent une véritable prise en compte des spécificités locales ainsi que la diffusion au plus près des acteurs locaux de ses propres productions par des manifestations périodiques sur des sujets à forts enjeux environnementaux.



## Irstea - La recherche environnementale pour la gestion durable des eaux et des territoires



Irstea, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, est un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) placé sous la double tutelle des ministères en charge de la recherche et de l'agriculture.

Pluridisciplinaires, tournées vers l'action et l'appui aux politiques publiques, ses activités de recherche et d'expertise impliquent un partenariat fort avec les universités et les organismes de recherche français et européens, les acteurs économiques et porteurs de politique publique.

Il concentre ses recherches sur l'eau, les écotechnologies et l'aménagement des territoires. Sur un modèle de recherche « finalisée », il a pour vocation de répondre aux enjeux environnementaux et sociétaux d'aujourd'hui et de demain.

L'institut est membre fondateur de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement, AllEnvi, et du réseau européen Peer (Partnership for european environmental research). Il est labellisé « Institut Carnot » depuis 2006.

L'équipe Gestion Patrimoniale des Infrastructures liées à l'Eau (GPIE) du centre de Bordeaux mène des recherches en ingénierie des réseaux d'eau qui s'attachent à modéliser les flux, les pertes en eau et les effets du vieillissement des infrastructures.

Elle est composée d'ingénieurs et chercheurs en ingénierie des réseaux d'eau, mathématiques appliquées, hydraulique, statistiques, informatique et en économie et fait partie de l'unité de recherche « Environnement, Territoires et Infrastructures » (UR ETBX).

Les travaux de l'équipe GPIE s'inscrivent dans le thème de recherche « Gestion de l'Eau des Usages et des Infrastructures » (TR GEUSI), en complémentarité avec l'UMR GESTE à Strasbourg et l'UMR G-EAU à Montpellier qui traitent la gestion patrimoniale des infrastructures dans ses aspects relevant des sciences de gestion.

Le caractère finalisé et orienté vers l'aide à la décision publique des recherches de GPIE se traduit notamment par la conception et la distribution des logiciels Casses (prédiction des défaillances de canalisations) et Porteau (modélisation hydraulique et qualité de l'eau, dimensionnement des canalisations).

[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)

<http://casses.irstea.fr>

<http://porteau.irstea.fr>

Sur Twitter : @irstea



## L'Onema

L'Office national de l'eau et des milieux aquatiques est un établissement public national relevant du service public de l'environnement. L'Onema a été créé par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 et le décret d'application du 25 mars 2007. Sa création vise à favoriser une gestion globale et durable de la ressource en eau et des écosystèmes aquatiques. Elle s'inscrit dans l'objectif de reconquête de la qualité des eaux et d'atteinte des objectifs de bon état écologique fixés par la directive cadre européenne sur l'eau du 23 octobre 2000.



### **L'Onema est l'organisme technique français de référence sur la connaissance et la surveillance de l'état des eaux et sur le fonctionnement écologique des milieux aquatiques :**

- L'Onema fournit et organise une expertise de haut niveau, fondée sur les connaissances scientifiques, en appui à la conception, à la négociation, à la mise en œuvre et à l'évaluation des politiques publiques de l'eau.
- L'établissement contribue à la surveillance des milieux aquatiques, ainsi qu'au contrôle de leurs usages, et participe à la prévention de leur dégradation, à leur restauration et à la préservation de la biodiversité.
- Il anime et participe à l'acquisition des informations relatives à l'eau et aux milieux aquatiques, aux activités et services associés, ainsi qu'à la mise à disposition de ces informations auprès du public et des autorités tant nationales et européennes que territoriales et de bassin.
- Il apporte aux acteurs de la gestion de l'eau, au niveau territorial et de bassin, son appui technique et sa connaissance de terrain du fonctionnement des milieux aquatiques.
- Il participe enfin à l'élaboration et à la diffusion des savoirs, à la formation des personnels chargés de la gestion de l'eau, ainsi qu'à la sensibilisation du public au bon état de l'eau et des milieux aquatiques.

Par ailleurs, et en réponse aux exigences de la loi sur l'eau, l'Onema a mis en place, dès 2009, un observatoire national des services publics d'eau et d'assainissement dédié aux acteurs du petit cycle de l'eau.

Ce dispositif vise l'amélioration de la connaissance des enjeux et des pratiques des services publics dans le domaine de l'eau et de l'assainissement. Il s'adresse, en fonction des supports, rapports et outils mis à disposition, au grand public, aux institutionnels et aux élus.

La contribution de l'Onema à l'élaboration de guides techniques pour les collectivités, notamment en lien avec les exigences réglementaires, constitue un des objectifs de cet observatoire. Sa collaboration à la mise en œuvre du présent guide pour l'élaboration d'un plan d'actions contre les fuites, issu de l'engagement 111 du Grenelle de l'environnement, en est l'illustration.

# Sommaire

<b>PRÉAMBULE .....</b>	<b>9</b>
<b>1 - Pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable.....</b>	<b>9</b>
1.1 - Définition.....	9
1.2 - Importance à l'échelon national.....	10
1.3 - Poids du contexte local.....	11
<b>2 - Dispositif réglementaire issu de la loi portant engagement national pour la protection de l'environnement (dite Grenelle 2).....</b>	<b>12</b>
2.1 - Objectif de performance .....	12
2.2 - Descriptif détaillé des réseaux.....	13
2.3 - Mise en œuvre du dispositif réglementaire .....	14
2.4 - Plan d'actions pour la réduction des pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable .....	15
<b>3 - Objectifs et contenu du guide .....</b>	<b>16</b>
<b>1<sup>RE</sup> PARTIE : Élaboration d'un plan d'actions pour la réduction des pertes en eau du réseau de distribution d'eau potable.....</b>	<b>17</b>
<b>1 - Analyse de la situation du système d'alimentation en eau potable (pré-diagnostic) .....</b>	<b>18</b>
1.1 - Descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable ....	18
1.1.1 - Niveau de connaissance des ouvrages du système.....	18
1.1.2 - Chiffres clés décrivant le système.....	19
1.2 - Évaluation du rendement et du seuil réglementaire.....	20
1.2.1 - Volumes prélevés ( <i>Vprel</i> ) .....	20
1.2.2 - Volumes généraux : produits ( <i>Vprod</i> ), achetés ( <i>Va</i> ) et vendus ( <i>Vv</i> ).....	20
1.2.3 - Volumes consommés comptabilisés ( <i>Vcc</i> ).....	21
1.2.4 - Volumes consommés non comptabilisés ( <i>Vcnc</i> ).....	21
1.2.5 - Annualisation des volumes.....	21
1.2.6 - Linéaire de réseau ( <i>L</i> ) .....	22
1.2.7 - Estimation des incertitudes .....	22
1.2.8 - Calcul du rendement et du seuil réglementaire .....	23
1.3 - Indicateurs de pré-diagnostic .....	24
1.3.1 - Indicateurs de pertes.....	24
1.3.2 - Autres indicateurs .....	26
1.4 - Bilan des outils de connaissance et des actions de réduction des pertes déjà en œuvre.....	27
1.4.1 - Autres outils de connaissance disponibles.....	27
1.4.2 - Actions de lutte contre les pertes mises en œuvre.....	27



<b>2 - Actions urgentes et acquisition d'un socle minimal de connaissances</b>	<b>28</b>
2.1 - Permettre une évaluation fiable du rendement et du seuil réglementaire	28
2.1.1 - Rendre les comptages opérationnels	28
2.1.2 - Vérifier le linéaire du réseau	29
2.1.3 - Rassembler les connaissances disponibles	29
2.2 - Mettre en œuvre des actions ne nécessitant pas d'investigations complexes	30
2.2.1 - Identification et suppression des écoulements visibles	30
2.2.2 - Recherche de fuites	30
2.2.3 - Mise en place d'un premier niveau de sectorisation	30
<b>3 - Diagnostic</b>	<b>31</b>
3.1 - Connaissance du patrimoine et du fonctionnement	31
3.1.1 - Mise à jour des plans	31
3.1.2 - Collecte des données	31
3.1.3 - Détection des réseaux	32
3.1.4 - Support des plans	32
3.1.5 - Mise à jour de l'inventaire du patrimoine	32
3.1.6 - Analyse du fonctionnement (modèle hydraulique)	33
3.1.7 - Bilan « besoins / ressources »	33
3.2 - Sectorisation	35
3.2.1 - Définition et caractérisation des secteurs	35
3.2.2 - Points de mesure des débits, niveaux et pressions	36
3.3 - Campagnes de mesure	37
3.4 - Hiérarchisation des secteurs	37
3.4.1 - Analyse des mesures et synthèse des indicateurs	37
3.4.2 - Analyse des interventions	39
<b>4 - Construction et évaluation d'un plan pluriannuel d'actions hiérarchisées</b>	<b>40</b>
4.1 - Arbre de décision des actions de lutte contre les pertes	40
4.1.1 - Objectif de l'arbre de décision	40
4.1.2 - Opérations préliminaires et catégories d'actions	40
4.1.3 - Indicateurs de décision associés	41
4.1.4 - Étape 1 : Analyse de la situation et opérations préliminaires	42
4.1.5 - Étape 2 : Sélection des catégories d'actions	44
4.2 - Programmation des actions	47
4.3 - Évaluation du plan d'actions	49
4.3.1 - Critères et indicateurs	49
4.3.2 - Données et méthodes	50
4.3.3 - Valeurs de référence des indicateurs de performance	50
4.3.4 - Facteurs internes et externes à prendre en compte	51





## **2<sup>E</sup> PARTIE : Les actions de réduction des pertes en eau - Recueil de fiches ..... 53**

Fiche type ..... 54

### **I - Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes ..... 56**

I-A - Patrimoine .....	57
I-A-1 - Mise à jour des plans .....	57
I-A-2 - Inventaire des réseaux .....	60
I-A-3 - Détection des réseaux .....	63
I-B - Connaissance des volumes .....	66
I-B-1 - Comptages d'exploitation .....	66
I-B-2 - Gestion du parc de compteurs des usagers .....	69
I-B-3 - Usagers sans compteur .....	72
I-B-4 - Vols d'eau .....	74
I-B-5 - Optimisation des purges .....	76
I-B-6 - Optimisation du lavage des réservoirs .....	78
I-B-7 - Traitement des données pour le calcul des pertes .....	80
I-C - Sectorisation .....	82
I-C-1 - Sectorisation .....	82
I-C-2 - Suivi des débits de nuit .....	85
I-D - Fonctionnement .....	87
I-D-1 - Télégestion .....	87
I-D-2 - Modélisation hydraulique .....	89
I-D-3 - Indicateurs techniques .....	92

### **II - Recherche active des fuites et réparation ..... 94**

II-A - Pré-localisation .....	95
II-A-1 - Vannes de sectionnement .....	95
II-A-2 - Ilotage .....	97
II-A-3 - Quantification par alimentation directe .....	99
II-A-4 - Prélocalisation acoustique .....	101
II-A-5 - Écoute mécanique directe .....	104
II-B - Localisation .....	106
II-B-1 - Écoute électronique amplifiée directe et au sol .....	106
II-B-2 - Corrélation acoustique .....	108
II-B-3 - Gaz traceur .....	111
II-B-4 - Géoradar .....	114
II-B-5 - Hydrophone mobile .....	116
II-C - Réparation des fuites .....	118
II-C-1 - Rapidité d'intervention .....	118
II-C-2 - Réparation .....	121
II-C-3 - Suivi des interventions .....	124



<b>III - Gestion des pressions.....</b>	<b>126</b>
III-A - Régulation des pressions et protection du réseau .....	127
III-A-1 - Réduction de pression .....	127
III-A-2 - Modulation de pression.....	129
III-A-3 - Régulation des pompages.....	131
III-A-4 - Dispositifs anti-bélier et soupapes de décharge .....	133
<b>IV - Remplacement et rénovation des réseaux .....</b>	<b>135</b>
IV-A - Outils d'arbitrage et de hiérarchisation .....	136
IV-A-1 - Méthodes et outils d'aide à la décision .....	136
IV-A-2 - Inspections non destructives des canalisations .....	139
IV-A-3 - Inspections destructives des canalisations .....	142
IV-B - Remplacement.....	144
IV-B-1 - Remplacement des branchements .....	144
IV-B-2 - Remplacement des canalisations.....	148
IV-C - Rénovation.....	152
IV-C-1- Rénovation des canalisations.....	152
<b>Sigles .....</b>	<b>155</b>
<b>Abréviations des variables .....</b>	<b>156</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>157</b>
Textes réglementaires.....	157
Références techniques.....	158
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>160</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>161</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>170</b>
<i>Les termes définis dans le glossaire figurent en bleu lors de leur première apparition.</i>	

# PRÉAMBULE

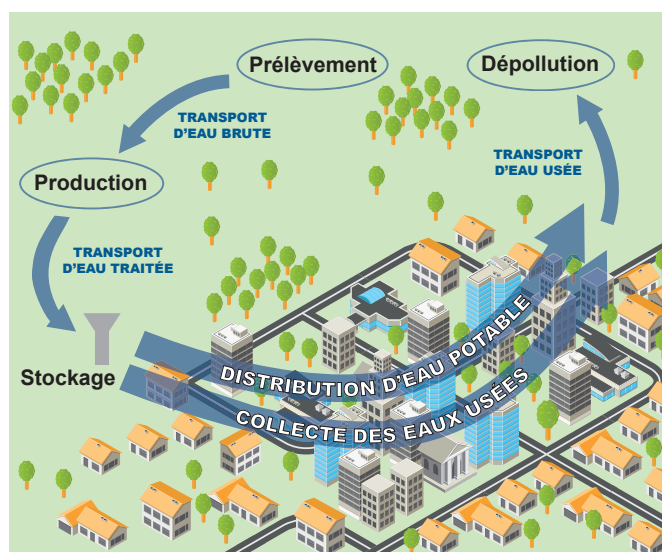
## Pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable

# 1

### 1.1 Définition

La desserte de la population en eau potable, présentée figure 1, est assurée par des systèmes qui prélèvent l'eau dans le milieu naturel (superficiel ou souterrain), la transportent si besoin vers des unités de traitement pour en garantir la potabilité, la stockent et la pompent lorsque c'est nécessaire, puis la distribuent à chacun des usagers par un réseau de canalisations souterraines. Au cours de ces différentes étapes, une partie de l'eau prélevée est utilisée pour assurer le bon fonctionnement des systèmes (lavage des unités de traitement, nettoyage des réservoirs et des canalisations, etc.), une partie est soustraite pour des usages annexes ou illicites (défense incendie, lavage de voirie, vols d'eau, etc.) et une partie s'échappe par des fuites au niveau des ouvrages ou des canalisations. Il en résulte que le volume d'eau finalement disponible pour les usagers est inférieur à celui qui a été extrait des ressources en eau. De plus, une partie de l'eau n'est pas prise en compte par les instruments de mesure (absence de comptage ou comptage imprécis).

Figure 1 : représentation du cycle de l'eau potable  
(Source : Onema)

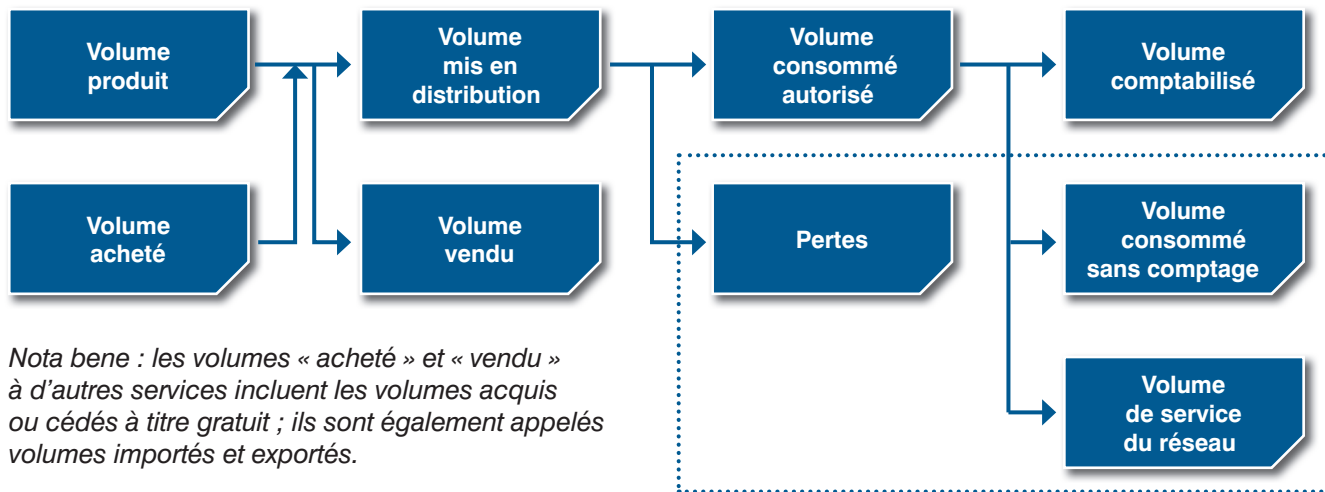


Il n'existe pas de définition universelle de ce que recouvrent les pertes. En effet, certains volumes sont ou non pris en compte selon que l'on adopte une approche environnementale, technique ou commerciale et selon que l'on s'intéresse à tout ou partie du système d'alimentation en eau potable. Il est donc nécessaire de définir conventionnellement ce que recouvrent les volumes de pertes.

Nous adopterons ici la définition proposée par la réglementation française dans le décret n° 2007-675 du 2 mai 2007 et l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux Rapports Annuels sur le Prix et la Qualité des Services d'eau potable et d'assainissement (RPQS). Celle-ci ne prend en compte que les pertes occasionnées sur le réseau de distribution, c'est-à-dire sur la partie du système qui se situe entre les ouvrages de production (ou de mise en distribution) de l'eau potable et les compteurs des usagers. De fait, elle exclut les volumes perdus durant le transport et le stockage de l'eau brute, au niveau du traitement ou au sein des installations des usagers. Il n'en demeure pas moins que ces volumes peuvent être conséquents et doivent donc, en toute logique, être maîtrisés par le service.



Figure 2 : schéma des volumes mis en œuvre dans un réseau de distribution d'eau potable  
(Source : Observatoire national des services d'eau potable et d'assainissement)



*Nota bene* : les volumes « acheté » et « vendu » à d'autres services incluent les volumes acquis ou cédés à titre gratuit ; ils sont également appelés volumes importés et exportés.

Comme représentées sur la figure 2, les pertes du réseau de distribution sont définies comme étant la « différence entre le volume mis en distribution et le volume consommé autorisé ». Le volume mis en distribution est le volume produit augmenté du volume acheté et diminué du volume vendu à d'autres services publics d'eau potable. « Le volume consommé sans comptage et le volume de service du réseau sont ajoutés au volume comptabilisé pour calculer le volume consommé autorisé ».

Au sens réglementaire, les pertes du réseau de distribution englobent principalement les fuites sur les réseaux mais aussi les volumes des consommateurs non autorisés (branchements illicites, vols sur poteaux incendie) et les défauts de comptage.

## 1.2 Importance à l'échelon national

Du fait de son contexte géographique, géologique et climatique, la France dispose de nombreuses ressources en eau, variées et abondantes. Cependant cette abondance n'est pas également répartie sur le territoire, elle est variable dans le temps et, bien souvent, la disponibilité de la ressource en eau ne coïncide pas avec les besoins liés aux différents usages. De plus, pour l'eau destinée à la consommation humaine, le critère de la qualité de l'eau entre en jeu, ce qui interdit ou rend coûteux et complexe l'utilisation de certaines ressources. Cette contrainte est de plus en plus forte du fait du renforcement des exigences de potabilité et de la dégradation constatée de la qualité de nombreuses ressources en eau, en raison notamment des pollutions diffuses.

D'après l'étude d'impact du projet de loi portant engagement national pour l'environnement (SENAT, 2009), environ 6 milliards de m<sup>3</sup> sont prélevés chaque année dans les ressources en eaux pour délivrer aux usagers des services d'eau potable les 4 à 4,5 milliards de m<sup>3</sup> nécessaires pour satisfaire leurs besoins. Si une partie de l'écart entre les volumes prélevés et les volumes utilisés est nécessaire au fonctionnement des installations, la majeure partie est perdue lors de la distribution (1 milliard de m<sup>3</sup> chaque année d'après l'Onema (2014)). La réduction des pertes en distribution des systèmes d'alimentation en eau potable est donc un enjeu considérable dans un contexte de tension sur les quantités d'eau mobilisables pour cet usage.

## 1.3 Poids du contexte local

La réduction des pertes des réseaux de distribution d'eau potable répond à un enjeu national, à savoir la préservation quantitative des ressources pour l'usage eau potable. Sa traduction locale doit être adaptée en fonction de la fragilité et de la vulnérabilité de la ressource d'une part et des contraintes liées à la configuration du service d'autre part.

Du fait du fort impact du contexte sur son intérêt et sa faisabilité, la réduction des pertes dans le but d'économiser les ressources en eau ne peut pas être abordée de façon uniforme pour l'ensemble des systèmes d'alimentation en eau potable.


En premier lieu, il convient de prendre en compte la rareté et/ou la fragilité de la ressource mobilisée et l'impact du système d'alimentation en eau potable sur cette ressource. Pour illustrer ce point, deux cas extrêmes peuvent être envisagés (à volume prélevé équivalent) : un système qui prélève dans un puissant torrent de montagne et un autre qui s'approvisionne dans une nappe souterraine en déficit chronique. Dans le premier cas la réduction des pertes aura un impact totalement négligeable sur la ressource en eau (les volumes de fuites regagnent rapidement le milieu naturel) tandis que dans le second, chaque m<sup>3</sup> économisé contribue à améliorer la situation. Une partie des enjeux liés à la ressource est traduite au sein de dispositifs réglementaires tels que les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) ou les **zones de répartition des eaux (ZRE)** qui définissent des règles dont certaines s'appliquent aux services d'eau potable.

En second lieu, le niveau des pertes en distribution d'un système et les moyens de le réduire sont fortement liés aux caractéristiques techniques et à l'environnement du système. À titre d'exemple, pour un même volume fourni aux usagers, les secteurs ruraux sont dotés de réseaux de canalisations beaucoup plus longs que les secteurs urbains ce qui multiplie les possibilités de fuites et tend donc à augmenter le niveau des pertes. Bien d'autres facteurs ont une influence, dont la topographie (impact sur les pressions de service), le contexte géologique ou pédologique (contraintes mécaniques subies par les canalisations, difficultés de repérage des fuites), le climat (aggravation du risque de rupture de canalisation en période de gel), l'histoire de la construction (matériaux ou technologies se révélant problématiques), etc.

Par ailleurs, les aspects économiques ne doivent pas être négligés. Le possible retour sur investissement des actions d'économies d'eau pour le service est fortement impacté par les coûts de production de l'eau et par l'efficacité des mesures mises en œuvre ; il est ainsi très dépendant du contexte. D'autre part, les capacités financières des services d'eau sont très disparates : pour certains, les actions nécessaires pour limiter les pertes en dessous d'un certain seuil peuvent avoir des répercussions considérables sur le prix de l'eau.

Enfin, la question des pertes est indissociable du fonctionnement et de la qualité du service. Notamment concernant l'impact des coupures d'eau sur le service rendu aux usagers. D'une manière générale, l'expertise et les pratiques du service sont des éléments de contexte qu'il convient de prendre en compte pour conduire une stratégie de réduction des pertes.

La réglementation relative à la réduction des pertes en distribution, présentée dans la section 2 suivante, comporte des dispositions qui visent à prendre en compte pour partie ces éléments de contexte.



# PRÉAMBULE

## Dispositif réglementaire issu de la loi portant engagement national pour la protection de l'environnement (dite Grenelle 2)

# 2

La question des pertes en distribution des systèmes d'alimentation en eau potable a été réglementée par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement puis par le décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un **plan d'actions** pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable et l'arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux RPQS. Les dispositions de ces textes ont pour l'essentiel été intégrées au Code général des collectivités territoriales (CGCT) et au Code de l'environnement.

### 2.1 Objectif de performance

*Nota bene : les indicateurs présentés dans ce paragraphe sont récapitulés dans l'**annexe I**.*

La réglementation précitée fixe aux services de distribution d'eau potable un objectif de performance qui est basé sur le rendement du réseau de distribution ( $R$ ), défini comme « le rapport entre, d'une part, le volume consommé autorisé augmenté des volumes vendus à d'autres services publics d'eau potable et, d'autre part, le volume produit augmenté des volumes achetés à d'autres services publics d'eau potable ».

$$R = \frac{\text{Volume consommé autorisé} + \text{Volume vendu}}{\text{Volume produit} + \text{Volume acheté}}$$

Le rendement requis doit être supérieur ou égal au plus petit des deux seuils  $R_1$  et  $R_2$  suivants :

$$\begin{cases} R_1 = 85 \% \\ R_2 = R_0 + \frac{ILC}{500} \end{cases}$$

Le dispositif réglementaire oblige les services à établir un descriptif détaillé de leur réseau et leur fixe un objectif de rendement du réseau de distribution en fonction de l'ILC. Cet objectif est rehaussé pour les services prélevant plus de 2 millions de m<sup>3</sup> dans des ressources classées en ZRE. Si le service n'a pas atteint son objectif, il a deux ans pour élaborer un plan d'actions de réduction des pertes, sous peine du doublement du taux de sa redevance pour prélèvement.

$R_0$  est un terme fixe, égal à **70 %** « si les prélèvements réalisés sur des ressources faisant l'objet de règles de répartition sont supérieurs à 2 millions de m<sup>3</sup>/an », et égal à **65 %** dans les autres cas. Sont soumises à des règles de répartition, les ressources en ZRE, qui sont des zones définies selon l'article R. 211-71 du Code de l'environnement comme présentant un déficit chronique des ressources par rapport aux besoins et fixées par arrêté préfectoral.

ILC est défini dans l'article D. 213-48-14-1 du Code de l'environnement comme étant « l'indice linéaire de consommation égal au rapport entre, d'une part, le volume moyen journalier consommé par les usagers et les besoins du service, augmenté des ventes d'eau à d'autres services, exprimé en mètres cubes, et, d'autre part, le linéaire de réseaux hors branchements exprimé en kilomètres ».

$$ILC = \frac{\text{Volume consommé autorisé} + \text{Volume vendu}}{\text{Longueur du réseau de desserte} \times 365} \text{ en m}^3/\text{km}/\text{jour}$$

La valeur de  $R$  à prendre en compte est généralement calculée pour l'année précédant l'évaluation. Cependant, en cas de variations importantes des ventes d'eau, elle est calculée sur les trois dernières années.

Les services qui ne satisfont pas à l'objectif de rendement (dont le calcul est détaillé davantage dans le paragraphe 1.2.8 de la 1<sup>re</sup> partie) sont tenus d'établir « un plan d'actions comprenant, s'il y a lieu, un projet de programme pluriannuel de travaux d'amélioration du réseau » au titre de l'article L. 2224-7-1 du CGCT.

## 2.2 Descriptif détaillé des réseaux

Le plan d'actions pour la réduction des pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable est nécessairement adapté au contexte et aux pratiques du service au moment de son élaboration. Il doit s'inscrire dans la durée et faire l'objet d'une mise à jour annuelle, en lien avec l'évaluation du rendement prévue par la réglementation.

En complément de l'objectif sur le rendement de distribution, l'article D. 2224-5-1 du CGCT impose aux services publics de l'eau de réaliser un descriptif détaillé de leurs réseaux incluant « d'une part, le plan des réseaux mentionnant la localisation des dispositifs généraux de mesures, d'autre part, un inventaire des réseaux comprenant la mention des linéaires de canalisations, la mention de l'année ou, à défaut de la période de pose, la catégorie de l'ouvrage définie en application de l'article R. 554-2 du Code de l'environnement, la précision des informations cartographiques définie en application du V de l'article R. 554-23 du même code ainsi que les informations disponibles sur les matériaux utilisés et les diamètres des canalisations ». Le descriptif détaillé est mis à jour et complété chaque année.

L'obligation d'établir un descriptif détaillé est satisfaite lorsqu'une valeur au moins égale à 40 sur 120 est obtenue pour l'indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable (ICGP), conformément à l'arrêté du 2 décembre 2013 relatif aux RPQS.

*Nota bene* : la rédaction de l'arrêté du 2 décembre 2013 indique des pourcentages du linéaire de réseau dont le matériau et le diamètre doivent être connus, contrairement à l'article D. 2224-5-1 du CGCT qui n'en précise pas ; ces deux textes ne sont donc pas totalement cohérents. L'observatoire **SISPEA (2014)** propose un formulaire d'aide au calcul d'ICGP.

## 2.3 Mise en œuvre du dispositif réglementaire

Pour inciter les services de l'eau au respect des obligations de production du descriptif détaillé et d'établissement d'un plan d'actions en cas de rendement insuffisant, le dispositif réglementaire prévoit une sanction qui prend la forme d'un doublement du taux de la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau pour l'usage « alimentation en eau potable » perçue par les agences de l'eau conformément à l'article L. 213-10-9 du Code de l'environnement. Les délais prescrits pour satisfaire à ces obligations sont :

- avant la fin de l'année 2013 pour la réalisation du premier descriptif détaillé ;
- « au plus tard avant la fin du second exercice suivant l'exercice pour lequel le dépassement a été constaté » en ce qui concerne l'établissement du plan d'actions.

Pour aider les services à satisfaire à ces obligations, des mesures d'accompagnement prenant la forme de guides méthodologiques ont été mises en œuvre.

À la demande du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), l'Office national des eaux et des milieux aquatiques (Onema) a confié à Irstea la réalisation d'un recueil de fiches pratiques intitulé « Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable. Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et l'évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable ». Cet ouvrage a été publié en 2012 par l'Onema à la suite d'une étude conduite de 2009 à 2011 ([Irstea, 2012](#)).

Le MEDDE et l'Onema ont confié à un groupe de travail conjoint de l'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (ASTEE) et de l'Association des ingénieurs territoriaux de France (AITF), la réalisation d'un guide intitulé « Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau » ([ASTEE & AITF, 2013](#)), ainsi que celle d'un ouvrage intitulé « Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Politiques d'investissement et gestion des immobilisations : cadre et bonnes pratiques. Une vision à la croisée des approches techniques, comptables et financières » ([ASTEE & AITF, 2014](#)).

En lien avec le MEDDE, l'Onema a confié à Irstea la réalisation du présent guide avec l'appui d'un groupe de travail dédié de l'ASTEE.

Plusieurs ouvrages ont été rédigés en plus de celui-ci pour aider les services d'eau potable dans cet exercice :

- Un recueil de fiches pratiques concernant les systèmes d'indicateurs et les méthodes pour la réduction des fuites (Irstea, 2012).
- Un guide pour l'élaboration du descriptif détaillé des réseaux d'eau potable (ASTEE & AITF, 2013).
- Un guide de bonnes pratiques pour les politiques d'investissement et la gestion des immobilisations dans le cadre de la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable (ASTEE & AITF, 2014).





## 2.4 Plan d'actions pour la réduction des pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable

Le plan d'actions à mettre en œuvre pour la réduction des pertes n'est pas précisément défini par la réglementation, seuls quelques éléments sont évoqués indirectement :

- dans l'article L. 2224-7-1 du CGCT : « [...] un plan d'actions comprenant, s'il y a lieu, un projet de programme pluriannuel de travaux d'amélioration du réseau » ;
- dans les articles D. 213-48-14-1. et D. 213-74-1. du Code de l'environnement : « Le plan d'actions inclut un suivi annuel du rendement des réseaux de distribution d'eau, tenant compte des livraisons d'eau de l'année au titre de laquelle un taux de pertes en eau supérieur à la valeur mentionnée à l'alinéa précédent a été constaté. En application du plan d'actions, le descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable défini à l'article D. 2224-5-1 du Code général des collectivités territoriales est mis à jour en indiquant les secteurs ayant fait l'objet de recherches de pertes d'eau par des réseaux de distributions ainsi que les réparations effectuées. »

Une définition générale est proposée dans le guide relatif à la gestion des immobilisations (ASTEE & AITF, 2014) : « **Plan d'actions** : Outil de pilotage de l'action publique traduisant les orientations stratégiques (réduire les fuites, qualité de service, préservation du patrimoine...) en objectifs d'actions et permettant la définition des moyens nécessaires (fonctionnement et investissement) à l'atteinte de ces objectifs. »

L'atteinte de l'objectif de réduction des pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable nécessite la mise en œuvre d'actions concrètes sur les réseaux. Leur faisabilité et leur efficacité étant bien souvent subordonnées à des actions préalables ou récurrentes de connaissance et d'organisation du système d'alimentation en eau potable, ces dernières doivent être intégrées au plan d'actions.



# PRÉAMBULE

## Objectifs et contenu du guide

# 3

Le présent guide a pour objectif d'être un outil utile aux personnes responsables des systèmes d'eau potable, à leurs services et à leurs partenaires pour établir un plan d'actions de réduction des pertes des réseaux de distribution d'eau potable. Il aborde la question sous un angle essentiellement technique, sans proposer de cadre de mise en forme ; les aspects financiers n'y sont évoqués que de façon qualitative et à titre indicatif. Il ne prétend pas se substituer aux nombreux ouvrages, articles et communications spécialisés qui traitent de la lutte contre les pertes ; il ambitionne de leur être complémentaire en proposant une vision synthétique permettant au lecteur d'appréhender la question dans ses nombreuses dimensions et d'être à même de s'orienter vers des sources pertinentes adaptées à la problématique propre à son système d'alimentation en eau potable.


Ce document s'appuie sur de nombreuses sources bibliographiques produites en France et à l'étranger et sur l'expertise des membres du groupe de travail de l'ASTEE. Ceux-ci représentent un large panel des acteurs impliqués dans le domaine de l'alimentation en eau potable ; ils sont issus de collectivités distributrices d'eau potable, d'entreprises (gestion des services publics et travaux), de bureaux d'études, d'organismes institutionnels (ministères, agences de l'eau), de structures fédératrices et d'organismes de formation ou de recherche.

Ce guide est structuré en deux parties. La première développe une méthode progressive pour l'élaboration d'un plan d'actions de réduction des pertes adapté au contexte du système d'alimentation en eau potable. La seconde présente les actions qui peuvent être entreprises pour réduire les pertes. Chaque action fait l'objet d'une fiche qui en décrit les points essentiels et propose des références bibliographiques vers lesquelles le lecteur peut s'orienter pour approfondir ses connaissances.

Ce guide technique est rédigé à l'attention des personnes en charge de l'élaboration du plan d'actions : élus et leurs services, exploitants, bureaux d'études et autres partenaires. Il propose une méthode et des outils pour l'adapter au contexte particulier de chaque service en première partie, ainsi qu'un recueil de fiches techniques synthétiques des actions de réduction des pertes en deuxième partie. Il donne également de nombreuses références bibliographiques et réglementaires concernant la réduction des pertes des réseaux d'eau potable.

# 1<sup>RE</sup> PARTIE : Élaboration d'un plan d'actions pour la réduction des pertes en eau du réseau de distribution d'eau potable

1 - Analyse de la situation du système d'alimentation en eau potable (pré-diagnostic) .....	18
2 - Actions urgentes et acquisition d'un socle minimal de connaissances .....	28
3 - Diagnostic .....	31
4 - Construction et évaluation d'un plan pluriannuel d'actions hiérarchisées .....	40



# Analyse de la situation du système d'alimentation en eau potable (pré-diagnostic)

# 1

Le pré-diagnostic doit permettre d'appréhender la situation du service du point de vue des pertes. Le plus souvent, il peut être réalisé en interne sur la base d'informations déjà disponibles.

## 1.1 Descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable


### 1.1.1 Niveau de connaissance des ouvrages du système

La réalisation du descriptif détaillé prévu par la réglementation est l'occasion pour le service de réaliser un point sur son niveau de connaissance de son patrimoine. À ce stade, le guide pour l'élaboration d'un descriptif détaillé (ASTEE & AITF, 2013) préconise d'inventorier les sources documentaires disponibles et de dresser un bilan du système de gestion de l'information qui est en place :

- Quels sont les plans disponibles, à quelle échelle, sur quel fond, avec quelles informations, sont-ils homogènes ?
- De quand date la dernière mise à jour des plans, quelles sont les procédures de mise à jour, sont-elles mises en place et par qui ?
- Quelle forme prend l'inventaire des installations, quelles sont les données disponibles par type d'infrastructures et d'équipements ?
- Comment l'inventaire est-il mis à jour, selon quelle procédure et par qui ?
- Les ouvrages de captage sont-ils bien connus, les autorisations de prélèvement et les périmètres de protection sont-ils régulièrement établis comme l'exige la réglementation, les études hydrogéologiques et les essais ou tests réalisés sont-ils disponibles ?
- Comment sont gérées les archives (plans de récolement, Dossiers des Ouvrages Exécutés, etc.) ?
- Les outils de gestion de l'information utilisés sont-ils adaptés, le stockage des documents papier et les sauvegardes informatiques sont-ils réalisés de façon fiable ?

Le pré-diagnostic d'un service d'eau potable a pour but d'apprécier son niveau de pertes au regard de son contexte particulier (ressources utilisées, caractère urbain ou rural, etc.) afin de le situer par rapport à son objectif réglementaire et aux moyens dont il dispose pour y répondre.

Pour cela, le service doit rassembler des données qui lui permettent de calculer des indicateurs techniques (et les incertitudes associées). Ces indicateurs permettent de statuer sur la nécessité de mettre en place un plan d'actions. Le point de départ du plan d'actions résulte de l'inventaire des outils d'exploitation et des actions de lutte contre les pertes déjà en place.



Ces questions (dont la liste n'est pas exhaustive) doivent permettre d'identifier les points forts, les pistes de progrès et les lacunes du service dans la connaissance de son patrimoine.

### 1.1.2 Chiffres clés décrivant le système

Le contexte du service et les caractéristiques de ses installations sont des éléments importants pour apprécier sa situation en ce qui concerne les pertes. Pour caractériser ce contexte, il est utile de regrouper des informations synthétiques dont la plupart doivent figurer dans le rapport annuel sur le prix et la qualité du service (RPQS) ; elles sont détaillées dans l'annexe V des articles D. 2224-1, D. 2224-2 et D. 2224-3 du CGCT :

- territoire et nombre d'habitants desservis\* ;
- mode de gestion du service et, s'il y a lieu, date d'échéance du ou des contrats de délégation du service\* ;
- nature des ressources utilisées (souterraine ou superficielle, masse d'eau concernée) et volumes annuels prélevés par chaque ouvrage de captage et par ressource, volumes produits, volumes achetés à d'autres services publics d'eau potable\* ;
- nombre d'abonnements ; volumes annuels vendus aux abonnés et à d'autres services publics d'eau potable\* ;
- linéaire de réseaux de desserte (hors branchements)\*, nombre de branchements ;
- principaux ouvrages de traitement, de pompage et de stockage, nombres et capacités totales\* ;
- volumes produits le jour de pointe ;
- éléments caractéristiques du réseau de canalisations et des branchements :
  - taux de matériaux ( $T[M]$ ) (fonte grise, fonte ductile, PVC, etc.),
  - répartition par période de pose, qui peut être synthétisée par l'âge moyen ( $A$ ),
  - répartition par classe de diamètre, qui peut être synthétisée par le diamètre moyen ( $DIA$ ).

\* *Éléments devant obligatoirement figurer dans le RPQS.*



## 1.2 Évaluation du rendement et du seuil réglementaire

**Les valeurs du rendement et du seuil réglementaire déterminent l'obligation de mise en place d'un plan d'actions. Il est donc primordial d'avoir une bonne compréhension des éléments qui interviennent dans leur évaluation (annexe I).**

### 1.2.1 Volumes prélevés (*V<sub>prel</sub>*)

Les volumes prélevés n'interviennent pas dans l'évaluation du rendement de distribution mais ils sont nécessaires pour déterminer le seuil réglementaire auquel est soumis le service (voir section 2.1 du Préambule). En effet, le terme fixe est majoré lorsque plus de 2 millions de m<sup>3</sup> sont prélevés dans des ressources faisant l'objet de règles de répartition ; les périmètres des ZRE sont consultables sur le portail internet [Sandre \(2014\)](#).


Par ailleurs, les volumes prélevés par le service sont soumis à la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau ; ils doivent donc être suivis dans le respect de l'article R. 214-58 du Code de l'environnement et les installations de comptage doivent respecter les prescriptions de l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif à la mesure des prélèvements d'eau et aux modalités de calcul de l'assiette de la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau. En pratique, cela signifie que pour chaque installation de prélèvement, les volumes sont mesurés chaque mois ou lors de chaque intervention sur le système de comptage. En cas d'impossibilité avérée de mettre en place un système de comptage, l'article R. 213-48-14 du Code de l'environnement établit que les volumes prélevés sont estimés à partir des informations disponibles. Il est donc possible à partir de ces informations de connaître les volumes annuels prélevés par le service.

Lorsque les comptages de prélèvements sont distincts des compteurs de production, les informations relatives aux volumes prélevés peuvent être comparées à celles concernant les volumes produits afin d'en vérifier la cohérence.

### 1.2.2 Volumes généraux : produits (*V<sub>prod</sub>*), achetés (*V<sub>a</sub>*) et vendus (*V<sub>v</sub>*)

L'évaluation annuelle des volumes produits, ainsi que des volumes achetés et vendus à d'autres services publics d'eau potable s'appuie sur les mesures de comptages qu'il faut identifier, localiser et caractériser (technologie, marque, diamètre, année de pose). Le cas échéant, la date, la méthode, et les résultats des vérifications métrologiques sont également à rechercher.

Le positionnement des comptages de production définit la limite amont de la zone de distribution. Dans certains contextes, plusieurs choix de positionnement sont possibles, c'est le cas notamment lorsqu'un réseau de transport sans usager existe entre la sortie de l'unité de production et un réservoir de tête. Il convient alors de vérifier que le choix effectué est pertinent compte tenu des systèmes de comptage existants et des évolutions prévisibles des installations et des zones desservies.



Il convient par ailleurs d'identifier les méthodes de suivi des volumes (télégestion, relevé sur place), les fréquences d'acquisition de données et les dates des relevés utilisées pour la détermination des volumes annuels. Les éventuelles pannes constatées des appareils doivent être documentées (période, méthode d'évaluation des volumes non-mesurés).

### 1.2.3 Volumes consommés comptabilisés (Vcc)

Le volume annuel consommé comptabilisé est obtenu à partir des relevés des compteurs des usagers. Il est donc nécessaire de faire le bilan des connaissances relatives au parc de compteurs et d'en faire une synthèse indiquant le nombre de compteurs par technologie (vitesse, volumétrique, etc.), par classe métrologique, par diamètre et par année de pose. Toutes ces informations sont théoriquement disponibles au sein du carnet métrologique rendu obligatoire par l'arrêté du 6 mars 2007 relatif au contrôle des compteurs d'eau froide en service et dont le contenu est précisé par la Décision 08.00.382.001.1 du 30 décembre 2008 du ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi.

Les méthodes et les périodes des relevés des compteurs doivent être identifiées, les nombres de compteurs bloqués et de compteurs non-vus doivent être recherchés et les méthodes d'estimation des volumes non mesurés identifiées. La façon dont sont traités les branchements neufs, les résiliations, les mutations et les fuites après compteur doit également être connue.

### 1.2.4 Volumes consommés non comptabilisés (Vcnc)

L'**ASTEE (2013)** a réalisé un document concernant les méthodes d'estimation des *Vcnc*. Les volumes consommés non comptabilisés relèvent des catégories « volume de service du réseau », et « volume consommé sans comptage ». La première catégorie comprend essentiellement les volumes d'eau utilisés pour les purges et le lavage des conduites, les désinfections après travaux, les lavages des réservoirs et le fonctionnement des pompes, analyseurs ou autres appareils (pissettes). Les consommations sans comptage concernent principalement les essais et manœuvres liés à la défense incendie, les usages collectifs sans compteur (lavage de voirie, arrosage d'espaces verts, fontaines) et les chasses d'eau des réseaux d'assainissement.

Les méthodes d'évaluation du volume annuel de chacun de ces usages sont à identifier (fiche I-B-3).

### 1.2.5 Annualisation des volumes

La période de mesure des volumes ne correspond qu'exceptionnellement à l'année civile :

- les volumes comptabilisés par les compteurs des abonnés font le plus souvent l'objet d'un relevé annuel. Le relevé des usagers d'un même service peut s'étendre sur une période allant de quelques jours à plusieurs semaines (voir l'année entière dans certains cas). Selon le contexte local, la période de relevé peut avoir lieu à tout moment de l'année et peut subir des décalages d'une année sur l'autre ;

- les volumes mesurés par des compteurs généraux résultent de relevés périodiques effectués selon une fréquence souvent fixe mais dont les dates peuvent être tributaires des week-ends et jours fériés ainsi que des contraintes d'exploitation.

Ainsi, pour évaluer l'ensemble des volumes mesurés sur une année civile ou sur une période de 12 mois, il est nécessaire d'effectuer des traitements des données effectivement mesurées. L'ensemble de ces traitements, également appelé « méthode pour l'annualisation des volumes » (Renaud, 2005), doit être identifié (fiche I-B-7).

