



Titre : COMMUNE DE REDANGE EPS 15275  
Objet : Diagnostic du réseau d'eau potable



### G2C ingénierie

9 rue Paul Langevin

Parc d'Activités Saint Jacques II

54320 Maxéville

Tél : 03 83 96 14 57

Fax : 03 83 95 15 74



**COMMUNE DE REDANGE**  
DEPARTEMENT DE LA MOSELLE (57)

## DIAGNOSTIC DU RESEAU D'EAU POTABLE

### PHASE 3 : SCHEMA DIRECTEUR D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE





## Identification du document

Élément	
Titre du document	Rapport de phase 3
Nom du fichier	15275EPS_RÉDANGE_PHASE3_CHG1.DOC
Version	04/07/2016 10:50:00
Rédacteur	CHG
Vérificateur	AHR
Chef d'agence	AHR



## Sommaire

<b>1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU SCHEMA DIRECTEUR</b> .....	<b>6</b>
<b>2. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT ACTUEL DU RÉSEAU</b> .....	<b>7</b>
<b>3. MOYENS/MÉTHODOLOGIE PERMETTANT D'AMÉLIORER LE SERVICE</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. Pratiques actuelles en matière de gestion patrimoniale du service</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2. Amélioration des pratiques de gestion du service</b> .....	<b>10</b>
3.2.1. Schéma de distribution ou zonage eau potable .....	10
3.2.2. Stratégie de suivi des compteurs de sectorisation et de recherche de fuites.....	13
3.2.3. Amélioration du suivi des compteurs abonnés .....	18
<b>3.3. La production du rapport annuel du service</b> .....	<b>20</b>
<b>4. SCHEMA DIRECTEUR : PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1. Proposition n°1 : Amélioration de la qualité de l'eau</b> .....	<b>22</b>
4.1.1. Proposition n°1.a : Amélioration de la qualité bactériologique de l'eau par abaissement du temps de séjour .....	22
4.1.2. Proposition 1.b : Amélioration de la qualité pour 5 habitations rue d'Audun-le-Tiche.....	26
<b>4.2. Proposition n°2 : Amélioration du niveau de performance du réseau par renouvellement immédiat des conduites fuyardes</b> .....	<b>28</b>
4.2.1. Proposition n°2.a : suppression de la fuite quantifiée à 18m <sup>3</sup> /j impasse des Lauriers.....	28
4.2.2. Proposition n°2.b : suppression de la fuite quantifiée à 25 m <sup>3</sup> /j rue d'Audun-le-Tiche .....	31
<b>4.3. Proposition n°3 : Amélioration de la défense incendie par renouvellement des équipements et conduites défectueux</b> .....	<b>33</b>
<b>4.4. Proposition n°4 : Programme de renouvellement des infrastructures</b> .....	<b>36</b>
4.4.1. Proposition n°4.a : Renouvellement massif de s canalisations à priorité de renouvellement élevé.....	37
4.4.2. Proposition n°4.b : Renouvellement continu d es canalisations.....	39
4.4.3. Proposition n°4.c : renouvellement des branchements.....	40
4.4.4. Proposition n°4.d : Renouvellement des compteurs abonnés.....	41
<b>4.5. Proposition n°5 : Sécurisation de l'approvisionnement par création d'une conduite d'interconnexion avec la commune de Sanem</b> .....	<b>45</b>
<b>4.6. Proposition n°6 : Aménagements nécessaires à la réalisation du projet d'urbanisation</b> .....	<b>47</b>
4.6.1. Proposition n°6.a : Augmentation des ressources en eau potable.....	48
4.6.2. Proposition n°6.b : Remplacement du groupe de pompage de la Sprett.....	50
4.6.3. Proposition n°6.c : Augmentation du volume de stockage par construction d'une seconde cuve de 250 m <sup>3</sup> .....	50
4.6.4. Proposition n°6.d : Création d'un surpresseur pour l'alimentation du secteur d'urbanisation accueillant le second lot (720 logements).....	51
<b>5. SCHEMA DIRECTEUR : PROPOSITIONS DE PROGRAMME PLURIANNUEL DE TRAVAUX</b> .....	<b>53</b>
<b>5.1. Proposition d'actions de travaux optimaux</b> .....	<b>54</b>
<b>5.2. Proposition d'actions de travaux sans réalisation de la seconde tranche d'urbanisation</b> .....	<b>55</b>
<b>5.3. Bilan du schéma directeur de travaux</b> .....	<b>56</b>
<b>5.4. Annexe 1 : Devis estimatifs des opérations de travaux 1 à 5</b> .....	<b>57</b>
<b>5.5. Annexe 2 : Pertes - Généralités et définitions</b> .....	<b>58</b>



5.5.1. Bilan d'eau .....	58
5.5.2. Représentation des fuites .....	59
5.5.3. L'évolution d'une fuite .....	59
5.5.4. L'importance de la durée de fuite .....	61
<b>5.6. Annexe 3 : Les Indicateurs de performance .....</b>	<b>62</b>
5.6.1. Le rendement du réseau et le pourcentage des pertes .....	62
5.6.2. L'Indice Linéaire de Pertes .....	63
5.6.3. L'indice de consommation minimal nocturne.....	63
5.6.4. Comment qualifier l'état d'un réseau : rendement ou indice linéaire de pertes ? .....	64
<b>5.7. Annexe 4 : Détail des méthodes de recherche de fuites .....</b>	<b>65</b>
5.7.1. Détection acoustique des fuites .....	65
5.7.2. Facteurs influençant l'efficacité acoustique .....	65
5.7.3. Prélocalisation des fuites .....	66
5.7.4. Localisation précise des fuites .....	67
<b>5.8. Annexe 5 : Fiche de renseignement lors des interventions pour fuites .....</b>	<b>70</b>



## Table des illustrations

Figure 1 : Connaissance patrimoniale à l'issue de l'étude.....	9
Figure 2 : Exemple de schéma de distribution .....	12
Figure 3 : Principe de sectorisation.....	15
Figure 4: Identification de l'année de pose d'un compteur .....	18
Figure 5 : Temps de séjour actuel.....	23
Figure 6 : Temps de séjour après mise en place des points de chloration et réducteur de pression.....	23
Figure 7 : implantation du réducteur de pression.....	24
Figure 8 : Pressions de distribution avec proposition 1.....	24
Figure 9 : Description des travaux liés à la proposition n°1.b .....	26
Figure 10 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°1.b .....	27
Figure 11 : localisation de la fuite quantifiée à 18 m3/j.....	28
Figure 12 : description des travaux (proposition n°1.a).....	29
Figure 13 : modélisation impasse des Lauriers (Proposition n°2.a) .....	30
Figure 14 : localisation de la fuite quantifiée à 25 m3/j.....	31
Figure 15 : Vérification du temps de séjour après remplacement de la conduite (proposition 2B) .....	32
Figure 16 : Vannes tiercées suspectées .....	33
Figure 17 : Tronçon obstrué.....	33
Figure 18 : renouvellement de la conduite rue d'Esch.....	34
Figure 19 : Priorités de renouvellement du réseau.....	36
Figure 20 : conduites concernées par le renouvellement massif (proposition n°4.a) .....	37
Figure 21 : Répartition des compteurs abonnés par tranche d'âge .....	44
Figure 22 : Description des travaux liés à la proposition n°5 .....	45
Figure 23 : zones d'urbanisation à l'horizon 2020 puis 2035.....	47
Figure 24 : Pressions de service sans surpression à l'horizon 2035.....	51
Figure 25 : Pressions de service avec surpression à l'horizon 2035, après création d'un surpresseur.....	51
Tableau 1: Informations à recenser dans les cas de casses.....	16
Tableau 2 : Informations à recenser pour un meilleur suivi des compteurs abonnés.....	18
Tableau 3 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°1.a .....	25
Tableau 4 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°2.a .....	30
Tableau 5 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°2.b .....	32
Tableau 6 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°3 .....	35
Tableau 7 : Grille de notation des priorités de renouvellement par tronçon de canalisation.....	36
Tableau 8 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°4.a .....	38
Tableau 9 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°4.b .....	39
Tableau 10 : estimation du sous-comptage à fin juin 2016.....	44
Tableau 11 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°5 .....	46
Tableau 12 : Bilan Besoin Ressource.....	47
Tableau 13 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°6.c .....	50
Tableau 14 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à l'opération 6.d.....	52
Tableau 15 : Programme d'investissement – scénario complet.....	54
Tableau 16 : Programme d'investissement – scénario sans 2eme tranche d'urbanisation.....	55
Tableau 17 : Bilan des bénéfices apportés par le schéma directeur .....	56



# 1. Introduction et objectifs du schéma directeur

La réglementation en vigueur impose aux collectivités territoriales compétentes en service d'eau potable de se conformer à plusieurs textes que sont :

- 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 d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable.
- Le **Décret et Arrêté du 2 mai 2007** relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement : indicateurs de performance, de connaissance patrimoniale etc.
- **L'article 161 de la Loi Grenelle II** modifiant l'article L.2224-7-1 du Code général des Collectivités territoriales qui veut désormais que les communes exerçant la compétence de distribution d'eau potable mettent en place avant le 1er janvier 2014 un schéma de distribution d'eau potable déterminant les zones desservies par le réseau de distribution et un descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable.
- La **note DGS/EA4/2012/366** concernant un inventaire spécifique des canalisations en PVC posées avant 1980 avec corrélation des temps de séjours de l'eau.
- Le **Décret n°95-363** du 5 avril 1995 qui interdit la pose des canalisations en Plomb (article 28)

L'objet de cette présente étude porte sur la réalisation d'un diagnostic et d'un inventaire détaillé du réseau de la commune de Rédange, afin que la commune puisse disposer d'un outil de programmation et de gestion lui permettant d'avoir une vision globale et actualisée de son service d'alimentation en eau potable.

En vue de faire apparaître les insuffisances de fonctionnement et de proposer les mesures propres à retrouver et à maintenir une exploitation optimale, le diagnostic du réseau communal, qui fonctionne en régie, doit porter sur :

- La typologie du réseau et l'inventaire du patrimoine existant ;
- L'analyse de la production, de la consommation et de la qualité de l'eau distribuée ;
- une évaluation du fonctionnement hydraulique du réseau dans la situation actuelle et en situation future (campagne de mesure et modélisation),
- Les risques d'interruption de l'alimentation en eau potable vis-à-vis des pollutions accidentelles, de la vulnérabilité des systèmes de production et d'adduction et de la vulnérabilité des sources ;
- L'analyse de la gestion au quotidien du service

La mission se déroulera en trois phases :

- Phase 1 : état des lieux et descriptif détaillé des réseaux
- Phase 2 : diagnostic du fonctionnement du réseau d'eau potable
- Phase 3 : schéma directeur d'alimentation en eau potable

L'objectif principal, outre que le maître d'ouvrage souhaite disposer d'une très bonne connaissance de son réseau d'eau potable, est **d'améliorer le rendement** du réseau et de **réduire les prélèvements**.

La phase 3 ici présentée a pour objet la proposition de solutions visant à améliorer les problématiques identifiées au cours des phases 1 et 2.



## 2. Synthèse de l'état actuel du réseau

### LA GESTION DU SERVICE

L'amélioration de la gestion du service par la mise en place d'outils de surveillance et de gestion du réseau permettra de pérenniser les actions mises en place à court terme.

Ces outils auront pour but de

- maintenir la performance du réseau à un niveau élevé
- tenir à jour et d'approfondir la connaissance du réseau et ainsi d'optimiser les opérations de renouvellement.

Il sera également nécessaire d'adopter un schéma de distribution afin de borner l'obligation de desserte sur le territoire.

### LA RESSOURCE EN EAU

Les ressources actuellement disponibles sont exploitées à 100% et ne permettent pas de couvrir les besoins induit par les projets d'urbanisation de la commune.

Il est donc impératif de mener des opérations de réduction des pertes dans l'immédiat et de prévoir la création d'autres ressources à plus long terme.

### LA PERFORMANCE DU RESEAU

Au démarrage de l'étude, les pertes étaient importantes sur le réseau (55% des volumes mis en distribution) → Rendement médiocre. Depuis de nombreuses fuites ont été localisées et réparées. Le rendement actuel avoisine les 70%

Ce rendement reste inférieur à l'objectif réglementaire (85%), il s'explique essentiellement par deux phénomènes :

- Sous-comptage dû à l'âge des compteurs abonnés
- Les fuites sectorisées sur différents tronçons du réseau de distribution sont responsables de 90% des pertes mesurables actuellement.

Les actions présentées ci-après viseront à atteindre les objectifs réglementaires de performance en réduisant les pertes et en instaurant des outils de maîtrise des pertes.

### LE PATRIMOINE

Il a été relevé un potentiel désordre au niveau du réservoir qui pourrait impacter la durée de vie de son génie-civil. Par ailleurs, le bâtiment technique de la Sprett semble en proie à un désordre structurel. Des investigations complémentaires sont à prévoir afin de caractériser précisément le désordre et le traitement de la pathologie relevée.

Le patrimoine représenté par les conduites constituant le réseau de Rédange est hétérogène. On compte 1.5km réseau âgé de plus de 40 ans (et jusqu'à 100 ans) considéré comme en fin de vie. Un plan de renouvellement va être présenté. De plus, une partie de ce réseau est concerné par le risque de relargage de Chlorure Monomères de Vinyle. Cet aspect sera pris en compte par le plan de renouvellement.

Le remplacement des branchements existants sera également pris en compte ; il représente l'essentiel des interventions du service dans le cadre de fuites.

### LA QUALITE DE L'EAU

L'eau captée à Rédange est de bonne qualité. Cependant, la modélisation réalisée en phase 2 met en évidence la présence de temps de séjour particulièrement élevés dans la quasi-intégralité du réseau. Ce constat est lié à la chloration qui est réalisée au niveau de la production et non au niveau de la mise en distribution : le temps de séjour est presque limite en sortie de réservoir.

L'aménagement de la chloration va être ici abordé.

Par ailleurs, 5 habitations situées à l'extrémité de la rue d'Audun-le-Tiche ne sont pas raccordées au réseau de distribution mais à la conduite d'adduction (eau non chlorée). Une solution de raccordement au réseau de distribution va être proposée pour assurer une meilleure qualité de l'eau.