### 1.2.6 Linéaire de réseau (L)

Le linéaire total des canalisations du réseau de distribution hors branchements est une donnée qui intervient dans le calcul de  $l/LC$  utilisé pour déterminer la valeur du seuil réglementaire de rendement applicable au service (paragraphe 2.1 du Préambule). Son évaluation peut résulter de différentes sources selon différentes méthodes :

- à partir de la cartographie, par calcul à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) ou par mesure sur des plans papier, par exemple au moyen d'un curvimètre ;
- à partir d'une base de données des canalisations (inventaire), les valeurs pouvant être mises à jour à l'aide des plans de récolement, des attachements, des décomptes définitifs de travaux ;
- sur la base d'une valeur historique, mise à jour par ajout des longueurs des tronçons nouvellement posés et soustraction des longueurs de canalisations mises hors service.

La connaissance de ces sources, des méthodes employées et de la fréquence des mises à jour est nécessaire pour apprécier la fiabilité de la valeur utilisée. En pratique, des écarts significatifs peuvent être constatés entre deux types d'évaluation.

### 1.2.7 Estimation des incertitudes

Chacune des valeurs des paramètres intervenant dans le calcul du rendement et du seuil réglementaire est potentiellement entachée d'erreurs qu'il est souhaitable d'encadrer par des niveaux d'incertitudes. Les incertitudes sont de deux types :

- les incertitudes de mesure : elles trouvent leur source dans le degré de précisions des appareils de mesure dans leurs conditions réelles de fonctionnement. On distingue les incertitudes systématiques (sous-comptage ou sur-comptage) et les incertitudes aléatoires (reproductibilité des mesures) ;
- les incertitudes liées à l'acquisition et au traitement des données. Elles résultent de l'ensemble des traitements et approximations nécessaires à l'obtention des valeurs annuelles de chacun des volumes sur une période commune.

Il convient donc de recueillir l'ensemble des informations disponibles pouvant être utiles à l'encadrement des incertitudes. **L'incertitude globale sur les valeurs du rendement et du seuil réglementaire est une combinaison des incertitudes de chacun des paramètres.**





Certains éléments de contexte peuvent avoir un effet aggravant sur le niveau des incertitudes ; ces mécanismes sont détaillés dans la fiche I.3 du guide relatif à la réduction des fuites (Irstea, 2012).

Le seuil réglementaire dépend des caractéristiques des ressources en eau :

- si plus de 2 millions de m<sup>3</sup> sont prélevés en ZRE,  $R_0 = 70\%$  ;
- sinon,  $R_0 = 65\%$ .

Il dépend également du contexte du réseau par la prise en compte de l'ILC.

## 1.2.8 Calcul du rendement et du seuil réglementaire

Les données annuelles précédemment décrites sont mobilisées pour calculer le rendement du réseau de distribution ( $R$ ) et le seuil réglementaire de rendement ( $R_s$ ), selon les formules suivantes, où les volumes annuels sont exprimés en m<sup>3</sup> et le linéaire ( $L$ ) en km :

$$R = \frac{V_{cc} + V_{cnc} + V_v}{V_{prod} + V_a}$$

$R_s$  est la plus petite des deux valeurs  $R_1$  et  $R_2$  :

$$R_1 = 85\%$$

$$R_2 = R_0 + \left( \frac{1}{500} \times \frac{V_{cc} + V_{cnc} + V_v}{365 \times L} \right)$$

Lorsque  $V_{prel}$  est inférieur à 2 millions de m<sup>3</sup>,  $R_0 = 65\%$ . Dans le cas contraire, il faut identifier la part de ce volume qui est prélevée dans des ressources faisant l'objet de règles de répartition. Si cette part excède 2 millions de m<sup>3</sup>,  $R_0 = 70\%$ . Les volumes intervenant dans ces calculs doivent être analysés sur plusieurs années, au minimum les trois dernières.

La première raison de cette analyse pluriannuelle est liée à la réglementation (Décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012). En effet, « *en cas de variations importantes des ventes d'eau* »  $R$  doit être calculé sur les trois dernières années. Bien que les textes ne précisent pas ce point, on peut supposer que dans un tel cas  $R_2$  est également évalué à partir des données des trois dernières années. De même, bien que cela ne soit pas spécifié, il peut être supposé que les ventes d'eau sont représentées par le volume  $V_{cc} + V_v$  (ce volume néglige les éventuelles ventes forfaitaires). En l'état actuel des textes, aucune règle n'encadre la notion de « variations importantes ».

Le second intérêt de l'analyse pluriannuelle est qu'elle permet de porter un regard critique sur les valeurs des données annuelles. On pourra par exemple s'interroger si l'on constate :

- une valeur constante de  $V_{cnc}$  (estimation forfaitaire non actualisée ?) ;
- une variation importante de  $L$  (changement de la méthode d'évaluation ?) ;
- deux valeurs successives de  $V_{cc}$  significativement en dessous et au-dessus de la moyenne (période de consommation non annuelle ?), etc.

Enfin l'examen de l'évolution tendancielle du rendement peut renseigner sur la précision de son évaluation (grande dispersion des valeurs), sur l'efficacité de la politique de réduction des pertes (aggravation, stagnation, amélioration) et sur la représentativité de la dernière valeur observée par rapport à la tendance (par exemple valeur faible en raison d'une fuite exceptionnelle ou valeur élevée en raison d'une consommation inhabituelle). L'examen de ces évolutions doit tenir compte de la taille du service. En effet, celles-ci sont potentiellement plus marquées lorsque les volumes en jeu sont faibles.

## 1.3 Indicateurs de pré-diagnostic

*Nota bene* : les indicateurs présentés dans ce paragraphe sont récapitulés dans l'**annexe I**.

### 1.3.1 Indicateurs de pertes

**Le rendement du réseau de distribution est un indicateur qui est fortement impacté par les variations des consommations ainsi que par le niveau des volumes achetés et vendus à d'autres services publics d'eau potable.** Ainsi, certaines de ses variations ne sont pas imputables à des variations des pertes. Par exemple une baisse importante des volumes consommés occasionne une baisse du rendement, quand bien même le niveau des pertes reste stable. Il est donc utile de suivre d'autres indicateurs de pertes pour parfaire l'analyse de la situation du service. Deux autres indicateurs de pertes sont prévus dans le cadre du RPQS ; il s'agit de l'indice linéaire des volumes non comptés (*ILVNC*) et de l'indice linéaire de pertes en réseau (*ILP*), définis comme suit :

$$ILVNC = \frac{(V_{prod} + V_a) - (V_{cc} + V_v)}{365 \times L} \text{ en m}^3/\text{km}/\text{jour}$$

$$ILP = \frac{(V_{prod} + V_a) - (V_{cc} + V_{cnc} + V_v)}{365 \times L} \text{ en m}^3/\text{km}/\text{jour}$$

Ces deux indicateurs sont très similaires puisqu'ils ne diffèrent que par la prise en compte des volumes consommés non comptabilisés :

- ils sont soustraits des volumes introduits dans le réseau dans l'expression d'*ILP*, ce qui présente l'avantage de considérer un volume proche des pertes réelles ;
- ils ne sont pas déduits des volumes produits et achetés pour le calcul d'*ILVNC* ce qui présente l'avantage de fiabiliser la valeur d'*ILVNC* en n'utilisant que des volumes mesurés.

L'intérêt de ces indicateurs est de rapporter les volumes perdus, ou non comptés, à la longueur et donc à la taille du réseau. Ils présentent en outre l'avantage d'être insensibles aux variations interannuelles des volumes consommés, achetés et vendus à d'autres services publics d'eau potable. Leur inconvénient majeur réside dans l'impossibilité d'apprécier leur valeur indépendamment du caractère urbain ou rural du service : plus le réseau est urbain plus la valeur de ces indicateurs est élevée. Il existe des référentiels permettant de mettre en lien les valeurs d'*ILP* et d'*ILVNC* avec des indicateurs du caractère urbain ou rural du service (*ILC* ou *Da*, définis au paragraphe 1.3.2 suivant), cependant aucun ne fait l'objet d'un consensus et ils présentent tous l'inconvénient d'être définis par seuils. Ces indicateurs sont toutefois adaptés pour représenter les variations interannuelles de la performance d'un réseau.

Chacun des indicateurs de pertes présente des avantages et des inconvénients, c'est pourquoi il est conseillé d'en faire une analyse conjointe afin d'améliorer la compréhension de la performance du service et d'éviter des interprétations hâtives que pourrait susciter l'examen d'un seul d'entre eux.

Pour pallier l'influence du caractère urbain ou rural du réseau, il est préconisé d'évaluer également des indicateurs se référant au nombre d'abonnés ( $N$ ), et non pas à la longueur du réseau ( $L$ ) : l'indice des volumes non comptés par abonné ( $IVNCA$ ) et l'indice de pertes par abonné ( $IPA$ ). Ils ne font intervenir que des données prévues dans le cadre du RPQS. Leurs expressions sont les suivantes :

$$IVNCA = \frac{(V_{prod} + V_a) - (V_{cc} + V_v)}{365 \times N} \text{ en m}^3/\text{abonné/jour}$$

$$IPA = \frac{(V_{prod} + V_a) - (V_{cc} + V_{cnc} + V_v)}{365 \times N} \text{ en m}^3/\text{abonné/jour}$$

**Albaladejo et al. (2011)** a montré que ces indicateurs sont peu sensibles au caractère urbain ou rural du service ; ils sont ainsi plus aptes à une appréciation de la performance en lien avec des valeurs de référence (**Renaud, 2009**). Il faut toutefois être conscient que, comme tout indicateur, ils n'intègrent pas l'ensemble des facteurs explicatifs du niveau de performance. De plus, si l'intérêt de ces indicateurs est la référence au nombre d'abonnés, il s'agit également d'un inconvénient car le nombre d'abonnés est une donnée qui peut subir des variations indépendantes de celles de la taille du service, notamment lorsque des immeubles collectifs décident de mettre en place l'individualisation des abonnements.

Enfin, il est également judicieux d'évaluer le rendement primaire ( $R_{pri}$ ). Cet indicateur, largement utilisé par le passé, reste complémentaire du rendement du réseau de distribution :

$$R_{pri} = \frac{V_{cc}}{V_{prod} + V_a - V_v} \text{ en } \%$$

Les avantages de cet indicateur sont d'une part de n'utiliser que des volumes mesurés et d'autre part d'être peu influencé par les variations concomitantes des volumes achetés et vendus à d'autres services publics d'eau potable (cas des services assurant un rôle de transit entre deux services voisins). Il faut cependant être conscient, lorsque l'on interprète ses variations, qu'il présente l'inconvénient de ne pas prendre en compte les volumes consommés non comptés.

### 1.3.2 Autres indicateurs

L'indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable (*ICGP*) prévu au sein du RPQS permet en premier lieu de rendre compte de l'existence d'un descriptif détaillé des réseaux conforme à la réglementation (score minimal de 40 points sur 120, dans sa version établie par l'arrêté du 2 décembre 2013 relatif aux RPQS). Au-delà, il permet d'apprécier le niveau de connaissance que possède le service de son patrimoine et de son évolution. Le score global du service résulte du cumul de points attribués pour différents éléments de connaissance. Ainsi, plus que le score lui-même, c'est l'identification des rubriques pour lesquelles les points ne sont pas obtenus qui permet de comprendre la situation du service et d'identifier les pistes de progrès.

Le taux moyen de renouvellement des réseaux (*TMR*), également prévu par le RPQS, permet d'apprécier l'activité du service en matière de remplacement des conduites. Ce taux doit être apprécié en fonction du contexte du service : d'une part l'historique de pose du réseau impacte fortement les besoins en renouvellement et d'autre part, les remplacements de canalisations ne sont pas uniquement liés à la problématique des pertes (qualité de l'eau par exemple).

Deux indicateurs sont couramment employés pour apprécier le caractère urbain ou rural du service ; il s'agit de l'indice linéaire de consommation (*ILC*), défini dans le paragraphe 2.1 du préambule, et de la Densité d'abonnés (*Da*) :

$$ILC = \frac{V_{cc} + V_{cnc} + V_v}{365 \times L} \text{ en m}^3/\text{km}/\text{jour}$$

$$Da = \frac{N}{L} \text{ en abonnés}/\text{km}$$

Les valeurs de ces deux indicateurs éclairent l'appréciation des valeurs d'*ILP* et d'*ILVNC* comme mentionné au paragraphe 1.3.1.

## 1.4 Bilan des outils de connaissance et des actions de réduction des pertes déjà en œuvre

### 1.4.1 Autres outils de connaissance disponibles

Au-delà des éléments de connaissance du patrimoine évoqués au paragraphe 1.1.1 de cette partie, il s'agit de faire un inventaire des outils dont dispose le service pour connaître et surveiller le fonctionnement de ses installations. Il s'agit d'une part des études pour lesquelles il faudra répertorier leurs périodes de réalisation et leurs éventuelles mises à jour :

- diagnostic ;
- schéma directeur ;
- modélisation hydraulique ;
- rapports annuels de l'exploitant ;
- autres études et synthèses ;

et d'autre part des systèmes de suivi qui sont opérationnels :

- télégestion ;
- suivi des pompages ;
- comptages d'exploitation ;
- suivi des pressions ;
- sectorisation ;
- systèmes permanents de prélocalisation ou de corrélation acoustique.

### 1.4.2 Actions de lutte contre les pertes mises en œuvre

Un bilan des actions déjà mises en œuvre pour lutter contre les pertes doit être réalisé avant d'en entreprendre de nouvelles :

- pratiques du service en matière de recherche et de réparation des fuites ;
- existence de zones avec régulation des pressions ;
- politique de renouvellement des canalisations, des branchements, des compteurs et des accessoires de réseau ;
- pratiques du service en matière de lutte contre les pertes apparentes (vols d'eau, sous-comptage).

Ce bilan doit être quantifié autant que possible (linéaire annuel de canalisations faisant l'objet de recherche préventive de fuites, taux de renouvellement, nombre de fuites réparées après recherche ou après signalement, etc.).

# Actions urgentes et acquisition d'un socle minimal de connaissances

## 2

Le pré-diagnostic positionne le service concernant à la fois sa connaissance du système et de son fonctionnement, son niveau de pertes et ses pratiques actuelles de lutte contre les fuites. **Dans certains cas, notamment lorsque le niveau de connaissance du système est insuffisant, la définition d'un plan d'actions cohérent ne peut se faire sans un diagnostic approfondi.** Un tel diagnostic nécessite le plus souvent de recourir à un prestataire spécialisé et, compte tenu des délais de mise en œuvre (cahier des charges, financement, consultation, réalisation), le service doit attendre plusieurs mois avant de bénéficier des premiers résultats. **Il est alors opportun d'entreprendre sans attendre des actions incontournables ou de bon sens, suggérées par les résultats du pré-diagnostic. Ces actions dites « urgentes » ne sauraient se substituer au plan d'actions structuré qui devra être engagé une fois le diagnostic réalisé.**

## 2.1 Permettre une évaluation fiable du rendement et du seuil réglementaire

### 2.1.1 Rendre les comptages opérationnels

En premier lieu, il convient de fiabiliser les mesures des volumes intervenant dans le calcul du rendement. Il faut rendre opérationnels les systèmes de comptage nécessaires. Les actions à mener concernant les compteurs généraux sont (fiche I-B-1) :

- équiper de systèmes de comptages les points de prélèvement et les points d'entrée et de sortie du réseau de distribution qui n'en sont pas pourvus (comme les volumes d'appoint ou de secours par exemple) ;
- remplacer les compteurs vétustes ou inadaptés ;
- aménager ou déplacer les systèmes de comptage qui ne satisfont pas aux règles permettant une mesure fiable (cônes, longueurs droites, ventouses, etc.) ;
- si elle existe, fiabiliser la chaîne d'acquisition et de transmission des données (poids des impulsions, adaptation de la télégestion, protection contre la foudre, etc.) (fiche I-D-1).

En attendant d'avoir une connaissance suffisante d'un système d'eau potable qui permette d'établir un plan d'actions structuré, cohérent avec sa situation, des actions ne nécessitant pas d'investigations complexes peuvent être mises en œuvre :

- pour fiabiliser l'évaluation du rendement :
  - étendre et améliorer les dispositifs de comptage (exploitation et consommation) ;
  - fiabiliser le calcul du linéaire du réseau ;
  - rassembler les éléments de connaissance du patrimoine disponibles au sein du service ;
- pour réduire les pertes :
  - supprimer les écoulements visibles ;
  - rechercher les fuites sur des zones ciblées par retour d'expérience ;
  - mettre en place un premier niveau de sectorisation (comptage de production, stockage, imports et exports).



Concernant le comptage des consommations, les actions à entreprendre sont :

- remplacer les compteurs défectueux : bloqués, inaccessibles, vétustes ou mal calibrés (fiche I-B-2) ;
- installer des compteurs sur les points de puisage qui en sont dépourvus (points d'eau publics, bornes de lavage, branchements provisoires, etc.) (fiche I-B-3) ;
- vérifier la cohérence du fichier des abonnés avec la réalité du terrain et notamment contrôler l'intégration des usagers nouvellement raccordés (lotissements notamment) (fiche I-B-4).

### 2.1.2 Vérifier le linéaire du réseau

Le linéaire du réseau de distribution intervient dans le calcul du seuil réglementaire de rendement, ainsi que de plusieurs indicateurs de performance ; sa valeur mérite donc d'être vérifiée. Pour cela, elle peut être confrontée avec les valeurs obtenues avec des méthodes concurrentes, présentées au paragraphe 1.2.6, basées sur la cartographie, l'inventaire ou la comptabilité.

### 2.1.3 Rassembler les connaissances disponibles

Lorsque le service a une connaissance insuffisante de son système, en particulier lorsqu'il ne satisfait pas aux conditions requises pour l'obtention d'une valeur d'*ICGP* supérieure ou égale à 40, et avant d'engager des investigations plus complexes, il doit rechercher et identifier les sources d'informations existantes telles que :

- les plans existants, les plans de récolement ;
- les dossiers des ouvrages exécutés ;
- les avant-projets et les projets ;
- les décomptes définitifs de travaux et la comptabilité ;
- les cahiers de suivi des installations ;
- les fiches d'intervention, etc.

Ces informations sont à rechercher en priorité au sein du service mais peuvent être complétées par celles détenues par des prestataires présents et passés (exploitants, bureaux d'études, entreprises).



## 2.2 Mettre en œuvre des actions ne nécessitant pas d'investigations complexes

### 2.2.1 Identification et suppression des écoulements visibles

Une partie des pertes du service peut résulter d'écoulements visibles ou facilement identifiables. Ces écoulements doivent être recherchés, identifiés puis supprimés. Ils peuvent être situés aussi bien sur les ouvrages que sur les canalisations :

- passage au trop-plein d'un réservoir ;
- presse-étoupe mal serré ;
- soupape de décharge mal réglée ;
- vanne mal fermée ou défailante (vidange ou purge par exemple) ;
- fuite visible.

L'identification de ces écoulements passe en premier lieu par l'exploitation systématique, selon une procédure fiable, des signalements effectués par des tiers. Elle doit être complétée par des inspections visuelles du réseau et des installations.

### 2.2.2 Recherche de fuites

Dans certains contextes, quelques fuites représentent une part importante du volume perdu. Il est donc souvent opportun d'entreprendre une campagne de recherche de fuite ciblée sur une partie restreinte du réseau, avant d'avoir défini une stratégie d'ensemble. Les efforts de recherche peuvent être ciblés sur des zones du réseau connues pour leur propension à fuir. Lorsqu'il existe plusieurs niveaux de pompage, il est également possible de circonscrire la zone d'investigation en repérant des anomalies dans les volumes pompés ou les temps de pompage.

### 2.2.3 Mise en place d'un premier niveau de sectorisation

Lorsque cela n'a pas déjà été fait et que le contexte s'y prête, un premier niveau de sectorisation peut être initié en s'appuyant sur la configuration hydraulique du réseau. Il s'agit de délimiter les zones de distribution et les différents étages de pression et d'équiper les points de communication entre ces différentes zones avec des systèmes de comptage appropriés.

Cette démarche doit privilégier la mise en place de systèmes de comptage au niveau des stations de pompage et des réservoirs de distribution qui n'en sont pas équipés. À ce stade, elle ne concerne qu'exceptionnellement des systèmes de comptage en réseau. La mise en place de ces derniers relève d'un niveau de sectorisation plus fin nécessitant des études approfondies.



# Diagnostic

# 3

Le diagnostic d'un système d'eau potable a pour objectif d'acquérir une connaissance suffisante pour identifier les actions de lutte contre les pertes adaptées à la situation du service.

La première étape consiste à rechercher les informations sur la constitution du réseau, si besoin en contactant d'anciens ou d'actuels partenaires susceptibles de détenir des éléments et en réalisant des investigations sur le terrain. Ce travail entre dans la réalisation du descriptif détaillé réglementaire du réseau.

La deuxième étape consiste à approfondir la compréhension du fonctionnement actuel du réseau et ses évolutions prévisibles, à l'aide d'un modèle hydraulique et d'un bilan entre la capacité de production et les besoins en eau. Un diagnostic plus fin peut ensuite être réalisé grâce à la sectorisation. Une sectorisation temporaire du réseau est réalisée (en l'absence ou en complément d'une sectorisation permanente) par des mesures de débit, de niveau et de pression aux limites des secteurs. Ces campagnes de mesures permettent ainsi de calculer les niveaux de pertes de chaque secteur (pour cela les consommations des abonnés doivent être rattachées à leur secteur respectif) et de caler le modèle hydraulique. Le travail par secteur permet de hiérarchiser les secteurs selon leur niveau de pertes, leur potentiel de gestion de pression et leur fragilité structurelle (grâce à l'analyse des défaillances passées des branchements et canalisations).

À l'issue de l'étape de **pré-diagnostic**, la connaissance du réseau ou des volumes en jeu peut se révéler insuffisante pour établir un programme de réduction des pertes adapté au service. Il est alors nécessaire de réaliser une étude approfondie du réseau afin de mieux analyser son fonctionnement, et ainsi identifier les orientations à favoriser pour la mise en place d'actions de réduction des pertes.

Contrairement au pré-diagnostic, le **diagnostic** est le plus souvent confié à un prestataire spécialisé. Le pré-diagnostic permet d'identifier les thèmes nécessitant une analyse plus poussée qui sera réalisée dans le cadre du diagnostic.

## 3.1 Connaissance du patrimoine et du fonctionnement


### 3.1.1 Mise à jour des plans

La phase de pré-diagnostic, ainsi que l'indicateur *ICGP* sur 120 points permettent de situer le niveau de précision des plans et des informations complémentaires disponibles. Le descriptif détaillé des réseaux imposé par le décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 comprend un plan du réseau à jour et complété annuellement.

### 3.1.2 Collecte des données

La mise à jour des plans nécessite de collecter des informations qui peuvent être disponibles auprès de différents acteurs :

- les services de la collectivité pour les plans de récolement et autres informations présentes dans les dossiers de travaux (projets, décomptes définitifs, etc.) ;
- l'exploitant du réseau qui tient à jour un plan du réseau pour ses interventions ;
- les bureaux d'études et les entreprises concernés par les travaux ;
- les services de l'État, des conseils généraux et des agences de l'eau (informations collectées dans le cadre de missions régaliennes ou pour l'instruction des dossiers d'aide) ;

- 
- les services des communes pour les informations liées à l'urbanisme ;
  - le comptable public qui tient à jour un bilan des actifs et dispose d'archives sur les opérations réalisées ;
  - des personnes ayant appartenu aux différents organismes (archives personnelles et mémoire des opérations réalisées) ou des riverains.

Ces informations peuvent être complétées si nécessaire par des enquêtes de terrain avec le concours du gestionnaire du réseau.

### 3.1.3 Détection des réseaux

Lorsque les informations collectées auprès des différents acteurs et les observations de terrain ne suffisent pas à tracer l'intégralité des réseaux, il peut être nécessaire de faire appel à une entreprise de détection de réseaux ou de s'équiper du matériel de détection approprié. Différentes méthodes existent pour localiser des tronçons en fonction du matériau de la canalisation et des conditions d'accès à un point du réseau. La détection des réseaux est présentée dans la fiche I-A-3 en 2<sup>e</sup> partie de ce guide.


### 3.1.4 Support des plans

Les plans sont à réaliser sur des fonds de plan adaptés : fond de plan IGN ou fond de plan cadastral peuvent convenir. Leur compatibilité doit être recherchée avec le géoréférencement de classe A mentionné par le décret du 5 octobre 2011 dit « DT/DITC » relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution. L'utilisation d'un support informatique, et plus spécifiquement d'un logiciel de SIG, permet d'intégrer les informations du réseau dans son environnement et facilite les échanges entre utilisateurs.

### 3.1.5 Mise à jour de l'inventaire du patrimoine

L'inventaire du patrimoine a pour but de rassembler et de conserver les données décrivant le réseau et son évolution afin de constituer un support pour la gestion du réseau. Cet inventaire rassemble les caractéristiques des canalisations, les installations de prélèvement, de traitement et de stockage, des appareils de mesure et des équipements du réseau. Réalisée sur un support informatique, cette base de données peut être liée aux plans réalisés sous logiciel de SIG, ce qui permet de faire apparaître des informations concernant un tronçon sur le plan selon les besoins.

L'inventaire du patrimoine inclut l'inventaire des réseaux. Ce dernier est rendu obligatoire par le décret n° 2012-97 relatif au descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau. Il a pour objectif de rassembler les caractéristiques des tronçons de canalisations du réseau d'eau potable comme le linéaire, le matériau, le diamètre, la date de pose, etc. La liste détaillée des caractéristiques à répertorier est disponible dans la fiche I-A-2.



Pour l'inventaire des appareils de mesure, on se référera à la fiche I-B-1 qui présente les types de compteurs ou de débitmètres pouvant être utilisés pour les comptages d'exploitation. Pour chaque appareil de mesure, il est utile de répertorier les caractéristiques techniques (diamètre, débits caractéristiques, incertitude, etc.) ainsi que l'historique des installations et des vérifications. L'inventaire des compteurs des usagers est détaillé dans la fiche I-B-2 relative à la gestion du parc de compteurs des usagers. L'arrêté du 6 mars 2007 relatif au contrôle des compteurs d'eau froide en service impose au gestionnaire de tenir un carnet métrologique (CME) des instruments de mesure et de procéder à des vérifications périodiques des compteurs.

Les informations nécessaires à la réalisation de l'inventaire sont à collecter auprès des mêmes acteurs que celles permettant la mise à jour des plans.

### 3.1.6 Analyse du fonctionnement (modèle hydraulique)

L'analyse du fonctionnement du réseau doit rassembler des informations sur les systèmes d'approvisionnement du réseau, l'altimétrie, la répartition de la demande, le fonctionnement hydraulique du réseau (parcours de l'eau, profils de consommation), les zones de distribution, les étages de pression, les règles de fonctionnement (marnage des réservoirs, courbes caractéristiques des pompes, consignes des appareils de régulation, automatismes). La modélisation du réseau à partir de ces informations permet notamment de :

- proposer des évolutions de nature à optimiser le fonctionnement du réseau (règles de fonctionnement, maillages, renforcements, etc.) ;
- concevoir (ou améliorer) la sectorisation du réseau (fiche I-C-1) ;
- identifier les actions possibles de réduction ou de modulation de pressions (fiches III-A-1 et III-A-2) ;
- optimiser le dimensionnement des canalisations susceptibles d'être remplacées.


### 3.1.7 Bilan « besoins / ressources »

Les caractéristiques du réseau sont à compléter par une connaissance des différents volumes afin d'effectuer un bilan des besoins et des ressources du système et d'anticiper ainsi des évolutions nécessaires au bon fonctionnement du service.

#### 3.1.7.1 Capacité des ressources

Les ressources mobilisées par le service doivent être inventoriées et caractérisées. Les principales informations à recueillir concernent :

- leur statut en regard des obligations réglementaires : périmètres de protection des captages et autorisations de prélèvement ;
- les limites des débits et des volumes de prélèvement :
  - autorisées par arrêté préfectoral ;
  - liées aux contraintes techniques (caractéristiques des ouvrages de captage, de pompage, de traitement et de transport) ;
  - résultant du contexte hydrogéologique et hydrologique, tant en période normale qu'en période d'étiage ;
- les évolutions tendanciennes de la qualité des eaux brutes.



Cette analyse des ressources propres du service doit être complétée par une étude des approvisionnements en eau disponibles à partir de fournisseurs tiers (collectivités voisines, syndicats de production ou autre). Cette étude doit intégrer l'évaluation des capacités en débits et en volumes de ces approvisionnements, tant d'un point de vue technique que d'un point de vue administratif ou contractuel (conventions, contrats ou marchés de fourniture d'eau, statuts des fournisseurs).

### 3.1.7.2 **Volumes mis en distribution**

Le guide rédactionnel relatif au « Diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable » indique les informations nécessaires à une étude de base (**Agences de l'eau, 2004**) :

- les volumes annuels acheté et vendu à l'extérieur et leur évolution sur 5 ans ;
- la production annuelle et son évolution sur au moins 5 ans, le calcul du taux d'accroissement ;
- la production mensuelle et son évolution sur une année caractéristique ou sur les 5 années ;
- la production journalière sur une journée caractéristique et/ou sur une journée de pointe ;
- les calculs des grandeurs caractéristiques : moyenne, minimum, maximum, annuels, mensuels, journaliers et coefficient de pointe ;
- selon les besoins et les enregistrements disponibles, une analyse de la production d'une journée à l'échelle horaire ;
- la répartition de la production par ressource sur une année caractéristique et son évolution sur 5 ans ;
- la répartition de la production pendant les mois de pointe pour les dossiers sensibles ;
- une mention de la production future, si des projets sont connus.

### 3.1.7.3 **Consommations (Agences de l'eau, 2004)**

Les informations nécessaires à l'étude des consommations sont les suivantes :

- la consommation annuelle et son évolution sur au moins 5 ans, le calcul du taux d'accroissement ;
- la consommation mensuelle et son évolution sur une année caractéristique ou sur les 5 années ;
- si besoin, la consommation journalière sur une journée caractéristique et/ou sur une journée de pointe, voire l'analyse spécifique pour certains utilisateurs ;
- selon les besoins et les enregistrements disponibles, une analyse de la consommation d'une journée à l'échelle horaire ;
- les calculs des grandeurs caractéristiques : moyenne, minimum, maximum, annuels, mensuels, journaliers et coefficient de pointe mensuel et journalier ;
- la répartition de la consommation par secteur et/ou par type de consommateur sur une année caractéristique et l'évolution sur 5 ans, le pourcentage du volume consommé par les « gros consommateurs » ;

- la répartition de la consommation pendant les mois de pointe pour les dossiers sensibles ;
- une liste des consommations non comptabilisées connues ou probables et leur estimation dans la mesure du possible.

Les volumes consommés non comptabilisés du réseau de distribution rassemblent les eaux de service comme les purges du réseau (fiche I-B-5) ou le lavage des réservoirs (fiche I-B-6), et les consommations sans comptage comme les usagers sans compteur (fiche I-B-3).

Il convient également d'évaluer les volumes liés au sous-comptage des compteurs des usagers (fiche I-B-2) et les vols d'eau (fiche I-B-4).

L'analyse des consommations présentes et passées doit être valorisée pour construire une vision prospective de l'évolution des besoins. Les projections doivent être construites de façon prudente à un horizon cohérent avec l'étendue de l'historique des données recueillies. Il est en général difficile de se projeter au-delà de 10 ans.

Pour les prévisions de consommations, l'analyse des évolutions démographiques doit être complétée par une analyse de l'évolution de la consommation moyenne des abonnés par type d'utilisateur.

En ce qui concerne les volumes de pertes, la projection doit prendre en compte l'évolution prévisible des installations et des hypothèses réalistes de performance.

Compte tenu des incertitudes inhérentes à l'exercice prospectif, il est recommandé d'avoir une approche par scénarios combinant les différentes hypothèses plausibles faites sur chacun des paramètres intervenant dans les calculs.

## 3.2 Sectorisation

### 3.2.1 Définition et caractérisation des secteurs

La sectorisation du réseau permet d'identifier le niveau des volumes de fuites des différentes zones du réseau. Elle est souvent essentielle pour engager efficacement les actions de réduction des fuites. Dans le cadre d'un diagnostic, l'**Agence de l'eau Adour-Garonne (2005)** préconise d'analyser les débits sur quelques jours ou quelques semaines.

Le but de la sectorisation est, par la division du réseau en plusieurs sous-réseaux appelés secteurs de distribution, de fournir des données à des échelles temporelles et spatiales plus fines. Un secteur doit être délimité par des extrémités d'antennes, des vannes fermées ou des comptages (pour les extrémités ouvertes avec les ouvrages et les autres secteurs). La définition des secteurs doit prendre en compte différents aspects du réseau :

- la pré-localisation des fuites et le suivi du réseau seront facilités sur des secteurs réduits ;
- la sectorisation peut modifier le fonctionnement hydraulique du réseau, il est donc nécessaire de considérer les infrastructures, les **unités de distribution (UDI)** et les zones de pression concernées ;
- les débits de nuit de chaque secteur doivent rester mesurables, c'est-à-dire suffisants pour que l'impact de l'incertitude des appareils de mesure sur leur interprétation reste limité.



En fonction de la taille du réseau, plusieurs niveaux de sectorisation sont possibles. Un premier niveau peut être défini en fonction des zones d'influence des ressources et des étages de pression. Pour les villes importantes, les secteurs de premier niveau peuvent rassembler plus de 10 000 branchements. Ce niveau permanent de sectorisation est indispensable au diagnostic du réseau pour prioriser les mesures à mettre en œuvre pour réduire les fuites, il est donc de la responsabilité de la personne en charge de l'étude diagnostic.

- Si une sectorisation existe déjà pour le service, il convient d'utiliser les données disponibles et de les compléter par les mesures supplémentaires qui s'avéreront nécessaires.
- S'il n'existe pas de sectorisation opérationnelle, il faut mettre en place une sectorisation temporaire pour collecter les données. Celle-ci pose les bases d'une sectorisation permanente qui pourra être réalisée par la suite.

Un deuxième niveau de sectorisation, présenté dans la fiche I-C-1, permet de suivre plus précisément les volumes de secteurs réduits et notamment de suivre les débits de nuit afin de repérer les fuites. Ce niveau plus détaillé de sectorisation est intéressant à suivre en télégestion pour obtenir des valeurs journalières des débits et des volumes. Sa pertinence et sa faisabilité seront déterminées lors de l'étape de diagnostic. Le plus souvent, la définition de ce second niveau de sectorisation nécessite l'utilisation d'un modèle hydraulique du réseau pour vérifier que les modifications du réseau induites par la sectorisation (fermeture des vannes, dispositifs de comptage) n'ont pas de conséquences dommageables pour la qualité de l'eau (temps de séjour) et la continuité du service (débits de pointe ou d'incendie).

Enfin, le troisième niveau de sectorisation correspond au procédé d'ilotage présenté dans la fiche II-A-2. Ce procédé consiste à prélocaliser les fuites du réseau par manœuvres successives des vannes et mesure des débits en entrée de chaque sous-secteur ainsi créé. Les sous-secteurs doivent être de petite taille et il est préférable de réaliser cette opération de nuit, lorsque les consommations sont minimales et l'impact sur les usagers faible.

### 3.2.2 Points de mesure des débits, niveaux et pressions

Pour chacun des secteurs définis, le diagnostic sera principalement basé sur des mesures de débits, de pressions ou de niveaux.

Les débits sont mesurés par des compteurs ou débitmètres situés à toutes les entrées et sorties des secteurs. Cela inclut les stations de production, de reprise ou de surpression, les ouvrages de stockage, les achats et ventes d'eau et les interconnexions entre secteurs. Les appareils existants doivent être contrôlés (vérifier le choix du type et du calibre, les conditions d'installation et l'étalonnage). Les nouveaux appareils de mesure éventuellement mis en place devront être adaptés au point de mesure (type, dimensionnement, conditions d'installation).

Des mesures de niveau par des sondes à ultrason, des capteurs de pression ou autres dispositifs peuvent être réalisées sur les installations de stockage d'eau en complément des débits de remplissage et distribution. Une bonne connaissance des dimensions des ouvrages est nécessaire pour lier niveau d'eau et volume.

## 3.3 Campagnes de mesure

Dans le cadre d'un diagnostic, il est le plus souvent nécessaire de compléter le dispositif de mesure permanent du service par une ou plusieurs campagnes de mesure qui servent deux objectifs :

- le calage du modèle hydraulique ;
- l'évaluation du niveau des pertes par secteur.

Les données (débits, pressions, hauteurs d'eau, paramètres et temps de fonctionnement des appareils, etc.) sont enregistrées pendant plusieurs jours à un pas de temps rapproché (en général inférieur à 15 minutes) et si possible durant plusieurs périodes grâce à des enregistreurs autonomes (loggers) connectés aux dispositifs de mesure. Sont concernés à la fois les appareils de mesure spécialement mis en place pour la campagne et les appareils permanents compatibles qui ne sont pas équipés de systèmes d'enregistrements des données adaptés aux besoins de l'étude.

Les incertitudes de mesure liées aux appareils de mesure sont à prendre en compte dans le traitement des données (fiche I-B-1).

Le calage du modèle hydraulique est réalisé en comparant les résultats obtenus par le modèle aux mesures effectuées sur la même période.

Les mesures par secteur permettent de suivre les débits de nuit de secteurs. La connaissance des usagers du secteur permet une première estimation du débit de consommation nocturne et par différence, du débit de fuites du secteur. Pour améliorer ces estimations il est souvent nécessaire d'équiper les industriels et autres gros consommateurs de dispositifs temporaires de mesure.

## 3.4 Hiérarchisation des secteurs

### 3.4.1 Analyse des mesures et synthèse des indicateurs

*Nota bene : les indicateurs présentés dans ce paragraphe sont récapitulés dans l'**annexe I**.*

Les données de débit et de pression issues de la sectorisation (permanente ou provisoire) doivent être traitées pour évaluer des indicateurs propres à caractériser les fonctionnements et le niveau de pertes des secteurs. L'analyse comparée de ces indicateurs permet de hiérarchiser les secteurs entre eux du point de vue de leur niveau de perte et de son potentiel de réduction.

#### 3.4.1.1 Débits

Les débits mesurés par les appareils de mesure des secteurs permettent de calculer :

- les débits journaliers, nocturnes et minimum nocturne ;
- les débits hebdomadaires ;
- les débits annuels.



Le traitement des données à effectuer pour calculer ces débits est présenté dans le recueil des fiches pratiques publié par l'Onema ([Irstea, 2012](#)).

L'analyse de la chronique des débits permet d'identifier un débit nocturne minimum qui peut servir de référence « historique » pour estimer le potentiel de réduction des pertes d'un secteur.

Le débit de nuit d'un secteur se compose de la consommation nocturne et du débit de fuites. Il est donc nécessaire d'évaluer au mieux la consommation nocturne de chaque secteur pour pouvoir évaluer de façon précise le débit de fuites et ainsi améliorer la hiérarchisation des secteurs en ce qui concerne les besoins en recherche active des fuites. Plusieurs méthodes de détermination des consommations nocturnes existent et sont présentées dans la fiche I-C-2 et la fiche pratique n° 2-4 du recueil de l'Onema précité. L'évaluation des consommations nocturnes est facilitée lorsque la répartition des consommateurs entre les secteurs est connue. Il convient donc d'affecter les consommateurs au secteur par lequel ils sont desservis. Une attention particulière doit être portée aux industriels et autres gros consommateurs (hôpitaux par exemple) qui peuvent représenter une consommation nocturne importante.

#### 3.4.1.2 **Pressions**

La pression dans le réseau est variable dans le temps et l'espace mais il est tout de même possible de calculer des grandeurs représentatives de la pression moyenne d'une zone pour une période :

- la pression moyenne journalière (*PMJ*) ;
- la pression moyenne nocturne (*PMN*).

Trois méthodes existent pour déterminer *PMJ* et *PMN*. Une méthode topographique, une méthode utilisant un modèle hydraulique et une méthode basée sur des mesures de pression en un point représentatif du secteur. Le principe, les avantages et les inconvénients de ces méthodes sont présentés dans la fiche pratique n° 2-3 du recueil de l'Onema précité. La connaissance de ces indicateurs de pression permet d'évaluer les possibilités de réduction ou de modulation de pression.



### 3.4.2 Analyse des interventions

Les interventions ayant eu lieu sur le réseau apportent des éléments de connaissance du réseau puisqu'elles indiquent, notamment lorsqu'elles sont récurrentes, une fragilité des tronçons ou des branchements et donc un besoin plus ou moins important de remplacement ou de rénovation. Deux indicateurs sont utilisés :

- Le taux de défaillance des canalisations :

$$Tx_{dc} = \frac{\text{Nombre annuel de défaillances de canalisations}}{\text{Longueur du réseau}}$$

(en nombre de défaillances/km/an)

- Et le taux de défaillance des branchements :

$$Tx_{db} = \frac{\text{Nombre annuel de défaillances de branchements}}{\text{Nombre de branchements du réseau}} \times 1\,000$$

(en nombre de défaillances/1 000 branchements/an)

*Nota bene : le taux de défaillance des canalisations et le taux de défaillance des branchements sont parfois dénommés respectivement indice linéaire de réparation (ILR) et indice de défaillances des branchements (IDB). Les défaillances des canalisations n'incluent pas celles des accessoires (vannes, tés, etc.). Seules les défaillances des branchements qui surviennent à l'amont du système de comptage sont prises en compte.*

Calculés à l'échelle d'un secteur, ces indicateurs permettent de comparer les secteurs entre eux et donc d'identifier ceux où les actions de remplacement ou de rénovation présentent le plus grand intérêt. L'analyse de ces indicateurs doit tenir compte de l'intensité des opérations de recherche de fuites qui peut influencer ponctuellement la valeur de ces indicateurs.

Au-delà de l'analyse des taux de défaillance, le report des interventions sur les chroniques de suivi des débits peut permettre d'évaluer le volume perdu par défaillance, de vérifier l'efficacité de la réparation ou du remplacement et éventuellement d'estimer le volume d'eau utilisé pour les purges après réparation.

S'il n'existe pas encore de procédure de suivi des interventions, la fiche II-C-3 présente en détail les éléments à considérer pour la mettre en place.

# Construction et évaluation d'un plan pluriannuel d'actions hiérarchisées

# 4

## 4.1 Arbre de décision des actions de lutte contre les pertes

### 4.1.1 Objectif de l'arbre de décision

L'arbre de décision est un outil d'aide à la décision pour la construction d'un plan d'actions de lutte contre les pertes dans les réseaux de distribution d'eau potable. Il est mis en œuvre chaque année, après la réalisation ou la mise à jour du pré-diagnostic (chapitre I de la 1<sup>re</sup> partie). Il permet d'identifier, parmi les actions présentées dans ce guide, celles qui peuvent être engagées pour diminuer les volumes de pertes dans le contexte du service. Il facilite le choix, par secteur, des principaux axes d'intervention (recherche active des fuites, régulation de pression, gestion patrimoniale, etc.), ainsi que la hiérarchisation des actions sélectionnées.

*Nota bene : l'arbre de décision présenté ici est restreint aux deux premières étapes menant à l'identification des axes d'interventions. Une version plus complète, en cours d'élaboration, sera proposée ultérieurement en complément du présent guide.*

### 4.1.2 Opérations préliminaires et catégories d'actions

Les deux premières étapes de l'arbre de décision ont pour objectif de sélectionner les opérations préliminaires et les catégories d'actions qui sont pertinentes dans le contexte du service.

La première étape concerne trois types d'opérations préliminaires présentés dans la 1<sup>re</sup> partie du guide :

- 2.1 Évaluation fiable du rendement et du seuil réglementaire ;
- 2.2 Actions ne nécessitant pas d'investigations complexes ;
- 3 Diagnostic.

À l'issue du pré-diagnostic, un arbre de décision est proposé pour bâtir un plan d'actions adapté au contexte du service. Le processus d'identification des actions est découpé en 3 étapes. La première permet au service de vérifier s'il est dans l'obligation de réaliser un plan d'actions, et de s'orienter, si nécessaire vers des actions présentées aux chapitres 2 et 3 : amélioration de la connaissance, actions urgentes, diagnostic.

Ensuite la deuxième étape oriente le service vers des catégories d'actions de lutte contre les pertes (connaissance du réseau et des pertes ; recherche active de fuites et réparation ; gestion des pressions ; remplacement et rénovation des réseaux) sur la base de la confrontation d'indicateurs à des seuils (fournis à titre indicatif). La troisième étape, qui n'est pas présentée dans la version actuelle du guide, consiste à identifier et à hiérarchiser, par secteur, les actions à entreprendre pour réduire les pertes du service.

La deuxième étape oriente vers les quatre catégories d'actions figurant dans la 2<sup>e</sup> partie du guide :

- catégorie I : « Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes » ;
- catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation » ;
- catégorie III : « Gestion des pressions » ;
- catégorie IV : « Remplacement et rénovation du réseau ».

### 4.1.3 Indicateurs de décision associés

Pour prendre en compte les caractéristiques spécifiques à chaque service d'eau, on utilise des variables et des informations contextuelles, à partir desquelles des indicateurs sont ensuite calculés.

Les variables, les informations contextuelles et les indicateurs sont choisis en priorité parmi ceux prévus par le RPQS. Les indicateurs complémentaires sont issus d'études ou de pratiques existantes, certains étant inspirés de ceux mis au point par l'International Water Association (IWA) (Alegre *et al.*, 2006). Les formules de calcul des indicateurs utilisés sont explicitées dans l'annexe I.