## LA DEFENSE INCENDIE

Le territoire bâti de Rédange est incomplètement couvert par le réseau d'hydrants permettant la défense incendie. Des solutions d'aménagement seront envisagées.

Par ailleurs, les caractéristiques hydrauliques mesurées par le SDIS, comparées avec la modélisation hydraulique ont permis de révéler un dysfonctionnement du réseau dû à la présence de vannes tiercées et/ou la présence de conduite dont la section est réduite à cause de l'usure.

Des actions visant à améliorer les capacités hydrauliques de la défense incendie vont être proposées.

## LA PRESSION DE SERVICE

- Etat actuel : il est nécessaire d'installer un réducteur de pression rue Georges Sand pour ouvrir la maille reliant le quartier de la frontière avec le bas du village.
- Etat futur à l'horizon 2020 : zones d'extension compatibles avec la structure actuelle du réseau. Pas d'aménagements particuliers pour la gestion de la pression.
- Etat futur à l'horizon 2035 : la partie haute de la dernière tranche d'extension nécessitera la création d'un surpresseur pour assurer une pression de service convenable.

## L'EXTENSION DE L'HABITAT

La commune de Rédange fait partie d'un vaste projet d'extension de l'habitation comprenant pour son territoire la création de 80 Logements à l'horizon 2020 et la création de 720 logements supplémentaires à l'horizon 2035.

La présente étude présente les aménagements à prévoir au niveau de son système d'alimentation en eau potable pour permettre l'alimentation de ces logements.



### 3. Moyens/Méthodologie permettant d'améliorer le service

#### 3.1. Pratiques actuelles en matière de gestion patrimoniale du service

Ce chapitre a pour vocation d'établir un premier bilan de la connaissance patrimoniale par rapport à la stricte réglementation dans un premier temps, puis au Guide ONEMA-ASTEE relatif au descriptif détaillé des réseaux d'eau.

La référence actuelle repose sur 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. Ce décret est pris pour l'application de l'article 161 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 (dite Grenelle II) portant engagement national pour l'environnement.

Paramètre	Conformité (Oui/Non)	Commentaires
Plan des réseaux à jour	✓ plan réseau Autocad (format dwg) établi par G2C Format vectoriel (SIG)	Tous les tronçons sont couverts Géoréférencement Lambert 93
Matériaux	✓	La totalité du réseau a fait l'objet d'une mise à jour sur support informatique (phase 1). Les secteurs dont la fiabilité est médiocre feront l'objet d'une actualisation à chaque intervention sur réseau.
Diamètre	✓	
Linéaire	✓	Les plans du réseau constitués sont à l'échelle et permettent de disposer du linéaire de réseau
Date de pose (ou à défaut période de pose)	✓	La phase 1 a permis de rechercher l'âge (ou date de pose des canalisations) à l'aide des plans de récolement, devis travaux et mémoires de la commune.
Ouvrages / fontainerie	✓ plan réseau Autocad (format dwg) Format vectoriel (SIG)	Tous les ouvrages sont reportés : réservoirs, PI/bâches, compteurs de sectorisation, réducteurs de pression, vannes de sectionnement et branchements. Tous ces objets ont été cartographiés selon un géoréférencement : - X, Y Lambert 93 CC49 - Z IGN69 Ils sont compilés au sein de carnets de vannage

Source : G2C Ingénierie

Figure 1 : Connaissance patrimoniale à l'issue de l'étude

**Le service présente un niveau d'information compatible avec les obligations réglementaires du décret 2012-97.**



## 3.2. Amélioration des pratiques de gestion du service

À ce jour, la connaissance du réseau et de son état est globale. Ce rapport, à travers le chapitre suivant, propose des améliorations physiques qui permettront d'atteindre les objectifs multiples qui sont :

- L'augmentation du rendement (67.2% mini arrêté 2012-97, 70% SDAGE, 85% optimal décret 2012-97)
- La garantie d'un taux de chlore suffisant par abaissement du temps de séjour (Circulaire DGS/SD7A n° 2003-524/DE/19-03 du 7 novembre 2003)
- Le maintien d'un taux de Chlorure de Vinyle Monomère inférieur à 0.5 µg/l (arrêté du 11 Janvier 2007)

Il s'agira alors d'organiser la gestion du service afin de maintenir la performance du réseau.

La réorganisation du service consiste au développement des axes suivants :

- Connaissance du territoire, des zones desservies, desservables et non desservables → mise en place d'un schéma de distribution d'eau potable
- Mise en place d'une stratégie de maîtrise des pertes
- Mise en place d'un suivi détaillé des casses/fuites afin d'identifier les problèmes et orienter les renouvellements
- Amélioration du suivi des compteurs abonnés.

### 3.2.1. Schéma de distribution ou zonage eau potable

#### 3.2.1.1. Réglementation générale

Issu de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006, le schéma de distribution d'eau potable est en principe porté par la commune. Si plusieurs communes se sont regroupées pour exercer la compétence « eau potable », c'est la structure intercommunale idoine - EPCI (type syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable - SIAEP, Communauté d'Agglomération, Communauté Urbaine ou Communauté de Communes) qui sera responsable de sa mise en œuvre.

Les objectifs des schémas de distribution d'eau potable sont :

- de délimiter le champ de la distribution d'eau potable,
- d'assurer une meilleure transparence des modalités de mise en œuvre du service public d'eau potable.

Les éléments contenus dans les schémas de distribution d'eau potable sont :

- la délimitation des zones desservies par le réseau de distribution, pour lesquelles une obligation de desserte s'applique,
- le schéma n'a pas vocation à faire apparaître une distinction entre les catégories d'usagers pouvant bénéficier ou non de la desserte. En revanche, le plan local d'urbanisme constitue le document idoine pour fixer le type de constructions possibles notamment en fonction des capacités de distribution du réseau de distribution de l'eau potable.

L'article 161 de la Loi Grenelle II modifie l'article L.2224-7-1 du CGCT qui veut désormais que les communes exerçant la compétence de distribution d'eau potable mettent en place avant le 1er janvier 2014 un schéma de distribution d'eau potable déterminant les zones desservies par le réseau de distribution et un descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable.

Ce qui se traduit par :

- Chaque commune exerçant la compétence en matière de distribution d'eau potable devra disposer d'un schéma de distribution d'eau potable déterminant les zones desservies par le réseau de distribution au 31/12/2013.
- Ces zones desservies par le réseau de distribution correspondent donc à la définition des parcelles où la commune s'engage à distribuer l'eau potable sous réserve que la capacité des réseaux de distribution le permette.



Il résulte en outre de cette obligation de desserte que le raccordement au réseau de distribution d'eau potable ne peut être refusé que dans des circonstances particulières telles que le raccordement d'une construction non-autorisée (article L. 111-6 du Code de l'Urbanisme) ou le raccordement d'un hameau éloigné de l'agglomération principale (CE, 30 mai 1962, Parmentier, Lebon, p. 912), le refus devant être motivé en fonction de la situation donnée.

En l'absence de schéma de distribution d'eau potable, l'**obligation de desserte qui pèse sur la commune (ou EPCI)** peut s'étendre à l'ensemble du territoire du porteur de la compétence puisque dans ce cas l'existence éventuelle de zones non-desservies n'est pas prise en compte.