Le cheminement dans l'arbre de décision est basé sur :

- des valeurs d'indicateurs comparées à des seuils de décision préalablement choisis (réglementation, documents contractuels, critères définis par les organismes financeurs, valeurs standard issues de la littérature, analyse de l'historique du service) ; **des valeurs indicatives sont proposées, elles doivent impérativement être adaptées au contexte du service** ;
- des réponses à des questions binaires.

Les actions permettant de déterminer de manière fiable les différentes variables utilisées pour le calcul des indicateurs sont celles relatives à la connaissance du patrimoine (fiches I-A), ainsi qu'à la connaissance des volumes (fiches I-B). Les actions relatives au traitement des données pour le calcul des pertes (fiche I-B-7) et aux indicateurs techniques (fiche I-D-3) sont aussi particulièrement utiles au service pour qu'il se procure les éventuelles données manquantes, concernant le réseau et les volumes. De plus, l'action relative au suivi des interventions (fiche II-C-3) est également utile pour le calcul des indicateurs concernant le remplacement et la rénovation du réseau.

Les valeurs indicatives des seuils de décision proposées dans l'arbre de décision doivent nécessairement être questionnées et adaptées pour prendre en compte les particularités du service. À titre d'exemple :

- la valeur de l'indice de pertes par abonné (*IPA*) est influencée par la manière de prendre en compte les logements collectifs (individualisation des comptages ou abonnement unique). Ainsi, le seuil proposé devra être revu à la hausse pour un service urbain comportant de nombreux immeubles collectifs sans individualisation des comptages ;
- la pression moyenne journalière (*PMJ*) d'un service peut avoir une valeur intrinsèquement élevée pour des raisons structurelles (immeubles de grande hauteur, topographie, etc.). Dans de tels contextes, le seuil est à fixer en tenant compte de ces contraintes ;
- dans les zones urbaines très mailleées, la subdivision en secteurs peut générer des difficultés de mesure et des coûts prohibitifs. Les seuils caractérisant la taille du plus grand secteur ( $MaxS_B$  et  $MaxS_L$ ) doivent alors être revus à la hausse.



#### 4.1.4 Étape 1 : analyse de la situation et opérations préliminaires

La première étape de l'arbre de décision est présentée sur la figure 3.

Le cheminement dans l'arbre de décision démarre à l'issue du pré-diagnostic au cours duquel est réalisé le calcul du rendement du réseau de distribution ( $R$ ) tel que défini dans le RPQS et du seuil réglementaire de rendement ( $R_s$ ). Avant de comparer  $R$  à  $R_s$ , il est indispensable de s'interroger sur la disponibilité et la fiabilité des données nécessaires à leur calcul. Au besoin (si les données ne sont pas fiables), il faudra envisager les opérations prévues dans le paragraphe 2.1 de la 1<sup>re</sup> partie : « Permettre une évaluation fiable du rendement et du seuil réglementaire ».

Une fois considérées comme fiables, les valeurs du rendement et du seuil réglementaire permettent de déterminer s'il est ou non obligatoire de réaliser un plan d'actions. Dans le cas où le plan d'actions n'est pas obligatoire, il est recommandé de poursuivre la démarche pour maîtriser la performance du réseau et se prémunir d'un risque futur de non-conformité.

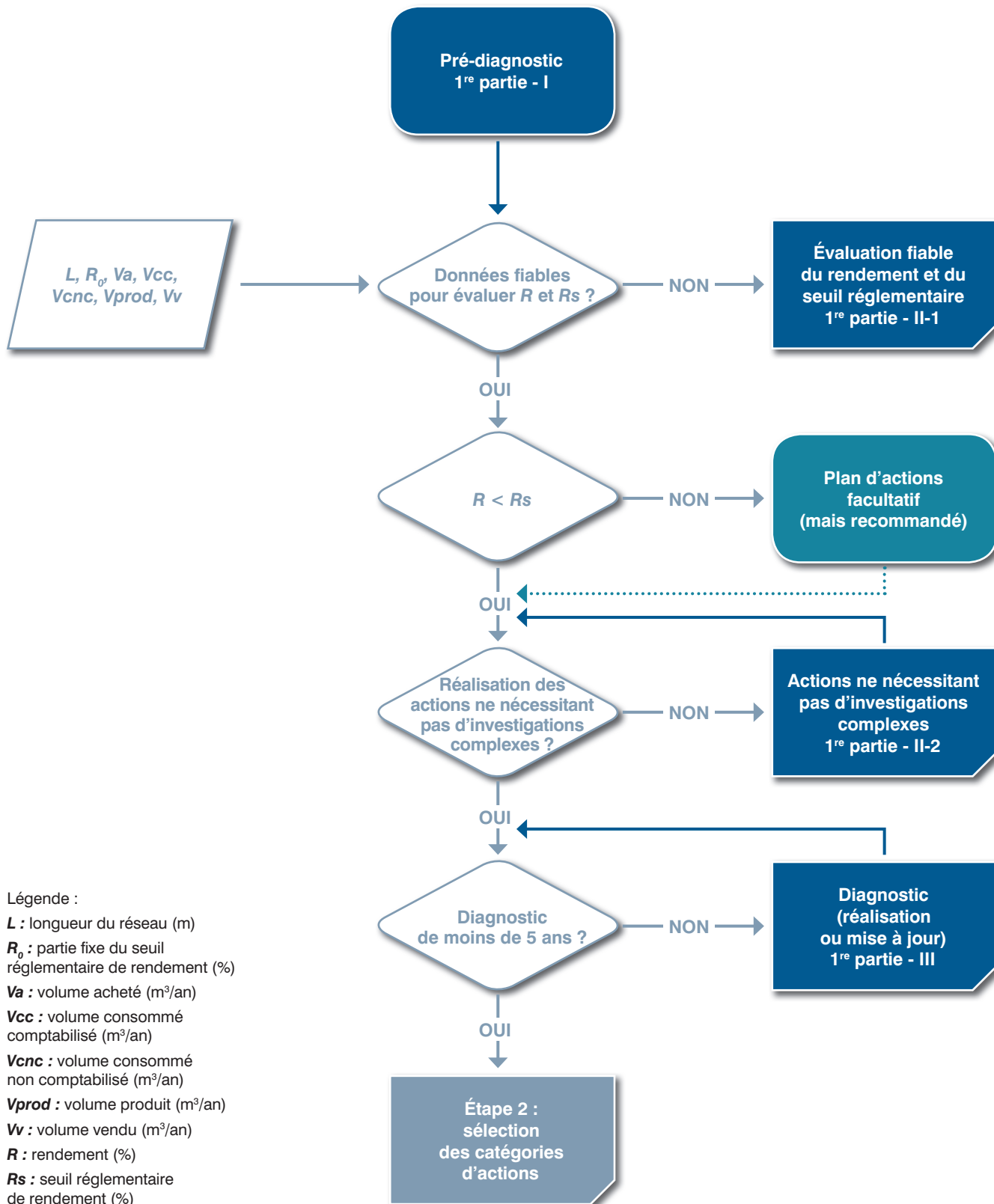
Lorsque le service n'a pas déjà une pratique active de lutte contre les pertes, il convient de mettre en œuvre les actions du paragraphe 2.2 de la 1<sup>re</sup> partie : « Mettre en œuvre des actions ne nécessitant pas d'investigations complexes ».

Indépendamment du point précédent, la réalisation ou la mise à jour du diagnostic prévu au chapitre 3 de la 1<sup>re</sup> partie doit être engagée lorsqu'une telle démarche n'a pas été entreprise depuis plus de cinq ans.

La deuxième étape de l'arbre de décision peut ensuite être mise en œuvre.

## ÉTAPE 1 : ANALYSE DE LA SITUATION ET OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Figure 3 : étape 1 de l'arbre de décision pour la conception d'un plan d'actions



## 4.1.5 Étape 2 : sélection des catégories d'actions

La deuxième étape de l'arbre de décision est présentée sur la figure 4.

Les quatre catégories peuvent être étudiées séparément par le service du fait de leur complémentarité. Cependant, il est souhaitable d'envisager en préalable les actions de la catégorie I qui sont déterminantes pour améliorer l'efficacité des actions des autres catégories.

### **Catégorie I :**

#### **« Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes »**

Au-delà des prescriptions réglementaires requises pour le descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable, une bonne connaissance du réseau et de son fonctionnement est nécessaire pour lutter efficacement contre les pertes. Il est donc préconisé d'entreprendre les actions de la sous-catégorie I-A « Patrimoine » lorsque la valeur d'ICGP est en deçà d'un seuil fixé (valeur indicative proposée : 80).

*Nota bene : dans le cas où la valeur de l'ICGP est au-dessus du seuil, il est souhaitable d'analyser l'origine des points obtenus pour s'assurer que le score traduit effectivement une bonne connaissance du patrimoine.*

Le calcul du rendement est impacté par l'évaluation des volumes consommés non comptabilisés. Il est donc souhaitable d'envisager les actions de la sous-catégorie I-B « Connaissance des volumes » lorsque le taux de volume consommé non comptabilisé ( $TxVcnc$ ) est significatif (seuil proposé : 4 %).

La sectorisation est un outil de base pour cibler les opérations de réduction des fuites, il est proposé de la mettre en place ou de l'améliorer (sous-catégorie I-C « Sectorisation ») lorsque la taille du plus grand secteur dépasse l'un des seuils fixés, exprimés en nombre de branchements ( $MaxS_b$ ) et en linéaire de canalisations ( $MaxS_l$ ) (les seuils proposés sont respectivement : 5 000 branchements et 50 kilomètres).

Pour déclencher et piloter les actions des catégories II, III et IV, il est nécessaire de disposer d'une bonne connaissance du fonctionnement du réseau et d'être à même d'évaluer des indicateurs ciblés. Lorsque ce niveau de connaissance est insuffisant, des actions de la sous-catégorie I-D « Fonctionnement » doivent être mises en œuvre.

### **Catégorie II :**

#### **« Recherche active des fuites et réparation »**

Compte tenu de leur forte dépendance au contexte du service (paragraphe 1.3.1 de la 1<sup>re</sup> partie), les indicateurs de pertes réglementaires sont peu adaptés pour apprécier l'intérêt de la mise en œuvre d'actions de recherche active des fuites. Il est donc proposé de recourir à l'indice de pertes par abonné (*IPA*) qui peut être calculé avec les données prévues dans le RPQS et présente l'intérêt d'être peu sensible au caractère urbain ou rural du service (seuil proposé : 0,1 m<sup>3</sup>/abonné/jour).

*Nota bene* : lorsque le nombre de branchements est connu, l'indice de pertes par branchement (*IPB*), qui n'est pas impacté par les pratiques concernant le régime d'abonnement des immeubles collectifs, pourra être préféré à *IPA*.

### **Catégorie III :**

#### **« Gestion des pressions »**

L'indicateur qui pourra être utilisé pour spécifier s'il est nécessaire ou non de poursuivre le cheminement dans cette catégorie est basé sur la mesure des pressions. Ainsi, le potentiel de réduction de la pression peut notamment être apprécié à partir de la pression moyenne journalière du service *PMJ* (seuil proposé : 30 mce).

### **Catégorie IV :**

#### **« Remplacement et rénovation du réseau »**

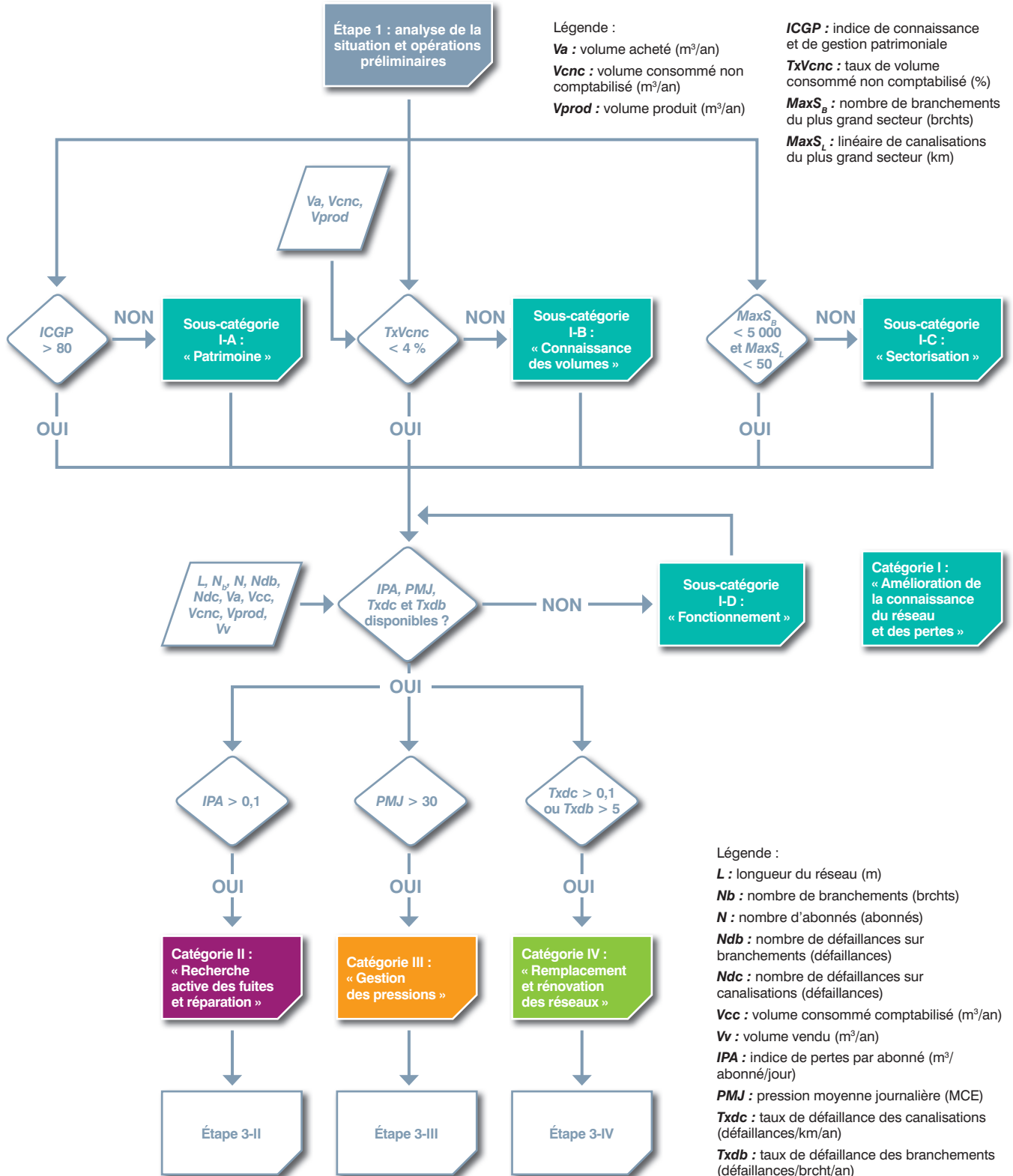
L'indicateur du RPQS relatif au renouvellement du réseau est le taux moyen de renouvellement des réseaux (*TMR*). Cependant, cet indicateur n'est pas idéal car il ne permet pas de distinguer les réseaux neufs ne nécessitant pas de renouvellement et les réseaux anciens, ni le motif du renouvellement. Ainsi, d'autres indicateurs sont proposés : taux de défaillance des branchements (*Txdb*) et taux de défaillance des canalisations (*Txdc*) (les seuils proposés sont respectivement de 5 défaillances pour 1 000 branchements par an et de 0,1 défaillance par kilomètre de canalisations par an).

*Nota bene* : ces indicateurs, utilisés en première approche, ne représentent que partiellement l'impact de l'état du réseau sur le niveau des pertes. En effet, ils ne prennent pas en compte les fuites diffuses qui, par définition, ne sont ni détectées ni réparées.

## ÉTAPE 2 : SÉLECTION DES CATÉGORIES D' ACTIONS

Les seuils sont donnés à titre indicatif et **doivent être adaptés** en fonction du contexte du service.

Figure 4 : étape 2 de l'arbre de décision pour la conception d'un plan d'actions





## 4.2 Programmation des actions

Une fois les actions identifiées, hiérarchisées, voire ciblées sur une partie du réseau, il faut les planifier. Des éléments concernant leur programmation à court, moyen et long termes sont donnés selon leur degré de complexité, l'investissement qu'elles représentent et la préparation nécessaire.

Le plan d'actions combine des actions qui ont des délais de mise en œuvre et d'obtention de résultat différents, et dont les effets ont des durées variables. **Bien que le plan d'actions soit actualisé chaque année, il doit être conçu dans la durée en tenant compte de la mise en œuvre et des effets des actions à court, moyen et long termes.**

Les actions de court terme sont celles pouvant être réalisées et donnant des résultats dans les deux ans suivant leur programmation. Il s'agit d'une part des actions permettant d'améliorer la connaissance du réseau et la fiabilité des mesures, et d'autre part des actions ne nécessitant pas d'investissement lourd. À ce stade, un certain nombre d'études et de réflexions préalables à des actions nécessitant un engagement plus lourd peuvent être menées, en prévision de leur mise en œuvre à moyen terme.

Les actions programmées à moyen terme sont celles qui nécessitent entre 3 et 5 ans pour être opérationnelles. Il est important de prendre le temps de la réflexion, de la recherche de financement, de l'étude et des travaux, afin de garantir que ces actions répondront durablement aux besoins du service.

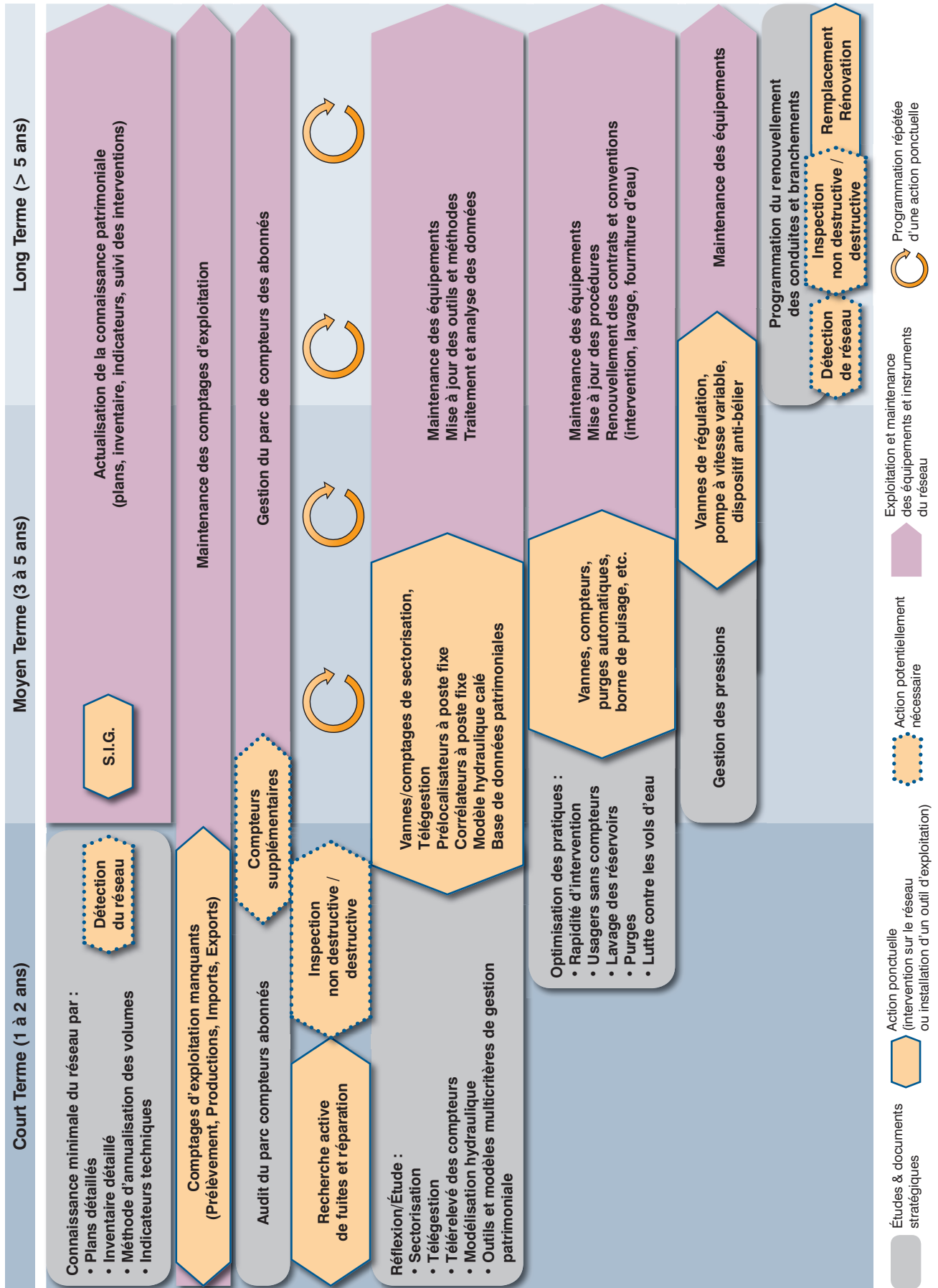
Enfin, il est important de planifier à long terme la mise en place d'une stratégie de gestion patrimoniale ciblée du réseau, compte tenu du délai nécessaire à l'acquisition d'un historique d'au moins cinq ans des défaillances du réseau.

La programmation à moyen et long termes doit également tenir compte du temps et des ressources à consacrer aux actions à mener de manière récurrente, à la maintenance des équipements et des outils, ainsi qu'à la mise à jour, l'exploitation et l'analyse des données collectées sur le système.

Ces préconisations pour la programmation des actions sont illustrées en détail dans la figure 5 et synthétisées pour chaque action de la 2<sup>e</sup> partie dans l'**annexe II**.

Le plan d'actions peut être couplé à un **plan pluriannuel d'investissements (PPI)** pour évaluer sa faisabilité.

Figure 5 : proposition d'organisation chronologique du plan d'actions



## 4.3 Évaluation du plan d'actions

Enfin, le plan d'actions doit être ajusté chaque année selon les résultats obtenus et l'évolution du système. Un système d'évaluation du plan d'actions doit donc être conçu dès l'origine pour collecter les informations nécessaires. Il repose sur des indicateurs assortis de valeurs cibles. L'enjeu est de suivre l'avancement du plan d'actions et d'évaluer la contribution d'une action ou d'un groupe d'actions à l'amélioration de la performance.

Le plan d'actions mis en œuvre dans un objectif de réduction des pertes s'inscrit dans la durée et **doit pouvoir être ajusté en fonction des évolutions du contexte et des résultats obtenus. Pour ce faire, il est nécessaire de se doter d'un système d'évaluation portant à la fois sur sa réalisation (qu'a-t-on effectivement mis en œuvre ?) et sur ses résultats.** L'évaluation doit porter sur le plan d'actions dans son ensemble mais également sur les actions ou groupes d'actions mis en œuvre. **Les éléments utilisés pour cette évaluation doivent être formalisés dès la conception du plan d'actions, afin d'organiser le recueil des informations nécessaires.**

### 4.3.1 Critères et indicateurs

*Nota bene : les indicateurs présentés dans ce paragraphe sont récapitulés dans l'annexe I.*

Le rendement du réseau ( $R$ ) constitue un indicateur privilégié de mesure de l'efficacité du plan d'actions puisque c'est sa valeur qui déclenche ou suspend l'obligation de sa réalisation. Cependant, comme cela a été souligné au paragraphe 1.3.1 de cette partie, les variations du rendement ne sont pas toujours représentatives des variations de la performance du réseau du point de vue des pertes et il est donc nécessaire de suivre d'autres indicateurs de pertes, notamment ceux qui sont mobilisés dans la phase de pré-diagnostic (chapitre 1 de la 1<sup>re</sup> partie).

Les effets du plan d'actions sur l'amélioration de la connaissance du système doivent également être évalués. Ils sont synthétisés par l'ICGP des réseaux d'eau potable. Son calcul suppose l'évaluation d'indicateurs intermédiaires tels que les pourcentages de linéaire du réseau pour lesquels les diamètres, les matériaux et les périodes de pose des canalisations sont connus.

Au-delà du plan d'actions dans son ensemble, il convient, pour être à même de valider ou d'adapter la stratégie, d'évaluer, d'une part, le niveau de réalisation de chacune des actions planifiées et d'autre part, l'effet de chacune des actions réalisées.

Dans certains cas, la réalisation des actions peut être quantifiée (en nombre d'opérations, en linéaire concerné par exemple) et rapportée à l'ensemble du réseau si cela est jugé pertinent (taux de renouvellement des canalisations, des branchements ou des compteurs, pourcentage de linéaire de réseau ayant fait l'objet de recherche active de fuites par écoute électronique amplifiée, etc.). Pour d'autres actions (optimisation des purges, télégestion, etc.) la quantification est difficile ou impossible, il s'agit alors d'en suivre l'état d'avancement (non réalisée, en cours, terminée). Les informations ainsi collectées sont valorisées pour mesurer l'avancement du plan d'actions dans chaque domaine d'intervention (taux de réalisation). Elles sont également nécessaires pour relier les résultats obtenus aux actions entreprises.

La contribution d'une action particulière à l'évolution globale de la performance est souvent difficile, et parfois impossible, à estimer. Toutefois, pour les opérations ciblées dans l'espace et dans le temps, la sectorisation permet une estimation des volumes de pertes évités grâce au suivi en continu des débits. L'évaluation de l'effet des actions doit donc souvent être approchée par groupes d'actions, cohérents avec l'arbre de décision, en mobilisant les indicateurs de décision associés à l'arbre.

### 4.3.2 Données et méthodes

Tout comme le pré-diagnostic et le diagnostic, le processus d'évaluation requiert la collecte et le traitement d'un grand nombre de données selon des méthodes et des protocoles bien définis, fiables et reproductibles.

Au-delà des données mobilisées par les autres étapes, l'évaluation nécessite la collecte rigoureuse des informations propres à quantifier chaque action et à la repérer dans l'espace et dans le temps. Notamment, chaque intervention sur le système doit être localisée et rattachée à un secteur et à un tronçon lorsque cela est possible.

La gestion de ces informations peut bien sûr être facilitée par l'utilisation d'outils informatiques (SIG, base de données), mais elle reste possible dans tous les contextes. Indépendamment des outils de gestion utilisés, la qualité et la complétude des informations recueillies reposent avant tout sur l'existence de fiches d'intervention ou d'opération, conçues avec soin et renseignées par des opérateurs formés à leur utilisation (fiche II-C-3).

### 4.3.3 Valeurs de référence des indicateurs de performance

Pour piloter et évaluer les actions et le plan d'actions, il est nécessaire de se doter de valeurs de référence des indicateurs de performance. Pour les indicateurs concernés, celles-ci doivent être choisies en cohérence avec les valeurs seuils de l'arbre de décision.

En premier lieu ces valeurs de référence peuvent être issues de la réglementation (*R*, *ICGP*), de documents contractuels (contrats de délégation avec engagement sur la performance) ou de critères définis par les organismes de financement (agences de l'eau, Conseils Généraux, etc.).

Pour certains indicateurs, des références possibles peuvent être fournies par la littérature technique (grille d'appréciation d'*ILP* selon le caractère urbain ou rural du service, publications de l'*IWA*, etc.). Toutefois ces références sont à utiliser avec précaution compte tenu des nombreux éléments de contexte non considérés.

Le plus souvent des valeurs de référence propres au service peuvent être déterminées grâce à une analyse de l'historique. À titre d'exemple, la valeur de référence du débit d'un secteur peut être définie sur la base du minimum historique fiable atteint sur la chronique disponible.



#### 4.3.4 Facteurs internes et externes à prendre en compte

L'interprétation des évolutions de la performance du service et donc de l'efficacité des actions et du plan d'actions doit prendre en compte un certain nombre de facteurs internes et externes qui impactent les résultats.

En premier lieu, les indicateurs annuels induisent de l'inertie du fait de leur construction. Par exemple, le plein effet d'une action réalisée sensiblement après le début de la période de 12 mois utilisée pour le calcul des indicateurs annuels, ne transparaîtra que sur l'exercice suivant.

Par ailleurs, certains éléments conjoncturels peuvent produire des variations indépendantes de la politique de lutte contre les pertes (climat, contraintes exceptionnelles de fonctionnement des installations, etc.). Il est alors difficile de faire la part entre les variations liées au plan d'actions et celles liées à des événements indépendants.

Enfin, les incertitudes sur l'évaluation des indicateurs peuvent dans certains cas masquer ou accentuer les évolutions réelles de la performance.

Tous ces facteurs incitent donc à la prudence pour l'interprétation des évolutions à court terme et plaident pour une évaluation dans la durée. Néanmoins, il est souhaitable de pouvoir adapter le plan d'actions sans trop tarder lorsque des actions ne produisent pas les effets escomptés. Cela reste possible dans la mesure où la sectorisation permet une évaluation localisée et à court terme de certaines actions.



# 2<sup>E</sup> PARTIE :

## les actions de réduction des pertes en eau

### Recueil de fiches

Fiche type..... 54

*Nota bene : les éléments de coûts, de mise en œuvre et de programmation de chaque action sont rassemblés en **annexe II**.*

*Les possibilités d'aide financière au titre du 10<sup>e</sup> programme des Agences de l'eau sont données de manière indicative (taux de subvention en vigueur en 2014) en **annexe III**, pour chaque agence de l'eau et pour chaque action de lutte contre les pertes.*

I - Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes ..... 56

II - Recherche active des fuites et réparation..... 94

III - Gestion des pressions..... 126

IV - Remplacement et rénovation des réseaux ..... 135

## N° de référence de l'action INTITULÉ DE L'ACTION

### Présentation de l'action

Description synthétique de l'action comprenant son principe de fonctionnement et de mise en œuvre, ainsi qu'une explication de l'effet attendu sur le niveau de pertes du service.

### Champs d'utilisation

Ce paragraphe donne des éléments permettant au service de décider si cette action est adaptée à sa problématique, à la configuration de son réseau et à ses ressources (humaines et financières). Les critères permettant au service d'évaluer la pertinence de l'action portent sur :

- sa connaissance du réseau : emplacement et tracé, constitution, équipements, environnement, alimentation électrique, abonnés sensibles, etc. ;
- les caractéristiques de son réseau : dimensions, matériaux, débits et volumes, structure ramifiée ou maillée, pressions, etc. ;
- les types d'utilisations pouvant être faites de l'action (itinérante ou fixe), les événements nécessitant sa réalisation, les différentes technologies et techniques proposées, etc. ;
- les pratiques du service telles que les outils déjà en place, son organisation, son niveau d'expérience et les compétences de son personnel.

### Mise en œuvre

Ce paragraphe présente les principales étapes de la mise en œuvre de l'action et les moyens à mobiliser par le service, à la fois techniques et humains. Les actions pré-requises ou à engager par la suite pour que la réalisation de l'action ait un effet sur le volume de pertes sont également spécifiées.

#### Coûts

Les coûts engendrés par la réalisation de l'action dépendent de son niveau de réalisation (localisé ou généralisé, intensif ou ponctuel, etc.) et sont spécifiques au contexte du service, à sa situation géographique et son environnement. C'est pourquoi **aucune évaluation chiffrée n'est proposée**.

Il a donc été choisi d'évaluer qualitativement le niveau d'investissement demandé par l'action et son impact financier sur les coûts de fonctionnement du service, afin que les décideurs disposent d'éléments pour comparer les actions entre elles d'un point de vue financier. Il est à noter que le critère du coût d'une action ne doit pas être pris en compte indépendamment de son efficacité, de fait, ce ne sont pas forcément les actions présentant un coût faible qui sont les plus rentables.

On entend par :

- coûts d'investissement, les coûts de première installation ou de mise en œuvre (prestataire externe), y compris la conception et la maîtrise d'œuvre ;
- coûts de fonctionnement, les coûts d'exploitation, y compris la surveillance, l'entretien et la maintenance.



On précise également dans quelle mesure le recours à des prestataires pour réaliser tout ou partie de l'action est usuellement pratiqué.

Réalisation en interne	Investissement	Faible/Modéré/Fort
	Fonctionnement	Faible/Modéré/Fort
Recours à des prestataires	Rare/Occasionnel/Courant	

Le tableau de synthèse des coûts peut être assorti de commentaires sur les éléments à considérer dans l'évaluation du coût, soit qu'ils soient à l'origine de variations importantes des coûts, soit qu'ils aient une répercussion indirecte sur les coûts.

### **Impacts de l'action**

Au-delà de l'impact escompté sur le niveau de pertes du service, les actions peuvent modifier le fonctionnement du service et du réseau, être source de nuisances pour les usagers et les riverains, nécessiter l'interruption du service, dégrader temporairement la qualité de l'eau, ou encore générer des déchets ou des pollutions.

## **Éléments d'efficacité de l'action**

Le délai de mise en œuvre de l'action est qualifié de :

- **long** lorsque des démarches administratives, des études, des investigations ou des travaux sont nécessaires ;
- **court** sinon.

L'effet de l'action est qualifié de :

- **punctuel** lorsqu'il est limité à sa réalisation ;
- **durable** si l'effet perdure au-delà de sa stricte mise en œuvre. La durée de l'effet peut être nuancée selon qu'il est :
  - **décroissant**, c'est-à-dire que l'effet s'atténue graduellement après la réalisation de l'action car la réparation ou la conduite remplacée ou renouvelée vieillie et devient vétuste donc moins performante,
  - **différé** lorsqu'il y a un délai entre la mise en place de l'action et l'obtention des premiers effets.

D'autres éléments à prendre en considération pour améliorer l'efficacité de l'action peuvent être mentionnés, comme la durée de réalisation de l'opération ou des préconisations de mise en œuvre et de suivi de l'action, etc.

## **Références**

Références documentaires permettant d'approfondir le sujet soit dans sa globalité, soit sur une technique particulière. Les références documentaires citées sont pour la plupart librement accessibles. Certaines références payantes sont mentionnées lorsqu'aucune référence gratuite équivalente n'a été identifiée.

# Chapitre I

## Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes

I-A - Patrimoine .....	57
I-A-1 - Mise à jour des plans .....	57
I-A-2 - Inventaire des réseaux .....	60
I-A-3 - Détection des réseaux .....	63
I-B - Connaissance des volumes .....	66
I-B-1 - Comptages d'exploitation .....	66
I-B-2 - Gestion du parc de compteurs des usagers .....	69
I-B-3 - Usagers sans compteur .....	72
I-B-4 - Vols d'eau .....	74
I-B-5 - Optimisation des purges .....	76
I-B-6 - Optimisation du lavage des réservoirs .....	78
I-B-7 - Traitement des données pour le calcul des pertes .....	80
I-C - Sectorisation .....	82
I-C-1 - Sectorisation .....	82
I-C-2 - Suivi des débits de nuit .....	85
I-D - Fonctionnement .....	87
I-D-1 - Télégestion .....	87
I-D-2 - Modélisation hydraulique .....	89
I-D-3 - Indicateurs techniques .....	92

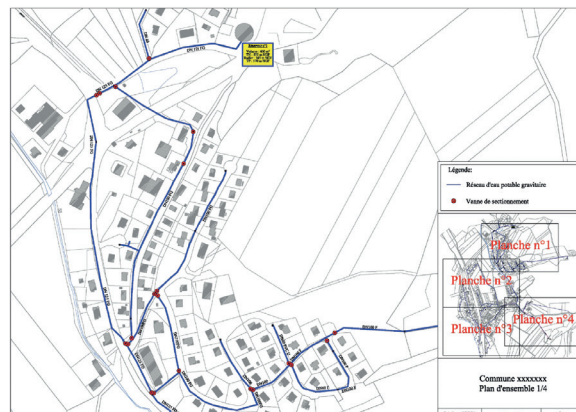
## N° I-A-1 MISE À JOUR DES PLANS

### Présentation de l'action

Les plans sont un élément essentiel de la connaissance du réseau. Le descriptif détaillé des réseaux (rendu obligatoire depuis le 31 décembre 2013 par le décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012) inclut un plan du réseau qui doit être mis à jour et complété annuellement. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser les bons outils.

### Champs d'utilisation

Tous les services sont concernés. Les plans sont des outils de base d'exploitation et de connaissance du patrimoine et sont indispensables à la localisation des fuites. Plusieurs plans peuvent être nécessaires à la représentation du réseau.



Exemple de plan d'ensemble  
(source : ASTEE)

### Mise en œuvre

#### Contenu du plan

Les informations devant au minimum figurer sur le plan sont les suivantes :

- matériau et diamètre des canalisations ;
- localisation des ouvrages principaux (ouvrage de captage, station de traitement, réservoir) ;
- dispositifs généraux de mesure.

Aux données du plan d'ensemble, il est préconisé d'ajouter les données suivantes sur des plans détaillés :

- la localisation des équipements (vannes de sectionnement, ventouses, poteaux incendie, etc.) ;
- les caractéristiques principales des ouvrages ;
- les canalisations hors service et leur localisation ;
- la localisation de conduites sous la chaussée ;
- la localisation des servitudes, pour les interventions sur les terrains privés.

## Autres documents

D'autres documents représentatifs du réseau sont utiles tels que le synoptique du réseau qui est une représentation schématique du fonctionnement du réseau (figure ci-contre) incluant les principaux ouvrages, et le schéma altimétrique qui représente l'altitude des ouvrages, les cotes et volumes des réservoirs, les caractéristiques des systèmes de pompage et les étages de pression. Le schéma altimétrique peut être combiné au synoptique pour des réseaux simples.

## Format et support

Le plan peut être réalisé sur fond de plan IGN ou sur un fond de plan cadastral, le fond de plan devant être compatible avec le géoréférencement de classe A rendu obligatoire par le décret DT/DICT relatif à la sécurité des travaux à proximité des réseaux entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2012. Tous les nouveaux réseaux doivent également être référencés.

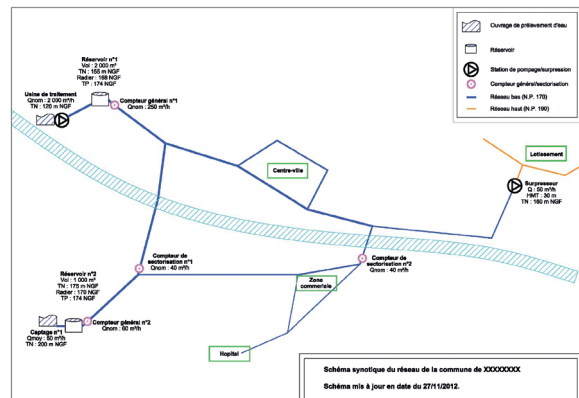
Afin de faciliter l'utilisation et la mise à jour, il est fortement recommandé d'utiliser un outil informatique pour réaliser les plans. Un logiciel de système d'information géographique (SIG) permettra de représenter le réseau dans son environnement et d'intégrer des informations issues de la base de données des réseaux, et notamment les données d'exploitation. Des logiciels de dessin assisté par ordinateur (DAO) permettent de représenter les canalisations et leurs caractéristiques techniques de façon précise, ils facilitent la gestion des mises à jour et les échanges entre utilisateurs des plans.

## Mise à jour

Une revue et une synthèse des informations disponibles doivent être faites annuellement et pour cela une procédure de mise à jour du plan des réseaux doit être définie. Il est de plus recommandé de réaliser une mise à jour à chaque modification significative du réseau ou de son environnement. Il faut notamment faire apparaître au plus tôt :

- les modifications de tracé ;
- les informations des canalisations et équipements nouvellement recensés ;
- les nouveaux éléments et leurs caractéristiques ;
- les équipements abandonnés et la date d'abandon ;
- les erreurs d'information (diamètre, matériau, etc.).

Il faut également conserver les informations qui permettent d'élaborer les plans afin de pouvoir se référer aux sources si besoin, par exemple les plans de récolement ou les relevés topographiques.



Exemple de synoptique de réseau  
(source : ASTEE)

## Moyens humains

Le personnel doit être formé à l'utilisation des outils choisis pour la réalisation et l'utilisation des plans et sensibilisé à l'importance du descriptif détaillé.

La communication entre les différentes personnes intervenant sur le réseau doit être assurée afin de faciliter la mise à jour des plans.

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Faible/Modéré (logiciel SIG libres de droit, nécessité de formation à l'utilisation)
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Occasionnel (création + hébergement SIG + mise à jour périodique)	

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

## Références

ASTEE et AITF, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, Onema, 2013, disponible sur <<http://www.onema.fr/Guides-et-Protocoles>>.

Arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Légifrance, *Journal officiel* : 4.

Brémond B., Laplaud C., Huchin B., De Massiac J.-C. et Renaud E., *Système intégré d'aide au renouvellement optimisé des conduites, adapté aux petites et moyennes collectivités : SIROCO*, CEMAGREF, 2005.

Décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable, ministère de l'Écologie et du Développement durable, Légifrance (*Journal officiel*, n° 0024 du 28 janvier 2012).

## N° I-A-2 INVENTAIRE DES RÉSEAUX

### Présentation de l'action

L'inventaire des réseaux d'eau potable accompagne le plan d'ensemble pour constituer le descriptif détaillé du réseau (rendu obligatoire depuis le 31/12/13 par le décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012). Il permet de répertorier les caractéristiques de chaque tronçon de canalisation du réseau. Ces données sont importantes pour les prises de décision concernant la réparation, le remplacement et la rénovation des réseaux.

### Champs d'utilisation

L'inventaire des réseaux apporte des connaissances sur le patrimoine et fournit les informations nécessaires à l'évaluation de son état.

### Mise en œuvre

#### Données à collecter et méthodes

Les données à collecter pour atteindre le niveau 1 du descriptif détaillé sont les suivantes :

- **le linéaire de canalisation sans les branchements.** Cette donnée, également à fournir pour le Rapport sur le Prix et la Qualité du Service, est normalement connue des services ;
- **la longueur des tronçons (en mètres).** S'il est possible de mesurer la longueur des tronçons sur le plan, il est préférable d'obtenir des données plus précises sur le terrain ou à partir des plans de récolement ;
- **le matériau des canalisations,** selon une nomenclature prédéfinie donnée dans le guide relatif au descriptif détaillé (ASTEE et AITF, 2013) ;
- **le diamètre des canalisations,** en choisissant une convention pour le choix du diamètre intérieur ou extérieur. Le guide (ASTEE et AITF, 2013) recommande d'utiliser le diamètre nominal (qui correspond soit au diamètre intérieur, soit au diamètre extérieur, en fonction du matériau) ;

PERIODE_POSE	MATERIAU	DIAM.	PRECISION_CARTO
Avant 1900	Acier	15	Classe A < 40 cm
1900-1920	Amiante ciment	20	Classe B entre 40cm
1921-1940	Béton armé	22	Classe C > 1,5m
1941-1950	béton âme tôle joints	30	
1951-1960	béton âme tôle joints	32	PRECISION_ANNEE
1961-1970	Fonte ductile	40	Certain
1971-1980	Fonte gnse	50	Archives travaux
1981-1990	Fonte indéterminée	53	Repris sur plans papi
1991-1995	PEBD	60	D'après plan récolem
1996-2000	PEHD	63	Info agent
2001-2005	PVC cvn	75	Par déduction
2006-2010	PVC BO	80	Fiabilité incertaine
	PVC U	90	
TECHNIQUE_POSE			PRECISION_INFOS
Caniveau	Fer Galvanisé	100	Certain
	Plomb	110	Relevé terrain
Fossé	Cuivre	125	Repris sur plans papi
Extraction	Autres	140	D'après plan récolem
Foncage	Inconnu	150	Info agent
Forage dirigé		160	Par déduction
Fouveau	JOINT	180	Fiabilité incertaine
Galerie	Coulé au plomb	200	
Tranchée	Soudé	225	
Tubage	Collé	250	LITDEPOSE
Inconnu	Verrouillé	280	Aucun
	Mécanique	300	Sable
	Automatique	315	Calcaire concassé
	Inconnu	350	Terre

Extrait des données d'inventaire du réseau  
(source : ASTEE)

- **la date ou la période de pose** : à rechercher parmi les documents de travaux, les archives locales ou en consultant des personnes concernées au moment de la pose (élus, bureaux d'études, délégués, etc.) ;
- **la catégorie de l'ouvrage** au regard de l'article R554-2 du Code de l'environnement (sensible/non sensible). Les canalisations de prélèvement et de distribution d'eau relèvent de la catégorie « non-sensible » sauf déclaration contraire de la part de l'opérateur du réseau ;
- **la précision des informations cartographiques** au regard du V de l'article R554-23 du Code de l'environnement : 3 classes de précision (en x,y,z) : Classe A (< 0,40m), Classe B (entre 0,40 et 1,5m) et Classe C (> 1,5m). En cas de manque d'information, il est possible de localiser les canalisations (fiche I-A-3 dédiée).

Par ailleurs, il est préconisé d'évaluer le **nombre de branchements** : ce nombre peut être approché par le nombre de compteurs.

Pour faciliter l'utilisation et le traitement des données, il est nécessaire d'établir une terminologie commune à tous les services. Le guide ([ASTEE et AITF, 2013](#)) propose une structure de données et un glossaire (cf. figure page précédente) permettant de travailler sur une base commune.

Des données complémentaires sont utiles à répertorier pour attendre le niveau 2 du descriptif :

- la cote du terrain naturel et la profondeur de la canalisation ;
- le rôle de la canalisation ;
- le type de joint (coulé au plomb, soudé, collé, verrouillé, mécanique ou automatique) ;
- les dates et raisons de l'abandon de certaines canalisations ;
- des données sur les branchements, sur les interconnexions et les équipements ;
- les données de défaillances ou d'intervention.