Le Conseil Municipal (ou Syndical) peut prendre délibération concernant les limites de la carte de zonage délimitant les zones desservies par le réseau de distribution d'eau. Dans ce cas, le dossier comprenant le dossier de zonage d'eau potable et la délibération du Conseil Municipal (ou Syndical) est transmis à la préfecture pour contrôle de légalité.

### 3.2.1.2. Définition des zones

#### Objectifs :

- Définir l'étendue de la compétence en matière de distribution d'eau potable de la collectivité territoriale.
- Définir des limites du zonage délimitant les zones desservies par le réseau de distribution d'eau et les zones pour lesquelles la commune s'engage à desservir. Le travail s'effectue sur fond de plan cadastral.
- Délimiter les zones desservies par le réseau de distribution d'eau en cohérence avec les limites fixées par le zonage des documents d'urbanisme (PLU, Carte communale...).

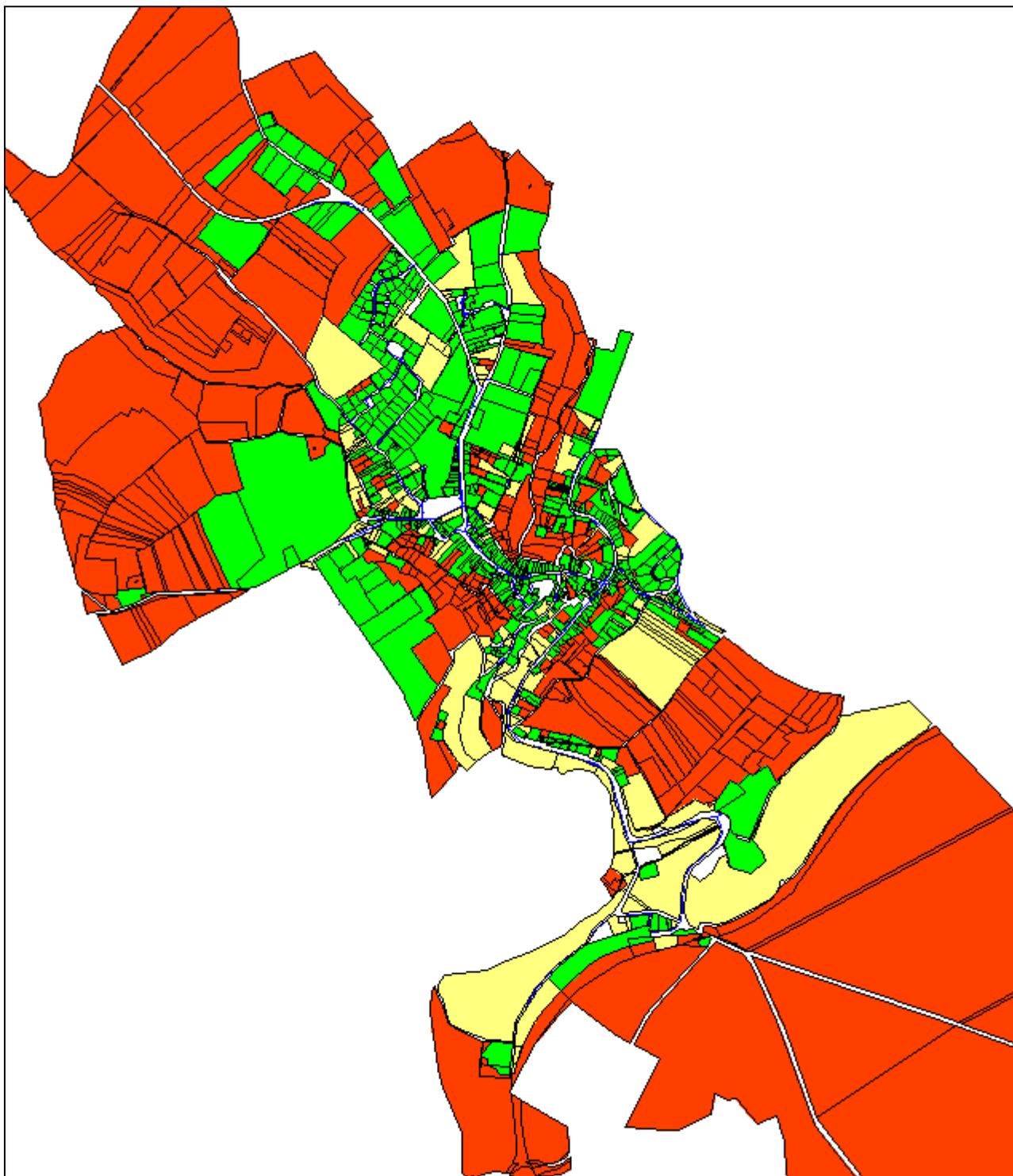
#### APPLICATION A LA COMMUNE DE DARNEY

La délimitation des zones desservies par le réseau d'eau potable est établie au niveau parcellaire suivant les principes suivants :

	parcelle desservie	parcelle actuellement desservie qu'elle soit en zone aménageable ou non
	parcelle desservable	Parcelle actuellement non desservie mais dont la proximité directe du réseau et ses caractéristiques hydrauliques lui permettrait d'être desservie.
	parcelle non desservable	parcelle non desservie située en zone <b>non</b> aménageable ou présentant des contraintes majeures de raccordement (éloignement, pression...)



## RENDU CARTOGRAPHIQUE



Source : G2C Ingénierie, 2016

Figure 2 : Exemple de schéma de distribution



## 3.2.2. Stratégie de suivi des compteurs de sectorisation et de recherche de fuites

### 3.2.2.1. Rappel - Localisation et détection des pertes sur le réseau

La maîtrise des pertes en réseau passe par l'actionnement de 4 leviers à savoir :

**Le diagnostic permanent**, fondé sur la sectorisation du réseau et la mise sous surveillance des débits, apporte deux informations : le suivi quotidien des débits et l'identification rapide d'anomalies et l'association de ces anomalies à un secteur restreint, ce qui permet une intervention ciblée des équipes de terrain. La recherche et la réparation de fuites est alors plus efficace et agit à la fois sur le nombre de fuites éliminées et sur la durée moyenne des fuites. Ce levier est toutefois une action de court terme : effet immédiat mais de courte durée notamment sur un réseau vieillissant.

**Rechercher et réparer des fuites** est donc une action qui se doit d'être continue, mais qui a ses limites, techniques et économiques. D'une part ces actions d'exploitation n'agissent que sur les fuites « détectables ». En les détectant au plus tôt, leur durée de vie moyenne est réduite, limitant ainsi les pertes. Ces actions n'agissent pas sur les fuites « diffuses », indétectables, et n'empêchent pas l'évolution de celles-ci en nouvelles fuites détectables. D'autre part, multiplier l'effort de terrain en recherche de fuites est limité par les coûts que cela engendre.