### **Gestion des données**

Le support informatique est vivement conseillé. Les données peuvent être stockées dans un simple tableur ou dans une base de données en lien avec un logiciel SIG. Cela permet de faire apparaître sur le plan du réseau les informations relatives à un tronçon. Le guide ([ASTEE et AITF, 2013](#)) propose un modèle de tableur permettant de formaliser un inventaire.

### **Mise à jour**

La mise à jour de l'inventaire est obligatoire annuellement. Il est recommandé de l'actualiser lors de toute opération significative sur le réseau (installation, réparation, renouvellement, abandon). Les réparations consécutives à des défaillances sont autant d'opportunités de collecter ou de valider des données sur le réseau. Une procédure de mise à jour de l'inventaire basée sur une fiche d'intervention doit être définie et mise en œuvre pour recueillir et valoriser ces informations (fiche II-C-3).

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Faible/modéré (outils de gestion et formation à leur utilisation)
	Fonctionnement	Faible (collecte des informations)
Recours à des prestataires		Rare

La collecte des informations manquantes nécessite de mobiliser du personnel et peut nécessiter des investigations poussées notamment pour la date de pose des tronçons.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

## Références

Arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Légifrance, *Journal officiel* : 4.

ASTEE et AITF, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, Onema, 2013, disponible sur <<http://www.onema.fr/Guides-et-Protocoles>>.

Décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable, ministère de l'Écologie et du Développement durable, Légifrance (*Journal officiel*, n° 0024 du 28 janvier 2012).

Eisenbeis P., Wery C. et Laplaud C., « L'enregistrement des défaillances pour améliorer la connaissance des réseaux d'eau potable », *Techniques sciences méthodes*, n° 6, 2002, pp. 42-53.

Renaud E., *Préconisations pour la collecte et la gestion des données techniques nécessaires à la gestion patrimoniale des réseaux d'alimentation en eau potable*, CEMAGREF, 2006, 49 p.



## N° I-A-3 DÉTECTION DES RÉSEAUX

### Présentation de l'action

Les réseaux d'eau potable étant le plus souvent enterrés et par conséquent difficiles d'accès, leur localisation n'est pas toujours connue avec une précision suffisante et le relevé des ouvrages visibles (bouches à clé, vannes, etc.) n'est pas toujours suffisant. Il est alors nécessaire de détecter les réseaux pour mettre à jour le plan et l'inventaire du réseau (fiches I-A-1 et I-A-2) et pouvoir rechercher les fuites. Des techniques de détection des réseaux enterrés existants et des méthodes de marquage des réseaux neufs peuvent être mises en œuvre pour améliorer la connaissance du réseau.



Principe de la géodétection  
(source : I.D.R.S)

### Champs d'utilisation

La constitution et la mise à jour régulière d'un plan fiable du réseau et de son inventaire est un investissement utile pour tous les réseaux. Les méthodes de détection de canalisations sont destinées aux réseaux dont certaines canalisations ne sont pas précisément localisées.

### Mise en œuvre

Les domaines d'application des méthodes de localisation des conduites dépendent du type de matériau de la conduite et du contexte (profondeur, nature du sol, accès à la conduite).

#### Méthode électromagnétique

Cette méthode consiste à détecter :

- soit un champ électromagnétique capté et véhiculé par une canalisation métallique (onde radio, etc.) (méthode passive) ;
- soit un signal électromagnétique émis par un générateur externe ou par une sonde introduite dans une canalisation reliée à un générateur (méthode active).

#### Méthode acoustique

Cette méthode repose sur la transmission d'une onde acoustique dans le matériau de la conduite. Pour ce faire, un percuteur ou une électro-vanne est mis en place pour générer un signal sonore en un point d'accès de la canalisation (poteau incendie par exemple).

#### Radar géologique (ou géoradar)

Un géoradar (voir illustration ci-dessus) émet des impulsions électromagnétiques de fréquences comprises entre 80 MHz et 1 GHz qui sont réfléchies sur les obstacles. L'enregistrement et la visualisation de ces échos permettent de localiser les canalisations.

Méthode	Électromagnétique	Acoustique	« Radar géologique »
<b>Matériaux</b>	Métalliques (Méthode passive) Tout matériau hormis la fonte et l'acier (Méthode active)	Tout matériau	Tout matériau
<b>Profondeur</b>	Jusqu'à 2 m	Jusqu'à 1,5 m	Jusqu'à 4 m pour les basses fréquences (100-600 MHz)
<b>Besoin d'accéder à un point de la canalisation</b>	Méthode passive : non Méthode active : non en mode induction, oui en mode raccordement direct ou avec l'introduction d'une sonde	oui	non
<b>Contraintes ou limites à l'efficacité</b>	Meilleure efficacité en raccordement direct Possibilité de fluage sur d'autres conducteurs (câble électrique, grillage, ferrailage de dalle, etc.)	Portée plus faible (limité à la détection de branchement) Le terrain doit être compact	Moins efficace sur PE et PVC. Pas efficace en milieu humide ou argileux, et sur les canalisations en PE de moins de 40 mm

### **Marquage des réseaux neufs :**

Afin de faciliter les futures recherches de canalisation, les moyens suivants peuvent être mis en œuvre dès la pose de la conduite :

- mise en place d'un grillage avertisseur avec fil détectable au-dessus de la conduite. On s'assurera cependant du maintien de la continuité du fil, notamment lors de travaux au niveau de la conduite. Des marqueurs EMS ou RFID peuvent être placés sur les canalisations ;
- mise en place d'un fil métallique sous la conduite, d'un côté relié à la terre et laissé accessible de l'autre. Ce fil est alors détectable par émission d'un signal grâce à un générateur ;
- mise en place de marqueurs détectables, attachés à la conduite, au niveau de points stratégiques du réseau (coudes, tés, changement de profondeur, traversée de voirie, etc.). Un générateur/détecteur d'ondes électromagnétiques sera alors utilisé pour les retrouver. Aujourd'hui, ces marqueurs peuvent être équipés de puces électroniques passives (RFID) qui permettent de stocker des informations sur le tuyau, sa fabrication, la dernière intervention, les réseaux environnants, etc.

Il existe également des conduites communicantes en PE ou PEHD basées sur la technologie RFID qui peuvent transmettre 24h/24 toute modification du tuyau. Elles sont détectables à une profondeur d'environ 10 m.

### **Moyens humains**

La détection des réseaux nécessite un personnel spécialisé et correctement formé aux différentes méthodes. Autre solution, il existe des entreprises spécialisées qui peuvent détecter 4 à 6 km de canalisations par jour.

### **Coûts**

Réalisation en interne	Investissement	Modéré
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Courant	

### **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

### **Références**

Bouchet C., « Détecter, localiser et tracer les réseaux enterrés : une activité en plein essor », *L'Eau, l'Industrie, les Nuisances*, n° 365, 2013, pp. 89-104.

Eisenbeis P., Wery C. et Laplaud C., « L'enregistrement des défaillances pour améliorer la connaissance des réseaux d'eau potable », *Techniques sciences méthodes*, n° 6, 2002, pp. 42-53.

Ineris, *Guide technique relatif aux travaux à proximité des réseaux*, 2012, 165 p., disponible sur <[http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/gu-presentation/userfile?path=/fichiers/textes\\_reglementaires/Guide\\_technique\\_V1.pdf](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/gu-presentation/userfile?path=/fichiers/textes_reglementaires/Guide_technique_V1.pdf)>.

## N° I-B-1 COMPTAGES D'EXPLOITATION

### Présentation de l'action

Les comptages d'exploitation sont tous les points de mesure de volumes transitant par le réseau. Les appareils de mesure, compteurs ou débitmètres, doivent permettre de connaître les entrées et sorties d'eau de chaque secteur (production, adduction, distribution).

L'exactitude et la fiabilité des appareils de mesure sont indispensables à la connaissance du réseau et à l'estimation des pertes et du rendement.



*Compteur d'exploitation  
(sources : Agence de l'eau Adour-Garonne, OIEau, SMEGREG)*

### Champs d'utilisation

Cette action s'applique à tous les services. Les comptages d'exploitation s'effectuent aux points de prélèvement, de production, d'import ou d'export, à la sortie des stations de pompage ou de traitement, aux entrées et sorties des réservoirs et également en des points stratégiques du réseau de distribution. Ils sont un élément essentiel de la sectorisation (fiches I-C-1 et I-C-2).

Type d'appareil	Compteur			Débitmètre		
	Vitesse jet unique	Woltmann axial	Woltmann vertical	Électro-magnétique	Temps de transit	Sonde à insertion
<b>Diamètre</b>	50-150 mm	50-500 mm	50-150 mm	Tout diamètre	Tout diamètre	80-2 000 mm
<b>Longueur droite nécessaire</b>	Non	Oui (sauf exception)	Non	Oui	Oui	Oui
<b>Position</b>	Horizontal	Horizontal ou vertical	Horizontal	Horizontal ou vertical	Horizontal ou vertical	Horizontal ou vertical
<b>Énergie</b>	-	-	-	Batterie ou secteur	Batterie ou secteur	Batterie
<b>Domaine d'utilisation</b>	Comptage à sens unique			Comptage à double sens		
	Poste fixe			Poste fixe	Poste fixe ou mobile	Mobile

## Mise en œuvre

### Appareils de mesure et pose

Un appareil de comptage doit être précis quel que soit le débit, il doit rester fiable au fil du temps et doit résister aux pressions exercées par l'eau dans les conduites. L'appareil de mesure doit être adapté (conditions d'installation) et correctement dimensionné (débits à mesurer, pertes de charge). Il doit être accessible, protégé du gel, ne doit pas être placé sur un point haut (risque d'accumulation d'air qui perturbe le fonctionnement) et posé dans les règles de l'art (respect des longueurs droites, mise en place de stabilisateurs, de ventouses, de filtres lorsque nécessaire).

Pour les comptages d'exploitation, les compteurs utilisés sont de technologie vitesse jet unique ou Woltmann (axial ou vertical). Les débitmètres sont de type électromagnétique, à temps de transit (ultrasons) ou à insertion.

### Relevé et mesures

Le relevé de compteur doit être régulier et le plus précis possible. La fréquence varie selon l'importance du point de mesure pour l'exploitation. Par exemple, il est conseillé de contrôler quotidiennement les volumes prélevés et produits. Lorsque c'est possible, un suivi en continu par télégestion est à privilégier. Dans le contexte de campagnes de mesure, des enregistreurs mobiles (loggers) peuvent être installés.

### Étalonnage et audit des appareils de mesure (compteur et débitmètre)

Les erreurs de comptage ont une incidence directe sur le calcul du rendement et la connaissance du niveau de pertes du réseau. Le vieillissement de l'appareil est un facteur aggravant des incertitudes de comptage. En conséquence, la réglementation prévoit que les appareils de mesure doivent être périodiquement contrôlés en service ou remplacés selon les règles suivantes :

- tous les appareils de mesure non homologués (compteur mécanique fabriqué avant 1976 ou appareil non MID<sup>1</sup>) et servant à une transaction commerciale (par exemple calcul de primes ou de pénalités d'objectifs de rendement pour un délégataire ou vis-à-vis de l'objectif minimum de rendement à obtenir sur les réseaux au titre de l'article L2224-7-1 du CGCT, ou calcul de l'assiette de la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau des agences de l'eau), doivent être remplacés sans délais ;
- pour les appareils de comptage d'eau brute homologués servant au calcul de l'assiette de la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau des agences de l'eau, l'arrêté du 19 décembre 2011 impose une première vérification au bout de 9 ans, puis des vérifications périodiques tous les 7 ans ;
- pour les appareils homologués mesurant de l'eau destinée à la consommation humaine et servant à une transaction commerciale, l'arrêté du 6 mars 2007 impose les périodicités suivantes :

Appareil de mesure homologué selon		Première vérification au bout de	Vérifications suivantes tous les
le décret du 29 janvier 1976	le décret du 12 avril 2006		
Classe A	$Q_3/Q_1 \leq 50$	9 ans	7 ans
Classe B	$50 < Q_3/Q_1 \leq 125$	12 ans	7 ans
Classe C	$Q_3/Q_1 > 125$	15 ans	7 ans

- Pour les autres compteurs homologués qui ne servent pas de base à une transaction financière (compteurs en réseau ou de sectorisation), il n'y a pas de réglementation.

L'étalonnage et le contrôle des appareils de mesure sont effectués par le constructeur ou par une entreprise spécialisée. Plusieurs méthodes existent pour réaliser ou contrôler l'étalonnage d'un appareil de mesure et peuvent être conduites, selon la méthode choisie, sur site ou sur un banc d'essai.

### **Incertitude**

Un niveau d'incertitude est défini pour chaque appareil de mesure. Si un volume est obtenu à partir des valeurs fournies par plusieurs appareils de mesure, il faut prendre en compte les différentes incertitudes pour calculer l'incertitude de la grandeur calculée (Irstea, 2012).

### **Coûts**

Réalisation en interne	Investissement	Modéré
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Courant	

## **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : décroissante

## **Références**

Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p.

Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, 2012, Onema, 68 p.

Johnson E. H., « Large Water Meters and Apparent Fosses », présenté à 5<sup>th</sup> IWA Water Loss Reduction Specialist Conference », Cape Town, South Africa, 2009.

OIEau, *Le comptage en distribution d'eau potable*, Cahier technique, n° 5, OIEau, 2014.

1. MID est la conformité à l'arrêté du 28 avril 2006 qui fixe les modalités d'application du décret n° 2006-447 du 12 avril 2006 relatif à la mise sur le marché et à la mise en service de certains instruments de mesure, en application de la directive 2004/22/CE relative aux instruments de mesure.

## N° I-B-2

# GESTION DU PARC DE COMPTEURS DES USAGERS

## Présentation de l'action

Les compteurs des usagers permettent de mesurer le volume d'eau livré et facturé. Il est primordial de maintenir un parc de compteurs en bon état afin d'évaluer au mieux les volumes effectivement consommés.

Pour cela, la réglementation impose au gestionnaire la tenue à jour d'un carnet métrologique et la vérification périodique de ses instruments de mesure.

Le suivi régulier de l'état des compteurs doit permettre de conduire une politique de renouvellement efficace.



Compteur d'eau d'un abonné  
(source : OIEau)

## Champs d'utilisation

Cette action s'applique à tous les réseaux fournissant de l'eau à des particuliers équipés de compteurs. La vérification et le renouvellement des compteurs doivent se faire à intervalle régulier pour répondre aux obligations réglementaires et garantir la précision de la mesure des volumes consommés et facturés.

## Mise en œuvre

### Les types d'instruments de mesure

Pour les consommations des petits abonnés, on utilise généralement :

- des compteurs volumétriques ;
- des compteurs de vitesse (jet unique ou jets multiples).

L'offre est aujourd'hui complétée par l'arrivée sur le marché de débitmètres de petit calibre de technologie électromagnétique ou à temps de transit (ultrasons).

Pour les gros consommateurs, l'offre précédente se complète par l'utilisation de compteur de type Woltmann (axial ou vertical).

La métrologie des instruments de mesure est définie par la réglementation (débits caractéristiques, précision, etc.). Deux réglementations coexistent actuellement :

- « l'ancienne » définie par le décret du 29 janvier 1976, qui s'applique à tous les modèles de compteurs mécaniques homologués avant le 30 octobre 2006 et produits avant le 30 octobre 2016 ;
- « la nouvelle » définie par le décret du 12 avril 2006, qui s'applique pour tous les instruments de mesure (compteurs ou débitmètres) devant servir à la facturation. La classe métrologique est caractérisée par le débit permanent  $Q_3$  et par un rapport entre le débit  $Q_3$  et le débit minimum  $Q_1$ .

## Calibre et conditions d'installation

Le calibre de l'instrument de mesure se détermine par rapport aux débits à mesurer (débit minimum, débit maximum et éventuellement débit de surcharge) et non par rapport aux diamètres des conduites amont ou aval. De plus, il est indispensable de respecter les règles de pose liées à chaque instrument (positionnement, longueurs droites, etc.).

## Relevé des compteurs

Le relevé des compteurs doit être effectué au minimum une fois par an. Pour les gros consommateurs, une fréquence plus grande est souhaitable (souvent une fois par mois voire plus souvent si possible pour les très gros consommateurs). Le relevé peut se faire sur place (relevé traditionnel) ou à distance *via* l'utilisation de modules radio (télérelevé ou radiorelevé). Le télérelevé des compteurs permet d'augmenter la fréquence des relevés, d'avoir une historisation des consommations et de mieux détecter les anomalies de consommation.

## Inventaire du parc

La tenue d'un carnet métrologique (CME), regroupant les données sur les compteurs en service, a été imposée par l'arrêté du 6 mars 2007. Ce carnet doit être tenu à disposition des autorités locales. La liste des données réglementaires à répertorier dans le CME est définie par la décision du 30 décembre 2008 relative aux informations devant être consignées dans le carnet métrologique pour les compteurs d'eau froide. On doit ainsi archiver pour chaque instrument :

- nom et adresse du propriétaire ;
- l'adresse où l'instrument est en service ;
- la marque et le modèle ;
- les débits  $Q_1$ ,  $Q_2$  et  $Q_3$  pour les compteurs conformes à l'arrêté du 28 avril 2006 susvisé, la classe métrologique et le débit minimal  $Q_n$  pour les autres compteurs ;
- le numéro de série ;
- la date de mise en service ;
- le millésime de l'année de la vérification de la production.

Ces données de connaissance de l'appareil sont à compléter par :

- les noms des vérificateurs et des réparateurs intervenus successivement ;
- les dates des vérifications périodiques et des réparations successives ;
- la décision d'acceptation ou de refus pour chaque vérification périodique ;
- en cas de vérification périodique unitaire, l'échéance de la prochaine vérification ;
- en cas de vérification périodique statistique, l'identification du lot auquel il appartient et son échéance de fabrication.

Cet inventaire du parc de compteurs est un outil nécessaire à une bonne politique de renouvellement des compteurs.

## Politique de renouvellement des compteurs

L'arrêté du 6 mai 2007 relatif au contrôle des compteurs d'eau froide en service détermine la durée au-delà de laquelle un contrôle (ou un remplacement) de l'instrument de mesure doit être opéré.

Appareil de mesure homologué selon		Première vérification au bout de	Vérifications suivantes tous les
le décret du 29 janvier 1976	le décret du 12 avril 2006		
Classe A	$Q_3/Q_1 \leq 50$	9 ans	7 ans
Classe B	$50 < Q_3/Q_1 \leq 125$	12 ans	7 ans
Classe C	$Q_3/Q_1 > 125$	15 ans	7 ans



Lors de ce contrôle, l'Erreur Maximale Tolérée (EMT) a été fixée dans une certaine plage de mesure à +/- 4 % du volume réel.

Indépendamment de ces durées de validité, les conditions de fonctionnement ou la qualité de l'eau peuvent avoir un impact sur les compteurs et leur vieillissement conduit souvent à un phénomène de sous-comptage. Au-delà de l'usure normale, les compteurs peuvent connaître des avaries (blocage, impossibilité de lecture) qui imposent un remplacement. Il serait donc intéressant de procéder au contrôle aléatoire de certains compteurs. L'échantillon de compteurs à contrôler peut être statistique ou concerner une catégorie de compteurs en particulier (une année de production d'un modèle par exemple). La vérification peut se faire par empotage (mesure à l'entrée et à la sortie du compteur du volume d'une cuve), par compteur pilote (comparaison avec un compteur étalon), ou étalonnage sur un banc d'essai agréé. Les résultats de ces contrôles permettent de définir des stratégies de remplacement des compteurs en vue d'optimiser la précision des volumes mesurés.

### Consommations anormales

Un document de suivi des consommations permet de repérer les valeurs anormales qui, lorsqu'elles ne sont pas liées à une consommation inhabituelle ou à une fuite, peuvent être dues à un défaut de comptage ou à une fraude. Ce suivi permet d'identifier des compteurs à remplacer en priorité ; il est facilité et amélioré avec la mise en place d'un système de télérelevé.

### Moyens

Humains : personnel pour le suivi du carnet métrologique, le suivi du parc de compteurs, les relevés

Matériels : compteurs et équipements annexes

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires		Rare

### Impacts de l'action

L'analyse, l'entretien et le renouvellement du parc compteurs des usagers permettent d'améliorer la connaissance des volumes consommés et donc le calcul des indicateurs (rendement, indice linéaire de pertes, etc.). Ils permettent aussi de limiter les pertes commerciales liées aux erreurs de mesure des compteurs et aux vols d'eau.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

## Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p.

Kiéné L. et Harmant P., « Les compteurs en réseau de distribution d'eau potable », *Chauffage, Ventilation, Conditionnement d'air*, n° 853, 2008, pp. 44-45.

OIEau, *Le comptage en distribution d'eau potable*, Cahier technique, n° 5, OIEau, 2014.

## N° I-B-3 USAGERS SANS COMPTEUR

### Présentation de l'action

Les usages sans compteur représentent des volumes d'eau non mesurés qui sont cependant utilisés et doivent donc être identifiés et comptabilisés.

Les usages sans compteur comprennent potentiellement :

- la défense incendie et ses essais ;
- les bouches d'arrosage et de lavage ;
- les sanitaires et fontaines publics ;
- les bornes de puisage ;
- parfois certains usages municipaux (stade, espaces verts, etc.).

Afin d'estimer les pertes physiques et les pertes commerciales, il est indispensable d'évaluer au plus près ces volumes d'eau non comptabilisés.



*Essai d'un poteau incendie  
(source : Irstea)*

### Champs d'utilisation

Tous les services alimentent potentiellement des usagers sans compteurs.

### Mise en œuvre

#### Actions préliminaires et actions complémentaires

Le premier point à réaliser est la pose de compteurs sur tous les points connus non équipés. C'est souvent le cas des bâtiments communaux, de l'arrosage des espaces verts, etc.

La mise en place d'une sectorisation du réseau contribue à l'évaluation des volumes non comptabilisés en aidant à identifier les consommations anormales par l'analyse des débits enregistrés sur les secteurs.

L'ASTEE propose la méthode d'estimation des volumes consommés autorisés non comptés suivante :

Volume utilisé par	Méthode d'estimation		Ordres de grandeur
Essai PI/BI	À évaluer avec le SDIS : Nombre d'essais par an x Durée x 60 m <sup>3</sup> /heure		2 à 10 m <sup>3</sup> /an/unité
Manœuvres incendie	À évaluer avec le SDIS : Nombre d'ouvertures x Durée x 60 m <sup>3</sup> /heure ou volume des camions		
Espace vert sans compteur (avec les Services des Espaces verts)	<b>Méthode 1</b> : Nombre d'ouvertures des bornes x Durée x débit à estimer	<b>Méthode 2</b> : Équipement de 10 % des bornes avec des compteurs et extrapolation	
Fontaines sans compteur (deux méthodes)	Nombre de fontaines par type x consommation à estimer pour chaque type	Équipement de 10 % des fontaines avec des compteurs et extrapolation	

Volume utilisé par	Méthode d'estimation		Ordres de grandeur
Lavage de la voirie	<b>Avec Engins</b> : Nb de camions x Nb rotations de camion/jour x Nb de jours de travail	<b>Par bouche de lavage</b> : Nombre d'ouvertures x Durée x débit à estimer	2 m <sup>3</sup> par Rotation et par Camion
Chasse d'eau sur le réseau d'assainissement	Nombre de réservoirs de chasse x Nombre d'actions x volume d'un réservoir		2 à 5 m <sup>3</sup> par jour et par unité

Les volumes de défense incendie sont irréguliers et imprévisibles. L'historique des sinistres peut être établi avec le service départemental d'incendie et de secours (**SDIS**) afin d'évaluer les volumes en jeu. Si le réseau est équipé de débitmètres de sectorisation, il est possible d'estimer *a posteriori* les volumes inhabituels consommés dans les secteurs concernés au moment du sinistre.

### Moyens humains

Communication avec les agents du SDIS et les agents communaux pour collecter les informations sur l'alimentation des bâtiments communaux, le lavage des voiries, l'arrosage et les incendies.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Faible en moyenne. Modéré s'il y a une mise à niveau importante à réaliser
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Rare	

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : ponctuelle

## Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p.

ASTEE, *Estimation des volumes consommés autorisés non comptés*, 2013, disponible sur <[http://www.services.eaufrance.fr/docs/variables/ASTEE\\_Estimation\\_volumes\\_non\\_comptés.pdf](http://www.services.eaufrance.fr/docs/variables/ASTEE_Estimation_volumes_non_comptés.pdf)>.

Lamonerie J., *Approche globale du potentiel de réduction des prélèvements d'eau d'un service d'alimentation en eau potable*, élève ingénieur INP Grenoble, ENSE3, 2013.

## N° I-B-4 VOLS D'EAU

### Présentation de l'action

Les vols d'eau, en tant que volumes utilisés, doivent être identifiés et comptabilisés.

Les vols d'eau rassemblent :

- les usagers non répertoriés par le service des eaux ;
- l'utilisation illégale des poteaux incendie, des bouches incendie et des bouches de lavage ;
- les branchements illicites ;
- les piquages avant compteur ou fraudes sur le compteur ;
- les prélèvements illicites sur bouches et bornes publiques (entreprises travaux publics, etc.).

Il est indispensable d'évaluer au plus près ces volumes d'eau non comptabilisés dans le but d'estimer les pertes commerciales du service.



Borne monétique de puisage  
(source : ville de Vannes)

### Champs d'utilisation

Tous les services peuvent potentiellement être concernés par les vols d'eau.

### Mise en œuvre

#### Actions préliminaires et actions complémentaires

La mise en place d'une sectorisation du réseau contribue à l'évaluation des volumes non comptabilisés en aidant à identifier les consommations anormales par l'analyse des débits enregistrés sur les secteurs.

#### Repérer et limiter les vols

Le repérage des vols d'eau des abonnés peut se faire par analyse du fichier clientèle en identifiant les consommations anormales. L'étude sur plusieurs années peut notamment permettre de repérer une baisse anormale de consommation ou une absence de réaction après une coupure par le service d'eau potable.

Il est également important de sensibiliser les releveurs ou le personnel travaillant sur le terrain, ceux-ci étant susceptibles de repérer des indices de branchements illicites.

Afin de limiter ces consommations illicites, il peut être utile d'améliorer la communication sur les pénalités encourues pour fraude. De même, le scellage systématique des compteurs évite en partie les dégradations volontaires. Lors des relevés, le releveur peut contrôler le scellé et le compteur afin de s'assurer de leur bon état.

Pour parer aux prélèvements illicites sur bouches ou bornes publiques, il est possible de mettre en place des bornes de puisage monétique permettant le paiement par carte magnétique du puisage d'eau.

### **Moyens humains**

Formation et sensibilisation du personnel, en particulier des releveurs.

### **Coûts**

Réalisation en interne	Investissement	Faible Modéré pour la mise en place de bornes
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires		Rare

### **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : ponctuelle

### **Références**

Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p.

ASTEE, *Estimation des volumes consommés autorisés non comptés*, 2013, disponible sur <[http://www.services.eaufrance.fr/docs/variables/ASTEE\\_Estimation\\_volumes\\_non\\_comptés.pdf](http://www.services.eaufrance.fr/docs/variables/ASTEE_Estimation_volumes_non_comptés.pdf)>.

Lamonerie J., *Approche globale du potentiel de réduction des prélèvements d'eau d'un service d'alimentation en eau potable*, élève ingénieur INP Grenoble, ENSE3, 2013.

## N° I-B-5

# OPTIMISATION DES PURGES

## Présentation de l'action

Les purges sur les réseaux d'eau potable sont réalisées pour rincer les conduites en cas de problèmes chroniques ou accidentels constatés en ce qui concerne la qualité de l'eau. On en réalise aussi plus ponctuellement lors d'interventions mettant le réseau à pression atmosphérique (réparation de casse, etc.). L'opération consiste à procéder au soutirage d'eau en différents points du réseau, en utilisant des vannes de vidange ou des poteaux incendie, pendant un temps déterminé ou jusqu'à l'obtention d'une qualité de l'eau jugée satisfaisante. Il est important d'optimiser les purges afin de minimiser le volume d'eau perdu dans l'opération tout en s'assurant de la qualité de l'eau du réseau. Pour fiabiliser l'évaluation des pertes, il est nécessaire d'estimer le volume utilisé lors de la purge.



Réalisation d'une purge  
(source : Irstea)

## Champs d'utilisation

Les purges sont réalisées dans les cas suivants :

- après des travaux d'installation ou de renouvellement de canalisations ;
- lors d'une casse de canalisation ou de branchement afin de chasser l'air et les éléments indésirables qui ont pu entrer dans le réseau ;
- en cas de plainte des consommateurs (par exemple en cas d'eau colorée) ;
- en préventif sur les portions de réseau où le renouvellement de l'eau est faible et les risques de dégradations de la qualité notables (antennes isolées, portions de réseau en attente de raccordement des usagers, etc.).

Les purges sont également nécessaires pour limiter la concentration de chlorure de vinyle monomère (CVM) migrant de certaines canalisations en PVC dans les unités de distribution (UDI) à risque (INSTRUCTION N° DGS/EA4/2012/366 du 18 octobre 2012 du ministère de la Santé).

## Mise en œuvre

### Organisation

Les opérations de purge sont le plus souvent réalisées manuellement par ouverture des vannes de vidange, poteaux incendie, bouches de lavage, etc.

Généralement les points de purge ne sont pas équipés d'un système de comptage. L'évaluation des volumes de purge peut alors se faire par mesure des temps d'ouverture et estimation du débit d'écoulement. Cependant, le débit de purge varie en fonction du but de la purge. La sectorisation permet dans certains cas une évaluation des volumes en analysant les chroniques de débits mesurés. Dans le cas de problèmes de qualité d'eau, des purges sont nécessaires régulièrement. Il est alors conseillé d'équiper les purgeurs de compteurs.

L'utilisation d'un modèle hydraulique (fiche I-D-2) permet d'estimer le temps de séjour de l'eau dans le réseau et ainsi d'optimiser les purges (emplacement, volume, fréquence), et accessoirement d'évaluer des volumes utilisés (Lamonerie, 2013).

Il existe également des purgeurs automatiques qui permettent l'ouverture de la vidange en fonction de la configuration du réseau et de la problématique rencontrée. Il est préférable d'équiper ces dispositifs de compteurs.

### **Moyens humains**

La formation et la sensibilisation des opérateurs du réseau sont des éléments clés de l'optimisation des purges. Les volumes utilisés lors d'une purge doivent être estimés et limités au maximum.

### **Coûts**

<b>Réalisation en interne</b>	<b>Investissement</b>	Faible
	<b>Fonctionnement</b>	Faible
<b>Recours à des prestataires</b>	Rare	

### **Impacts de l'action**

Les purges peuvent représenter un volume d'eau non négligeable. Il est donc important de connaître ce volume et d'optimiser les procédures pour le limiter.

## **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : ponctuelle (durable si le purgeur est automatique et programmé)

## **Références**

ASTEE, *Réservoirs et canalisations d'eau destinée à la consommation humaine : inspection, nettoyage et désinfection*, fiche 5 « Logigrammes – Procédures de nettoyage et de désinfection des canalisations », 2013, pp. 73-76.

Celier J.-I. et Faby J.-A., *La dégradation de la qualité de l'eau potable dans les réseaux*, Document technique hors-série, n° 12, FNDAE, 1998.

Lamonerie J., *Approche globale du potentiel de réduction des prélèvements d'eau d'un service d'alimentation en eau potable*, élève ingénieur INP Grenoble, ENSE3, 2013.

Ministère des Affaires sociales et de la Santé, *Instruction n° DGS/EA4/2012/366 du 18 octobre 2012 relative au repérage des canalisations en polychlorure de vinyle*.

## N° I-B-6

# OPTIMISATION DU LAVAGE DES RÉSERVOIRS

## Présentation de l'action

Le Code de la santé publique impose que les réservoirs équipant des réseaux de distribution d'eau destinée à la consommation humaine soient vidés, nettoyés, rincés et désinfectés au moins une fois par an (article R1321-56). Les volumes perdus lors du lavage sont importants à connaître pour effectuer le calcul des indicateurs de rendement de réseau. Leurs ordres de grandeur sont estimés à une fois le volume de stockage en zone rurale, avec une part importante perdue en vidange des réservoirs, et un quart du volume de stockage en zone urbaine (Lamonerie, 2013).

Il est possible de réduire ces volumes par une meilleure maîtrise des procédures de lavage. Cette action consiste à :

- mesurer ou mieux estimer les volumes utilisés pour le lavage des réservoirs ;
- adapter la procédure de lavage pour optimiser les volumes utilisés.



Lavage d'un réservoir  
(source : Herli)

## Champs d'utilisation

Tous les réseaux équipés de réservoirs sont concernés. Il est particulièrement intéressant d'appliquer les deux principes de cette action présentés ci-dessus lorsque :

- les volumes concernés par le nettoyage des réservoirs sont mal connus ;
- le réseau possède des stockages importants au regard des consommations moyennes journalières (zone rurale, activités saisonnières).

## Mise en œuvre

Une étape essentielle est l'étape d'inspection et de diagnostic du réservoir. Cette opération pourra conduire à des protocoles de nettoyage différents en fonction de la nature et de l'épaisseur des dépôts ou des anomalies constatées.

Pour les détails techniques sur les procédures, se référer à la fiche 4 du guide technique sur l'entretien des réservoirs et canalisations (ASTEE, 2013).



### **Moyens humains**

Sensibilisation et formation du personnel concerné, possibilité de faire appel à une entreprise spécialisée dans le lavage des réservoirs.

### **Coûts**

Réalisation en interne	Investissement	Faible
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Rare	

### **Impacts de l'action**

Un nettoyage de réservoir optimisé permet de rejeter moins d'eau. Les volumes perdus peuvent ainsi être ramenés à moins de la moitié du volume de stockage total en zone rurale ([Lamonerie, 2013](#)).

### **Organisation**

- Optimiser la vidange du réservoir pour limiter les volumes perdus ;
- mesurer le volume perdu en vidange des réservoirs et les volumes utilisés pour les différentes étapes ;
- consigner l'état du réservoir dans un fichier sanitaire. Un exemple de fichier sanitaire à remplir est disponible dans la fiche 2 du guide ([ASTEE, 2013](#)).

## **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : ponctuelle

## **Références**

Article R 1321-56 modifié par le décret n° 2010-344 du 31 mars 2010 - art. 37. Code de la santé publique, *Journal officiel*.

ASTEE, *Réservoirs et canalisations d'eau destinée à la consommation humaine : inspection, nettoyage et désinfection*, 2013.

Lamonerie J., *Approche globale du potentiel de réduction des prélèvements d'eau d'un service d'alimentation en eau potable*, élève ingénieur INP Grenoble, ENSE3, 2013.

## N° I-B-7

## TRAITEMENT DES DONNÉES POUR LE CALCUL DES PERTES

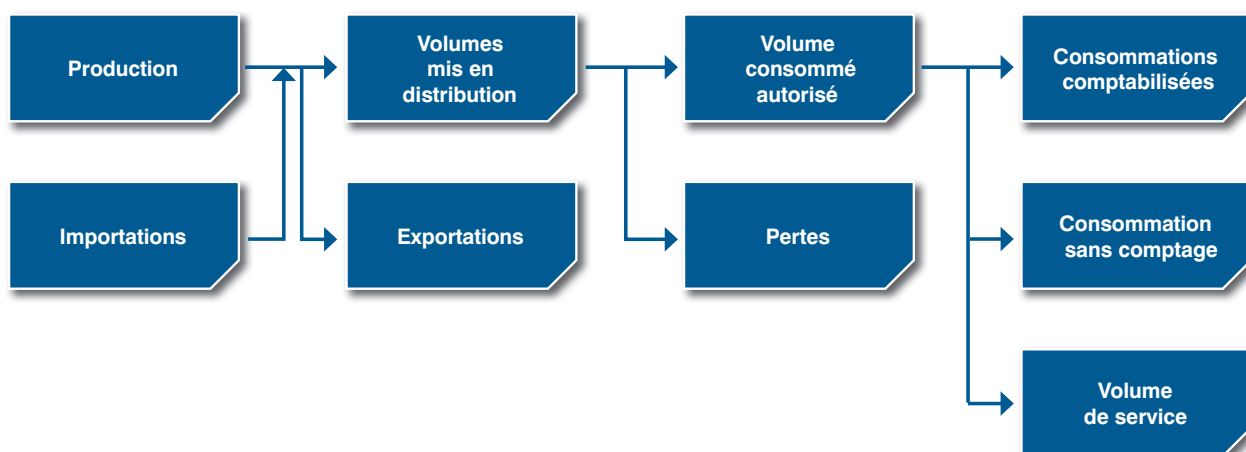
## Présentation de l'action

Les données issues des différents systèmes de comptage permettent de calculer les volumes annuels d'eau transitant dans le réseau et de calculer des indicateurs de performance utiles à l'évaluation de l'état du réseau et à sa gestion.

Afin d'obtenir des résultats représentatifs et fiables, il est nécessaire de définir des méthodes de traitement des données et de calcul des différents volumes qui soient pertinentes et reproductibles.

Schéma des volumes

(Source : services.eaufrance)



## Champs d'utilisation

Tous les services sont concernés par le calcul des pertes car ces données sont requises pour le rapport sur la qualité et le prix du service. Pour pouvoir effectuer les calculs, des mesures ou des estimations des volumes transitant par le réseau sont nécessaires.

## Mise en œuvre

Le calcul des pertes d'un réseau nécessite de prendre en compte tous les volumes entrant et sortant du système d'alimentation en eau potable. Ces volumes sont mesurés ou estimés.

## Volumes mesurés

Les volumes mesurés sont les suivants :

- les volumes consommés : les compteurs sont le plus souvent relevés annuellement lors de campagnes qui s'étalent sur plusieurs semaines et qui sont réalisées à des périodes plus ou moins éloignées de la fin de l'exercice comptable (civil ou non) ;
- les volumes produits, importés et exportés : les compteurs généraux sont en général relevés plus fréquemment (classiquement selon une périodicité mensuelle) mais pas forcément simultanément et rarement à date fixe.

Le calcul des volumes produits, importés, exportés ou consommés se fait donc à partir de données relevées à des moments différents et sur des périodes de durées variées. Pour évaluer les volumes représentatifs de l'année civile, il est donc nécessaire d'effectuer des traitements et des calculs à partir de ces données. Ce processus « d'annualisation » nécessite *a minima* 3 étapes :

- la détermination des dates représentatives du relevé des consommations ;
- le calage des volumes généraux sur l'année civile ou une période de 12 mois ;
- le calage de la consommation sur l'année civile ou une période de 12 mois.

Les deux périodes de calage doivent être les mêmes. La dernière étape, qui est potentiellement une source de fortes incertitudes, se base en général sur l'une ou l'autre des hypothèses suivantes : consommation constante ou consommation proportionnelle aux volumes mis en distribution. À ce titre, et pour diminuer les incertitudes, une relève proche de décembre-janvier est préférable à une relève proche de juin-juillet.

Le degré d'incertitude des données utilisées pour le calcul des pertes a un impact sur la fiabilité du résultat. L'utilisation des volumes de pertes n'a de sens que si leur incertitude est également connue. Il faut pour cela prendre en compte les incertitudes de mesure de chaque valeur utilisée, mais également les incertitudes liées à la procédure d'annualisation des volumes.

### **Volumes estimés**

Certains volumes, tels que les volumes consommés sans comptage et les volumes de service, sont nécessaires au calcul des pertes mais ne sont pas mesurés. Ces volumes sont compris dans la différence entre le volume mis en distribution et les volumes consommés comptabilisés sans pour autant être des pertes physiques. Il est donc important de les estimer de la façon la plus précise possible pour connaître les pertes réelles du réseau (fiche I-B-3).

### **Calcul des pertes**

L'évaluation des pertes est réalisée à partir des volumes produits, exportés, importés et consommés annualisés, ainsi que des volumes consommés sans comptage et de service. Pour analyser correctement l'évolution des volumes perdus au cours du temps, il est indispensable d'établir une procédure permanente et parfaitement transparente prenant en compte la disponibilité des données, les hypothèses utilisées et les calculs à réaliser.

### **Coûts**

<b>Réalisation en interne</b>	<b>Investissement</b>	Faible
	<b>Fonctionnement</b>	Faible
<b>Recours à des prestataires</b>		Rare

## **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

Afin de procéder à des analyses des données dans le temps, il est indispensable de conserver les historiques de données.

## **Références**

Lambert A., « Assessing non-Revenue Water and its Components: A Practical Approach », *Water21*, august 2003, pp. 50-51.

Lambert A., Brown O., T. G., Takizawa M. and Weimer D., « A Review of Performance Indicators for real Losses from Water Supply Systems », *Aqua*, n° 48 (6), 1999, pp. 227-237.

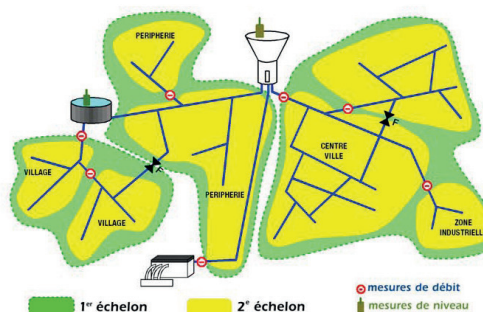
Renaud E., *Définition d'une méthode pour l'annualisation des volumes mis en œuvre dans les services d'alimentation en eau potable*, CEMAGREF-SMEGREG, 2006.

## N° I-C-1 SECTORISATION

### Présentation de l'action

La sectorisation consiste à diviser un réseau en plusieurs sous-réseaux appelés secteurs. Pour chaque secteur, les volumes entrants et sortants sont mesurés, ce qui permet de suivre les volumes mis en distribution en permanence ou de façon temporaire. Le suivi des débits nocturnes permet de repérer les secteurs présentant des fuites.

La sectorisation est principalement basée sur des mesures de débit et de niveau. Des mesures de pression en différents points du réseau sont également possibles et améliorent encore la connaissance du réseau.



Principe de la sectorisation du réseau  
(sources : Agence de l'eau Adour-Garonne, OIEau, SMEGREG)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'application de l'action	
Taille minimale d'un secteur	Un secteur comprend souvent au minimum une dizaine de kilomètres de canalisations (mais il y a des exceptions) et les débits de nuit doivent rester dans la limite des débits mesurables.
Connaissance du réseau	Avancée : plan détaillé du réseau, localisation des vannes, schéma fonctionnel, etc.

### Mise en œuvre

#### Moyens humains

Tâche	Réalisée par
Délimitation des secteurs	Exploitant ou Bureau d'étude
Mise en place des dispositifs de comptage	Exploitant ou Prestataire
Campagne de mesures initiale	Exploitant ou Bureau d'étude
Suivi permanent des comptages	Exploitant
Exploitation des résultats	Maître d'ouvrage ou Exploitant

## Définition des secteurs

Un secteur est délimité par des extrémités d'antennes, des vannes fermées et des comptages. Toutes les communications entre secteurs ou avec des ouvrages doivent être équipées de comptages, à double sens si nécessaire. Le découpage des secteurs est une étape importante de la sectorisation ; il doit prendre en compte les facteurs suivants :

- configuration hydraulique du réseau : prendre en compte les infrastructures, les unités de distribution et les zones de pression, et s'assurer que la sectorisation n'altère pas la qualité du service en modifiant les pressions (défense incendie notamment) et les temps de séjour de l'eau ;
- homogénéité des secteurs ;
- adaptabilité aux évolutions ;
- la facilité d'exploitation, limitation des points d'acquisition des données à 3 ou 4 par secteur (ce qui permet également de limiter le risque d'erreur de mesure) ;
- un coût modéré pour la mise en place et la maintenance du système.

## Représentation des secteurs

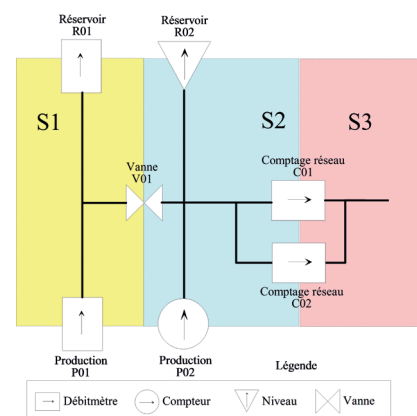
Il est conseillé d'établir un synoptique de la sectorisation du réseau afin de visualiser les communications entre les secteurs, les ouvrages (production, stockage) et les différents comptages avec leur sens conventionnel de circulation de l'eau (débits comptabilisés positivement ou négativement).

Les équations bilan des secteurs permettent de calculer les débits des secteurs à partir des comptages ; elles doivent être établies rigoureusement.

## Acquisition et traitement des données

La sectorisation permet différents niveaux de suivi :

- le suivi annuel : suivi des volumes mis en distribution sur chaque secteur (après des phases de traitement de données et de calcul) et de leurs évolutions, suivi des incidents sur le réseau. À partir de ces informations, des indicateurs techniques sont calculés afin d'identifier les secteurs à améliorer en priorité ;
- le suivi permanent : suivi quotidien des volumes mis en distribution et des débits nocturnes grâce à la télégestion, ce qui permet de détecter rapidement des anomalies (fuites notamment), de déclencher des mesures correctives et de quantifier les résultats d'une campagne de recherche et de réparation de fuites ;
- le suivi ponctuel : campagnes de mesure des débits de nuit par manœuvre de vannes pour aider à la prélocalisation des fuites (fiches II-A-2 et II-A-3).