**La gestion de la pression** peut être simple ou complexe, dépendant des stratégies mises en œuvre. L'objectif global est de limiter les excédents de pression tout en assurant le service requis afin de réduire le stress sur les canalisations et surtout le débit de pertes qui, à travers les mêmes orifices, varie en fonction de la pression. Dans le cas de la commune de Darney, les pressions sont d'ores et déjà ajustées de manière pertinente au fonctionnement du réseau et à la desserte en eau des abonnés. La gestion de la pression n'est donc pas un axe d'amélioration qui pourra être actionné par le service.

La seule façon d'éliminer durablement les pertes devient alors le **renouvellement** des tronçons les plus fuyards et des branchements de desserte associés.

### 3.2.2.2. Propositions d'améliorations

Le parc de compteur de sectorisation existant constitue un niveau d'équipement suffisant pour permettre un suivi convenable des pertes en ligne.

Aujourd'hui, pour maintenir le niveau de performance du réseau, il s'agira de :

- Manœuvrer régulièrement l'ensemble des vannes du réseau pour éviter leur blocage (annuellement),
- Remplacer les vannes non fonctionnelles
- Relever le compteur de distribution, de production et d'achat de manière périodique (à minima hebdomadaire),
- Etablir une stratégie de recherche de fuites par sectorisation nocturne et recherche de fuites fine en cas de dépassement du seuil réglementaire issu du décret 2012-97, afin de détecter au plus vite les fuites, et ainsi pouvoir effectuer les réparations dans un laps de temps suffisamment restreint pour que le rendement ne soit pas impacté.



## SUIVI DES VOLUMES PRODUITS ET DISTRIBUES

Il s'agit pour Rédange d'effectuer une relève mensuelle et de consigner les index des compteurs sous format informatique.

Date	Index
Date 1	Index à la date 1
Date 2	Index à la date 2
...	...

Pour rappel les compteurs de production et de sectorisation nécessitent **une première vérification** selon les modalités décrites au cadre du décret du 12 avril 2006 (arrêté du 6/03/2007) et synthétisées dans le tableau ci-contre.

**Pour les vérifications périodiques suivantes, la périodicité est fixée à 7 ans pour tous les compteurs.**

VALIDITE	Contrôle selon le décret du 29/01/1976	Contrôle selon le décret du 12/04/ 2006
9 ans	Classe A	$Q3/Q1 \leq 50$
12 ans	Classe B	$50 < Q3/Q1 \leq 125$
15 ans	Classe C	$Q3/Q1^1 > 125$

Le coût de dépose, d'étalonnage et de remise en place est évalué à 350 € HT/compteur pour des compteurs de DN  $\geq$  60.

## OBJECTIFS GENERAUX

La réduction des pertes a pour objectifs principaux :

- **Un objectif réglementaire**
  - En premier lieu : Respect du Décret 2012-97 précisant les performances minimales des systèmes d'alimentation en eau. Dans le cas de la commune de Rédange, rurale, le rendement minimum à atteindre est de 67.2% ( $65 + 1/5ILC = 67.2\%$ )
  - Ensuite : Atteinte du rendement primaire de 70% fixé par le SDAGE de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (hors ZRE).
  - Enfin : Objectif de rendement net fixé à 85% par le Décret 2012-97.
- **Un objectif environnemental et sociétal au travers<sup>2</sup>**
  - De la limitation des prélèvements inutiles au niveau des ressources,
  - D'une réduction des dépenses énergétiques et d'une amélioration du bilan carbone,
  - De la réduction de l'arrêt de la distribution (continuité de service) et des désagréments en résultant : utilisation d'eau de rinçage, ouverture de tranchées, embouteillages et plans de circulation, affouillements, bruit...
- **Un objectif financier via**
  - La réduction des coûts énergétiques,
  - La limitation des capacités de production,
  - L'optimisation des volumes par possibilité de reconversion du volume de pertes en consommation actuelle ou future (volume facturable),
  - L'éligibilité aux aides accordées par les partenaires financiers.

Chaque fois que le rendement calculé est inférieur au rendement réglementaire, il s'agira pour le service de déclencher :

- Une nuit de sectorisation pour identifier les secteurs à fortes pertes
- Etablir un programme de recherche de fuites par méthodes acoustiques

<sup>1</sup> Q1 défini comme Débit Minimal (Débit le plus faible auquel le compteur d'eau fournit des indications qui satisfont aux exigences relatives aux erreurs maximales tolérées (EMT)). Q3 défini Débit permanent (Débit le plus élevé auquel le compteur d'eau fonctionne de façon satisfaisante dans des conditions normales d'utilisation, c'est-à-dire dans des conditions de débit constant ou intermittent).



## STRATEGIE POUR AMELIORER L'EMPLOI DU DIAGNOSTIC PERMANENT

La maîtrise des pertes en eau résulte de la mise en œuvre conjointe de travaux de renouvellement du réseau (patrimoine canalisations et branchements) et d'actions d'exploitation telles que la recherche de fuites active ou la gestion des pressions.

Ainsi, l'amélioration de la performance du réseau doit passer par une optimisation des pratiques actuelles et la recherche d'efficacité. L'approche proposée vise la mise en place d'une méthodologie consacrée permettant d'optimiser :

- Le traitement et l'analyse des données de suivi des compteurs en place pour l'identification des secteurs fuyards. **2h par mois seront nécessaires** à l'analyse et à la priorisation des actions de recherche de fuites en fonction des débits minimums.
- Le pilotage au quotidien des efforts de recherche de fuites : la sectorisation nocturne éventuelle du réseau, la recherche de fuites fine par corrélation acoustique et par écoute au sol.

Lorsque les niveaux d'ILP sont franchis, il est indispensable pour l'opérateur en charge de l'analyse de prioriser les actions de recherche de fuites fine (prélocalisation éventuelle et corrélation acoustique). L'opérateur en charge du diagnostic permanent classera les secteurs suivant les critères consacrés de priorisation puisqu'une fuite n'occasionne pas la même perte économique pour le service d'un secteur à l'autre :

- Le linéaire de réseau de chacun des secteurs,
- Le niveau de pression du secteur (plus le niveau de pression est élevé, plus la fuite est détectable),
- La fragilité du secteur vis à vis de la ressource disponible.

La méthode nécessaire de recherche de fuites :

- Si le linéaire de réseau du secteur < 1 km alors opérations de corrélation acoustique directe + écoute au sol
- Si le linéaire de réseau du secteur > 1 km alors opérations séquentielles de pré localisation afin de limiter les inspections détaillées (nuits de sectorisation ou mise en œuvre de pré localisateurs mobiles) puis corrélation acoustique directe + écoute au sol sur les zones définies lors de la prélocalisation.

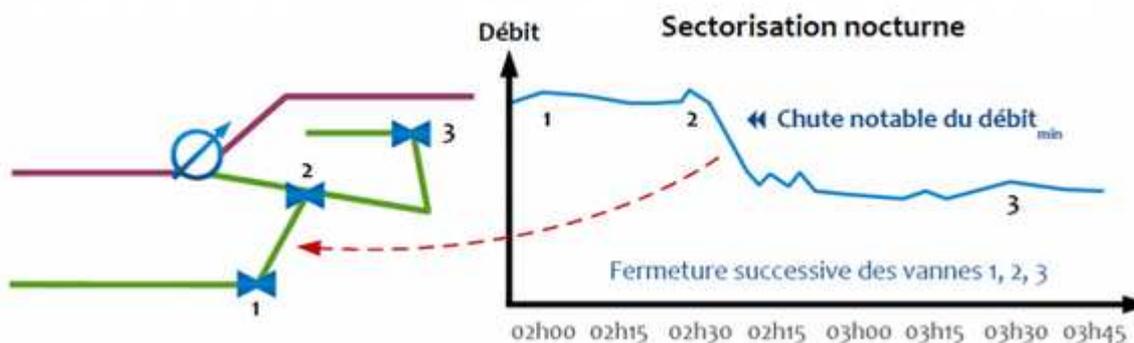
La figure page suivante présente l'organigramme décisionnel en matière de méthodologie d'analyse et de priorisation des secteurs.

## PRINCIPE DE LA SECTORISATION NOCTURNE EN CAS DE DEPASSEMENT DE SEUIL DE RENDEMENT OU D'ILP

La sectorisation nocturne d'un réseau consiste à le décomposer en plusieurs zones distinctes pour lesquelles les volumes mis en distribution sont mesurés par lecture directe sur le compteur de sectorisation prévu à cet effet. L'opération se déroule de nuit de préférence à partir de 23h30, lorsque les consommations sont abaissées à leur maximum.

Au préalable de l'opération de sectorisation nocturne, le service devra s'assurer du bon remplissage du réservoir.

L'exercice consiste à intervenir de nuit, au moment où le débit minimum est observé. Tout en surveillant le débit au niveau du compteur de sectorisation, on effectue la fermeture successive des vannes au sein du secteur suspect. La chute brutale du débit permet de localiser l'anomalie derrière la vanne qui vient d'être fermée.



Source : G2C Ingénierie  
Figure 3 : Principe de sectorisation

Dans l'idéal, on essaye de réduire progressivement la maille d'intervention afin d'identifier aussi précisément que possible la zone fuyarde.



Pour réussir son intervention nocturne :

- **se diviser en deux équipes :**
  - un agent (personnel d'exploitation) équipé des outils de manœuvre afin de réaliser les opérations d'ouverture et de fermeture des vannes,
  - un agent effectuant les lectures du compteur au point de contrôle.
- **se munir :**
  - du plan prévisionnel de sectorisation,
  - des outils adéquats : lampe de poche, chronomètre, téléphone cellulaire (pour communiquer entre les 2 agents),
  - de moyen d'archivage des informations (carnet de terrain ou formulaire d'intervention).
- **Après chaque fermeture de vanne :**
  - Attendre la stabilisation du débit (1 à 3 minutes environ) puis procéder aux mesures.
  - Effectuer 1 mesure initiale puis au moins 2 ou 3 de contrôle.
  - Toute mesure dont le débit n'est pas régulier (sauts d'aiguilles sur compteur, accélération puis ralentissement brusque des débits instantanés) sera rejetée.

**MISE EN PLACE D'UN SUIVI DES INCIDENTS/FUITES SUR LE RESEAU.**

Fort des plans numériques et papiers des réseaux AEP, il sera préconisé de mettre en œuvre un moyen simple d'enregistrement des casses sur plan et sur un fichier ou cahier associé.

Une fiche d'identification de l'intervention avec les renseignements utiles est préconisée. Les informations minimales à renseigner étant :

Données	Commentaires
<b>Données de base</b>	
Date réparation	Jour/mois/année
Localisation réparation	Adresse complète avec précision de la canalisation concernée en cas de doute possible Mise à jour du plan : Diamètre, matériau, état
Organe réparé	Réseau, branchement, autre, ...
Type réparation	Casse, perforation, joint, ...
<b>Données complémentaires</b>	
Cause intervention	Fuite signalée ou visible, perturbation distribution, recherche de fuite, ...
Débit de fuite	Appréciation pouvant être qualitative

Source : G2C Ingénierie

Tableau 1: Informations à recenser dans les cas de casses

Dans tous les cas de figure, la mise en place d'un système d'archivage des défaillances du réseau sera nécessaire. En effet la décision de renouvellement, si elle repose sur des facteurs d'opportunités (autres travaux de voirie, renforcement du réseau), doit prioritairement être déclenchée à partir de critères exprimant le vieillissement des canalisations : l'âge n'est pas le seul critère de vieillissement puisqu'il arrive que de très vieilles canalisations assurent un service très satisfaisant, alors que des tuyaux récents peuvent être hors d'usage.



Les indices ci-contre (non exhaustifs) permettent de suivre le vieillissement du réseau et d'orienter le décideur vers les bons choix en matière de renouvellement des réseaux. Cependant, cette approche nécessite d'une part de bien connaître les caractéristiques du réseau, et d'autre part d'enregistrer et de localiser systématiquement les défaillances du réseau (plaintes, pression, casses). Une fiche d'intervention a un double intérêt : en plus des renseignements relatifs à l'incident, l'intervention est l'occasion de collecter ou de valider des informations concernant la canalisation (diamètre, matériau, ...) et son environnement (lit de pose, nature du sol, trafic routier...), ce qui n'est pas sans intérêt, compte tenu du caractère souterrain du réseau AEP.

La démarche d'archivage des défaillances, pour être complète, doit se dérouler selon 3 étapes :

-Le recueil des informations sur le terrain à l'aide d'une fiche d'intervention.

-Le stockage des informations sur un support adapté : feuille Excel, base de données Access, SIG spécialisé.

-L'exploitation des informations accumulées au fil du temps : analyse descriptive, analyse prédictive, cartographie des résultats...

*Nota. Toutes les données descriptives du réseau et de son fonctionnement doivent être scrupuleusement actualisées lors de modifications ou d'interventions sur les conduites et organes composant le réseau (branchements, vannes etc.). Des procédures doivent être mises en place de façon à garantir la transcription précise des modifications réalisées sur le terrain.*

*Les documents numériques établis à l'occasion du schéma directeur sont confiés sur CD.*

Critères	Détail
Phénomène de vieillissement général	
Qualité de l'eau due à :	la corrosion la porosité des joints
Diminution de la capacité de transport due :	à l'entartrage la corrosion
Fuites diffuses due à :	la corrosion la détérioration des joints
Casses apparentes dues à :	la corrosion au lit de pose aux surpressions au mouvement de terrain
Indice de mesure :	âge ...
Plaintes (eaux rouges)	
Chutes de pression	
Débits de fuites (ILP)	
Taux de casses annuels	



### 3.2.3. Amélioration du suivi des compteurs abonnés

Il est effectué, sur le territoire de Rédange, une relève trimestrielle des compteurs abonnés. Pour rappel, le rôle de l'eau à ce jour présente les informations suivantes :

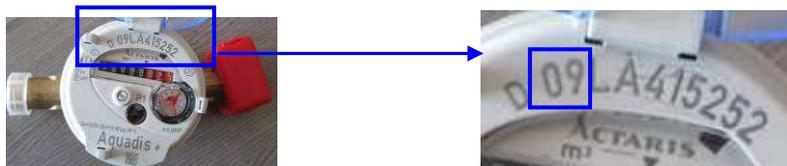
Information	Disponibilité actuelle	Information	Disponibilité actuelle
Nom et prénom	✓	Date de la relève précédente	✗
N° du compteur	✗	Index de la relève précédente	✗
Adresse de consommation	✗	Date de la nouvelle relève	✗
Adresse de facturation	✓	Index de la nouvelle relève	✗
Localisation du compteur	✗	Consommation annualisée <sup>2</sup>	✓
Classe du compteur (A, B ou C)	✗		