Synoptique type de la sectorisation  
(source : Irstea)

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Fort
	Fonctionnement	Modéré (maintenance des appareils de mesure, collecte des données)
Recours à des prestataires		Courant

Les investissements comprennent : études préalables, aménagements hydrauliques, mise en place du dispositif de comptage et des appareils de transmission de données. Appareils de mesure et génie civil. Mise en œuvre de la récupération automatique des données.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : long

Durée de l'effet : durable

## Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p.

Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, fiche pratique n° 2-1, Onema, 2012.

Lamandé S. et Albaladéjo H., « Sectorisation des réseaux d'eau potable », *Techniques sciences méthodes* (6), 2002, pp. 31-41.

## N° I-C-2

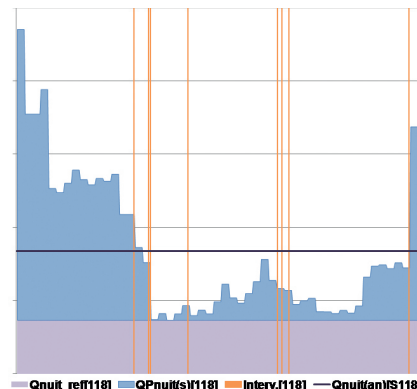
## SUIVI DES DÉBITS DE NUIT

## Présentation de l'action

Le débit d'un secteur est composé des consommations des usagers et des fuites. La consommation des usagers étant très réduite pendant la période nocturne, le suivi des débits de nuit permet de détecter les fuites courantes ou exceptionnelles. Une estimation de la consommation permet d'évaluer le débit des fuites diffuses ou non-détectées et une variation brutale du débit d'un jour à l'autre permet de repérer des casses.

## Champs d'utilisation

Le suivi des débits de nuit nécessite une collecte régulière des données issues de la sectorisation du réseau (fiche I-C-1) ou issues d'une campagne de mesures suffisamment longue. Pour fiabiliser les estimations, les mesures doivent être au minimum au pas de temps horaire.



Chronique des débits nocturnes  
et des interventions  
(source : Irstea)

## Mise en œuvre

**Moyens humains**

Le suivi de la sectorisation et en particulier des débits de nuit requiert une bonne connaissance du réseau et des méthodes d'acquisition et de traitement des données. Il est donc nécessaire de former le personnel d'exploitation du réseau.

**Évaluation des débits de nuit**

Les consommations sont généralement minimales entre 2 h et 5 h du matin. Suivant le secteur et la précision des mesures, deux types de données peuvent être utilisées :

- pour les secteurs assez importants dotés de mesures fiables, le débit minimum horaire (ou infra-horaire le cas échéant) peut être utilisé afin de minimiser la composante consommation ;
- dans le cas de mesures moins fiables, notamment pour les petits secteurs ou le débit minimum est de l'ordre de l'incertitude de la mesure, il est préférable de privilégier une moyenne sur 4 h, notamment pour éviter les valeurs négatives.

Les données issues de la sectorisation (débits de nuit) peuvent être utilisées de deux manières :

- elles peuvent être comparées de façon immédiate aux données habituelles afin de repérer des irrégularités ;
- elles peuvent également être analysées à plus long terme (voir ci-après « Méthodes de calcul des pertes nocturnes »). Dans ce cas, la précision des mesures requise sera plus importante et la qualité des résultats dépendra directement de la qualité métrologique.

## Composantes du débit de nuit

Débit de nuit	Consommations nocturnes après compteur (usages et fuites)	Exceptionnelles	Consommations nocturnes exceptionnelles
		Courantes	Consommations nocturnes courantes
	Fuites (partie Service des Eaux)	Exceptionnelles	Fuites exceptionnelles non réparées
		Courantes	Fuites détectables non détectées
	Fuites difficilement détectables		

..... Point de livraison

Un enjeu important du traitement des données est donc d'évaluer la consommation nocturne pour en déduire le débit de fuites.

### Méthodes de calcul des pertes nocturnes

Deux méthodes existent pour évaluer la consommation nocturne :

- la première, développée par l'IWA, consiste à estimer une consommation unitaire et constante dans le temps par type d'abonné. Les consommations peuvent être domestiques, non domestiques ou mesurées ; la consommation nocturne résulte de leur somme. Cette méthode est adaptée au cas des services dont les usagers ont un comportement stable, indépendant des variations saisonnières ;
- la seconde méthode, proposée par Irstea, considère une consommation nocturne proportionnelle à la consommation moyenne journalière. Cette méthode est préférable lorsque l'occupation des logements connaît des variations, comme c'est le cas dans les zones touristiques.

Ces méthodes de calcul des consommations sont présentées dans la fiche 2-4 du guide relatif à la réduction des fuites (Irstea, 2012).

Les pertes nocturnes du secteur sont alors obtenues par la différence entre le débit de nuit mesuré et la consommation nocturne calculée.

### Coût

Réalisation en interne	Investissement	Faible (sous réserve d'avoir une sectorisation existante)
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Rare	

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court (sous réserve d'avoir une sectorisation existante)

Durée de l'effet : durable

## Références

Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, fiches pratiques n° 2-2 et 2-4, Onema, 2012.



## N° I-D-1 TÉLÉGESTION

### Présentation de l'action

La télégestion est un système d'acquisition et de transmission de données à distance entre les installations et ouvrages d'un réseau d'eau potable équipés du dispositif et un poste de contrôle central. La transmission des informations s'effectue dans deux sens :

- des installations vers le poste central : pour les alarmes, mesures, signalisation ;
- du poste central vers les installations : pour les commandes et les réglages.

La télégestion permet une surveillance continue des ouvrages tout en optimisant les besoins de déplacements. Le suivi des mesures permet d'améliorer la gestion du réseau *via* la maintenance préventive et la détection des fuites (limitation des pertes).



*Dispositif de télégestion  
(source : Sofrel)*

### Champs d'utilisation

La télégestion présente un intérêt pour l'ensemble des réseaux. Elle est d'autant plus profitable que le système est de taille importante et comporte de nombreux ouvrages et installations.

### Mise en œuvre

#### **Moyens humains**

L'installation d'un système de télégestion sur un réseau nécessite des compétences particulières et entraîne une modification profonde du fonctionnement du service. Elle est réalisée par l'exploitant ou des prestataires. Dans ce dernier cas, l'exploitant devra impérativement être associé à la conception et à la mise en place du système de télégestion et être formé à son utilisation et à sa maintenance.

#### **Organisation**

Les premiers systèmes de télégestion étaient basés sur les lignes téléphoniques (RTC) et le système minitel ou par radio. Aujourd'hui les systèmes de télégestion utilisent la technologie IP (Internet Protocol), de nouveaux medias de communication avec l'ADSL, le GPRS et GSM-SMS. Selon la technologie, des lignes physiques (téléphoniques ou fibre optique) peuvent être nécessaires pour l'échange de données entre les installations et le système central de télégestion.

Des critères à prendre en compte pour le choix de la technologie de télégestion sont :

- le type de media présent sur le site (ADSL, couverture GPRS) ;
- les conditions d'alimentation électrique ;
- la quantité d'informations à transmettre d'un poste à l'autre ;
- la transmission en temps réel ou en différé ;
- l'importance stratégique du site (redondance d'équipements) ;
- le coût d'investissement du matériel, d'installation et de maintenance du système ;
- les risques liés aux orages.

Toutes les informations sont répertoriées au niveau central à l'aide de postes informatiques. Les informations d'alarmes provenant des installations peuvent être communiquées aux exploitants par SMS, ce qui présente un intérêt notamment pour les agents de permanence. Elles peuvent également être consultables *via* une tablette ou un smartphone (voir l'illustration).

Il faut veiller à mettre en place un système évolutif et adapté aux moyens humains disponibles.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Fort
	Fonctionnement	Modéré
Recours à des prestataires	Courant	

Le fonctionnement comprend : la maintenance des capteurs de mesure et des installations de transmission, le traitement et l'analyse des données constituent des charges nouvelles importantes qui requièrent un personnel qualifié. En contrepartie, la télégestion facilite la surveillance des installations et permet d'agir à distance ; elle évite certaines interventions sur site des agents.

### Impact de l'action

La télégestion permet une utilisation en continu de la sectorisation (fiches I-C-1 et I-C-2) ; elle contribue donc de façon déterminante à l'amélioration de la détection des fuites et à leur prélocalisation.

La télégestion entraîne des changements dans les fonctions du personnel.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : long

Durée de l'effet : durable

### Sécurité du système

Les informations concernant le réseau qui transitent jusqu'au poste central doivent être protégées. Cela implique de sécuriser le réseau de communication (mise en place d'un Virtual Private Network) mais également le poste central qui peut être affecté par un virus ou une intrusion malveillante.

## Références

OIEau, *La télégestion des réseaux*, Cahier technique n° 11, OIEau, 1989.

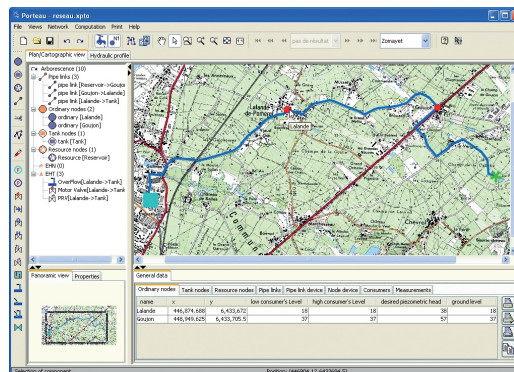
Rabier L., « Télégestion : Des outils incontournables pour mieux exploiter les ouvrages de gestion de l'eau », *L'Eau, l'Industrie, les Nuisances*, n° 331, 2010, pp. 77-85.

## N° I-D-2 MODÉLISATION HYDRAULIQUE

### Présentation de l'action

La modélisation hydraulique d'un réseau consiste à représenter son fonctionnement dans l'espace et dans le temps. Les logiciels dédiés permettent de visualiser les caractéristiques hydrauliques du réseau en tout point : débits, vitesses d'écoulement et pressions. En calculant l'évolution de ces caractéristiques dans le temps, le modèle permet de mieux comprendre le fonctionnement hydraulique du réseau, d'en faire un diagnostic, et de tester différents scénarios résultant d'actions volontaires (changement du marnage d'un réservoir, construction d'une nouvelle canalisation, etc.) ou involontaires (fuite en réseau, défaillance d'une pompe, etc.).

La modélisation hydraulique est un outil très utile (voire incontournable pour les réseaux complexes) pour définir certaines actions de lutte contre les pertes et évaluer leur impact.



Exemple de modélisation avec le logiciel Porteau  
(source : Irstea)

### Champs d'utilisation

Le modèle hydraulique peut être mobilisé pour la conception et l'évaluation de nombreuses actions en lien avec la lutte contre les pertes en eau :

- conception de la sectorisation et de l'îlotage : impact des démaillages, aide au dimensionnement des débitmètres, etc. ;
- définition des actions de régulation et de modulation de pression : estimation des pressions, impacts de la pose de régulateurs de pression, aide au choix des consignes de régulation/modulation ;
- définition et évaluation des programmes de purges : estimation des temps de séjour, optimisation des ouvertures des points de purge, etc. ;
- évaluation des volumes non comptabilisés : essais incendie, casses, fuites diffuses, etc. ;
- optimisation du renouvellement : dimensionnement des canalisations remplacées, impact des opérations de rénovation modifiant le diamètre intérieur des canalisations (tubage).

## Mise en œuvre

### Actions préliminaires

La précision des résultats issus du modèle dépend de la quantité et de la qualité des données d'entrée utilisées ainsi que du calage réalisé. La réalisation des actions de connaissance du patrimoine est donc primordiale afin d'avoir à disposition les données nécessaires (fiches I-A-1 et I-A-2). Le tracé des canalisations, la description des ouvrages et de leurs consignes de fonctionnement, ainsi que la répartition dans le temps et dans l'espace de la demande en eau doivent être connus (liste ci-dessous). Au-delà de la connaissance indispensable du réseau, le calage du modèle en lien avec la compétence de l'utilisateur du modèle est un critère de fiabilité et de pertinence des résultats obtenus.

### Moyens

Plusieurs logiciels de modélisation hydraulique existent, avec des passerelles vers les SIG pour la plupart d'entre eux. Les informations à recueillir pour élaborer le modèle sont :

- le plan du réseau ;
- les caractéristiques des canalisations (longueur, diamètre et rugosité des canalisations) ;
- les éléments du réseau tels que les pompes, vannes, stabilisateurs... ;
- les consignes d'exploitation ;
- les données des réservoirs (localisation, caractéristiques géométriques, cote radier et cote trop plein) ;
- les données altimétriques ;
- les données de consommation (localisation, volumes) ;
- la localisation et les consignes de fonctionnement des purges.

La construction d'un modèle hydraulique se fait en 4 étapes :

- le choix du réseau à modéliser et du niveau de détail voulu ;
- la constitution d'une base de données rassemblant les données listées ci-dessus ;
- la construction géométrique du modèle avec le logiciel choisi ;
- le calage du modèle à partir d'une campagne de mesures afin d'en ajuster les paramètres (marnage des réservoirs, état de vannes, etc.). Le calage consiste à comparer les résultats des simulations aux mesures effectuées sur une période donnée. Une fois la qualité des résultats obtenus pour un scénario connu vérifiée, le modèle pourra être utilisé pour simuler d'autres périodes et d'autres scénarios pour lesquels aucune mesure n'existe.

## Moyens humains

La phase de collecte des données représente un investissement en temps et en main d'œuvre important. La mise au point et l'utilisation du logiciel de modélisation peuvent nécessiter une formation spécifique ou le recours à des prestataires spécialisés. Tout comme pour la mise à jour des réseaux, il est également important que les différents acteurs en lien avec le réseau communiquent afin que les modifications importantes du réseau ou de son fonctionnement soient systématiquement enregistrées dans le modèle.

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré (main d'œuvre qualifiée afin de collecter et traiter les données puis de construire le modèle)
	Fonctionnement	Faible (actualisations des données, campagnes de mesure)
Recours à des prestataires	Courant	

Certains logiciels de modélisation sont libres d'utilisation (Epanet, Porteau), d'autres sont payants (SynerGEE, Water, Piccolo, etc.).

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

## Références

Celerier J.-I. et Faby J.-A., *La dégradation de la qualité de l'eau potable dans les réseaux*, Document technique hors-série n° 12, FNDAE, 1998.

Dembele A., *Modélisation hydraulique du réseau d'alimentation de la communauté urbaine de Strasbourg*, élève ingénieur ENGEES, 2012.

Piller O., Gilbert D., Haddane K. et Sabatié S., « Porteau: An Object-Oriented programming hydraulic Toolkit for Water Distribution System Analysis », *Urban Water Management: Challenges and Opportunities*, GBR, Centre for Water Systems, University of Exeter, 2011.

## N° I-D-3 INDICATEURS TECHNIQUES

### Présentation de l'action

Les indicateurs techniques permettent aux décideurs d'avoir des grandeurs représentatives de l'état du réseau et de son fonctionnement. Les indicateurs doivent être analysés au regard de valeurs de référence et en fonction de leur évolution dans le temps. En reflétant l'état du réseau, les indicateurs permettent d'identifier les problèmes et de définir des zones à surveiller ou d'établir une stratégie d'intervention.

De nombreuses actions existent pour lutter contre les pertes et il est nécessaire de prioriser ces actions en fonction du contexte. Les indicateurs fournissent alors des éléments clés de décision.

### Champs d'utilisation

Tous les services d'eau potable doivent produire un jeu d'indicateurs qui permettra de réaliser un suivi de l'état des installations.

### Mise en œuvre

Les indicateurs prévus par la réglementation sur le Rapport Annuel sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS) permettent d'évaluer annuellement la performance du réseau de distribution. Ils peuvent également être évalués à différentes échelles (réseau, zone de pression, secteur) et à différents pas de temps (annuel, mensuel, hebdomadaire, journalier) pour un suivi plus précis.

#### Indicateurs prévus par la réglementation

Indicateur (unité)	N° RPQS	Formule de calcul
<b>Rendement du réseau de distribution (en %)</b>	P104.3	$R = \frac{\text{Volume consommé autorisé} + \text{Volume exporté}}{\text{Volume produit} + \text{Volume importé}} \times 100$
<b>Indice linéaire de pertes (en m<sup>3</sup>/km/j)</b>	P106.3	$ILP = \frac{\text{Volume mis en distribution} - \text{Volume consommé autorisé}}{\text{Longueur de réseau de desserte} \times 365}$
<b>Indice linéaire des volumes non comptés (en m<sup>3</sup>/km/j)</b>	P105.3	$ILVNC = \frac{\text{Volume mis en distribution} - \text{Volume consommé comptabilisé}}{\text{Longueur de réseau de desserte} \times 365}$
<b>Taux moyen de renouvellement des réseaux (%)</b>	P107.2	$TMR = \frac{\text{Linéaire renouvelé au cours des 5 dernières années}}{\text{Longueur de réseau de desserte} \times 5} \times 100$
<b>Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable</b>	P103.2	Entre 0 et 120 points selon notamment l'existence, la complétude et la définition de procédures de mise à jour du plan et de l'inventaire des réseaux de transport et de distribution d'eau potable (Arrêté du 2 décembre 2013)

## Indicateurs techniques ciblés

De nombreux indicateurs techniques peuvent être calculés pour piloter la lutte contre les pertes. Le tableau ci-après en présente quelques-uns qui sont d'utilisation courante.

<b>Indice linéaire de réparation (en nombre/km/an)</b>	$ILR = \frac{\text{Nombre de réparations effectuées sur un an}}{\text{Longueur de réseau}}$
<b>Taux de défaillance d'un tronçon de canalisation</b>	Nombre de défaillances du tronçon de canalisation durant une période divisé par la longueur du tronçon et par la durée de la période. $\delta = \frac{N}{L \times D}$
<b>Taux de défaillance sur canalisation hors accessoires (en défaillances/km/an)</b>	$Txdc = \frac{\text{Nombre de défaillances sur canalisation sur un an}}{\text{Linéaire de canalisation du réseau}}$
<b>Taux de défaillance des branchements à l'amont du comptage (en défaillances/1 000 branchements/an)</b>	$Txdb = \frac{\text{Nombre de défaillances sur branchement sur un an}}{\text{Nombre de branchements du réseau}} \times 1\,000$
<b>Débits moyens et nocturnes des secteurs</b>	Ces débits peuvent être calculés aux pas de temps journalier, hebdomadaire, mensuel ou annuel (fiche I-C-2 pour les débits nocturnes).
<b>Pressions moyennes</b>	La pression moyenne d'une zone peut être évaluée par une campagne de mesure en un point représentatif du réseau, en analysant la topographie du réseau ou grâce à la modélisation hydraulique.

## Coûts

<b>Réalisation en interne</b>	<b>Investissement</b>	Faible
	<b>Fonctionnement</b>	Faible
<b>Recours à des prestataires</b>		Rare

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

## Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p.

ASTEE et AITF, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, Onema, 2013, disponible sur <<http://www.onema.fr/Guides-et-Protocoles>>.

Ben Hassen F., *Caractérisation et évaluation de la pression moyenne minimale d'une zone de desserte d'un réseau d'alimentation en eau potable*, élève ingénieur ENGEES, 2012.

Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, fiche pratique n° 2-5, Onema, 2012.

Sissoko M. T., *Maîtrise des pertes d'eau potable : Méthodes d'évaluation de la pression caractérisant une zone de desserte*, élève ingénieur ENGEES, 2010.

# Chapitre II

## Recherche active des fuites et réparation



II-A - Pré-localisation.....	95
II-A-1 - Vannes de sectionnement.....	95
II-A-2 - Ilotage.....	97
II-A-3 - Quantification par alimentation directe.....	99
II-A-4 - Prélocalisation acoustique.....	101
II-A-5 - Écoute mécanique directe.....	104
II-B - Localisation.....	106
II-B-1 - Écoute électronique amplifiée directe et au sol.....	106
II-B-2 - Corrélation acoustique.....	108
II-B-3 - Gaz traceur.....	111
II-B-4 - Géoradar.....	114
II-B-5 - Hydrophone mobile.....	116
II-C - Réparation des fuites.....	118
II-C-1 - Rapidité d'intervention.....	118
II-C-2 - Réparation.....	121
II-C-3 - Suivi des interventions.....	124



## N° II-A-1 VANNES DE SECTIONNEMENT

### Présentation de l'action

Les vannes de sectionnement jouent un rôle très important sur un réseau d'eau potable car elles permettent d'isoler des portions de réseau.

Typiquement, l'exploitant a besoin de sectionner une partie du réseau lors d'opérations de maintenance (réparation, remplacement de conduite ou d'équipement) ou lors de contamination par un polluant. Dans le cadre de la lutte contre les pertes, les vannes sont les éléments essentiels des opérations de sectorisation (fiche I-C-1) et d'ilotage (fiche II-A-2) car elles permettent de travailler sur des zones restreintes.

Les vannes doivent être manœuvrables et étanches une fois fermées. Des opérations de maintenance régulières doivent permettre de repérer et réparer les vannes grippées.

L'étanchéité des vannes est testée individuellement par écoute directe sur la vanne (fiche II-B-1 et II-B-2).

La fermeture effective des vannes sur un secteur est vérifiée par un test de pression nulle. À l'aide d'un manomètre placé au point de pression critique, l'opérateur s'assure que la pression du secteur isolé du réseau tombe bien à zéro. Si ce n'est pas le cas, il y a une entrée d'eau sur le réseau : au moins une vanne n'est pas fermée ou il existe un maillage inconnu.

Il est important de bien identifier et signaler les vannes de sectorisation devant rester fermées, sauf en cas de besoin spécifique d'alimentation d'un secteur par un secteur voisin. Pour éviter leur manipulation par des opérateurs, des actions de prévention et des stratégies de repérage sur plan et sur site peuvent être mises en œuvre. En dernier recours, l'accès à la vanne peut-être scellé.



Robinet vanne à obturateur OCA L®  
(source : EPI)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'application de l'action	
Connaissance du réseau	Détaillée : positionnement et description des vannes
Maintenance	Carnet de vannage à jour

### Mise en œuvre

Les vannes de sectionnement accompagnent généralement les singularités du réseau (raccordements, branchements, équipements hydrauliques, appareils de fontainerie, etc.). Il est également conseillé d'en placer de façon régulière sur les longueurs de conduites (annexe n° 20 de la norme NF EN 805). Le choix de l'installation d'une vanne et de son type (système de commande : manuelle ou électrovanne plus rarement ; principe d'ouverture : opercule ou papillon) résulte d'un arbitrage entre le gain pour l'exploitation du réseau (maintenance, sécurité) et le coût.

Les vannes sont nécessaires à une bonne exploitation du réseau et il est parfois judicieux d'en installer de nouvelles pour limiter le nombre d'utilisateurs concernés en cas d'intervention sur le réseau.

La connaissance du sens de fermeture de la vanne est un complément indispensable, notamment si l'on souhaite que l'opération d'îlotage (fiche II-A-2) se déroule correctement.

Toutefois, un surnombre de vannes de sectionnement peut rendre l'isolement des secteurs difficile et par conséquent entraîner des erreurs de comptage des débits de secteur (vannes mal/non fermées). De plus, les raccords des vannes aux canalisations sont des points faibles du réseau ; la multiplication des vannes augmente le risque d'apparition de fuites.

La maintenance des vannes relève des directives données par le responsable réseau.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Occasionnel	

Les principaux éléments influençant le coût de l'installation d'une vanne sont :

- le type de vanne, l'électrovanne étant plus chère qu'une vanne manuelle ;
- le diamètre, le prix étant croissant avec la taille de l'installation ;
- le type d'accès à la vanne, simple bouche à clé ou installation d'un regard ;
- les modifications à apporter au réseau, le chantier étant plus facile lorsque la vanne a été prévue lors de la conception du réseau.

### Impacts de l'action

Les vannes de sectionnement bien entretenues et bien utilisées permettent de gagner en rapidité d'intervention car la portion de réseau concernée peut être isolée et la distribution maintenue sur le reste du réseau. Elles permettent également certaines actions d'identification des pertes en eau (sectorisation, îlotage, quantification par alimentation directe).

Leur manipulation trop rapide peut générer des coups de bélier sur le réseau, pouvant endommager les installations.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

## Références

Hamilton S., « When is a DMA not a DMA ? », n° 10, 2007, disponible sur <<http://www.miya-water.com/data-and-research/articles-by-miyas-experts/dmas-and-pressure-management>>.

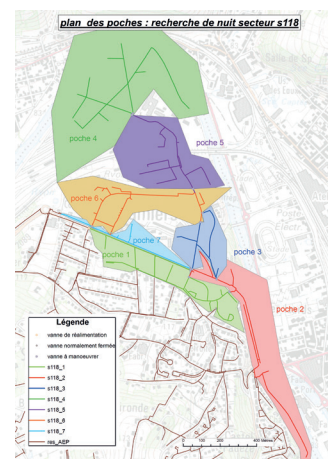
## N° II-A-2 ÎLOTAGE

### Présentation de l'action

Il s'agit de mesurer le débit introduit dans les différents îlots de la zone du réseau étudiée. L'îlotage est généralement réalisé de nuit lorsque les consommations sont minimales et l'impact pour les usagers limité ce qui permet d'assimiler les débits mesurés aux pertes de l'îlot.

Pour cela on procède par étapes. Dans un premier temps, on conserve pour la zone une unique alimentation que l'on équipe d'un comptage (compteur ou débitmètre). Ensuite, on isole successivement des portions de la zone étudiée, appelées îlots, par fermeture de vanne(s). L'étanchéité de ces dernières aura été contrôlée préalablement.

À chaque étape, on mesure la variation du débit engendrée par cette fermeture, assimilée au débit de l'îlot isolé. Les pertes sont déduites par confrontation de la mesure au débit de consommation de l'îlot attendu.



Délimitation des îlots sur plan (source : Irstea)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'application de l'action	
Structure du réseau	Ramifié : facile à mettre en œuvre du fait de l'alimentation unique des îlots
	Maillé : délimitation possible d'îlots avec de préférence un maximum de 4 vannes à fermer
Consommation	Minimale ou bien connue
Usagers sensibles	La durée de la coupure doit pouvoir être supportée par les usagers (solutions de réalimentation, opération nocturne et avertissement des usagers)

### Mise en œuvre

Le choix de la zone d'îlotage se fait par étude de la sectorisation si le service en possède une.

Il ne faut pas négliger la préparation de cette action : délimitation des îlots ; estimation de leurs consommations (gros consommateurs) ; choix de l'ordre d'isolement des îlots ; vérification de l'accès nocturne aux vannes, de leur manoeuvrabilité et de leur étanchéité (fiche II-A-1) ; numérotation des vannes, affectation des vannes à fermer aux techniciens ; étude des solutions de réalimentation et courriers aux usagers concernés.

L'opération se déroule la nuit (entre 2 h et 5 h généralement), lorsque le débit de la zone de mesure atteint un niveau équivalent à celui enregistré les jours précédent. La mesure consiste à suivre les débits pendant environ un quart d'heure sur un ensemble d'îlots, puis d'isoler un îlot et de recommencer ainsi de suite jusqu'au dernier îlot (celui comportant l'alimentation de la zone). On détermine ainsi le débit de chaque îlot. On identifie les îlots ayant un débit significativement supérieur à la consommation estimée (selon le nombre d'abonnés, de gros consommateurs, etc.).

## Moyens

La réalisation de l'îlotage nécessite :

- un appareil de mesure des débits. On utilisera préférentiellement un débitmètre à enregistrement de données. D'une manière plus rustique, un comptage volumétrique fiable avec un chronométrage précis peut être employé ;
- du matériel de communication entre les membres de l'équipe afin de synchroniser les fermetures de vannes.

Selon le nombre de vannes à fermer simultanément, cette action monopolisera une équipe plus ou moins importante, d'au moins 2 techniciens.

Elle ne nécessite pas de formation spécifique, une fois la stratégie bien définie.

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Faible
	Fonctionnement	Modéré (opération nocturne)
Recours à des prestataires		Rare

## Impacts de l'action

Il y a des risques de coups de bélier en cas de manipulation trop rapide des vannes. Dans la mesure du possible, les îlots isolés de la zone de mesure (un à un) sont reconnectés au réseau (hors zone de mesure) afin de ne pas couper l'alimentation en eau. Lorsque ce n'est pas possible (réseau ramifié), les usagers subiront une coupure d'eau.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court mais demande une bonne préparation

Durée de l'effet : ponctuelle

## Références

Aubin C., *Étude du potentiel des actions de réduction des fuites des réseaux d'eau potable*, élève ingénieur ENSE3, Grenoble, 2011.

Hamilton S. and Charalambous B., « Step Testing », *Leak Detection, Technology and Implementation*, London, UK, IWA publishing, 2013, pp. 44-48.

Irstea, « Fiche 3.2 : Les techniques de prélocalisation des fuites », *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, Fiches pratiques, Onema, 2012.

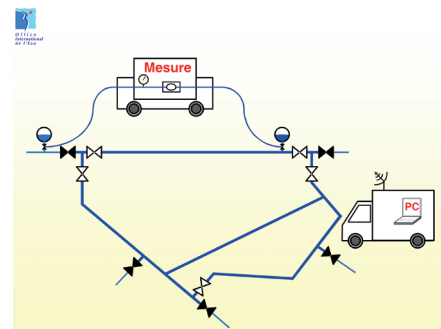
Klingel P. et Knobloch A., « Méthode de détection des fuites : Le test par étapes », *Guide pour la réduction des pertes en eau centré sur la gestion des pressions GIZ*, 2011, p. 191.

OIEau, « Mesure de nuit », *Recherche de fuites : Techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable*, Cahier technique n° 2, OIEau, 2005, pp. 30-31.

## N° II-A-3 QUANTIFICATION PAR ALIMENTATION DIRECTE

### Présentation de l'action

Cette action a pour but de mesurer le débit introduit dans une portion du réseau (maille ou ramification) formant un îlot afin d'en évaluer le niveau de pertes. Pour cela, l'îlot est complètement isolé du réseau par fermeture de vannes. Son alimentation en eau est alors assurée par un tuyau souple reliant deux poteaux incendie, l'un situé à l'extérieur de l'îlot et l'autre à l'intérieur. Cette alimentation temporaire est équipée d'un débitmètre ou d'un compteur et d'un manomètre. Après vérification de l'étanchéité de l'îlot, sa consommation d'eau est mesurée en temps réel. Le minimum de consommation mesuré peut être assimilé à la perte de l'îlot lorsque l'opération est réalisée à un moment de consommation minimale par les usagers.



Prélocalisation par quantification par alimentation directe d'une zone (source : OIEau)

Lorsque les résultats montrent un niveau de pertes anormalement haut, des actions de localisation de fuites sont à engager sur l'îlot.

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'application de l'action	
Connaissance du réseau	Détaillée : emplacement des vannes et des poteaux et bouches incendie
Consommation	Facilite une évaluation précise des pertes notamment en cas de présence de gros consommateurs ou d'intervention de jour

Le choix de quantifier les pertes d'un îlot par alimentation directe découle d'une analyse des zones potentiellement fuyardes. Cette méthode est généralement menée sur des zones très maillées sur lesquelles l'îlotage (fiche II-A-2) n'est pas possible.

### Mise en œuvre

La zone d'étude (îlot) est délimitée en tenant compte de contraintes telles que les possibilités d'alimentation de la zone, le débit pouvant transiter par le tuyau souple, les vannes de sectionnement présentes sur le réseau et le temps de coupure éventuelle de l'alimentation.

La quantification peut être réalisée sans interruption de la distribution, de jour, mais elle est plus efficace et plus simple à mettre en œuvre de nuit : consommation des usagers minimale, zone étudiée plus grande limitant le nombre de zones à quantifier, moins de circulation routière pouvant gêner ou être gênée par la mise en place du système d'alimentation, usagers moins perturbés par une dégradation de la qualité du service.

L'étanchéité et la manœuvrabilité des vannes doivent être vérifiées (fiche II-A-1) afin de s'assurer que le débit mesuré est le débit de l'îlot (consommé et/ou perdu).

Une enquête préalable des usagers présents sur la zone permettra d'estimer plus finement les consommations, et donc de fiabiliser l'estimation du débit de fuites. Les usagers pouvant être dérangés par une interruption de la distribution pourront être avertis ou isolés.

L'opération nécessite une phase de préparation importante : schéma fonctionnel planimétrique du réseau, plan général du réseau à jour (fiche I-A-1), protection de l'accès aux vannes, tableau d'ordre de fermeture des vannes, tableau d'ordre d'ouverture des vannes, choix de l'installation des appareils de mesure.

Les instruments de mesure (débitmètre/compteur, manomètre) peuvent être installés dans un camion ou non. Le tuyau souple (type « pompier ») doit avoir une longueur suffisante pour relier les poteaux incendie et un diamètre compatible avec le débit à faire transiter. Afin de ne pas risquer de contaminer le réseau, le matériel (tuyaux et débitmètre) doit bénéficier d'une Attestation de Conformité Sanitaire (ACS) et subir une désinfection.

Une fiche de rapport d'intervention, préparée lors de la phase d'organisation de l'opération, sera remplie sur place : résultats des tests d'étanchéité des vannes, test de pression, mesures de débit et pression, heure de fermeture/ouverture des vannes, etc. L'exploitation des mesures peut se faire *a posteriori* pour la pré-localisation des fuites.

### Moyens humains

Une équipe de plusieurs techniciens (souvent trois ou plus) est mobilisée pour fermer et ouvrir l'ensemble des vannes, installer le raccord et effectuer les mesures.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Faible
	Fonctionnement	Faible (réalisation de jour) Modéré (réalisation nocturne)
Recours à des prestataires		Rare

### Impacts de l'action

Il est préférable d'avertir les usagers concernés ; bien que l'opération puisse être réalisée sans interruption du service, l'alimentation peut être perturbée.

Le réseau peut subir des coups de bélier en cas de manipulation trop rapide des vannes de sectionnement. Des poches d'air peuvent également se créer en cas d'ouverture trop rapide des vannes. La qualité de l'eau peut être impactée car des variations de vitesse de l'eau dans les conduites peuvent entraîner la mise en suspension de particules.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : ponctuelle

## Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, « Le camion de quantification », *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, pp. 35.

Bénade M., « La quantification des fuites dans les réseaux d'eau potable », *L'Eau, l'Industrie, les Nuisances*, n° 143, 1991, pp. 43-46.

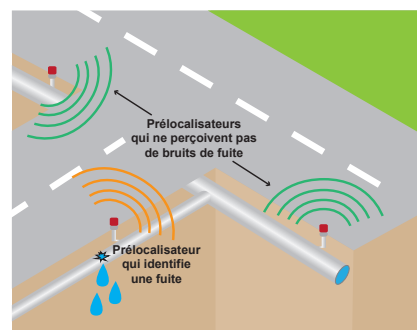
OIEau, « Camion de mesure », *Recherche de fuites : Techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable*, Cahier technique n° 2, OIEau, 2005, p. 32.

## N° II-A-4 PRÉLOCALISATION ACOUSTIQUE

### Présentation de l'action

La prélocalisation acoustique consiste à mesurer les niveaux de bruits du réseau, à la recherche du bruit permanent généré par l'écoulement continu de l'eau à travers un orifice et qui se propage dans les canalisations du réseau (parois et eau). En cas de niveau minimal de bruit important ou variant fortement d'un capteur à l'autre, la source du bruit doit être identifiée et localisée (fiches II-B-1 à 5) afin de s'assurer qu'il s'agit bien d'une fuite.

Les capteurs de bruit peuvent être installés en contact direct soit avec la canalisation (accéléromètre aimanté), soit avec l'eau (hydrophone), de manière permanente (utilisation en poste fixe) ou régulièrement déplacés (utilisation mobile). Un prélocalisateur acoustique peut capter les bruits émis à une distance variant de quelques dizaines à quelques centaines de mètres selon les conditions (matériaux constitutifs du réseau notamment). Aussi, la pose d'une batterie d'appareils est nécessaire pour couvrir la zone du réseau étudiée.



Prélocalisation acoustique d'une fuite  
(source : Onema)

Certaines technologies possèdent une fonction d'analyse des bruits signalant la détection ou l'absence d'une fuite à chaque période d'écoute. D'autres donnent seulement les histogrammes de bruits enregistrés et nécessitent des compétences pour leur interprétation.

### Champs d'utilisation

Cette technique est intéressante dans les zones urbaines maillées, avec une densité de branchements importante, pour lesquelles il n'est pas judicieux ou possible de sectoriser plus finement, ainsi que pour les zones avec des niveaux de pertes importants afin d'affiner la recherche de fuite.

Conditions nécessaires à l'application de la technique – par type de capteur		
Type de capteur	Accéléromètre	Hydrophone
Type de contact	Avec la canalisation	Avec l'eau
Position des capteurs	Aimantés sur les carrés de manœuvre des vannes (éloignés de 20 à 250, voire 400 m, selon le matériau et les conditions)	Introduits dans la veine liquide via des prises en charge du réseau, jusqu'à 400 m d'intervalle
Diamètre canalisation	Tout diamètre couramment utilisé, moindre performance sur les plus gros diamètres (à partir de 200 ou 500 mm selon les matériaux)	
Matériaux des conduites	Tout matériau mais plus performant sur la fonte, l'acier, le béton et l'amiante-ciment, car moindre atténuation du bruit	Tout matériau
Pression	Minimum de 1 à 2 bars	

### Conditions nécessaires à l'application de la technique – par type d'utilisation

Type d'utilisation	Utilisation mobile	Utilisation à poste fixe
Niveau sonore ambiant	Le moins de bruit permanent possible (transformateur, climatiseur, VMC, chute dans les réseaux d'assainissement, etc.)	
Période de mesure préconisée	Nocturne généralement, en journée si suffisamment calme	Paramétrage des mesures entre 2h et 4h du matin (période la plus calme)
Niveau de connaissance du réseau	Plan détaillé du réseau et emplacements des accès connus	
Niveau d'organisation	Une équipe de recherche de fuite	Centre de supervision + une équipe de maintenance

## Mise en œuvre

En utilisation mobile, cette action est déployée lors de campagnes d'écoute systématique du réseau ou de manière plus ciblée après identification d'un secteur avec un niveau de pertes important ou anormal. Une étude préalable doit permettre de planifier les rotations des appareils sur le secteur.

Le bruit étant fonction de la fuite (conditions hydrauliques, géométrie de l'orifice) et de l'environnement dans lequel l'onde acoustique se propage, une étude permettra de définir le nombre d'enregistreurs nécessaires et leurs emplacements (nécessite une bonne connaissance du réseau).

Une fois les tronçons fuyards identifiés, une équipe de recherche intervient pour localiser et réparer la/les fuite(s).

## Moyens

	Utilisation mobile	Utilisation à poste fixe
Investissements	Une flotte de prélocalisateurs (min 6 et jusqu'à 50) + un patrouilleur de relèvement	Une flotte de prélocalisateurs (jusqu'à plusieurs centaines) + un système de relèvement parmi : - radio : antennes/répéteurs/concentrateurs - gsm : carte sim - piétonne : patrouilleur de relèvement + outils de télégestion
Humain & formation	Une personne seule	1 technicien formé à l'utilisation de la télégestion et à la maintenance des enregistreurs et du système de transmission
Organisation	Pose et dépose de jour	Bilans quotidiens et périodiques des diagnostics émis par les enregistreurs



## Coûts

		Utilisation mobile	Utilisation à poste fixe
Réalisation en interne	Investissement	Faible	Modéré
	Fonctionnement	Modéré	Faible
Recours à des prestataires		Rare	Installation : Courant Fonctionnement : Occasionnel

## Impacts de l'action

Cette technique n'impacte pas le fonctionnement du réseau et la qualité du service. Selon le mode de transmission choisi, des ondes UHF/VHF/ wifi seront émises.

## Éléments d'efficacité de l'action

	Utilisation mobile	Utilisation à poste fixe
Délai de mise en œuvre	Court	Long
Durée de l'effet	Ponctuelle	Durable

Les principales causes de dysfonctionnement de l'opération sont les suivantes :

- présence de bruits parasites permanente ;
- mauvais contact entre le capteur et la conduite (surfaces de contact à nettoyer) ;
- perturbation de la liaison radio entre le capteur et le récepteur (trop faible portée, obstacles physiques, humidité, interférence de signaux) ou du réseau GSM/SMS.

Selon le mode de communication entre les capteurs et l'unité centrale retenue et selon les performances obtenues, le protocole de communication sera adapté pour récupérer un maximum d'informations tout en optimisant la consommation énergétique des capteurs.

## Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, « Enregistreur de bruit », *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, p. 35.

Guillaume J. P., et Sandraz A. C., « Pré-localisateurs de fuites : démarche et résultats d'essais sur plateforme », *Techniques sciences méthodes*, n° 5, 2012, pp. 37-46.

OIEau, « Enregistreurs de bruit », *Recherche de fuites : Techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable*, Cahier technique n° 2, OIEau, 2005, pp. 33-34.

## N° II-A-5 ÉCOUTE DIRECTE MÉCANIQUE

### Présentation de l'action

Il s'agit de la plus ancienne technique employée en matière de recherche de fuites. Elle consiste à capter les bruits véhiculés par le matériau des canalisations à l'aide d'une tige métallique. Le bruit est alors amplifié par « une membrane à tension réglable placée à l'intérieur d'une caisse de résonance » (OIEau, 2005). L'opérateur écoute le réseau avec un stéthoscope et identifie le bruit généré par une fuite.

Cette méthode rustique d'auscultation des réseaux a des performances qui dépendent de l'expérience de l'opérateur.



Amplificateur d'écoute directe Hydrosol®  
(source : France Détection Services)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'application de l'action	
Diamètre canalisation	Tout diamètre courant, écoute difficile au-delà de 250 mm
Matériaux	Tout type mais meilleure transmission du bruit par les métaux (fonte, acier)
Pression de service	Minimum 1 à 2 bars
Niveau sonore	Le plus faible possible
Accès aux éléments du réseau	Vannes régulièrement espacées
Niveau de connaissance du réseau	Plan détaillé avec les vannes
Niveau de connaissance de la méthode	Expérience qui s'acquiert avec la pratique

### Mise en œuvre

L'écoute directe mécanique est une technique permettant de prélocaliser une fuite entre deux points d'écoute proches (50 à 200 m). Elle peut être mise en œuvre de manière systématique par écoutes successives des vannes du réseau ou d'une zone préalablement ciblée (par prélocalisation « large » du type sectorisation, îlotage ou quantification par alimentation directe). L'écoute directe est également réalisée ponctuellement pour s'assurer de la localisation d'une fuite sur un tronçon ou pour vérifier l'efficacité d'une réparation.

Une fois le tronçon fuyard identifié, une technique de localisation acoustique (fiches II-B-1 et II-B-2) permet de positionner la fuite précisément sur le tronçon, évitant ainsi des trous secs ou trop grands.

## Moyens humains

Le temps passé dépend de la taille de la zone à couvrir et de l'expérience de l'opérateur.

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Faible
	Fonctionnement	Modéré
Recours à des prestataires	Rare	

L'investissement est durable, la canne d'écoute étant un outil robuste.

## Impacts de l'action

Cette action est neutre vis-à-vis du fonctionnement du réseau comme de l'environnement.

Le matériel ne présentant pas de protection auditive pour l'opérateur, celui-ci devra être très vigilant lors de son utilisation.



Réalisation d'une écoute directe mécanique  
(source : Irstea)

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court, une fois le chercheur de fuite opérationnel

Durée de l'effet : ponctuelle

Le bruit de fuite est atténué par la présence de plastique (tronçon ou réparation) et augmenté par la pression de l'eau. Le bruit ambiant (vent, circulation, etc.) et le bruit du réseau (tirage, fermeture de vanne, etc.) peuvent gêner l'opérateur. Il est donc préférable de travailler de nuit ou de se tourner vers un amplificateur électronique, plus sensible.

## Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, « Enregistreur de bruit », *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, p. 35.

Hamilton S. and Charalambous B., « Method B: Manual listening stick », *Leak Detection, Technology and Implementation*, London, UK, IWA publishing, 2013, pp. 11-12.

OIEau, « La localisation précise des fuites et les amplificateurs mécaniques », *Recherche de fuites : Techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable*, Cahier technique n° 2, OIEau, 2005, pp. 35-36.

## N° II-B-1 ÉCOUTE ÉLECTRONIQUE AMPLIFIÉE DIRECTE ET AU SOL

### Présentation de l'action

L'écoulement de l'eau par un orifice de fuite produit un bruit qui est propagé en s'atténuant par le matériau de la canalisation et par le sol.

L'écoute électronique consiste à utiliser un capteur piézo-électrique qui transforme le bruit de fuite en signal électrique et un boîtier électronique qui transforme le signal électrique en signal sonore (casque d'écoute) et en signal visuel (galvanomètre ou barre-graph) visible directement sur un écran portable. Sur la plupart des appareils, il est possible de filtrer le signal pour essayer d'isoler le bruit de la fuite du bruit ambiant.

L'écoute se fait en premier lieu sur les points d'accès de la conduite (carrés de manœuvre des vannes, poteaux incendie, etc.) afin de détecter les niveaux sonores les plus importants. On affine ensuite la localisation de la fuite en travaillant en écoute directe sur le sol tous les 50 cm.