Source : G2C Ingénierie

Tableau 2 : Informations à recenser pour un meilleur suivi des compteurs abonnés

Nous notons plusieurs informations importantes manquantes ou non exhaustives au cadre du fichier de relève actuelle :

- **Le numéro de compteur** : Le numéro de compteur permet d'assurer 2 choses :
  - Que l'index relevé lors de la relève correspond bien au point de consommation
  - L'information d'année de construction du compteur. Le numéro du compteur est généralement constitué d'un préfixe de 2 chiffres (cf. images ci-dessous) présentant l'année de construction. L'année de construction ne correspond pas toujours à l'année de mise en service mais constitue un élément de base permettant la planification du renouvellement des compteurs<sup>3</sup>



Source : G2C Ingénierie

Figure 4: Identification de l'année de pose d'un compteur

- **La date de relève** : elle permet d'annualiser les volumes sur 365 jours par différence avec la date de relève précédente. Par comparaison sur la même période avec les volumes mis en distribution (ex : de septembre n-1 à septembre n si la relève des compteurs est effectuée en septembre), il est alors possible de suivre l'évolution du niveau de performance (rendement, ILP etc.) du système.<sup>4</sup>
- **La localisation du compteur** : elle permet de faciliter la tournée de relève par identification rapide de la localisation du compteur (partie publique, privée) et de son emplacement (ex : sous regard à l'entrée de propriété à droite derrière le portail)
- **L'adresse de consommation** : elle permet d'identifier, par secteur de distribution, les consommations totales annuelles.
- **La classe métrologique du compteur** : elle permet de définir la périodicité de l'étalonnage du compteur en place.

<sup>2</sup> Calculé selon la formule : (Index nouvelle relève – Index relève précédente) / (date nouvelle relève – date ancienne relève) x 365

<sup>3</sup> L'arrêté du 6 mars 2007 préconise un étalonnage des compteurs tous les 15 ans afin de vérifier le niveau de sous-comptage et d'éliminer les compteurs ne répondant pas à la réglementation correspondante. Au regard du coût généré par la dépose, l'étalonnage, la remise en place (ou le remplacement du compteur si sous comptage > seuil réglementaire), nous préconisons le remplacement des compteurs de plus de 15 ans.

<sup>4</sup> L'objectif étant d'éviter de calculer des indices de performances avec des données issues de périodes de référence différentes.



► **Le service technique de la commune a démarré une vaste campagne de collecte de ses données depuis l'hiver 2015-2016.**

► **Il est préconisé de poursuivre cette démarche à l'occasion des prochaines relèves des compteurs, afin d'alimenter le fichier de facturation et de suivi du rôle de l'eau sous format informatique:**

- la relève systématique du numéro du compteur (identifiant unique)
- l'inscription de la date de relève du nouvel index afin d'annualiser les volumes lors du renseignement du RPQS (analyse des volumes consommés sur la même période que les volumes produits pour disposer des informations de rendement et d'ILP plus fiables)
- la relève de l'état général du compteur et du matériau du branchement à l'amont
- la collecte des informations concernant le diamètre du compteur (pour faciliter les opérations de maintenance, de planification financière des remplacements à prévoir)

► **A partir de l'état général des compteurs abonnés (index illisible, compteur hors d'âge ou présentant des anomalies de fonctionnement) et de leur date de pose estimative, il sera possible de planifier pour le service le renouvellement des appareils défectueux ou pour lesquels leur âge traduit un sous-comptage sans doute important.**

**Il est important de conserver à l'esprit que :**

- N'importe quelle méthode de planification nécessite la connaissance préliminaire du parc de compteurs abonnés en service
- Le non remplacement des compteurs abonnés vieillissants se traduit par un manque à gagner non négligeable pour le service (par sous-comptage de l'eau transitant dans le compteur) et détermine une situation potentielle d'inégalité entre les usagers du service.

Une relève annuelle de chaque compteur est préconisée à minima dans le but d'analyser les volumes consommés et d'établir le RPQS (cf.3.3). Afin d'optimiser le suivi du réseau et son niveau de performance, une relève semestrielle sera fortement préconisée.



### 3.3. La production du rapport annuel du service

Le Rapport sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS) est un document qui doit être établi tous les ans par chaque service d'eau et d'assainissement pour rendre compte aux usagers du prix et de la qualité du service rendu pour l'année écoulée.

**C'est un document public** (dès lors qu'il a été validé par l'assemblée délibérante de la collectivité) **qui répond à une exigence de transparence interne mais également à une exigence de transparence à l'usager**, lequel peut le consulter à tous moments au siège de son service.

Le RPQS a été créé par l'article 73 de la Loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement (dite « Loi Barnier »). Cet article a été supprimé au profit de l'article L2224-5 du Code général des collectivités territoriales (CGCT). Le Décret n° 95-635 du 6 mai 1995 qui précise le contenu et les modalités de présentation du rapport a été traduit dans les articles D2224-1 à D2224-5 du CGCT. Il a été complété par le Décret n° 2007-675 du 2 mai 2007 (annexes V et VI des articles D2224-1 à D2224-3 du CGCT) qui introduit les indicateurs de performance des services.

**Le rapport est dû par toutes les collectivités ayant la charge d'un service public de l'eau potable**, de l'assainissement collectif et/ou de l'assainissement non collectif, quelle que soit leur taille ou l'étendue des missions dans les compétences dont elles ont la charge.

**Ca rapport annuel du service introduit également des indicateurs de performance, (Décret n° 2007-675) du 2 mai 2007 qui figurent aux Annexes V et VI du Code général des collectivités territoriales.**

Les indicateurs ont fait l'objet de définitions homogènes. Les collectivités concernées doivent renseigner chaque année l'ensemble des indicateurs au sein de leur RPQS. Ces indicateurs constituent la base des données de l'observatoire des services publics de l'eau potable et de l'assainissement.

Afin de faciliter la mise en œuvre des indicateurs, une plateforme internet présente les ressources utiles à leur calcul : <http://services.eaufrance.fr/observatoire/indicateurs/eau-potable>

**Pour chaque indicateur, une fiche présente toutes les informations nécessaires à son calcul et à son interprétation.**



## 4. Schéma directeur : propositions d'améliorations

---

Les améliorations potentielles pour le service d'eau à ce jour sont :

- La création d'un point de chloration au niveau du réservoir afin d'abaisser le temps de séjour dans le réseau de distribution et l'aménagement de la gestion de la pression de service de manière à ouvrir toutes les mailles fermées et ainsi supprimer les branches dites « mortes ».
  - Le raccordement des 5 habitations de l'extrémité de la rue d'Audun-le-Tiche au réseau de distribution afin de garantir la qualité de l'eau chez l'abonné.
  - L'amélioration immédiate de la performance du réseau
    - Elimination des fuites
    - Remplacement des compteurs abonnés très âgés
  - L'amélioration durable de la performance du réseau
    - Diagnostic permanent<sup>5</sup> : Stratégie de suivi des compteurs de sectorisation
    - Renouvellement des infrastructures
      - Compteurs abonnés,
      - Réseaux,
      - Branchements,
  - La mise en place d'aménagement visant à améliorer la défense contre l'incendie en termes de performances hydrauliques.
  - L'aménagement du réseau permettant l'accueil des futures zones d'extension de l'habitat.
  - L'aménagement du réseau dans le but de créer une nouvelle interconnexion avec le village Luxembourgeois de Belvaux (commune de Sanem).
  - La création d'une ressource complémentaire.
-



## 4.1. Proposition n°1 : Amélioration de la qualité de l'eau

### 4.1.1. Proposition n°1.a : Amélioration de la qualité bactériologique de l'eau par abaissement du temps de séjour

Les exigences de chloration sont uniquement fixées par le plan Vigipirate (Circulaire DGS/SD7A n° 2003-524/DE/19-03 du 7 novembre 2003 relative aux mesures à mettre en œuvre en matière de protection des systèmes d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, y compris les eaux conditionnées.