Réalisation d'une écoute au sol  
(source : Irstea)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires	Écoute directe	Écoute au sol
<b>Diamètre canalisation</b>	Tout DN mais écoute de moindre qualité à partir de 350 mm	
<b>Matériau</b>	Tout type mais meilleure transmission du son par les matériaux métalliques (fonte, acier)	
<b>Pression de service</b>	Minimum 1 à 2 bars	
<b>Niveau sonore ambiant</b>	Le plus faible possible	
<b>Accès</b>	Vannes, branchements, poteaux incendie	Possibilité de suivre le tracé de la canalisation en surface
<b>Niveau de connaissance du réseau</b>	Plan détaillé des équipements du réseau Matériaux renseignés	Plan détaillé du réseau Matériaux renseignés

### Mise en œuvre

L'amplificateur électronique est généralement fourni dans une mallette avec les microphones permettant de réaliser l'écoute directe et l'écoute au sol. Le microphone utilisé est choisi en fonction du point d'écoute :

- carrés de manœuvre des vannes : capteur aimanté ou pointe ;
- zones enherbées : pointe ;
- zones gravillonnées : trépieds ;
- revêtements de surface durs (enrobé, béton, etc.) : cloche.

L'écoute directe amplifiée est réalisée sur des zones où des fuites sont suspectées et/ou prélocalisées.

L'écoute au sol est utilisée pour positionner précisément une fuite prélocalisée (fiches II-A) ; elle est fortement recommandée pour confirmer les autres techniques de localisation (fiches II-B) afin d'éviter des trous secs ou trop grands.

### **Moyens humains**

Le chercheur de fuite doit savoir manipuler l'appareil (choix du microphone adapté, réglage de l'appareil) et repérer le bruit de la fuite. La performance de l'écoute (fiabilité de la détection, rapidité) est liée à l'expérience du chercheur.

### **Coûts**

<b>Réalisation en interne</b>	<b>Investissement</b>	Faible
	<b>Fonctionnement</b>	Modéré
<b>Recours à des prestataires</b>	Occasionnel	

### **Impacts de l'action**

Cette action est neutre vis-à-vis du fonctionnement du réseau comme de l'environnement.

## **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : court, une fois le chercheur de fuite opérationnel.

Durée de l'effet : ponctuelle

Le bruit de fuite est atténué par la présence de plastique (tronçon, réparation) et augmenté par la pression de l'eau.

La performance de l'écoute au sol est impactée par la qualité du sol qui transmet plus ou moins bien les sons : un sol compact est un meilleur terrain qu'un sol sablonneux.

## **Références**

Agence de l'eau Adour-Garonne, « Détecteur acoustique des fuites », *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p., p. 82.

Hamilton S. and Charalambous B., « Method A: Gas Injection Method », *Leak Detection, Technology and Implementation*, London, UK, IWA publishing, 2013, 98 p., p. 11.

Klingel P. et Knobloch A., « Méthode de détection des fuites : Le test par étapes », *Guide pour la réduction des pertes en eau centré sur la gestion des pressions* - GIZ, 2011, p. 191.

OIEau, « La localisation précise des fuites et les amplificateurs mécaniques », *Recherche de fuites : Techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable*, Cahier technique n° 2, OIEau, 2005, pp. 35-36.

## N° II-B-2 CORRÉLATION ACOUSTIQUE

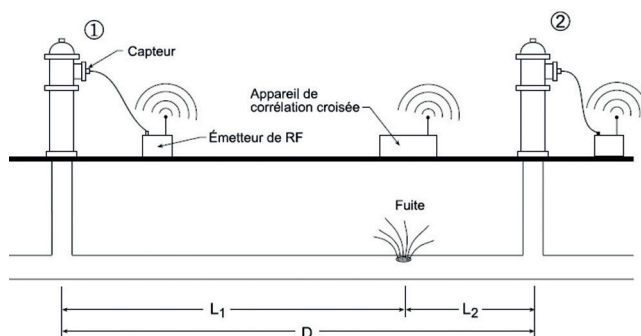
### Présentation de l'action

L'écoulement de l'eau par un orifice génère une onde acoustique qui se propage à une vitesse spécifique et constante dans un milieu homogène donné (eau, matériau de la conduite, etc.). L'amplitude de l'onde acoustique s'atténue en se propageant, jusqu'à ne plus être distinguable du bruit de fond.

La corrélation consiste à positionner 2 capteurs sur des points d'accès du réseau (si possible de part et d'autre de la fuite) et à chercher les similitudes entre les bruits qu'ils enregistrent.

Lorsqu'un bruit de fuite est identifié, il est possible de calculer sa position, connaissant :

- la distance entre les deux capteurs ;
- la vitesse de propagation du bruit dans le matériau ou dans l'eau ;
- le décalage temporel à l'enregistrement par les 2 capteurs du bruit généré par la fuite (perçu atténué et retardé pour le capteur situé le plus loin de la fuite).



Principe de la corrélation acoustique  
(source : Osama Hunaidi, CNRC)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à la réalisation de la corrélation acoustique		
<b>Capteurs</b>	Accéléromètres	Hydrophones
<b>Contact</b>	Avec la canalisation par aimantation sur un carré de manœuvre d'une vanne ou sur un poteau incendie	Avec l'eau : introduit dans la canalisation via une prise en charge
<b>Écartement des capteurs à ajuster selon les résultats</b>	Accessoires de fontainerie généralement distants de 20 à 200 m (selon le matériau)	Prises en charge éloignées d'au plus 400-500 m selon les possibilités
<b>Pression de service</b>	Minimum 1 à 2 bars	Toute pression
<b>Diamètre</b>	Tout diamètre mais efficacité réduite à partir de 200 ou 500 mm selon le matériau de la conduite	Tout diamètre mais perte d'efficacité à partir de 400 mm
<b>Matériau</b>	Tout type mais meilleure diffusion du bruit par la fonte, l'acier, le béton et l'amiante-ciment	Tout type

La corrélation acoustique se pratique à l'aide de :

- capteurs mobiles, lorsqu'une fuite a été pré-localisée sur un tronçon ;
- capteurs à poste fixe, installés pour réaliser une surveillance quotidienne du réseau.

Le choix du capteur accéléromètre ou hydrophone se fait principalement en fonction :

- du matériau des conduites du réseau, l'accéléromètre étant moins performant sur les matériaux plastiques ;
- des bouches à clés ou des prises en charge suffisamment rapprochées pour installer les capteurs pour réaliser la corrélation.

Le relevé des capteurs peut se faire par liaison radio, GSM, wifi ou filaire.

## Mise en œuvre

La mesure est réalisée lorsque le niveau sonore ambiant et les consommations sur le réseau sont les plus faibles possibles pour éviter les erreurs de corrélation.

Cette opération doit être préparée à l'aide d'un plan détaillé du réseau sur lequel figurent les équipements (vannes et prises en charge sur lesquelles pourront être placés les capteurs) et les matériaux des conduites.

La corrélation nécessite une bonne connaissance de la méthode afin de procéder à un réglage fin du corrélateur (bandes de fréquences, vitesse de propagation du son, distance entre capteurs, milieu de propagation). Pour une bonne efficacité, il est important de bien connaître les paramètres de la corrélation (distance entre les capteurs, matériau, etc.) et d'avoir une bonne synchronisation temporelle entre les 2 capteurs (inférieure à la milliseconde).

### Moyens

Cette opération nécessite un corrélateur et ses accessoires, utilisés par un technicien formé à leur manipulation et ayant une bonne connaissance du réseau.

### Coûts

		Poste mobile	Poste fixe
Réalisation en interne	Investissement	Faible (selon nombre et type de capteurs)	Modéré (selon nombre et type de capteurs)
	Fonctionnement	Modéré	Faible
Recours à des prestataires		Courant	Courant (installation) Occasionnel (fonctionnement)

### Impacts de l'action

Cette action est neutre vis-à-vis du fonctionnement du réseau comme de l'environnement. La desserte des usagers est assurée normalement.

### Éléments d'efficacité de l'action

Type d'utilisation	Poste mobile	Poste fixe
Délai de mise en œuvre	Court	Long
Durée de l'effet	Ponctuelle	Durable

La localisation de la fuite doit systématiquement être confirmée par une écoute au sol, afin d'éviter les erreurs. La précision de la corrélation nécessite une bonne connaissance ou évaluation de la vitesse du son. Ainsi, pour une corrélation sur conduite (accéléromètres) la présence de réparations locales plastiques non prises en compte modifie la vitesse de propagation du son.

### Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, *Corrélateur acoustique. Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, p. 83.

Hamilton S. and Charalambous B., *Leak Detection, Technology and Implementation*, London, UK, IWA publishing, 2013, 98 p.

OIEau, *Recherche de fuites : Techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable*, Cahier technique n° 2, *La localisation précise des fuites et corrélation acoustique*, OIEau, 2005, pp. 35, 39-40.



## N° II-B -3 GAZ TRACEUR

### Présentation de l'action

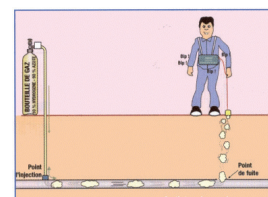
Cette technique consiste à introduire un gaz traceur plus léger que l'air dans le réseau à tester. Le gaz, inerte vis-à-vis de l'eau, se dissout sous la pression de l'eau qui le transporte dans le réseau. En présence d'une fuite, il s'échappe de la conduite et remonte à la surface en traversant le sol. Il peut alors être détecté en surface à l'aide d'une sonde aspiratrice qui mesure en continu sa concentration.

Les gaz utilisés sont l'hélium pur ou l'hydrogène (mélange 5 % hydrogène – 95 % azote).

Le plus souvent, l'opération est menée sur conduite en charge. Elle peut aussi être réalisée sur conduite vide mais il faudra alors utiliser une plus grande quantité de gaz.

L'étanchéité d'une conduite nouvellement posée peut être testée par cette technique.

Cette opération permet d'évaluer l'importance des fuites selon la concentration de gaz mesurée. Toutes les fuites de la portion de réseau testée sont repérées en une seule opération.



Détection du gaz traceur au droit d'une fuite (source : OIEau)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'emploi du gaz traceur	
<b>Diamètre</b>	Communément utilisé entre 25 et 400 mm ; possible au-delà mais nécessite de grandes quantités de gaz
<b>Connaissance du réseau</b>	Plan détaillé du réseau, sur fond cadastral Précision à +/- 1 m de l'axe des conduites
<b>Circulation de l'eau</b>	Sens de circulation de l'eau connu et maîtrisé (modèle hydraulique). Si le débit est insuffisant dans certains tronçons, il est nécessaire de réaliser un tirage d'eau pour amener le gaz dans ces tronçons.
<b>Circulation en surface</b>	Le réseau ne doit pas traverser des zones inaccessibles trop étendues (bâtiments, friches).
<b>Revêtement du sol</b>	Au droit des conduites, le sol doit être perméable. Si ce n'est pas le cas (béton, enrobés trop épais ou trop denses, etc.) des trous de sondages à intervalles réguliers devront être percés à travers le revêtement.
<b>Autres réseaux</b>	La présence d'autres réseaux au-dessus du réseau d'eau potable peut fausser la localisation des fuites : le gaz va se diffuser préférentiellement le long de ces réseaux et ressortir plus loin.

La technique du gaz traceur est employée sur un secteur avec un niveau de pertes élevé et lorsque les techniques acoustiques ne sont pas adaptées (réseau plastique, absence de points d'accès, faible pression, profondeur trop importante, environnement bruyant) ou qu'elles n'ont pas donné de résultats.

## Mise en œuvre

L'injection de gaz est réalisée par un point d'accès existant sur le réseau (branchement, poteau incendie, autre prise en charge). Une purge est alors ouverte à l'autre bout du réseau pour favoriser la circulation de l'eau et donc la propagation du gaz. La détection du gaz au niveau de cette purge garantit que le gaz est présent dans tout le réseau. La détection peut alors commencer, et peut durer jusqu'à 3 jours (temps de présence du gaz dans le sol).

L'étape d'injection est la plus dure à maîtriser :

- injecter une trop forte quantité de gaz conduit à obtenir en surface une poche de gaz très étendue en présence de fuites, ce qui rend donc difficile la localisation précise de la fuite ;
- injecter une trop faible quantité de gaz conduit parfois à ne rien détecter lorsque l'on passe au-dessus de la fuite (gaz piégé par le sol ou déjà disparu).

## Moyens

Le matériel utilisé comprend :

- les bouteilles de gaz traceur munies d'un détendeur avec manomètre ;
- un détecteur de gaz qui mesure la concentration d'hélium ou d'hydrogène dans l'air.

Ces opérations étant peu fréquentes, il est généralement fait appel à une société spécialisée.

Un technicien surveille l'alimentation en gaz du réseau tandis qu'un opérateur mesure et note (au sol si possible) la concentration en gaz, tous les mètres au droit des conduites.

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Fort
	Fonctionnement	Modéré
Recours à des prestataires	Courant	

Le coût de l'opération est fonction du gaz utilisé (consigne de la bouteille de gaz, recharges de gaz), du linéaire inspecté et des difficultés spécifiques de mise en œuvre (réalisation de trous de sondage par exemple).

### **Impacts de l'action**

Le gaz utilisé, autorisé par le CSHPF, ne détériore pas la qualité de l'eau et il est non polluant. L'opération peut être réalisée sans interruption du service. La recherche en surface peut nécessiter la réalisation de trous de sondage réguliers si la chaussée n'est pas perméable et/ou perturber la circulation.

### **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : court.

Durée de l'effet : ponctuelle (carte des fuites sur la portion de réseau testée au gaz avec évaluation de leur importance, au moment de la recherche au gaz).

La recherche de fuite par gaz traceur est généralement plus longue que par une méthode acoustique (quelques jours d'opération). En outre, la précision de la localisation peut être faussée par la présence de réseaux voisins du réseau d'eau testé qui créent des chemins préférentiels de circulation du gaz dans le sol ; la fuite sera alors pré-localisée et non localisée.

### **Références**

Agence de l'eau Adour-Garonne, « Détection de fuite par gaz traceur », *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p., p. 84.

Guillaume J.P., « La recherche de fuites au gaz traceur », *L'Eau, l'Industrie, les Nuisances*, n° 355, 2012, pp. 83-87.

Hamilton S. and Charalambous B., « Method A: Gas Injection Method », *Leak Detection, Technology and Implementation*, London, UK, IWA publishing, 2013, 98 p., p. 11.

OIEau, « Le gaz traceur », *Recherche de fuites : Techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable*, Cahier technique n° 2, OIEau, 2005, 48 p., p. 42.

## N° II-B-4 GÉORADAR

### Présentation de l'action

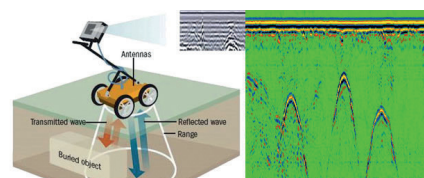
Cette technologie est très marginale en localisation des fuites sur les réseaux d'eau potable. Elle est néanmoins employée lorsque les autres techniques ne sont pas performantes et que les conditions de son application sont réunies.

Il s'agit d'une technique basée sur les propriétés de réflexions des ondes électromagnétiques par les corps. Selon la nature et la profondeur de l'objet rencontré, l'onde ne sera pas réfléchi avec la même vitesse ou la même intensité, ce qui donne une image de l'ensemble des éléments présents dans le faisceau d'onde.

Une fuite est repérable :

- par l'espace créé entre le sol et la conduite et dans lequel circule l'eau ;
- par une brusque augmentation apparente de la profondeur de la conduite, du fait de l'augmentation de la valeur de la constante diélectrique du sol gorgé d'eau aux alentours de la fuite.

La technique consiste à parcourir la portion de réseau étudiée avec le géoradar. Les images obtenues sont analysées en temps réel ou une fois le parcours terminé.



Fonctionnement du géoradar et image radar  
(source : CB détections)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'utilisation du géoradar	
Type de sol	Non argileux et sec
Niveau de connaissance du réseau	Plan détaillé du tracé du réseau
Occupation du sol au-dessus du réseau	Le géoradar doit pouvoir être en contact avec le sol au droit de la conduite
Niveau de connaissance de la méthode	Opérateur expérimenté pour repérer une fuite

Le géoradar est un instrument perfectionné mais qui peut également servir à la détection (fiche I-A-3) de tout type de réseaux (eau potable, assainissement, gaz, chaleur, électrique) et de leur état (amincissement d'une conduite, dépôt de corrosion, etc.) (fiche IV-A-2).

## Mise en œuvre

L'opérateur fait circuler le géoradar en contact avec le sol, au-dessus du tronçon où une fuite est suspectée. Le géoradar comprend une antenne émettrice d'ondes électromagnétiques, un récepteur et un logiciel de traitement du signal, embarqués sur un chariot. L'image du sous-sol apparaît en temps réel sur un écran.

Le traitement du signal et l'identification des déformations nécessitent un puissant logiciel de calcul et de l'expérience.

### Moyens humains

Cette technique doit être mise en œuvre par une personne spécialiste car il y a de nombreux paramètres à définir (choix de l'antenne, réglage de la sensibilité, vitesse de déplacement, etc.) et l'interprétation de l'image obtenue est délicate.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré
	Fonctionnement	Modéré
Recours à des prestataires	Courant (opération de haute technicité, rarement mise en œuvre pour la détection des fuites d'eau)	

### Impacts de l'action

Il s'agit d'une méthode non intrusive. L'impact sur l'environnement est limité à l'émission d'ondes électromagnétiques.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'opération : longue en comparaison d'une méthode acoustique

Durée de l'effet : ponctuelle

Cette action a une performance limitée (fuites non repérées) et une mise en œuvre fastidieuse. Cette technique est peu compétitive pour la recherche de fuites d'eau sur les réseaux d'eau potable par rapport aux techniques acoustiques.

## Références

Agence de l'eau Adour-Garonne, « Radar géologique », *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005, 89 p., p. 87.

Liu Z. and Kleiner Y., « State of the art Review of inspection Technologies for Condition Assessment of Water Pipes », *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, n° 46, 2013, pp. 1-15.

## N° II-B-5 HYDROPHONE MOBILE

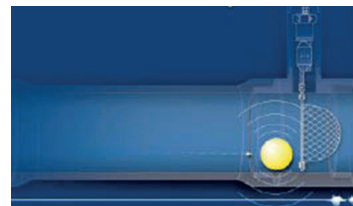
### Présentation de l'action

Cette technologie étant relativement récente, son usage est aujourd'hui réservé aux conduites stratégiques de gros diamètres pour lesquelles le risque en cas de défaillance est important et pour lesquelles les autres techniques ne sont pas performantes.

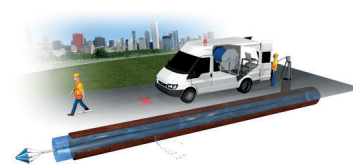
Le principe consiste à introduire un capteur hydrophone dans le réseau d'eau potable. Le capteur se déplace dans les canalisations, poussé par l'eau. Il émet un signal permettant de repérer sa position depuis la surface et enregistre les bruits. On peut ainsi repérer une fuite ou une poche d'air par leurs bruits, estimer l'ampleur de la fuite et la localiser précisément.

Il existe deux variantes de cette technique :

- une variante dite « en nage libre » où le capteur est situé dans une balle poussée par l'eau que l'on récupère en aval grâce à un filet introduit à cet effet au niveau d'une vanne. Les fuites sont localisées avec une précision de quelques mètres ;
- une variante dite « lié » où le capteur est relié à un câble ombilical et tracté par un parachute. Il est introduit au niveau d'une ventouse. On le récupère ensuite en tirant sur le câble ombilical. La précision de la localisation est inférieure au mètre.



Introduction d'un hydrophone libre Smart Ball®  
(source : Pure Technologies)



Introduction d'un hydrophone lié Sahara®  
(source : Pure Technologies)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'utilisation d'un hydrophone mobile (Pure Technologies, 2013)	
Diamètre canalisation min	Smart Ball® (libre) : DN 150 mm Sahara® (lié) : DN 300 mm
Pression	Max 14 bar (Sahara®)
Accès aux éléments du réseau	Conditions de mise en œuvre délicates, voir avec le prestataire
Connaissance du réseau	Plan du réseau détaillé

## Mise en œuvre

Lorsque l'on suspecte des fuites sur une canalisation de gros diamètre et que les autres techniques n'ont pas donné de résultats satisfaisants, une opération avec un capteur hydrophone mobile peut être envisagée. Une étude préalable permettra de définir les points d'entrée et de sortie du capteur, le chemin suivi par le capteur en cas d'embranchement, les obstacles potentiels et le suivi de sa progression en surface. Si besoin, des accès permettant l'introduction et/ou le retrait du capteur devront être créés.

### Moyens humains

S'agissant d'opérations exceptionnelles, il est conseillé de faire appel à un prestataire spécialiste, qui sera accompagné par deux agents sur le terrain.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Fort (matériel de haute technologie)
	Fonctionnement	Modéré (étude préparatoire, mobilisation du personnel)
Recours à des prestataires	Courant (haut niveau de technicité ; usage rare)	

Au besoin, la réalisation d'une fouille entraîne un surcoût important.

### Impacts de l'action

Cette opération ne perturbe pas le service car elle est effectuée en charge (de jour) et car le matériel introduit dans le réseau bénéficie d'une attestation de conformité sanitaire (ACS).

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court mais demande une bonne préparation

Durée de l'effet : ponctuelle

L'utilisation du capteur lié permet également de tracer précisément le réseau dans lequel le capteur circule.

## Références

Hamilton S. and Charalambous B., « Method E: In-line leak Detection Techniques », *Leak Detection, Technology and Implementation*, London, UK, IWA publishing, 2013, pp. 24-27.

Hunaidi O., « Stratégies de détection acoustique des fuites sur les conduites de distribution d'eau », *Solutions constructives*, 2012, n° 79.

Le Scaon S., *Les nouvelles technologies au service de la détection des fuites sur les réseaux d'eau potable - SmartBall, la balle qui détecte les fuites*, Paris, Lyonnaise des Eaux et Advitam, 2008, p. 2.

Liu Z. and Kleiner Y., « State of the art Review of inspection Technologies for Condition Assessment of Water Pipes », *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, n° 46, 2013, pp. 1-15.

Pure Technologies Ltd, « In-line Leak Detection Services for Large-Diameter Pipelines. », 2013, disponible sur <[www.puretechnologiesltd.com/Solutions/leak\\_detection/](http://www.puretechnologiesltd.com/Solutions/leak_detection/)>.

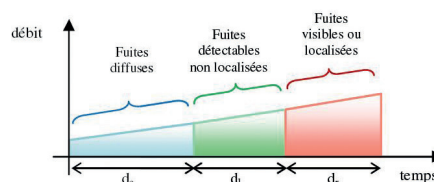
## N° II-C-1 RAPIDITÉ D'INTERVENTION

### Présentation de l'action

Une fuite d'eau sur un réseau d'eau potable est une sortie d'eau continue. Le volume d'eau perdu est le produit du débit de la fuite par sa durée. La rapidité d'intervention sur une fuite est donc un critère essentiel de la lutte contre les pertes en eau.

Il faut distinguer trois familles de fuites :

- les **fuites diffuses** : ce sont les fuites non détectables avec les techniques de recherche de fuite usuelles en raison de leur trop faible débit. Elles s'écoulent donc en permanence ;
- les **fuites détectables non-visibles** : non localisées mais détectables avec les techniques de recherche de fuite actuelles. La sectorisation et les campagnes de recherche active de fuite permettent d'améliorer la rapidité d'intervention ;
- les **fuites visibles** : elles sont localisées par leur manifestation en surface ou par leur impact (casse spectaculaire, eau dans une cave, baisse de pression, etc.).



Évolution d'une fuite en 3 stades  
(source : Irstea)

Gagner en rapidité d'intervention, c'est se doter d'une organisation dédiée permettant de détecter au plus vite la fuite, de la localiser et de réaliser une réparation de bonne qualité.

### Champs d'utilisation

Tous les services d'exploitation d'un réseau d'eau potable ont intérêt à améliorer leur réactivité en matière d'intervention pour réparer les fuites. Cela nécessite une bonne connaissance de son réseau.

### Mise en œuvre

Étapes d'une réparation de fuite	Organisation du service	Recommandations et outils
Signalement de la fuite par le service ou les usagers.	Réception et transmission des signalements de fuites à l'équipe. Nomination d'agent(s) en astreinte.	Sensibilisation des abonnés au signalement des fuites. Mise en place d'une procédure pour le traitement d'une fuite signalée. La prise en charge des fuites non-visibles est accélérée par le suivi des débits de nuit (sectorisation) et par la recherche active.
Localisation de la fuite sur le terrain et sur un plan détaillé (SIG si existant).	Si besoin, une équipe est envoyée sur le terrain pour localiser précisément la fuite.	Adapter/choisir les outils de recherche active selon la situation. Avoir un dispositif de recherche prêt à l'emploi : plan détaillé, outils d'écoute directe, corrélateur.



Étapes d'une réparation de fuite	Organisation du service	Recommandations et outils
Préparation de l'intervention : - choix de la technique de réparation (fiche II-C-2) ; - commande du matériel ; ou recours à un prestataire.	Personnel formé aux techniques de réparation et à leurs spécificités.	Mise en place d'un contrat avec un sous-traitant ou des bons de commandes types. Saisir l'opportunité d'accès au réseau (prélèvement d'échantillon, recueil d'informations pour l'inventaire du réseau).
Préparation du chantier : - identification des vannes de sectionnement pour isoler la fuite ; - signalisation du chantier.		Des vannes bien entretenues permettent d'isoler rapidement le site (fiche II-A-1).
Intervention (fiche II.C.2).	Une équipe compétente doit être mobilisable très rapidement, soit au sein du service, soit en prestation.	Mise en place d'un contrat avec un sous-traitant si les interventions sont régulièrement déléguées. Suivi d'une procédure qualité (fiabilité de la réparation). Contrôle de la réparation.

### **Moyens humains**

L'équipe d'exploitation et le secrétariat sont mobilisés pour augmenter la réactivité du service. Une formation du personnel est nécessaire afin qu'il s'approprie les outils mis en place.

### **Coûts**

<b>Réalisation en interne</b>	<b>Investissement</b>	Faible/Modéré
	<b>Fonctionnement</b>	Faible
<b>Recours à des prestataires</b>		Rare

Dans un deuxième temps, le déploiement d'outils spécifiques (contrats avec des sous-traitants, investissement dans du matériel de recherche active de fuite) et/ou le renforcement de l'équipe en charge de l'exploitation représente un investissement durable.

### **Impacts de l'action**

L'action permet d'économiser de l'eau en réduisant la durée d'existence de la fuite. Il est cependant nécessaire d'arbitrer entre rapidité d'intervention et qualité/continuité du service. En effet, des coupures d'eau sans avertissement préalable des usagers et les travaux (perturbation de la circulation, bruit) nuisent aux usagers et riverains.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : long, fonction du dispositif déjà en place

Durée de l'effet : durable

Un fichier recensant les fuites signalées et réparées permet de faire des points réguliers sur les opérations à mener et de calculer un indicateur de rapidité d'intervention.

Les outils et les procédures d'interventions doivent progresser avec les pratiques et les moyens de l'exploitant (SIG et modèle hydraulique) : intégration des nouvelles informations et alimentation des nouveaux outils avec les données des interventions.

## Références

Chesneau O., Brémond B. and Le Gat Y., « Predicting leakage Rates through Background Losses and unreported burst Modelling », présenté au Water Loss Congres, Bucarest, Roumanie, 2007.

Hamilton S. and Charalambous B., « Paper 3: The problem of Leakage Detection on large Diameter mains », *Leak Detection, Technology and Implementation*, London, UK, IWA publishing, 2013, pp. 81-90.

Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, Onema, 2012, 68 p.

## N° II-C-2 RÉPARATION

### Présentation de l'action

Lorsqu'une fuite est localisée, une réparation peut permettre de rétablir l'étanchéité d'un élément de canalisation défectueux, sans pour autant générer des travaux de renouvellement importants.

Selon le type de dommage, on choisira généralement soit de poser un manchon autour de l'élément défaillant, soit de découper et de remplacer la partie endommagée. Les fuites de type goutte-à-goutte au niveau des pompes et des vannes peuvent souvent être supprimées simplement en resserrant les boulons sur la bague du joint.

Enfin, il existe d'autres techniques de réparation spécifiques aux canalisations visitables comme l'étanchement d'un joint fuyard (joint AMEX ou par bourrage d'un produit élasto-plastique).

Si une protection cathodique est présente sur la conduite à réparer, une attention particulière sera portée au maintien de la continuité électrique, en particulier au droit de la réparation. Ainsi, si elle n'est pas garantie par la boulonnerie de la réparation, des shunts doivent être mis en place au besoin.

D'autre part, afin de prévenir certains phénomènes de corrosion dus à la nature des sols ou aux phénomènes de courants vagabonds, il peut être pertinent de prévoir la mise en place de protections telles que des bandes, des manchettes de protection ou une protection cathodique (à courant imposé ou par anodes sacrificielles).

Une fois réalisée, la réparation doit faire l'objet d'un contrôle et d'une fiche d'intervention afin de maintenir à jour la connaissance du réseau (fiche II-C-3). Ces interventions sont également l'occasion de vérifier l'exactitude des informations des plans et le cas échéant de les corriger, en veillant à consigner la source de ces modifications.



Installation d'un manchon de réparation  
(source : Norham)

### Champs d'utilisation

Conditions d'application des techniques de réparation		
<b>Technique</b>	Pose de manchons sans découpe	Découpe - remplacement
<b>Diamètre du tuyau</b>	Petit à moyen	Tous
<b>Type de dommage</b>	Casse ou fissure circonférentielle Trous Piqûres de corrosion	Casse importante Fissure longitudinale Emboîture de joint trop endommagée Branchement défectueux

Le choix de la technique et des pièces de réparation tiendra également compte de la qualité du matériau de la conduite, de la nature des sols et de la proximité éventuelle d'ouvrages pouvant être à l'origine de ces désordres (courant vagabond, poinçonnement, couple galvanique, etc.).

## Mise en œuvre

Les règles de mise en œuvre et d'installation énoncées par les fabricants doivent être scrupuleusement respectées, sous peine de devoir ré-intervenir rapidement : mise en place des pièces, couple de serrage, etc.

Étapes de la réparation		
<b>Technique</b>	Manchon	Découpe - remplacement
<b>Accès à la fuite</b>	Réalisation d'une fouille permettant de dégager la portion de conduite fuyarde	
<b>Isolement du tronçon</b>	Selon l'importance de la fuite et la pression du réseau	Oui
<b>Préparation</b>	Nettoyage de la surface externe	Non
<b>Mise en place de la réparation</b>	Positionnement du manchon autour de la conduite et serrage des boulons de(s) mâchoire(s) pour assurer l'étanchéité par contact entre le manchon et le tuyau.	Découpe de la section à remplacer. Remplacement par un tronçon et des joints neufs ou par un manchon, en prenant garde à conserver l'alignement avec la ou les conduite(s) en place.
<b>Rinçage, purge et désinfection</b>	Seulement si pression insuffisante durant la réparation	Oui
<b>Contrôle de la réparation</b>	Essai d'étanchéité de la réparation Contrôle de l'efficacité de la réparation (absence de fuite[s] sous-jacente[s]) : indicateurs de fuite négatifs (débit de référence, pression, niveau de bruit, etc. revenus à leur niveau d'avant la fuite).	

## Sécurité

Les réparations des conduites en béton avec âme d'acier ou en amiante-ciment nécessitent de faire appel à un spécialiste et/ou de prendre des précautions de sécurité.

Ces interventions sont considérées à juste titre comme des travaux dangereux car souvent exposés aux risques liés à la circulation routière, à la présence de nombreux réseaux souterrains situés à proximité de la conduite à réparer, aux éboulements des terrains saturés en eau. Elles sont souvent réalisées dans l'urgence car certaines fuites peuvent affecter fortement la distribution en eau.

## Moyens

Une réparation est généralement réalisée en quelques heures par une équipe de techniciens. L'opération peut être optimisée par une bonne organisation (fiche II-C-1).

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré, hors dégâts collatéraux générés par la fuite
	Fonctionnement	-
Recours à des prestataires	Rare	

Une réparation induit des coûts indirects liés aux perturbations éventuelles du service et de la qualité de l'eau, aux nuisances générées auprès des riverains.

## Impacts de l'action

Ce sont ceux de la réalisation d'une fouille : interruption de la circulation, réfection de la voirie, bruit. Au besoin, mettre en place une dérivation du tronçon isolé permet d'assurer la continuité du service.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : décroissante. La défektivité réparée peut être un indice d'une pathologie importante de la conduite, qui nécessiterait sa rénovation ou son remplacement (fiches IV-B et IV-C).

## Références

American Water Work Association (AWWA), *Audits, bilans d'eau et programmes de réduction des pertes - Manuel de pratiques d'approvisionnement en eau*, n° M36, AWWA, Réseau Environnement, 2009.

Ministère de l'Environnement du Québec, *Captage et Distribution de l'eau*, directive 001, 2002, 71 p.

## N° II-C-3

# SUIVI DES INTERVENTIONS

## Présentation de l'action

Lors d'une intervention sur le réseau, suite à une défaillance notamment, il est important d'archiver à la fois les circonstances de l'intervention, les caractéristiques de la défaillance et les travaux réalisés. L'intervention est également l'occasion de collecter des informations manquantes sur la canalisation (position, profondeur, matériau, âge, type de joint, présence d'équipement, trace de réparations précédentes, etc.).

L'ensemble de ces informations sert à :

- mettre à jour les plans, la base de données des conduites et des équipements du réseau (fiches I-A) et le modèle hydraulique (fiche I-D-2) ;
- réaliser une analyse à l'échelle du réseau pour identifier des problèmes récurrents et des secteurs/conduites sensibles (historique des défaillances) ; un couplage est possible avec les chroniques de débits de nuit ;
- alimenter des outils d'aide à la décision tels que les logiciels de prévision des casses (fiche IV-A-1).

En fonction de ces observations, le service pourra alors :

- orienter sa politique de gestion patrimoniale (prévoir un programme de travaux adapté, etc.) ;
- améliorer sa stratégie de lutte contre les pertes ;
- conduire une démarche qualité tant sur les choix techniques (type de matériaux, remblais) que sur les choix de ses fournisseurs et prestataires.

## Champs d'utilisation

Le suivi des interventions doit être assuré par tous les services, quel que soit le niveau de connaissance de leur réseau.

## Mise en œuvre

Le suivi des interventions est facilité par la mise en place d'un support qu'un opérateur complète sur place. Si le format du support est libre (papier, informatique, fiche, plan, etc.), la fiche type d'intervention, *a fortiori* si elle est conçue avec des champs à cocher, présente les avantages :

- d'homogénéiser et de garantir la permanence de la méthode et du contenu des rapports d'intervention, valorisant leur croisement avec de longues chroniques d'observation ;
- de recueillir l'ensemble des informations souhaitées (le support liste les éléments à noter) avec un maximum de clarté (limite les interprétations ultérieures à la saisie) ;
- de faciliter la saisie à l'agent sur place, donc de gagner du temps et de limiter le nombre d'interventions non documentées.

Des fiches d'intervention types et des recommandations quant à leur contenu sont disponibles dans l'article ([Eisenbeis et al., 2002](#)), dans le rapport ([Renaud, 2005](#)) et dans le guide ([ASTEE et AITF, 2013](#)).

**ATTACHEMENT DE TRAVAUX OU D'INTERVENTION**  
**RÉGIE DES EAUX DE GRENOBLE**      Numéro : **25690**

Adresse Travaux ou de l'intervention: **av. Beaumarchais**

Désignation ou objet des Travaux: **Réparation d'une fuite sur conduite fonte Ø 80 cassée par une racine d'arbre**

Commune: **GRENOBLE**

Réparation faite: **REG**      Client / à charge de: **REG**

Réf. Site/Atelier: **58-500**      Réf. DUMONT: **GRENOBLE**

Travaux terminés et mise en service eau OK >>> (procédure qualité)

MOYENS MIS EN OEUVRE

SS	HEURE	NOM	HE	HE	DATE
00	08:30:00	KARIM	15:00		20/02/2012
01	08:30:00	BERGÉ	15:00		20/02/2012
02	08:30:00	REMY	15:00		20/02/2012

Matériels

Mo	Immatriculation	Désignation	Date-Moyen	Temps/Véhicule
32	828DDM38	INTERVENTIO	20/02/2012	00:30:00
32	828DDM38	INTERVENTIO	20/02/2012	00:05:00
3	85701YF	SCUDO REMY	20/02/2012	00:30:00

SOUS TRAITANCE

Facturation: **1 458,32 €**

Reflexion/Voie

Type de revêtement	Surface/Assesment	Reflexion à programmer	Remarques
Finition Goudonnée	500-140	50	

Statistiques - Qualité (coché = oui)

Coupe d'eau: **14:30 à 17:30**

si plusieurs coupures: à détailler de tes remarques

Rapport d'intervention ou DCT  
 Rapports avec Départs des Eaux  
 Travaux suite à recherche de fuites  
 Travaux réalisés en Astéro  
 Mise En Fourrière de véhicule  
 Contrôle Parcours - P2  
 Plans joints  
 N°DP  
 Demande Arrêté de Voie  
 Régulation Tx Urgent SVC

Date d'édition: 10/01/2013 16:38:18

Exemple de fiche de suivi des interventions (source : Régie des Eaux de Grenoble)

Lors de la saisie, un soin particulier doit être porté à la localisation de l'intervention afin qu'aucune équivoque ne soit possible sur la canalisation concernée. L'intervention doit être reliée à l'organe de réseau concerné (tronçon de canalisation, branchement, etc.) et positionnée sur le plan (il est aujourd'hui possible de collecter les coordonnées géographiques grâce à un GPS).

Afin de synthétiser les interventions, il est intéressant de mettre en place un fichier de suivi, en lien ou non avec le SIG et/ou le modèle hydraulique, qui récapitule l'état de l'intervention (planifiée, en cours, terminée), la date de l'intervention, l'organe du réseau concerné, et une description de la réparation.

### Moyens humains

La formation et l'implication de l'équipe d'intervention sont essentielles pour un bon suivi.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Faible
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires		Rare

### Impacts de l'action

Cette action n'a pas d'impact direct sur le réseau ou sur l'environnement. Il s'agit d'une démarche volontaire de traçabilité des interventions et d'actualisation permanente de la connaissance du réseau. Par contre, son absence pénalise plus ou moins fortement les performances des autres actions de lutte contre les fuites.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : durable

Il est important d'avoir l'adhésion de l'équipe d'intervention concernant la démarche de suivi des interventions. Pour cela, une formation et une discussion sur l'intérêt du suivi, la conception du support et l'usage ultérieur des informations recueillies sont nécessaires.

Le suivi des interventions permet également d'évaluer la rapidité d'intervention du service (fiche II C-1).

## Références

ASTEE et AITF, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, Onema, 2013, disponible sur <<http://www.onema.fr/Guides-et-Protocoles>>.

Eisenbeis P., Wery C. et Laplaud C., « L'enregistrement des défaillances pour améliorer la connaissance des réseaux d'eau potable », *Techniques sciences méthodes*, n° 6, 2002, pp. 42-53.

Renaud E., *Définition d'une méthode pour l'annualisation des volumes mis en œuvre dans les services d'alimentation en eau potable*, CEMAGREF-SMEGREG, 2005, 66 p.

# Chapitre III

## Gestion des pressions



III-A - Régulation des pressions et protection du réseau .....	127
III-A-1 - Réduction de pression .....	127
III-A-2 - Modulation de pression.....	129
III-A-3 - Régulation des pompages.....	131
III-A-4 - Dispositifs anti-bélier et soupapes de décharge .....	133

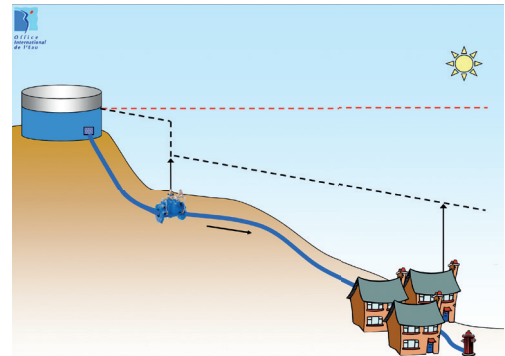


## N° III-A-1 RÉDUCTION DE PRESSION

### Présentation de l'action

Une pression élevée dans le réseau fragilise les conduites et augmente le débit des fuites existantes. En effet, le débit d'une fuite est directement lié à la valeur de la pression. À titre d'exemple, la fuite à travers un orifice circulaire est proportionnelle à la racine carrée de la pression.

La pression de service d'un réseau doit être supérieure à la pression minimale souhaitée (pression de confort de l'utilisateur usuellement fixée à 2 bars). Dans bien des configurations, la pression de service est supérieure à cette valeur et peut atteindre plus de 10 bars. La réduction de pression consiste donc à réduire la pression du réseau tout en assurant une valeur minimale de service en tout point, y compris lorsque la demande est maximale. Cette réduction de pression peut se faire sur la totalité du réseau, sur un secteur ou une antenne, voire uniquement chez les abonnés. Pour ce faire, on utilise un réducteur de pression qui permet, à partir d'une pression variable à l'amont, de maintenir une pression inférieure et constante à l'aval.



Principe de la réduction de pression  
(source : OIEau)

### Champs d'utilisation

Deux technologies de régulateurs de pression existent :

- les régulateurs à ressort (vanne à régulation mécanique) ;
- les vannes de régulation à commande hydraulique.

Conditions d'utilisation	Vanne à régulation mécanique (réducteur de pression)	Vanne à régulation hydraulique (hydro stabilisateurs)
<b>Connaissance du réseau</b>	Connaissance détaillée du réseau, du/des point(s) critique(s), connaissance des débits et des pressions	
<b>Pression</b>	Pression dépassant la pression minimale requise au point critique et en période de pointe	
<b>Diamètre des appareils</b>	Inférieur à 300 mm	Tout diamètre
<b>Caractéristiques des solutions</b>	Fonctionnement simple Robuste Gamme de débits plus réduite	Possibilité d'adjoindre des fonctionnalités complémentaires ou de les modifier (changement du ou des pilotes) Peu de pertes de charge à pleine ouverture Régulation plus précise et hystérésis à débit nul plus faible
<b>Installation</b>	Regard adapté, filtre, vanne de garde amont et aval, ventouse éventuelle	

## Mise en œuvre

Cette action nécessite des plans à jour (I-A-1) et éventuellement une campagne de mesure des pressions et débits afin de connaître les points critiques et les pressions du réseau.

### Moyens humains

Contrôle de la pression dans le secteur et maintenance de la vanne, au moins une fois par an. Si les besoins ou la configuration du réseau évoluent, la modification de la consigne s'effectue manuellement.

### Organisation

Les principales étapes à réaliser pour mettre en place l'action sont :

- l'étude du réseau et du potentiel de réduction de pression ;
- le choix du/des lieu(x) d'installation de la /des vanne(s) et le dimensionnement adapté aux conditions de débits et de pressions ;
- l'installation des vannes, le réglage et la mise en route.

### Impacts de l'action

Si la pression minimale au point critique est bien respectée, la pression fournie au consommateur est théoriquement suffisante même si elle peut être inférieure à la pression qu'il avait précédemment. De même, la pression reste à tout moment suffisante pour préserver la qualité de l'eau vis-à-vis des intrusions.

Il est important de prendre en compte la défense incendie ou tout autre débit exceptionnel dans la mise en place de l'action.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré (appareils, génie civil)
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires		Courant

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : long

Durée de l'effet : durable

Le stabilisateur de pression aval nécessite une installation et une maintenance spécifiques (**Ben Hassen, 2012**). L'accès aux équipements est primordial pour la maintenance ou les ajustements futurs.

## Références

Ben Hassen F., *Caractérisation et évaluation de la pression moyenne minimale d'une zone de desserte d'un réseau d'alimentation en eau potable*, élève ingénieur ENGEES, 2012.

Halkijevic I., Vukovic Z. and Vouk D., *Frequency Pressure Regulation in Water Supply System*, n° 13, 2013, pp. 896-905.

Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, Onema, 2012, 68 p.

Ramarojaona B. R., *Régulation de pression sur le réseau d'eau potable de la communauté d'agglomération d'Évry Centre Essonne - Impact sur le rendement de réseau et les coûts d'exploitation*, élève ingénieur ENGEES, 2009.

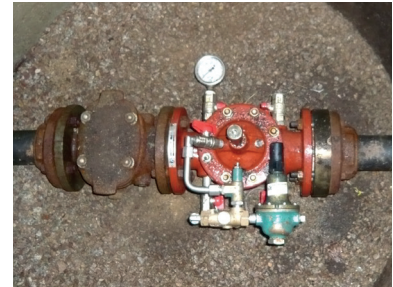
## N° III-A-2

# MODULATION DE PRESSION

### Présentation de l'action

Tout comme la réduction de pression, la modulation de pression dans le réseau a pour but de réduire le volume d'eau perdu par les fuites et de prolonger la durée de vie des équipements.

Une pression constante permettant d'assurer une pression minimale de service en période de pointe sera inutilement élevée lorsque la demande est moins forte. La solution consiste donc à moduler la pression à l'entrée du réseau ou d'un secteur en fonction de l'heure ou du débit demandé grâce à des vannes de modulation mécanique ou hydraulique. Ces vannes sont des stabilisateurs de pression aval munis d'une commande (pilote de modulation). La commande peut être temporelle, liée au débit demandé ou liée à la pression au point critique.



Vanne de régulation de pression  
(source : OIEau)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'application de l'action	
Type de réseau	Variations de pression importantes dans le temps
Connaissance du réseau	Connaissance de la demande, des débits, des pressions, du point critique
Caractéristiques du réseau	Le réseau présente des variations de débit et donc de pertes de charge significatives

### Mise en œuvre

#### Actions préliminaires

Préliminaires : bonne connaissance du réseau. Une modélisation hydraulique du réseau permet de faciliter et d'optimiser la mise en place de la modulation de pression.

#### Moyen

Il existe trois formes de modulation détaillées par **Botha (2009)**. Ces trois options sont présentées dans le tableau suivant :

Type de modulation	Contrôle électronique jour/ nuit	Contrôle hydraulique en fonction de la pression	Contrôle électronique en fonction du temps ou de la pression
Principe de fonctionnement	Délivre une pression importante en période de forte demande (jour) et une pression réduite en période de faible demande (nuit).	Selon le débit en aval de la vanne, le pilote de modulation commande une pression faible (faible débit) ou forte (débit important).	Le pilote de modulation est relié à une unité de contrôle gérant les informations de débit ou temporelles. Le stabilisateur fournit une pression adaptée.

Type de modulation	Contrôle électronique jour/ nuit	Contrôle hydraulique en fonction de la pression	Contrôle électronique en fonction du temps ou de la pression
<b>Investissement (par secteur équipé)</b>	Régulateur de pression équipé de 2 pilotes Électrovanne avec horodateur	Régulateur équipé d'un pilote de modulation Débitmètre	Stabilisateur Pilote de modulation Unité de contrôle Interface
<b>Organisation</b>	Fonctionnement sur batterie	Un seul par secteur, sinon la vanne de contrôle ne permet pas de mesurer la demande Minimum de 3 bars en entrée du stabilisateur	Besoin d'électricité Maintenance plus importante

### Impact

Les retours d'expérience ont montré une réduction des volumes perdus par les fuites ainsi qu'une réduction du nombre de réparations à effectuer sur le réseau.

Pour la défense incendie : la régulation par débit garantit une pression suffisante même pendant une période creuse.

Réduction des coûts de réparation, réduction du nombre de coupures d'eau, amélioration de certains indicateurs, moins de travail d'urgence et plus de travail planifié (Thornton & Lambert, 2007).

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré (appareils, génie civil)
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Courant	

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : long

Durée de l'effet : durable

## Références

Ben Hassen F., *Caractérisation et évaluation de la pression moyenne minimale d'une zone de desserte d'un réseau d'alimentation en eau potable*, élève ingénieur ENGEES, 2012.

Botha M., « Water loss Reduction through Pressure Management », présenté à 5<sup>th</sup> IWA Water Loss Reduction specialist Conference », Cape Town, South Africa, 2009.

Halkijevic I., Vukovic Z. and Vouk D., *Frequency Pressure Regulation in Water Supply System*, Water Science & Technology: Water Supply, vol. 13, n° 4, 2013, pp. 896-905.

Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, Onema, 2012, 68 p.

Thornton J., « Managing Leakage by Managing Pressure », *Water21*, 2003, octobre, pp. 43-44.

Thornton J. and Lambert A. O., « Pressure Management Extends Infrastructure Life and Reduces Unnecessary Energy Costs », présenté au Water Loss Congress, Bucarest, Roumanie, 2007.

## N° III-A-3 RÉGULATION DES POMPAGES

### Présentation de l'action

Pour réguler la pression du réseau, il est possible d'agir au niveau du pompage afin de fournir le débit nécessaire tout en optimisant la pression générée par les pompes. Cette régulation peut être faite par l'installation de plusieurs pompes dont le déclenchement sera échelonné en fonction des besoins ou en s'équipant de pompes à vitesse variable. Il s'agit dans certains contextes d'une méthode de réduction ou modulation de pression alternative à celles présentées dans les fiches III-A-1 et III-A-2. La régulation des pompages peut permettre de réaliser des économies d'énergie. Cette méthode présente également des avantages en matière de protection du réseau et de prolongement de la durée de vie des équipements.

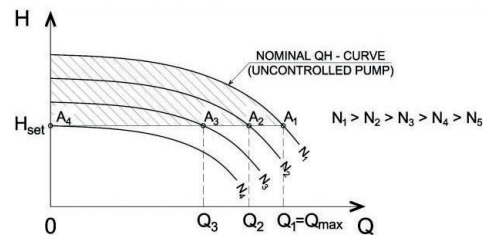


Figure A : courbe de pompe à vitesse variable pour une pression constante (source : Halkijevic)

### Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'application de l'action	
Type de réseau	Alimentation en direct par un pompage (refoulement, reprise ou supprimeur)
Connaissance du réseau	Connaissance de la demande et des pressions

### Mise en œuvre

#### Principe

Dans le cas d'un réseau surpressé, les pompes refoulent directement dans le réseau de distribution. La station de pompage doit nécessairement couvrir une large plage de débit, tout en maintenant une pression suffisante dans le réseau. Sur une installation à vitesse fixe, les démarrages et les arrêts des pompes sont commandés par le franchissement de seuils de pression (le plus fréquent) ou de seuils de débit (grosses installations). Comparativement à ce mode de fonctionnement, le recours à la variation de vitesse permettra :

- le maintien d'une pression constante, ou à peu près constante dans le réseau ;
- la réalisation d'économies d'énergie par l'optimisation de la pression régulée ;
- une réduction du nombre de démarrages, et donc de l'usure, des groupes électropompes ;
- des démarrages et arrêts progressifs.

Le moteur d'une pompe à vitesse variable est alimenté par l'intermédiaire d'un variateur de fréquence. Pour des raisons liées au rendement des machines et au respect du débit minimum de fonctionnement, au moins deux pompes parmi celles constituant la station de pompage seront équipées d'un variateur.

## Régulation

On procède à une régulation de la pression en boucle fermée : on mesure en continu le paramètre régulé. Un capteur de pression est relié à un régulateur qui agit sur la variation de fréquence. Lorsque l'on atteint une extrémité de plage de variation (vitesse mini ou maxi), l'automate commande un démarrage ou un arrêt d'une des pompes. Dans le cas d'un réseau peu étendu, on régule une pression constante à la sortie de la station de pompage et les points de fonctionnement se déplacent comme illustrés sur la figure A.

Dans le cas d'un réseau étendu, occasionnant des pertes de charges, soit on déplacera le capteur sur un point névralgique du réseau, soit on aura recours à une régulation plus élaborée dite « régulation manométrique compensée » dont la consigne de pression évolue avec le débit. Dans les deux cas, les points de fonctionnement évolueront comme illustrés sur la figure B.

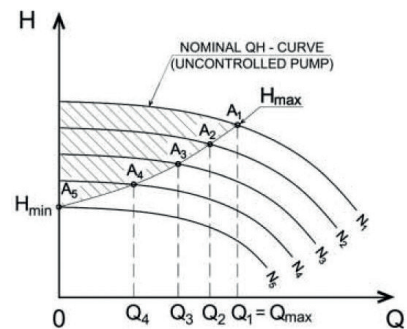


Figure B : consigne de pression variable  
(source : Halkijevic)

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré (pompes, installation, mise en service)
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Courant	

## Impact de l'action

La modulation des pompages permet de réguler la pression des réseaux tout en réalisant des économies d'énergie. De plus, comme avec un démarreur-ralentisseur électronique en vitesse fixe, les pompes à vitesse variable ont également la possibilité d'être démarrée de façon progressive, ce qui prolonge la durée de vie des moteurs et pompes. Le fait de limiter les variations brusques prolonge aussi la vie des autres équipements du réseau.

Précautions :

- la vitesse variable ne dispense pas de l'installation d'équipements de protection de réseau, dits dispositifs anti-bélier (fiche III-A-4) ;
- valider avec le constructeur de pompe et de moto-variateur les plages de fonctionnement admissibles, en particulier dans le cas de pompes immergées (pompes de forage).

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : long

Durée de l'effet : durable

## Références

Halkijevic I., Vukovic Z. and Vouk D., *Frequency Pressure Regulation in Water Supply System*, Water Science & Technology: Water Supply, vol. 13, n° 4, 2013, pp. 896-905.

WILO, *Principes fondamentaux de la technologie des pompes*, WILO AG Germany, 2006.

## N° III-A-4

# DISPOSITIF ANTI-BÉLIER ET SOUPAPES DE DÉCHARGE

## Présentation de l'action

Le coup de bélier est un phénomène qui apparaît au moment de la variation brusque de la vitesse d'un liquide, par suite d'une fermeture brutale d'une vanne ou l'arrêt d'une pompe (dans le cas d'une coupure d'électricité par exemple). Ces modifications des conditions d'écoulement entraînent des variations de la pression. Ces régimes d'écoulement transitoires peuvent être à l'origine de fuites sur le réseau ou de casses. Afin de protéger les ouvrages et de limiter les réparations, il est donc nécessaire de mettre en place des équipements anti-bélier qui absorbent les variations de pression.



Soupape de décharge en fonctionnement (source : OIEau)

## Champs d'utilisation

Conditions nécessaires à l'application de l'action	
Type de réseaux	Refoulement par pompage Adduction ou distribution gravitaire en charge Feeder Interconnexion de réseau Réseau des usines d'eau potable – eaux usées
Connaissance du réseau	Informations disponibles sur les équipements et leurs caractéristiques techniques Informations sur le réseau (topologie, débits, pression de service...)
Phénomènes observés	Problèmes récurrents de fuites ou ruptures des canalisations et des équipements ou observation de coups de bélier

## Mise en œuvre

Il est obligatoire de conduire une étude anti-bélier afin de définir les événements qui peuvent créer des coups de bélier (vannes, pompes, incident, gros consommateur), évaluer les risques de coup de bélier sans protection, proposer une ou plusieurs protections anti-bélier si besoin.

Il existe différents dispositifs anti-bélier :

1. Les ballons anti-bélier (avec ou sans membrane) : réservoir en eau avec un pré-gonflage à l'air ou l'azote qui peut absorber un excès de pression ou au contraire vidanger l'eau dans le réseau dans le cas d'une chute de pression.
2. Les cheminées d'équilibre : réservoirs à l'air libre (mise à l'atmosphère) qui absorbent les fortes variations de pression. Elles sont habituellement réservées aux forts débits et à l'eau brute.
3. Les réservoirs anti-bélier à régulation d'air automatique (ARA) : ces appareils combinent le principe d'un ballon anti-bélier classique et d'une cheminée ; ils sont réservés pour l'eau brute.

4. Les soupapes de surpression qui s'ouvrent à l'air libre en cas de variation brutale de la pression. Leur efficacité est liée au temps de réaction et à la capacité d'évacuation du débit. Elles ne protègent pas contre les dépressions.
5. Les ventouses triples fonctions permettent une entrée d'air à grand débit, uniquement si la chute de la ligne piézométrique est suffisamment lente (couplée avec un ballon).
6. L'allongement des temps de manœuvre des vannes (adduction gravitaire) par choix du servomoteur ou définition d'une procédure de manipulation de la vanne.

### **Moyens humains**

Cette étude doit être réalisée par des spécialistes. Une formation ou sensibilisation des techniciens et des services de lutte contre l'incendie au phénomène et à la manipulation des vannes est également importante.

### **Coûts**

<b>Réalisation en interne</b>	<b>Investissement</b>	Modéré
	<b>Fonctionnement</b>	Faible
<b>Recours à des prestataires</b>	Courant	

### **Impacts de l'action**

Les dispositifs anti-bélier permettent d'éviter les ruptures de canalisation et de robinetterie et d'éviter les fuites et plus globalement permettent un prolongement de la durée de vie des ouvrages et équipements.

Cela conduit aussi à une réduction des risques de contamination due à une pression relative inférieure dans le réseau.

## **Éléments d'efficacité de l'action**

Délai de mise en œuvre : long

Durée de l'effet : durable

## **Références**

Daux C., « La chaîne d'énergie du pompage de l'eau », Annexes « Étude de cas : alimentation en eau d'une ville », *Sciences de l'Ingénieur*, ENS Cachan, 2006.

Guhl F., *Guide méthodologique d'études anti-bélier pour les réseaux d'eau*, CEMAGREF, 2002.

Meunier M., *Les coups de bélier et la protection des réseaux d'eau sous pression*, ENGREF, 1980.



# Chapitre IV

## Remplacement et rénovation des réseaux



IV-A - Outils d'arbitrage et de hiérarchisation .....	136
IV-A-1 - Méthodes et outils d'aide à la décision .....	136
IV-A-2 - Inspections non destructives des canalisations .....	139
IV-A-3 - Inspections destructives des canalisations .....	142
IV-B - Remplacement.....	144
IV-B-1 - Remplacement des branchements .....	144
IV-B-2 - Remplacement des canalisations.....	148
IV-C - Rénovation.....	152
IV-C-1- Rénovation des canalisations.....	152

## N° IV-A-1

## MÉTHODES ET OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION

## Présentation de l'action

La gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable à court, moyen et long termes vise l'atteinte d'un objectif de performance tout en optimisant les coûts et en gérant les risques. Pour cela, il est nécessaire d'agir sur le réseau afin qu'il conserve ses propriétés hydrauliques et d'éviter les dommages qui résultent de sa détérioration, à savoir :

- l'interruption du service d'eau potable ;
- la dégradation de la qualité de l'eau ;
- les impacts négatifs sur l'environnement : gaspillage de la ressource en eau (fuites), surconsommation énergétique, gêne de la circulation routière, dégâts aux tiers, pertes d'activité économiques, etc.

Des outils d'aide à la décision ont été conçus pour guider les gestionnaires dans le choix des canalisations à remplacer ou à rénover en priorité. Ils sont, dans de nombreux cas, basés sur des modèles statistiques de prévision des défaillances qui s'appuient sur les caractéristiques, l'environnement et l'historique des défaillances des canalisations. À partir de ces prévisions, des méthodes multicritères (d'agrégation complète ou de surclassement) sont utilisées pour identifier les tronçons qui occasionnent d'importantes dégradations de la performance. Certains outils incluent les aspects économiques. La plupart peuvent être couplés à un SIG.

## Champs d'utilisation

Les outils d'aide à la décision doivent être alimentés par des données fiables, c'est pourquoi leur utilisation nécessite une bonne connaissance du patrimoine. À titre d'exemple, les données suivantes sont généralement nécessaires ou valorisables par des outils d'aide à la décision :

Données nécessaires à l'application de l'action	
<b>Tronçons</b>	Identifiant, date de pose, longueur, matériau, diamètre
<b>Défaillances</b>	Identifiant du tronçon concerné, date, origine d'intervention (signalement, recherche de fuite, détérioration par un tiers), localisation (positionnement sur le tronçon, numéro de voie, coordonnées géographiques)

Données complémentaires à considérer	
<b>Géologique</b>	Zones de glissement de terrain, risque géotechnique, présence de cavités souterraines, présence de nappe, sol pollué, etc.
<b>Caractéristiques du sol</b>	Type de sol, corrosivité, présence de nappe, lit de pose, profondeur de la canalisation
<b>Données fonctionnelles</b>	Pression de service, débits, qualité de l'eau transportée, répartition des abonnés et des consommations, sensibilité des abonnés, caractérisation de l'urbanisation et des activités socio-économiques
<b>Environnement de la conduite</b>	Trafic routier et ferroviaire, dégâts potentiels : autres réseaux enterrés (électricité, gaz, téléphone), conduites abandonnées, présence d'ouvrages ou d'équipements sensibles à proximité de la conduite

## Mise en œuvre

S'ils ne sont pas déjà disponibles, un inventaire des tronçons du réseau et un suivi des interventions (fiches I-A-2 et II-C-3) doivent être réalisés.

Les outils d'aide à la décision permettent d'établir une liste priorisée des tronçons devant être réhabilités. Le plan de renouvellement, établi par le service d'eau potable, tiendra compte de ces résultats, modulés par les choix stratégiques du service (budget, arbitrage entre qualité et continuité du service, politique particulière concernant un matériau, opportunité de coordonner les travaux, choix de la technique, etc.).

## Moyens

La collecte et la préparation des données nécessaires pour une bonne utilisation des outils informatiques constituent la part la plus importante des moyens à mettre en œuvre, d'autant plus que certaines données ne sont pas détenues par le service d'eau. Elle nécessite une bonne connaissance du réseau, de son fonctionnement et de son environnement, ainsi qu'une bonne maîtrise des outils de connaissance du réseau.

## Coûts

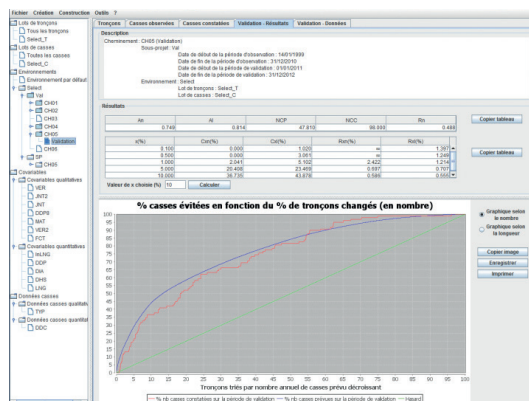
Réalisation en interne	Investissement	Faible
	Fonctionnement	Modéré
Recours à des prestataires		Occasionnel

Il existe des logiciels libres et des logiciels propriétaires. L'outil peut être utilisé par un agent du service compétent (après une formation par exemple), ou exploité par un prestataire expert.

## Impacts de l'action

Cette action a des impacts positifs pour le service, son environnement et ses usagers :

- renouvellements et remplacements de conduites optimisés (impact budgétaire) ;
- nombre de défaillances réduit ;
- dommages limités pour les usagers, la continuité du service et l'environnement ;
- amélioration ou pérennité des performances hydrauliques du réseau (dont rendement) ;
- support de communication et d'échange avec les élus et avec les usagers.



Logiciel de prévision des défaillances Casses  
(source : Irstea)

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : long (recueil de l'historique et traitement des données).

Durée de l'effet : différée puis durable. La stratégie doit être actualisée régulièrement.

Une stratégie efficace limite les renouvellements opportunistes afin de consacrer les efforts (et le budget) à des conduites prioritaires.

## Références

Ajuste C., Berland J. M. et Celerier J. L., *Réhabilitation/remplacement des réseaux d'eau potable en zone rurale*, Document technique hors-série, n° 10, FNDAE, 2004.

ASTEE et AITF, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, Onema, 2013, disponible sur <<http://www.onema.fr/Guides-et-Protocoles>>.

Large A., « Optimisation du renouvellement des canalisations », Rapport de première année de thèse, *Revue bibliographique et cadre méthodologique*, Irstea, Université de Bordeaux, 2013, 99 p.

Le Gauffre, P., Haidar H., Poinard D., Laffréchine K., Baur R. and Schiatti M., « Multicriteria Decision Support Methodology for Annual Rehabilitation Programs of Water Networks », *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, n° 22, 2007, pp. 478-488.

Werey C., Nafi A., Cherqui F. and Le Gauffre P., « Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable - des réseaux d'assainissement », *Penser la ville et agir par le souterrain - Apports du génie urbain pour la conception et la gestion des infrastructures*, Presse des ponts, 2011, 15 p.

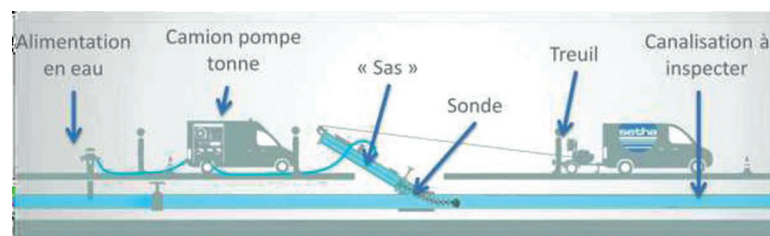
## N° IV-A-2

## INSPECTIONS NON DESTRUCTIVES DES CANALISATIONS

### Présentation de l'action

Il s'agit de méthodes permettant de caractériser l'état d'une conduite d'eau potable sans la dégrader. L'état d'une conduite est affecté par de nombreux facteurs physiques, environnementaux et opérationnels ; sa détérioration se manifeste par divers phénomènes. Les techniques permettant d'évaluer son état répondent à cette diversité de situations. Elles sont donc nombreuses et souvent spécifiques au type de conduite et de défaut. Les méthodes peuvent être classées selon leur principe de fonctionnement :

- **inspection visuelle** : il s'agit de filmer la paroi interne ou externe de la conduite par un dispositif comprenant une ou plusieurs caméras à haute résolution ;
- **électromagnétique** : une sonde constituée de deux bobines (émettrice et réceptrice) est insérée dans la conduite. La bobine émettrice génère un champ magnétique qui est ensuite reçu par la bobine réceptrice mais déformé par les défauts de la paroi de la conduite. L'analyse du signal reçu permet de déterminer les défauts des parois de la conduite ;
- **acoustiques** : il s'agit de positionner des capteurs pour percevoir le bruit transmis par la conduite, soit provoqué volontairement, soit provoqué par une nouvelle défaillance (fissure) ;
- **ultrasons** : émission d'ondes ultrasonores dans la conduite puis analyse du signal réfléchi par celle-ci pour déterminer la position et le type de défaut des parois ;
- **thermographie** : analyse du spectre infrarouge d'une canalisation ;
- **radiographie** : des rayons Gamma ou X (selon le matériau) sont émis de sorte qu'ils traversent au moins une paroi. L'intensité et l'amplitude du rayonnement, modifiées par le matériau, sont enregistrées par des capteurs. L'analyse du spectre permet d'identifier des défauts ;
- **propriétés du sol** : le sol peut être en partie responsable de certaines dégradations (corrosion, fissure, etc.). Son analyse permet donc de prendre la mesure des phénomènes auxquels la conduite est soumise. On pourra ainsi étudier la résistivité du sol, son pH, son potentiel redox, sa teneur en sulfates, en chlorures, en sulfures et en contaminants, son pourcentage d'humidité, sa compactibilité, son pouvoir tampon c'est-à-dire sa capacité à résister aux variations de son pH, sa capacité de retrait/gonflement, sa résistance linéaire à la polarisation (LPR).



*Inspection par champ lointain à l'aide de la sonde Inspect'O®  
(source : Aquadiag Solutions)*

## Champs d'utilisation

Les méthodes les plus fréquentes pour l'inspection des conduites d'eau potable sont :

- **l'analyse des courants de Foucault en champ lointain** (méthode électromagnétique) des conduites métalliques ou des éléments métalliques des conduites en béton précontraint. Le nom de cette technique vient de l'écartement des bobines (la réceptrice est située dans le champ lointain de l'émettrice) et des courants de Foucault induits dans les parois de la conduite qui rendent le champ magnétique déformé dominant dans la zone de champ lointain ;
- **l'inspection visuelle** des conduites visitables (marginales dans les réseaux d'eau potable) ;
- l'endoscopie à l'aide d'un videoscope consiste à passer une caméra haute définition dans des conduites (de diamètre relativement faible) puis à analyser les images ainsi obtenues ;
- l'écho d'ondes acoustiques générées par un marteau frappé sur la conduite ou d'ondes ultrasons. Cette méthode est utilisée pour évaluer l'homogénéité des conduites en béton précontraint ;
- l'émission d'ondes électromagnétiques sur une large bande de fréquences, uniquement pour les conduites métalliques ;
- l'établissement d'un profil laser des conduites métalliques hors d'eau, frottées et nettoyées pour limiter les dépôts de graphitisation ;
- la mesure ultrasonique discrète, applicable pour l'examen des éléments ferreux accessibles et préalablement nettoyés ;
- la thermographie, limitée aux conduites les moins accessibles ;
- la radiographie qui permet une évaluation in situ des vannes et conduites, rarement utilisée du fait de la manipulation de rayonnement Gamma ou X.

## Mise en œuvre

Certaines techniques nécessitent d'avoir accès à au moins une surface de la conduite. Selon la méthode, il peut être nécessaire d'isoler, de vider et de nettoyer la conduite. Selon le contexte et les techniques, des travaux de terrassement et de mise en place d'accessoires sur les conduites peuvent être nécessaires.

### **Moyens humains**

Ces techniques étant en majorité spécifiques d'une situation, il est en général préférable de faire appel à un prestataire qui maîtrise la technique plutôt que d'investir dans ces appareils et de former du personnel. L'analyse des résultats demande des niveaux d'expertise variés mais majoritairement élevés.

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré/Fort
	Fonctionnement	Modéré
Recours à des prestataires	Courant	

## Impacts de l'action

Les techniques nécessitant un accès à la conduite génèreront des impacts liés à la réalisation d'une fouille. La radiographie nécessite des précautions pour la sécurité des opérateurs. Elle est donc peu utilisée.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : ponctuelle

## Références

Bouttier B. *et al.*, « Évaluation d'une technologie intrusive pour le diagnostic du patrimoine enterré d'eau potable », *Techniques sciences méthodes*, numéro 1/2, 108<sup>e</sup> année, 2013.

Bouzida N., Duchenes S., Villeuneuve J.P., *Validation par tomodynamométrie de la technique Aquadiag pour l'inspection des conduites d'eau potable, rapport n° 1148*, Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre et Environnement, 2010, 42 p.

Liu Z., Kleiner Y., Rajani B., Wang L., Condit W., *Condition Assessment Technologies for Water Transmission and Distribution Systems*, Environment Protection Agency, EPA/600/R-12/017, 2012, 120 p.

Liu Z. and Kleiner Y., « State of the art Review of inspection Technologies for condition Assessment of Water Pipes », *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, n° 46, 2013, pp. 1-15.

Makar J. and Chagnon N., *Inspecting systems for Leaks, Pits, and Corrosion*, Journal American Water Works Association, vol. 91, n° 7, 1999, pp. 36-46.

## N° IV-A-3

## INSPECTIONS DESTRUCTIVES DES CANALISATIONS

## Présentation de l'action

Les techniques d'inspection destructives permettent de diagnostiquer l'état d'une conduite, voire d'une zone, afin de construire une stratégie de remplacement/renouvellement ciblée (reprise d'étanchéité, technique structurante, choix d'un matériau adapté, mise en place d'une protection).

Un échantillon de canalisation ou de branchement est prélevé pour être analysé en laboratoire. Les tests permettent d'évaluer l'état de la canalisation (acceptable, fragilisé/altéré, avancé/dégradé, critique/rupture). Les critères évalués concernent sa solidité mécanique (état de corrosion, fissures, dégradation du béton, etc.), l'altération de ses capacités hydrauliques (réduction du diamètre interne par entartrage, augmentation de la rugosité, etc.) et les conséquences sur la qualité de l'eau (phénomènes d'eau colorée, trouble, etc.).

L'échantillon peut être prélevé opportunément lors d'une intervention sur le réseau ou dans le cadre d'un plan d'échantillonnage préétabli.

L'étude en laboratoire (déclinée selon le matériau) consiste en :

- une observation générale : indice d'obstruction, perforations, fissures, dépôts et tubercules de corrosion, état des revêtements interne et externe, pression de fonctionnement admissible ;
- une analyse métallographique : étude de la corrosion interne et externe de la conduite ;
- une analyse microscopique : nature du matériau, estimation de la date de pose, fissures, rayures ;
- une analyse thermique : caractérisation et qualité du matériau, quantification des oxydants ;
- une analyse mécanique : Nol Ring, résistance à la traction.



Analyse métallographique d'un échantillon de conduite (source : Setha)

Une analyse d'un échantillon de sol donne également des informations sur les phénomènes auxquels la conduite est soumise (corrosivité du sol, microbiologie du sol, etc.).

## Champs d'utilisation

But de la stratégie d'inspection destructive :	Objectif(s) de l'inspection :
<b>Améliorer la connaissance du réseau</b>	Déterminer des caractéristiques d'une conduite telles que sa date de pose, l'état et la composition du matériau, etc.
<b>Lorsqu'une opportunité de réhabilitation de conduite se présente</b>	Déterminer la nécessité de rénover ou de renouveler la conduite
<b>Lorsqu'une zone de pertes a été pré-localisée</b>	Établir un diagnostic à l'échelle de la zone afin d'améliorer la compréhension des défaillances
<b>Dans le cadre d'une stratégie de réhabilitation</b>	Choisir entre renouvellement et rénovation



## Mise en œuvre

La décision de réaliser un diagnostic en laboratoire d'un échantillon relève de la stratégie mise en place par le service. Il est nécessaire de définir en amont des interventions dans quels cas un échantillon de conduite doit être prélevé et d'identifier les zones à diagnostiquer.

### Moyens humains

Le prélèvement de l'échantillon est effectué par l'opérateur dans le cadre d'une intervention sur le réseau. L'analyse est confiée à un laboratoire spécialisé.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Modéré (selon opportunité de prélèvement et type d'analyse)
	Fonctionnement	Faible
Recours à des prestataires	Courant	

### Impacts de l'action

Cette action a un impact sur le service et sur l'environnement lorsque l'échantillon est prélevé en dehors des opportunités d'accès lors de travaux. Ces impacts sont ceux liés à un chantier d'accès au réseau, à l'isolement puis à la remise en service de la conduite ou du branchement à analyser.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : ponctuelle

Le diagnostic réalisé sur un échantillon n'est pas généralisable au réseau voisin car l'état d'une conduite dépend fortement de ses caractéristiques propres et de son interaction avec son environnement. Cependant, si le service a peu d'information sur son réseau et sous réserve que les propriétés du sol, d'urbanisation et de fonctionnement hydraulique soient similaires, le réseau voisin de l'échantillon pourra être supposé soumis aux mêmes contraintes et donc dans un état proche de celui de l'échantillon. Cette technique permet d'évaluer l'état du réseau et éventuellement d'estimer une date de pose et un matériau pour la zone de l'échantillon.

## Références

Centre d'Analyses Environnementales (CAE), *Diagnostic des canalisations : Outil de connaissance et d'aide à la décision pour le renouvellement des canalisations*, Veolia Environnement, 2013, 16 p. disponible sur <[http://www.cae-laboratoires.com/fiche\\_produit/offre\\_renouvellement\\_canalisations.pdf](http://www.cae-laboratoires.com/fiche_produit/offre_renouvellement_canalisations.pdf)>, consulté le 03/12/2013.

Conseil national de recherche Canada (CNRC), « Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau », *Infraguide n° 1*, Federation of Canadian Municipalities (FCM), 2002, ISBN 1-897094-15-9, disponible sur <[https://www.fcm.ca/Documents/reports/Infraguide/Deterioration\\_and\\_Inspection\\_of\\_Water\\_Distribution\\_Systems\\_FR.pdf](https://www.fcm.ca/Documents/reports/Infraguide/Deterioration_and_Inspection_of_Water_Distribution_Systems_FR.pdf)>.

Rozental-Evesque M., Rabaud B., Sanchez M., Louis S. and Bruzek C.-E., *The Nol Ring Test: an improved Tool for Characterizing the mechanical Degradation of non failed Polyethylene Pipe House Connections*, Actes de congrès PPXIV, Conférence, 22-24 septembre 2008, Budapest, Hongrie.

## N° IV-B-1

## REEMPLACEMENT DES BRANCHEMENTS

## Présentation de l'action

Les défaillances des branchements sont à l'origine d'une part conséquente des fuites (tant en nombre qu'en volume) du réseau d'eau potable. Les branchements à remplacer sont le plus souvent identifiés lors de campagnes de recherche de fuites ou sur indication des abonnés. Le remplacement peut également être motivé par la réglementation pour éliminer du réseau un matériau constitutif du branchement, jugé nocif pour la santé (plomb, ancien PVC relarguant du CVM) ou ciblé sur des branchements présentant un risque important de défaillance (lot spécifique, etc.). À noter que les désinfectants chlorés oxydent le polyéthylène, actuellement le matériau le plus couramment utilisé pour les branchements. L'oxydation est favorisée par des températures supérieures à 20° C et par certains désinfectants (ClO<sub>2</sub> notamment).

Renouveler un branchement est une opération qui présente des contraintes variables selon son environnement. Des techniques sans tranchée (TST) permettent de réduire l'emprise du chantier et donc les coûts de terrassement et de réfection de chaussée, ainsi que les nuisances pour les usagers, notamment en centre urbain.



Remplacement d'un branchement plomb par traction  
(source : SEDIF)

## Champs d'utilisation

Traditionnellement, le remplacement des branchements se fait en tranchée ouverte, technique robuste mais qui nécessite la réalisation d'une tranchée de la longueur du branchement (voir chapitre 7.3.1 (Ineris, 2012)).

Pour réduire l'emprise au sol du chantier ou lorsque des obstacles doivent être contournés (chaussée, cours d'eau ou bâtiments), les techniques sans tranchée suivantes permettent de poser des branchements d'eau potable lorsque leurs conditions de mise en œuvre sont réunies. **Des fiches annexées au Guide technique relatif aux travaux à proximité des réseaux (Ineris, 2012) détaillent chacune de ces techniques (numérotées TSTx) ;** notamment à propos des risques potentiels encourus et des recommandations pour leur mise en œuvre :

- le **fonçage à la fusée (TST2)** : l'ancien branchement est abandonné et un fonceur pneumatique réalise un mini-tunnel dans lequel est tirée une nouvelle conduite ;
- le **forage dirigé (TST1)** consiste à forer une galerie grâce à une mini-foreuse à tête biseautée, dirigeable et localisable. Des tiges de faible diamètre sont poussées dans le forage pilote, qui est ensuite alésé par passages successifs jusqu'à ce que le branchement puisse être mis en place, à mesure que les tiges sont retirées ;
- le **forage horizontal à la tarière (TST6)** : creusement à la tarière d'un nouveau passage dans lequel sont tirées des tiges pilotes puis le nouveau branchement mis en place ;

- l'**extraction du branchement en plomb par traction (TST13)** de l'ancien branchement hors de la fouille à l'aide d'un câble, ce dernier tirant simultanément le nouveau branchement ;
- la **découpe longitudinale du branchement en plomb (TST11)** par passage d'une tête munie de couteaux tirée par un câble ; le nouveau branchement est tiré simultanément. Une variante adaptée aux autres types de branchements est présentée dans la fiche **TST12**.

Enfin, il est également possible de **chemiser les branchements en plomb** par un tube en PET liner plaqué sur la paroi par passage d'eau chaude sous pression, afin d'éviter le contact de l'eau potable avec le plomb (le branchement n'est pas à proprement parlé remplacé, mais il est réhabilité).

## Mise en œuvre

Le remplacement d'un branchement nécessite une étude préalable qui permettra de recenser les contraintes du chantier et de choisir la technique la plus adaptée, notamment selon les paramètres suivants :

- la **longueur** ;
- le **diamètre** ; s'il est différent de celui de l'ancien branchement, l'ancien emplacement peut ne plus être adapté. Le procédé par découpe permet une augmentation limitée du diamètre tandis que le chemisage entraînera sa réduction ;
- la **profondeur** ; une couverture minimale est exigée pour les techniques sans tranchée qui consiste à creuser une nouvelle galerie, se reporter aux fiches annexées au guide ([Ineris, 2012](#)) ;
- la **trajectoire** ; si elle n'est pas rectiligne, il faudra généralement prévoir un accès au point de changement de direction. Les techniques dirigeables permettent de rectifier la trajectoire en cas de déviation due au terrain ou au tracé ;
- la **présence d'obstacles** sur le tracé ou au-dessus de l'emplacement prévu pour le branchement ; une technique sans tranchée peut permettre de passer ces obstacles à moindre coût. Un tracé alternatif peut être étudié ;
- l'**emplacement des réseaux enterrés voisins** ; il conditionne le fuseau disponible pour la mise en place du branchement. Le fonçage à la fusée, non dirigeable, est fortement déconseillé à proximité d'autres réseaux ;
- la **nature du sol** ; trop compact, le creusement d'une galerie ou d'une tranchée sera difficile ; trop meuble, il y a des risques d'effondrement de la galerie ;
- les singularités du branchement existant (raccords, brides, ancrages, vannes, piquages, réparations, etc.) ; ils peuvent être des obstacles aux techniques qui l'utilisent comme guide ;
- l'**environnement du chantier** (densité urbaine, voisinage, état de la chaussée) ; il peut être un élément déterminant dans le choix d'une technique sans tranchée. En effet, selon la technique il faudra réaliser une tranchée de la longueur du branchement, deux fouilles (au droit du piquage sur la canalisation et au compteur de l'abonné) ou une unique fouille au droit du piquage sur la canalisation.

Dans le cas où le remplacement par une technique sans tranchée conserve l'emplacement, il faudra réaliser une inspection afin de vérifier que le branchement initial n'est pas écrasé et permet le passage des outils.

Les travaux doivent être réalisés selon le fascicule 71 du CCTG et dans le respect de la charte qualité des réseaux d'eau potable. Le chantier fait l'objet d'une déclaration de projet de travaux (DT) et d'intention de commencement de travaux (DICT). Toutes les mesures doivent être prises pour assurer la sécurité du chantier (signalisation, déviation de la circulation, etc.).

La pose du nouveau branchement doit être faite dans les règles de l'art de la technique choisie. On s'assurera en particulier de bien respecter les consignes obligatoires de mise en œuvre (en rouge dans les fiches du guide de travaux à proximité des réseaux), notamment en ce qui concerne les dimensions des fuseaux de croisement des ouvrages voisins. Les recommandations techniques du guide sont à adapter aux conditions du chantier. Pour un remplacement en tranchée ouverte place pour place, la conformité du lit de pose devra être vérifiée et le lit repris si besoin. Le branchement non conservé sera dans tous les cas mis hors service (désaccouplé au compteur et au piquage sur la conduite principale). Dans certains cas, il pourra être retiré du sous-sol (en tranchée ouverte et par extraction par traction), sinon il sera mis hors d'usage et signalé sur les plans. Dans le cas particulier du chemisage, le branchement sera sectionné au niveau du piquage sur la canalisation pour permettre l'introduction du tube PET. Le branchement peut être posé soit directement, soit dans un fourreau.

### Moyens

Les techniques sans tranchée nécessitent un outillage spécifique ainsi que du personnel qualifié, tandis que le remplacement en tranchée ouverte demande un degré de technicité moindre et peut être plus robuste.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Conséquent (moindre que pour une conduite)
	Fonctionnement	Sans objet
Recours à des prestataires	Courant	

Le coût de remplacement d'un branchement est déterminé par :

- son emplacement, les coûts de chantier variant fortement selon les contraintes et les perturbations provoquées (plus gênant donc plus coûteux en centre urbain) ;
- la technique utilisée, selon qu'elle nécessite l'intervention d'une entreprise spécialisée ou non, l'emprise du chantier nécessaire, la pose d'une gaine... ;
- la longueur du branchement et l'emplacement du compteur ;
- le nombre de branchements à renouveler (économies d'échelle).

### Impacts de l'action

Une coupure de l'alimentation d'une durée de 1 h 30 (3 h pour le chemisage) est nécessaire à la pose du nouveau branchement et à sa mise en service, dont 30 minutes recommandées pour la désinfection (ASTEE, 2013).

Comme tout chantier, le remplacement d'un branchement génère des nuisances pour les riverains (circulation perturbée, bruit, poussière, etc.). L'intervention concerne souvent des parties privatives. Les techniques sans tranchée permettent de réduire l'emprise du chantier et donc de limiter les nuisances. Les réseaux voisins peuvent être endommagés en cas de non-respect du fuseau réglementaire, surtout lors de la réalisation du fonçage à la fusée dont la trajectoire est difficile à contrôler (déconseillé).

L'ancien branchement est soit extrait du sol soit abandonné, auquel cas le remplacement du branchement engendre un encombrement supplémentaire du sous-sol.

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : décroissante

Les choix du branchement et de la technique de pose doivent prendre en compte les conditions spécifiques de fonctionnement du branchement (hydraulique et environnement sol/eau).

La mise en place d'une démarche qualité (choix des fournisseurs et prestataires, tests et contrôles) permettra d'augmenter la durée de vie du nouveau branchement.

Afin de faciliter leur renouvellement ultérieur, il peut être opportun de poser les nouvelles conduites de branchements dans une gaine.

## Références

Ajuste C., Berland J. M. et Celerier J. L., *Réhabilitation/remplacement des réseaux d'eau potable en zone rurale*, Document technique hors-série n° 10, FNDAE, 2004.

ASTEE, *Réservoirs et canalisations d'eau destinée à la consommation humaine : inspection, nettoyage et désinfection*, 2013, 80 p., pp. 64-70.

Gaudichet-Maurin E., Devilliers C., Oberti S., Lucatelli J.-M., Cambrezy M. and Trottier S., « Interactions chimiques des tubes en polyéthylène avec les désinfectants en eau potable », *Cahiers de l'ASEES*, vol. 15, n° 1, 2010, pp. 1-12.

Guyard C., « Travaux sans tranchée : Des techniques sous-utilisées. Dossier technique, le plomb tire sa révérence », *Hydroplus*, n° 129, 2002, p. 42.

Ineris, *Guide technique relatif aux travaux à proximité des réseaux*, 2012, 165 p., disponible sur <[http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/gu-presentation/userfile?path=/fichiers/textes\\_reglementaires/Guide\\_technique\\_V1.pdf](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/gu-presentation/userfile?path=/fichiers/textes_reglementaires/Guide_technique_V1.pdf)>.

Rozental-Evesque M., Geoffroy D. R. B., Boulanger G., « Le cycle de vie du polyéthylène », *Lettre d'information de la SFIP*, n° 8, 2012.

SADE, « Branchement écologique », 2011, disponible sur <[http://www.sade-cgth.fr/fileadmin/user\\_upload/05\\_nos\\_engagements/pdf/Fiche\\_technique\\_Branchement\\_Ecologique.pdf](http://www.sade-cgth.fr/fileadmin/user_upload/05_nos_engagements/pdf/Fiche_technique_Branchement_Ecologique.pdf)>.

Ville de Vesoul, « Le remplacement des branchements plomb à la Ville de Vesoul », 2010, disponible sur <<http://www.ascomade.org/upload/ouvrage/1266489322.ppt>>.

Watermunc, « Dossier de presse du 24 août 1999 », disponible sur <<http://www.watermunc.com/fr/pblyon1.htm#teck>>.

## N° IV-B-2

## REEMPLACEMENT DES CANALISATIONS

## Présentation de l'action

La mise en place d'une politique de remplacement ciblé des canalisations dégradées s'inscrit dans l'objectif de réduction des pertes.

La technique traditionnelle de remplacement en tranchée ouverte présente l'avantage d'être relativement aisée à réaliser dans la plupart des conditions.

Certaines conduites nécessitent de mettre en œuvre une technique alternative pour passer des obstacles de type cours d'eau, autoroute, chemin de fer ou simplement pour réduire l'emprise du chantier. Ces techniques dites « sans tranchée » consistent à creuser un tunnel à l'aide d'un outil dans lequel sera poussé (fonçage), ou tiré, le nouveau tuyau (d'un seul tenant ou par tronçons assemblés à mesure). Ce tuyau est soit la conduite d'eau potable elle-même soit un fourreau pour le passage d'une future conduite. Généralement, l'emprise du chantier est alors limitée à un puits de départ et un puits de réception. **Les techniques sans tranchée font l'objet de fiches en annexe du « guide technique relatif aux travaux à proximité des réseaux » (Ineris, 2012) et sont référencées (TSTx) ci-après.** Ce guide, élaboré par les professionnels concernés en application de l'article R. 554-29 du Code de l'environnement, est disponible sur le site internet de l'Ineris. Les TST les plus employées à ce jour pour poser directement la nouvelle conduite d'eau potable sont :

- le **forage dirigé (TST1)** qui consiste à réaliser un forage pilote à l'aide d'une foreuse dont la tête de forage peut être localisée et dirigée à distance. Il est ensuite alésé jusqu'à l'obtention d'un diamètre suffisant pour le passage de la conduite. Cette dernière est ensuite tirée par la tête de forage ;
- le **microtunnelage (TST8)** d'une galerie depuis un puits vertical par une machine de creusement mécanisée, commandée depuis la surface (microtunnelier). Les tronçons de la nouvelle conduite sont foncés à l'aide de vérins hydrauliques au fur et à mesure de l'avancée du microtunnelier. Les déblais et le microtunnelier sont ensuite évacués dans la fouille de réception ;
- l'**éclatement (TST10)** de la conduite à remplacer par passage d'un outil de découpe adapté au matériau. Les éclateurs sont poussés et/ou tractés le long de la canalisation ; la nouvelle canalisation est mise en place dans leur sillage.

Les techniques sans tranchée permettant de poser un fourreau sont également décrites dans le guide technique. Il s'agit du forage dirigé (TST1), du battage de tubes ouverts (TST4), du fonçage « pousse-tube » (TST5), du forage horizontal à la tarière (TST6) et du fonçage de barres pilotes (TST7).



*Remplacement d'une canalisation en tranchée ouverte (source : SEDIF)*

## Champs d'utilisation

Conditions d'utilisation des techniques de remplacement				
Technique	Tranchée ouverte	Forage dirigé	Microtunnelage	Éclatement
Type de sol	Tous	1 (meuble) à 5 (petite roche)	Y compris meuble et/ou rocheux et /ou en présence d'une nappe souterraine	Tous
Matériaux possibles	Tous	Fonte, acier, PEHD	PRV, Béton, voire acier	Acier, fonte ductile, matériaux organiques
Diamètre (mm)	Sans restriction	50 à 250, voire 800	500 à 2 000, voire 2 500	50 à 900
Longueur (m)	Sans restriction	50 à 500, voire 1 000	DN < 1 000 : quelques dizaines de m DN > 1 000 : plusieurs centaines de m	Sans restriction
Profondeur minimale de la conduite	Au moins 1,5 x le diamètre de la conduite. Dans tous les cas 1 m min (voire d'avantage selon les régions) pour assurer la protection contre le gel	Couverture minimale (10 x le diamètre du tube foré)	2 x le diamètre de la conduite	Suffisante pour ne pas dégrader la chaussée

Le choix de la technique la mieux adaptée au contexte devra également prendre en compte les éléments suivants :

- les obstacles répertoriés au renouvellement en tranchée ouverte, y compris les réseaux adjacents ;
- les possibilités de by-pass de la conduite pour un remplacement place pour place ou les tracés possibles pour la pose dans un nouvel emplacement ;
- une analyse des causes de dégradation de l'ancienne conduite (milieu corrosif, fortes contraintes mécaniques, etc.) afin de choisir un matériau et une technique adaptés aux conditions de fonctionnement ;
- le fonctionnement hydraulique et l'estimation des besoins actuels (issus éventuellement d'une étude hydraulique) pour le dimensionnement de la nouvelle conduite ;
- les résultats d'une étude géotechnique et géophysique, approfondie pour la mise en œuvre des techniques sans tranchée (type de sol, effort de poussée ou à exercer, présence de nappe d'eau, etc.).

## Mise en œuvre

Les travaux doivent être réalisés selon le fascicule 71 du CCTG et dans le respect de la charte qualité des réseaux d'eau potable, notamment en ce qui concerne la réception des travaux (contrôle de la pose, de la qualité de l'eau et de l'étanchéité) et la remise en service (rinçage, désinfection). Le chantier fait l'objet d'une Déclaration de projet de Travaux (DT) et d'Intention de Commencement de Travaux (DICT). Toutes les mesures sont prises pour assurer la sécurité du chantier (signalisation, déviation de la circulation, etc.). Au besoin, une dérivation de l'alimentation en eau sera mise en place par maillage, puis la conduite isolée pour la durée des travaux. Dans le cas de la mise en œuvre d'une technique sans tranchée, il sera fait appel à une entreprise spécialiste. En effet, il s'agit d'outils très spécifiques nécessitant du personnel formé à la réalisation de ce type d'opération.

### Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Élevé
	Fonctionnement	Sans objet
Recours à des prestataires	Courant	

Le coût de remplacement d'une canalisation est fonction :

- des contraintes liées à son environnement : la présence d'obstacles oblige à recourir à des techniques particulières délicates à mettre en œuvre et/ou à prendre des précautions nécessaires coûteuses ;
- de l'emprise du chantier et de la densité urbaine (difficultés à la mise en place du chantier et gêne occasionnée des activités) ;
- de la canalisation à poser : le matériau, le diamètre et le linéaire influencent aussi bien le prix à l'achat de la conduite que la réalisation du chantier en lui-même ;
- de la dépose ou de l'abandon dans le sol de la canalisation remplacée.

### Impacts

Comme tout chantier, le renouvellement des conduites d'eau potable génère des nuisances pour les riverains, perturbe la circulation s'il est situé sur une route et peut impacter les activités économiques voisines. Une communication sur l'objet et la durée du chantier sera faite aux usagers pouvant être impactés.

Les techniques sans tranchée, d'emprise moindre, permettent de réduire l'impact sur l'environnement. Les réseaux voisins (EDF, GDF, EU, EP, etc.) et la chaussée peuvent subir des dommages collatéraux s'ils ne sont pas bien repérés, en cas de déviation du tracé dans les terrains hétérogènes ou en cas de mouvement de terrain. Pour limiter les accidents, le guide technique ([Ineris, 2012](#)) spécifie pour chaque technique le fuseau obligatoire à respecter par rapport aux réseaux existants.

La conduite remplacée est mise hors service et généralement laissée dans le sol. Elle peut cependant être enlevée du sous-sol si la nouvelle conduite est posée à sa place et qu'elle n'est pas indispensable pour assurer l'alimentation en eau potable pendant les travaux.



## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : décroissante

L'efficacité du remplacement des canalisations pour réduire les pertes est conditionnée par le choix des tronçons remplacés. Ce choix peut être guidé par les dispositifs d'identification des défaillances ainsi que par les résultats obtenus grâce aux outils d'aide à la décision (fiche IV-A-1). Il peut être confirmé par une auscultation des tronçons (fiches IV-A-2 et IV-A-3).

Le choix des matériaux doit être adapté à l'environnement et aux conditions d'exploitation et dans certains cas une protection cathodique doit être envisagée. Certaines canalisations ayant un rôle stratégique peuvent être équipées de nouvelles technologies qui permettent de détecter en temps réel les défaillances futures de la conduite (continuité métallique, fibres optiques).

## Références

Ajuste C., Berland J. M. et Celerier J. L., *Réhabilitation/remplacement des réseaux d'eau potable en zone rurale*, Document technique hors-série n° 10, FNDAE, 2004.

ASTEE, *Charte de qualité des réseaux d'eau potable*, Nanterre, France, ASTEE, 2013.

France Sans Tranchée Technologies (FSTT), « Travaux sans tranchée : les techniques douces de pose et réhabilitation de réseaux enterrés pour la protection de l'environnement », 2014, disponible sur <<http://www.fstt.org/>>.

Guyard C., « Travaux sans tranchée : Des techniques sous-utilisées. Dossier technique, le plomb tire sa révérence », *Hydroplus*, n° 129, 2002, p. 42.

Ineris, *Guide technique relatif aux travaux à proximité des réseaux*, 2012, 165 p., disponible sur <[http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/gu-presentation/userfile?path=/fichiers/textes\\_reglementaires/Guide\\_technique\\_V1.pdf](http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/gu-presentation/userfile?path=/fichiers/textes_reglementaires/Guide_technique_V1.pdf)>.

## N° IV-C-1

## RÉNOVATION DES CANALISATIONS

## Présentation de l'action

La rénovation d'une conduite consiste à lui restituer ses propriétés hydrauliques et/ou mécaniques et/ou à résoudre des problèmes de qualité d'eau, en conservant tout ou partie de la conduite. Les rénovations des canalisations font partie des techniques de travaux sans tranchée. La perturbation de l'environnement, et notamment du trafic routier, est limitée grâce à une emprise au sol généralement réduite aux puits d'entrée et de sortie.

Le choix de la technique dépend des caractéristiques de la conduite, de son état de dégradation et des contraintes environnementales. Les tubages, avec ou sans espace annulaire, consistent à mettre en place une nouvelle conduite à l'intérieur de l'ancienne. Le chemisage ou gainage, marginal en réseau sous pression, consiste à introduire une gaine souple dans la conduite à rénover, plaquée contre la paroi puis durcie pour en assurer l'étanchéité. Les techniques de projection permettent de protéger la canalisation métallique existante contre l'incrustation (eau rouge) et la corrosion provoquées éventuellement par l'eau transportée, et d'améliorer son coefficient hydraulique (rugosité).

## Champs d'utilisation

**Le tubage** avec espace annulaire par une conduite en polyéthylène, fonte ou acier est la technique de rénovation la plus largement employée sur des conduites de diamètre de 150 à 900 mm en béton âme tôle ou métalliques. La réduction du diamètre interne de la canalisation qu'elle entraîne (espace annulaire + épaisseur de la nouvelle conduite) en limite toutefois l'usage.

Pour pallier cet inconvénient, un tubage sans espace annulaire est possible sur les conduites jusqu'à 800 mm de diamètre. On utilise pour cela des tubes de polyéthylène, préalablement déformés pour permettre leur introduction et qui reprennent leur forme initiale une fois en place. Il existe plusieurs procédés de déformation spécifiques aux entreprises intervenant dans le domaine. Certains procédés disposent d'un avis technique ou d'un DTA<sup>1</sup> délivré par le CSTB<sup>2</sup>.

Le tubage, avec ou sans espace annulaire, est une technique structurante qui assure l'étanchéité de la conduite.

**Le chemisage et le gainage** des conduites d'eau potable en béton, fonte ou acier, de diamètre 100 à 600 mm, voire 1 000 mm, sont à ce jour marginales car les matériaux employés (gaine, résine) doivent avoir reçu l'attestation de conformité sanitaire (ACS) et résister à la pression de fonctionnement du réseau. Certaines de ces techniques disposent d'un avis technique ou d'un DTA délivré par le CSTB. Ces techniques assurent l'étanchéité et permettent de diminuer la rugosité de la conduite mais ne sont en général pas structurantes.



*Tubage sans espace annulaire:  
puits d'introduction  
(source : Grand Lyon)*

1. document technique d'application

2. centre scientifique et technique du bâtiment : <http://www.cstb.fr/>

Enfin, une conduite métallique dégradée par l'eau transportée (tuberculisation, corrosion) peut être protégée par **projection** d'un revêtement inerte par rapport à l'eau, titulaire d'une ACS pour l'eau potable :

- résine bi-composant de type polyurée, polyuréthane, Epoxy pour des conduites de diamètre compris entre 60 et 600 mm ;
- mortier de ciment pour les ouvrages visitables.

Cette technique ne doit être employée que sur des conduites en bon état mécanique car elle n'est pas structurante et ne garantit pas l'étanchéité.

## Mise en œuvre

Un diagnostic de la conduite à rénover rassemblant les éléments de connaissance nécessaire au choix de la technique à mettre en œuvre doit être réalisé. Il comprend notamment le relevé topographique de la conduite, son diamètre, son matériau, l'évaluation de son état (techniques d'inspection, fiches IV-A-2 et IV-A-3) et de son environnement (réseaux voisins, étude géotechnique au besoin).

Une étape de préparation de la conduite est nécessaire, quelle que soit la technique choisie, comprenant son isolement et sa mise à sec, son curage et/ou nettoyage et son inspection par passage caméra. Au moins deux ouvertures seront réalisées pour un tir de 100 à 300 ml (voire 500 ml en tubage) : un puits d'introduction et un puits de tirage du tube ou de la gaine, ou de réception du robot projeteur. Des ouvertures localisées pourront être pratiquées pour le passage de singularités, de changement de direction et au niveau des équipements du réseau, ainsi que pour la réouverture des branchements.

Pour chaque technique, l'étape de rénovation proprement dite consiste à :

- tirer la nouvelle canalisation PE ou fonte ou acier au moyen d'un treuil électrique et à combler l'espace annulaire avec un coulis de ciment pour le tubage avec espace annulaire ;
- tirer le nouveau tuyau PE déformé (préalablement ou sur site) à l'aide d'un treuil qui reprendra ensuite sa forme pour le tubage sans espace annulaire (cf. photo page précédente) ;
- tirer la gaine enduite de résine à l'aide d'un treuil, puis la polymériser sur place au moyen d'eau froide ou chaude, de vapeur, ou de rayonnements d'UV, selon le procédé de chemisage choisi ;
- projeter le revêtement par un robot tracté dans la conduite pour la technique de projection ;

Les travaux doivent être réalisés selon le fascicule 71 du CCTG et dans le respect de la charte qualité des réseaux d'eau potable, notamment en ce qui concerne la réception des travaux (contrôle de la qualité de l'eau, de la pose et de l'étanchéité) et la remise en service (rinçage, désinfection). Le chantier fait l'objet d'une déclaration de projet de travaux (DT) et d'intention de commencement de travaux (DICT). Toutes les mesures seront prises pour assurer la sécurité du chantier (signalisation, déviation de la circulation, etc.). Une dérivation de l'alimentation en eau sera mise en place par maillage, puis la conduite isolée pour la durée des travaux.

## Moyens humains

La réalisation du chantier de rénovation est généralement confiée à des entreprises spécialisées possédant les outils spécifiques à la réalisation de ces techniques et le personnel formé pour ce type d'opération.

## Coûts

Réalisation en interne	Investissement	Élevé, potentiellement moindre qu'un remplacement
	Fonctionnement	Sans objet
Recours à des prestataires	Courant	

Le coût de l'opération peut s'élever très fortement selon l'emplacement du chantier (densité urbaine), l'environnement et l'état de dégradation de la canalisation, le linéaire à renouveler, la technique choisie (degré de technicité), etc.

## Impacts de l'action

Un chantier de rénovation est source de nuisances (circulation perturbée, bruit, poussière, etc.), mais d'emprise réduite par rapport à un chantier de remplacement avec tranchée. La rénovation peut notamment permettre de s'affranchir de certains obstacles (autoroute, cours d'eau, etc.). La rénovation conserve le tracé original du réseau. Les conditions de fonctionnement hydraulique peuvent cependant être modifiées de manière significative (réduction de la section donc du débit en tubage, réduction de la rugosité donc augmentation de la vitesse de l'écoulement par reprise du revêtement interne).

## Éléments d'efficacité de l'action

Délai de mise en œuvre : court

Durée de l'effet : décroissante

## Références

Ajuste C., Berland J. M. and Celerier J. L., *Réhabilitation/remplacement des réseaux d'eau potable en zone rurale*, Document technique hors série, n° 10, FNDAE. 2004.

CERIU, « Fiche descriptive RC-02 - Techniques sans tranchée : Réhabilitation par chemisage, gaine insérée par tirage », *Les classeurs du CERIU*, 2014.

« Classification et informations relatives à la conception des systèmes de canalisations en plastique destinés à la rénovation », Afnor, ISO 11295, 2010, 30 p.

France Sans Tranchée Technologies (FSTT), « Travaux sans tranchée : les techniques douces de pose et réhabilitation de réseaux enterrés pour la protection de l'environnement », 2014, disponible sur <<http://www.fstt.org/>>.

Guyard C., « Travaux sans tranchée : Des techniques sous-utilisées. Dossier technique, le plomb tire sa révérence », *Hydroplus*, n° 129, 2002, p. 42.



## Sigles

<b>AITF</b>	Association des ingénieurs territoriaux de France
<b>ASTEE</b>	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
<b>CGCT</b>	Code général des collectivités territoriales
<b>CME</b>	Carnet météorologique
<b>Irstea</b>	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
<b>IWA</b>	International water association
<b>MEDDE</b>	Ministère de l'Environnement, du Développement durable et de l'Énergie
<b>OIEau</b>	Office international de l'eau
<b>Onema</b>	Office national de l'eau et des milieux aquatiques
<b>PPI</b>	Plan pluriannuel d'investissements
<b>RPQS</b>	Rapport sur le prix et la qualité du service
<b>SDIS</b>	Service départemental d'incendie et de secours
<b>SIG</b>	Système d'information géographique
<b>UDI</b>	Unité de distribution d'eau potable
<b>ZRE</b>	Zone de répartition des eaux



## Abréviations des variables

---

<b><i>L</i></b>	Linéaire de réseau hors branchements
<b><i>N</i></b>	Nombre d'abonnés au service d'eau potable
<b><i>Nb</i></b>	Nombre de branchements
<b><i>Ndb</i></b>	Nombre de défaillances sur branchements
<b><i>Ndc</i></b>	Nombre de défaillances sur canalisations
<b><i>R<sub>0</sub></i></b>	Partie fixe du seuil réglementaire de rendement
<b><i>Va</i></b>	Volume acheté
<b><i>Vcc</i></b>	Volumes consommés comptabilisés
<b><i>Vcnc</i></b>	Volumes consommés non comptabilisés (y compris volume de service du réseau)
<b><i>Vprel</i></b>	Volume prélevé
<b><i>Vprod</i></b>	Volume produit
<b><i>Vv</i></b>	Volumes vendus à d'autres services publics d'eau potable

**Les sigles des indicateurs sont donnés dans l'annexe I.**



# Bibliographie

## Textes réglementaires

- Arrêté du 19 décembre 2011 (version consolidée au 1<sup>er</sup> janvier 2012) relatif à la mesure des prélèvements d'eau et aux modalités de calcul de l'assiette de la redevance pour prélèvements sur la ressource en eau, Légifrance (*Journal officiel*, 19 décembre 2011).
- Arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement, Légifrance (*Journal officiel*, 19 décembre 2013).
- Arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement, Légifrance (*Journal officiel*, 4 mai 2007).
- Arrêté du 6 mars 2007 relatif au contrôle des compteurs d'eau froide en service (version consolidée au 23 mars 2007), Légifrance (*Journal officiel*, 23 mars 2007).
- Code de l'environnement, article D. 213-48-14 -1, Légifrance.
- Code de l'environnement, article D. 213-74-1, Légifrance.
- Code de l'environnement, article L. 213-10-9 (modifié par loi n° 2011-1977 du 28 décembre 2011-art. 124 [V]), Légifrance.
- Code de l'environnement, article R. 211-71, Légifrance (*Journal officiel*, 23 mars 2007).
- Code de l'environnement, article R. 213-48-14 (modifié par décret n° 2011-336 du 29 mars 2011-art. 3), Légifrance.
- Code de l'environnement, article R. 214-58, Légifrance (*Journal officiel*, 23 mars 2007).
- Code général des collectivités territoriales, article D. 2224-5-1, Légifrance.
- Code général des collectivités territoriales, article L. 2224-7-1 (modifié par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010-art. 161), Légifrance.
- Code général des collectivités territoriales, articles D. 2224-1, D. 2224-2 et D. 2224-3 et annexe V, Légifrance (*Journal officiel*, 4 mai 2007).




- Décision n° 08.00.382.001.1 du 30 décembre 2008 relative aux informations devant être consignées dans le carnet métrologique pour les compteurs d'eau froide, Direction générale de la compétitivité de l'industrie et des services (*Bulletin officiel* du ministère de l'Économie de l'Industrie et de l'Emploi).
- Décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 (version consolidée au 23 août 2012) relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, Légifrance (*Journal officiel* n° 0233, 5 octobre 2011).
- Décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable, Légifrance (*Journal officiel* n° 0024, 28 janvier 2012).
- Décret n° 2007-675 du 2 mai 2007 pris pour l'application de l'article L. 2224-5 et modifiant les annexes V et VI du Code général des collectivités territoriales, Légifrance (*Journal officiel*, 4 mai 2007).
- Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, *Journal officiel*, n° 0160 du 13 juillet 2010.

## Références techniques

- Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, Adour-Garonne, 2005, 89 p.
- Agences de l'eau, *Diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable - Guide rédactionnel*, Strasbourg, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2004.
- Albaladejo H., Berthault D., Bulleryal E., Cousin A.-C., The De , Ginsburger C... Thouverez E., « Réduction des pertes en eau », *Techniques sciences méthodes*, n° 12, 2011, pp. 71-85.
- Alegre H., Melo Baptista J., Cabrera E., Cubillo F., Duarte P., Hirne W... Parena R., *Performance Indicators for Water Supply Services*, London IWA publishing, Second Edition, 2006.
- ASTEE, « Estimation des volumes consommés autorisés non comptés », 2013, disponible sur <[http://www.services.eaufrance.fr/docs/variables/ASTEE\\_Estimation\\_volumes\\_non\\_comptes.pdf](http://www.services.eaufrance.fr/docs/variables/ASTEE_Estimation_volumes_non_comptes.pdf)>.
- ASTEE et AITF, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Élaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau*, Onema, 2013, disponible sur <<http://www.onema.fr/Guides-et-Protocoles>>.
- ASTEE et AITF, *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Politiques d'investissement et gestion des immobilisations : cadre et bonnes pratiques - Une vision à la croisée des approches techniques, comptables et financières, Guide complet*, 140 p., ASTEE, AITF, Onema, FNCCR, 2014, disponible sur <<http://www.astee.org>>.
- Eaufrance, unité de distribution d'eau potable (UDI), *Les documents techniques sur l'eau - Glossaire*, 2014, disponible sur <[http://www.documentation.eaufrance.fr/spip.php?page=concept&id\\_concept=939](http://www.documentation.eaufrance.fr/spip.php?page=concept&id_concept=939)>.



- 
- Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, 2012, Onema, 68 p.
  - Onema, « Communiqué de presse : l'observatoire des services publics d'eau et d'assainissement publie son second rapport national », 2014, 2 p.
  - Renaud E., *Définition d'une méthode pour l'annualisation des volumes mis en œuvre dans les services d'alimentation en eau potable*, CEMAGREF-SMEGREG, 2005.
  - Renaud E., *Valeurs de références de l'indice linéaire de pertes des réseaux d'alimentation en eau potable : Application dans le contexte du sage nappes profondes de Gironde*, SMEGREG, CEMAGREF, 2009, 64 p.
  - Sandre, zones de répartition des eaux (ZRE), 2014, disponible sur <<http://www.sandre.eaufrance.fr/atlascatalogue/?mode=ModeMeta&uuid=3da2910e-e1e7-4847-81da-cb5a1bc8bea8#meta1>>.
  - SÉNAT, *Projet de loi portant engagement national pour l'environnement - Étude d'impact*, Sénat, 2009, 296 p.



## Table des illustrations

Figure 1 : représentation du cycle de l'eau potable .....	9
Figure 2 : schéma des volumes mis en œuvre dans un réseau de distribution d'eau potable.....	10
Figure 3 : étape 1 de l'arbre de décision pour la conception d'un plan d'actions .....	42
Figure 4 : étape 2 de l'arbre de décision pour la conception d'un plan d'actions .....	44
Figure 5 : proposition d'organisation chronologique du plan d'actions .....	48

# ANNEXES

Annexe I : Récapitulatif des indicateurs et de leur utilisation .....	162
Annexe II : Synthèse des éléments de mise en œuvre des actions de lutte contre les pertes .....	164
Annexe III : Éléments des actions de lutte contre les pertes pouvant être financés par les agences de l'eau .....	166

## Annexe I : récapitulatif des indicateurs et de leur utilisation

Désignation des indicateurs	Élément d'évaluation	Code RPQS	Unité	Valeurs courantes	Seuil de décision (Indicatif)	Cité dans la partie du guide relative au		
						Pré-diagnostic	Diagnostic	Arbre de décision
Âge moyen	$A = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \times l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}$	-	année	30 – 80	X			
Densité d'abonnés	$Da = \frac{N}{L}$	-	ab/km	5 – 60	X			
Diamètre moyen	$DIA = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \times l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}$	-	mm	60 – 300	X			
Indice de connaissance et de gestion patrimoniale	ICGP (fiche descriptive 103.2B [Onema, 2009])	P103.2B	Sans dimension	0 – 120	80	X	X	X
Indice de pertes par abonné	$IPA = \frac{(V_{prod} + Va) - (V_{cc} + V_{cnc} + Vv)}{365 \times N}$	-	m³/ab/j	0,05 – 0,5	0,1	X	X	
Indice des volumes non comptés par abonné	$IVNCA = \frac{(V_{prod} + Va) - (V_{cc} + V_{cnc} + Vv)}{365 \times N}$	-	m³/ab/j	0,05 – 0,5		X		
Indice linéaire de consommation	$ILC = \frac{V_{cc} + V_{cnc} + Vv}{L \times 365}$	-	m³/km/j	5 – 100		X	X	
Indice linéaire de pertes en réseau	$ILP = \frac{(V_{prod} + Va) - (V_{cc} + V_{cnc} + Vv)}{365 \times L}$	P106.3	m³/km/j	1 – 20		X		X
Indice linéaire des volumes non comptés	$ILVNC = \frac{(V_{prod} + Va) - (V_{cc} + V_{cnc} + Vv)}{365 \times L}$	P105.3	m³/km/j	1 – 20		X		
Linéaire du plus grand secteur	$MaxS_i = MAX (L_r, i = [1, n] \text{ secteur})$	-	km	10 – 200	50		X	

Désignation des indicateurs	Élément d'évaluation	Code RPQS	Unité	Valeurs courantes	Seuil de décision (Indicatif)	Cité dans la partie du guide relative au			
						Pré-diagnostic	Diagnostic	Arbre de décision	Évaluation
<b>Nombre de branchements du plus grand secteur</b>	$MaxS_B = \text{MAX} (Nb_i, i = [1, n] \text{ secteur})$		brcht	300 – 10 000	5 000			X	
<b>Pression Moyenne Journalière</b>	PMJ : pression moyenne journalière du réseau (fiche 2-3 Irstea, 2012)		mce	20 – 80	30		X		X
<b>Pression Moyenne Nocturne</b>	PMN : pression moyenne nocturne d'un secteur (fiche 2-3 Irstea, 2012)		mce	20 – 80			X		
<b>Rendement</b>	$R = \frac{V_{cc} + V_{cnc} + V_v}{V_{prod} + V_a}$	P104.3	%	40 – 90	$R_2$		X	X	X
<b>Rendement primaire</b>	$R_{pri} = \frac{V_{cc}}{V_{prod} + V_a - V_v}$		%	40 – 90			X		
<b>Seuil réglementaire de rendement</b>	$R_s = \text{MIN} (R_1 = 85 ; R_2 = R_0 + \frac{ILC}{500})$		%	65 – 85			X	X	
<b>Taux de défaillance des branchements</b>	$T_{xdb} = \frac{N_{db}}{N_b} \times 1\,000$		Défaillances hors accessoires/ 1 000 brcht/ an	2 – 20	5		X	X	
<b>Taux de défaillance sur canalisation (ou taux de casse)</b>	$T_{xdc} = \frac{N_{dc}}{L}$		Défaillances à l'amont du comptage / km/an	0,05 – 0,5	0,1		X	X	
<b>Taux de Matériaux</b>	$T[M] = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \times M(i)}{\sum_{i=1}^n I_i}$ (fiche 2-5 Irstea, 2012)		%	0 – 100			X		
<b>Taux de volume consommé non comptabilisé</b>	$TxV_{cnc} = \frac{V_{cnc}}{V_{prod} + V_a}$		%	0,5 – 10	4			X	
<b>Taux moyen de renouvellement des réseaux</b>	$TMR = \frac{\sum_{i=n-4}^n L_i}{5 \times L}$	P107.2	%	0 – 2			X	X	

## Annexe II : synthèse des éléments de mise en œuvre des actions de lutte contre les pertes

Code	Titre de la fiche technique	Coût d'investissement	Coût de fonctionnement	Recours à un prestataire	Délai de mise en œuvre	Durée de l'effet	Programmation (§ IV-2 du guide)
I-A-1	Mise à jour des plans	Faible / Modéré	Faible	Occasionnel	Court	Durable	Court terme (SIG envisageable à Moyen terme)
I-A-2	Inventaire des réseaux	Faible / Modéré	Faible	Rare	Court	Durable	Court terme
I-A-3	Détection des réseaux	Modéré	Faible	Courant	Court	Durable	Court terme
I-B-1	Comptages d'exploitation	Modéré	Faible	Courant	Court	Décroissante	Court terme
I-B-2	Gestion du parc de compteurs des usagers	Modéré	Faible	Rare	Court	Durable	Moyen terme
I-B-3	Usagers sans compteur	Faible	Faible	Rare	Court	Ponctuelle	Court/ Moyen terme
I-B-4	Vols d'eau	Faible	Faible	Rare	Court	Ponctuelle	Court/ Moyen terme
I-B-5	Optimisation des purges	Faible	Faible	Rare	Court	Ponctuelle	Court/ Moyen terme
I-B-6	Optimisation du lavage des réservoirs	Faible	Faible	Rare	Court	Ponctuelle	Court/ Moyen terme
I-B-7	Traitement des données pour le calcul des pertes	Faible	Faible	Rare	Court	Durable	Court terme
I-C-1	Sectorisation	Fort	Modéré	Courant	Long	Durable	Moyen terme
I-C-2	Suivi des débits de nuit	Faible	Faible	Rare	Court	Durable	Moyen terme
I-D-1	Télégestion	Fort	Modéré	Courant	Long	Durable	Moyen terme
I-D-2	Modélisation hydraulique	Modéré	Faible	Courant	Court	Durable	Court terme
I-D-3	Indicateurs techniques	Faible	Faible	Rare	Court	Durable	Court terme
II-A-1	Vannes de sectionnement	Modéré	Faible	Occasionnel	Court	Durable	Moyen terme
II-A-2	Ilottage	Faible	Modéré	Rare	Court	Ponctuelle	Court terme
II-A-3	Quantification par alimentation directe	Faible	Modéré	Rare	Court	Ponctuelle	Court terme
II-A-4	Prélocalisation acoustique fixe	Modéré	Faible	Courant (installation) Occasionnel (fonctionnement)	Long	Durable	Moyen terme
II-A-4	Prélocalisation acoustique mobile	Faible	Modéré	Rare	Court	Ponctuelle	Court terme
II-A-5	Écoute directe mécanique	Faible	Modéré	Rare	Court	Ponctuelle	Court terme

Code	Titre de la fiche technique	Coût d'investissement	Coût de fonctionnement	Recours à un prestataire	Délai de mise en œuvre	Durée de l'effet	Programmation (§ IV-2 du guide)
II-B-1	Écoute électronique amplifiée directe et au sol	Faible	Modéré	Occasionnel	Court	Ponctuelle	Court terme
II-B-2	Corrélation acoustique mobile	Faible	Modéré	Courant	Court	Ponctuelle	Court terme
II-B-2	Corrélation acoustique fixe	Modéré	Faible	Courant (installation) Occasionnel (fonctionnement)	Long	Durable	Moyen terme
II-B-3	Gaz traceur	Fort	Modéré	Courant	Court	Ponctuelle	Court terme
II-B-4	Géoradar	Modéré	Modéré	Courant	Court	Ponctuelle	Court terme
II-B-5	Hydrophone mobile	Fort	Modéré	Courant	Court	Ponctuelle	Court terme
II-C-1	Rapidité d'intervention	Faible / Modéré	Faible	Rare	Long	Durable	Court terme
II-C-3	Suivi des interventions	Faible	Faible	Rare	Court	Durable	Court terme
III-A-1	Réduction de pression	Modéré	Faible	Courant	Long	Durable	Moyen terme
III-A-2	Modulation de pression	Modéré	Faible	Courant	Long	Durable	Moyen terme
III-A-3	Régulation des pompes	Modéré	Faible	Courant	Long	Durable	Moyen terme
III-A-4	Dispositif anti-bélier et soupapes de décharge	Modéré	Faible	Courant	Long	Durable	Moyen terme
IV-A-1	Méthodes et outils d'aide à la décision	Faible	Modéré	Occasionnel	Long	Différée puis Durable	Court terme
IV-A-2	Inspections non destructives des canalisations	Modéré / Fort	Modéré	Courant	Court	Ponctuelle	Long terme
IV-A-3	Inspections destructives des canalisations	Modéré	Faible	Courant	Court	Ponctuelle	Long terme
<b>Actions relatives aux travaux sur réseau : échelle de coût sans comparaison possible avec les autres actions</b>							
II-C-2	Réparation	Modéré, hors dégâts collatéraux générés par la fuite	Sans objet	Rare	Court	Décroissante	Court terme
IV-B-1	Remplacement des branchements	Conséquent, moindre que pour une conduite	Sans objet	Courant	Court	Décroissante	Long terme
IV-B-2	Remplacement des canalisations	Élevé	Sans objet	Courant	Court	Décroissante	Long terme
IV-C-1	Rénovation des canalisations	Élevé, peut être moindre qu'un remplacement	Sans objet	Courant	Court	Décroissante	Long terme

## Annexe III : éléments des actions de lutte contre les pertes pouvant être financés par les agences de l'eau

Référence des fiches		Agence de l'eau						
Code	Titre	Adour-Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône-Méditerranée-Corse	Seine-Normandie	
I-A-1	Mise à jour des plans	Études et outils de connaissance du réseau : subvention 50 % <sup>1</sup>	Descriptif détaillé des réseaux : subvention 50 %	Études : subvention 50 %	Descriptif détaillé des réseaux : subvention 70 %	Inventaire du patrimoine (réalisation des plans du réseau et descriptif détaillé) : subvention jusqu'à 50 %	Descriptif et plan d'actions : subvention 50 %	
I-A-2	Inventaire des réseaux							
I-A-3	Détection des réseaux					Dans le cadre du descriptif détaillé : subvention jusqu'à 50 %		
I-B-1	Comptages d'exploitation	Compteurs de prélèvement : subvention 30 %		Équipement : subvention 70 %	Équipements : subvention 35 %	Uniquement compteurs de prélèvement : subvention jusqu'à 50 %	Subvention et avance selon type de collectivité <sup>4</sup>	
I-B-2	Gestion du parc de compteurs des usagers							
I-B-3	Usagers sans compteur							
I-B-4	Vois d'eau			Équipement contre le vol : subvention 50 %				
I-B-5	Optimisation des purges			Étude : subvention 50 %				
I-B-6	Optimisation du lavage des réservoirs							
I-B-7	Traitement des données pour le calcul des pertes							
I-C-1	Sectorisation			Équipement réseau : subvention 70 %	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 70 %	Uniquement sur territoires déficitaires <sup>3</sup> : subvention jusqu'à 50 %	Subvention et avance selon type de collectivité <sup>4</sup>	
I-C-2	Suivi des débits de nuit	Études de sectorisation + les équipements <sup>2</sup> : subvention 50 % <sup>1</sup>	Matériel de comptage : subvention 50 %		Équipements : subvention 35 %	Dans le cadre d'un schéma directeur ou d'un diagnostic de réseau en territoires déficitaires <sup>3</sup> : subvention jusqu'à 50 %		
I-D-1	Télégestion		Système de télégestion : subvention 25 % + subvention Urbain-Rural 15 %	Équipement du réseau collectif : subvention 70 %		Uniquement sur territoires déficitaires <sup>3</sup> : subvention jusqu'à 50 %		
I-D-2	Modélisation hydraulique	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 50 %	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 50 %	Étude : subvention 50 %	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 70 % (assiette à définir)	Dans le cadre d'un schéma directeur ou d'un diagnostic de réseau en territoires déficitaires <sup>3</sup> : subvention jusqu'à 50 %		
I-D-3	Indicateurs techniques						Diagnostic des dispositifs d'AEP : subvention 50 %	



Référence des fiches		Agence de l'eau						
Code	Titre	Adour-Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône-Méditerranée-Corse	Seine-Normandie	
II-A-1	Vannes de sectionnement			Équipement réseau : subvention 70 %	Équipements : subvention 35 % (dans le cadre de la sectorisation du réseau uniquement)	Dans le cadre du financement des opérations de travaux sur les réseaux : subvention jusqu'à 50 %		
II-A-2	Ilotage							
II-A-3	Quantification par alimentation directe	Recherche de fuites : uniquement pré-localisateur acoustique à poste fixe : subvention 50 % <sup>1</sup>						
II-A-4	Prélocalisation acoustique fixe			Équipement réseau : subvention 70 %				
	Préloc mobile	<b>Ne sont pas aidables :</b>			Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 70 % Acquisition des équipements : subvention 35 %			
II-A-5	Écoute directe mécanique	<ul style="list-style-type: none"> <li>renouvellement des équipements</li> <li>pré-localisateurs à poste mobile</li> <li>équipements de corrélation acoustique, d'écoute au sol, de gaz traceur</li> <li>équipements de télé relèvements de compteurs d'abonnés</li> </ul>	Recherche de fuites : subvention 50 %					
II-B-1	Écoute électronique amplifiée directe et au sol							
II-B-2	Corrélation acoustique mobile							
II-B-3	Gaz traceur							
II-B-4	Géoradar							
II-B-5	Hydrophone immergé							
II-C-1	Rapidité d'intervention							
II-C-2	Techniques de réparation							
II-C-3	Suivi des interventions							

Référence des fiches		Agence de l'eau						
Code	Titre	Adour-Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône-Méditerranée-Corse	Seine-Normandie	
III-A-1	Réduction de pression			Étude : subvention 50 %		Uniquement sur territoires défavorisés <sup>1</sup> : subvention jusqu'à 50 %	Sécuriser l'alimentation en eau face aux risques de défaillance ou de pollution accidentelle ; subvention et avance selon type de collectivité <sup>4</sup>	
III-A-2	Modulation de pression							
III-A-3	Régulation des pompages							
III-A-4	Dispositif anti-bélier et soupapes de décharge							
IV-A-1	Méthode et outils multicritères	Études patrimoniales + outils d'aide à la décision (modèles économiques et financiers, logiciels de gestion patrimoniale) : subvention 50 % <sup>1</sup>		Étude : subvention 50 %		Structurer les services d'eau et planifier leurs actions : subvention jusqu'à 50 %	Études spécifiques en eau potable : subvention 50 %	
IV-A-2	Techniques d'inspection non destructives							
IV-A-3	Techniques d'inspection destructives							
IV-B-1	Remplacement des branchements					Partie publique du branchement et uniquement dans le cadre de la Solidarité Urbain-Rural : subvention 30 % + 20 % pour l'ultra-rural	Subvention et avance selon type de collectivité <sup>4</sup>	
IV-B-2	Remplacement des canalisations	Réhabilitation de réseau de distribution en eau potable : subvention 25 % (programme solidarité Urbain-Rural si co-financement égal du CG)			Travaux d'amélioration des rendements visant l'atteinte de performances minimales : subvention 10 à 20 % (selon priorité) + avance 40 %	Uniquement sur territoires défavorisés <sup>1</sup> et seulement pour les actions les plus urgentes mises en évidence par une étude préalable, pas d'aides récurrentes : subvention jusqu'à 50 %		
IV-C-1	Stratégie et techniques de rénovation des canalisations							

## Notes précisant les modalités de financement des Agences de l'eau Adour-Garonne, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie

Les informations ci-dessus portent sur les aides des Agences en vigueur en 2014, elles sont susceptibles d'évoluer dans les années qui suivent. Les domaines et les modalités d'attribution des aides par les agences de l'eau peuvent être adaptés dans le cadre d'appels à projets.

- Subvention de 70 % si démarche complète :
  - phase 1 : études de connaissance ;
  - phase 2 : études de sectorisation, études de recherches de fuites ou phase 1 + 2 : études de diagnostics réseaux ;
  - phase 3 : études de planification et programmation.
- Équipements de sectorisation : comptage de quantification et de sectorisation, les équipements de gestion de ces dispositifs (télégestion)
- Territoires déficitaires : identifiés comme prioritaires au titre du SDAGE
- Subvention et avance selon type de collectivité

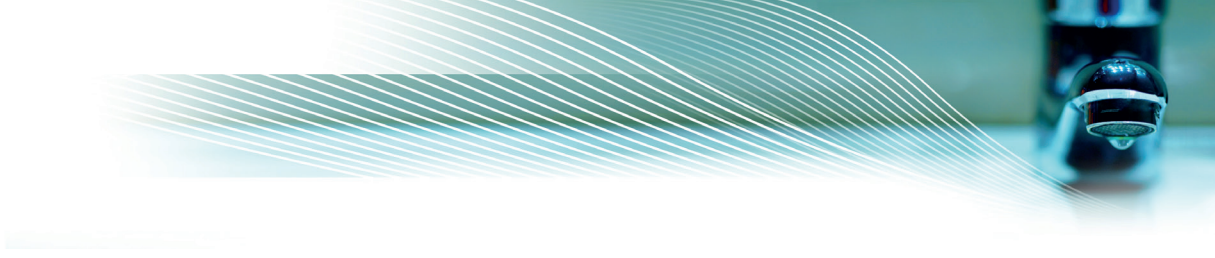
	Collectivités urbaines	Collectivités rurales
Taux de base	Subvention de 20 % et avance de 30 %	Subvention de 30 %
Taux majoré	Subvention de 30 % et avance de 20 %	Subvention de 40 %

## Sources

<b>Agence de l'eau Adour-Garonne</b>	<b>Accès aux documents de référence des possibilités de financements dans le cadre de leur 10<sup>e</sup> programme (2013-2018)</b> Agence de l'eau Adour-Garonne. (2012). Fiches : « Gestion quantitative de la ressource et économies d'eau » et « Eau potable (Protection et Qualité) », 10 <sup>e</sup> programme pluriannuel d'intervention - Modalités et conditions d'attribution des aides pour la période 2013-2018. Retrouvé le 15 juillet 2014, sur <a href="http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/quelle-politique-de-l-eau-en-adour-garonne/un-outil-le-programme-d-intervention-de-l-agence.html">http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/</a>
<b>Artois-Picardie</b>	Agence de l'eau Artois-Picardie. (2012). 10 <sup>e</sup> programme d'intervention 2013-2018. Retrouvé le 15 juillet 2014, sur <a href="http://www.eau-arts-picardie.fr/Les-documents-du-Xeme-Programme-d.html">http://www.eau-arts-picardie.fr/Les-documents-du-Xeme-Programme-d.html</a>
<b>Loire-Bretagne</b>	Agence de l'eau Loire-Bretagne. (2012). 10 <sup>e</sup> programme (2013-2018) - Pour l'eau destinée à la consommation humaine. Les aides financières de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne. Retrouvé le 15 juillet 2014, sur <a href="http://www.eau-loire-bretagne.fr/nos_missions/aides_financieres">http://www.eau-loire-bretagne.fr/nos_missions/aides_financieres</a>
<b>Rhin-Meuse</b>	Agence de l'eau Rhin-Meuse. (2012). 10 <sup>e</sup> programme d'intervention de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse (2013-2018) - VI. 6.3 « L'eau potable ». Retrouvé le 15 juillet 2014, sur <a href="http://www.eau-rhin-meuse.fr/?q=aides_collectivites">http://www.eau-rhin-meuse.fr/?q=aides_collectivites</a>
<b>Rhône-Méditerranée-Corse</b>	Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. (2014). Aides pour les bassins Rhône-Méditerranée-Corse. Retrouvé le 15 juillet 2014, sur <a href="http://www.eau-loire-bretagne.fr/nos_missions/aides_financieres">http://www.eau-loire-bretagne.fr/nos_missions/aides_financieres</a>
<b>Seine-Normandie</b>	Agence de l'eau Seine-Normandie. (2013, 25 juin). 10 <sup>e</sup> programme (2013-2018). Retrouvé le 15 juillet 2014, sur <a href="http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=7687">http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=7687</a>

# Glossaire

<b>Diagnostic</b>	Étude approfondie du réseau faisant l'état de la connaissance du patrimoine et du fonctionnement du réseau et des ouvrages, analysée en regard du contexte (ressource en eau, contraintes d'exploitation et demande en eau des usagers). Une étude par secteur de distribution est indispensable pour une analyse spatialisée des niveaux de pertes et de leur potentiel de réduction. Pour réaliser ce diagnostic, il est souvent nécessaire de réaliser une campagne de mesure sur le réseau.
<b>Plan d'actions</b>	Outil de pilotage de l'action publique traduisant les orientations stratégiques (réduire les fuites, qualité de service, préservation du patrimoine...) en objectifs d'actions et permettant la définition des moyens nécessaires (fonctionnement et investissement) à l'atteinte de ces objectifs.
<b>Plan Pluriannuel d'Investissement (PPI)</b>	Outil de planification économique, traduisant financièrement les projets d'équipements, de renouvellement et d'adaptation du patrimoine technique. Il est préalable à la construction de toute projection économique à court ou moyen terme. (ASTEE & AITF, 2014).
<b>Pré-diagnostic</b>	Analyse réalisée par un service d'alimentation en eau potable du niveau de pertes de son système et des outils ou moyens existants pour le réduire. Le pré-diagnostic est basé sur des données aisément disponibles, des indicateurs techniques et un inventaire des pratiques.
<b>Unité de distribution (UDI)</b>	Réseau de distribution dans lequel la qualité de l'eau est réputée homogène. Une unité de distribution d'eau potable (UDI) est gérée par un seul exploitant, possédée par un même propriétaire et appartient à une même unité administrative (Eaufrance, 2014).
<b>Zone de répartition des eaux (ZRE)</b>	Zone comprenant les bassins, sous-bassins, fractions de sous-bassins hydrographiques et systèmes aquifères, définie en application de l'article R. 211-71 du Code de l'environnement. Les zones de répartition des eaux sont des zones où est constatée une insuffisance, autre qu'exceptionnelle, des ressources par rapport aux besoins.



Secrétariat de rédaction et suivi de fabrication : Béatrice Gentil et Jeanne Dequesne

Conception : Graphies

Réalisation : [www.kazoar.fr](http://www.kazoar.fr)

Impression : IME by Estimprim

Cet ouvrage a été réalisé avec des encres végétales sur papier issu des forêts gérées durablement.



© Onema, novembre 2014

Le Grenelle de l'environnement a mis en évidence la nécessaire maîtrise des prélèvements sur les ressources en eau. L'engagement n° 111 du Grenelle qui vise de façon plus spécifique la réduction des fuites sur les réseaux d'eau potable constitue un des moyens pour y parvenir. La loi Grenelle 1 (article 27) et la loi Grenelle 2 (article 161) ont repris cet objectif qui s'est traduit par le décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable.

Le présent guide sur la réduction des pertes en eau des systèmes de distribution d'eau potable a pour objectif d'aider les collectivités en charge des services d'eau potable à réaliser le plan d'actions exigé par ce décret en cas de rendement insuffisant. Il propose une méthode et des outils pour adapter le plan d'actions au contexte particulier de chaque service ainsi qu'un recueil de fiches synthétiques des actions de réduction des pertes.



Hall C – Le Nadar – 5 square Félix Nadar 94300 Vincennes  
Tél. : 01 45 14 36 00  
[www.onema.fr](http://www.onema.fr)



1 rue Pierre-Gilles de Gennes – CS 10030 – 92761 Antony cedex  
Tél. : 01 40 96 61 21  
[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)