Dans le cadre de l'application du plan Vigipirate, elles sont de maintenir une concentration minimale en chlore libre de 0,3 mg/l en sortie des réservoirs et viser une concentration de 0,1 mg/l en tout point du réseau de distribution. Ces prescriptions correspondent environ au maintien d'un temps de séjour après chloration proche de 48h.

Actuellement, la chloration est réalisée au niveau de la bêche tampon de la station de la Sprett. Ce dispositif n'est pas suffisant pour maintenir un taux de chlore suffisant dans l'ensemble du réseau et notamment à cause :

- du temps de séjour engendré par le temps de stockage dans le réservoir.
- Du phénomène de dégradation du chlore dissout amplifié par le stockage d'eau à surface libre (surface de contact avec l'air importante)

En effet, en sortie de réservoir, l'eau présente un âge proche de 70h après chloration.

Par ailleurs, depuis la construction du nouveau réservoir, la ligne de charge a été élevée sur l'ensemble du réseau de Redange. Des réducteurs de pression ont été installés rue de la côte et rue du château. Mais à la création du quartier de la frontière, ce nouveau réseau a été raccordé au réseau existant au bas de la rue George Sand sans mise en place de réducteur.

Il a donc été décidé, pour protéger le réseau de fermer la vanne présente à la jonction de ces réseaux. Cette fermeture est un frein à la circulation de l'eau et a créé des branches dites « mortes » où le temps de séjour est très élevé.

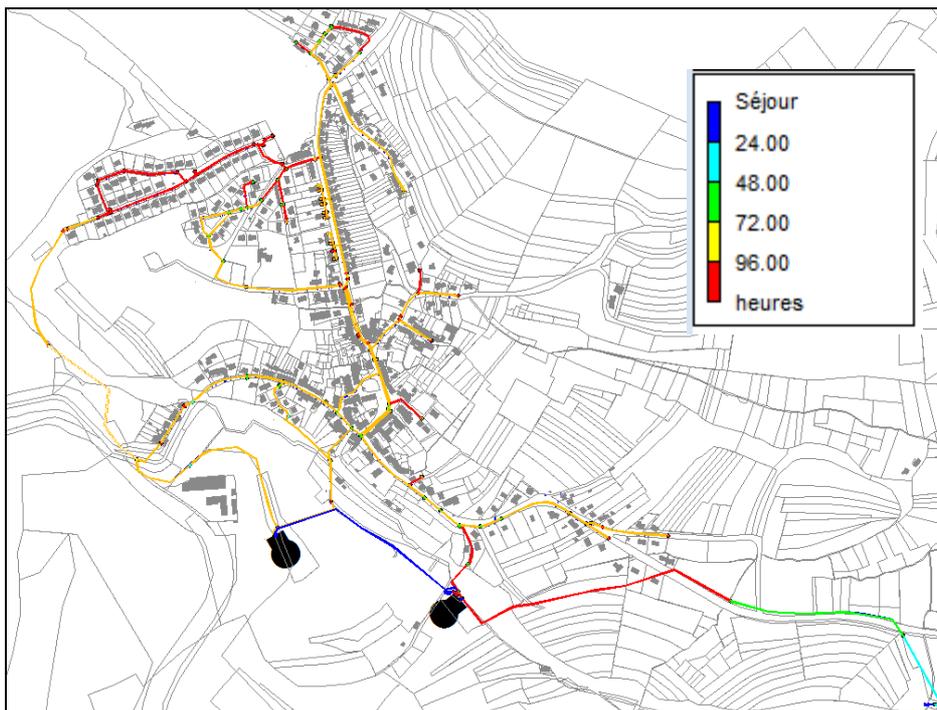
La solution suivante comprend donc :

- **La mise en place d'un point de chloration secondaire en sortie du réservoir.**
- **La mise en place d'un réducteur de pression rue Georges Sand, permettant d'ouvrir toutes les vannes sectorielles.**



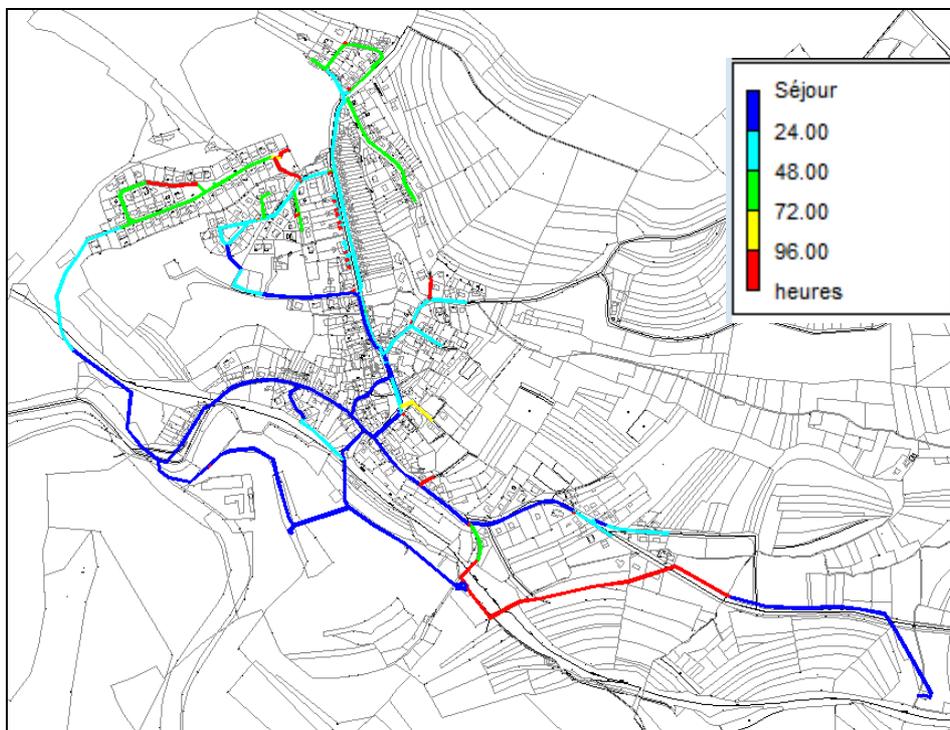
**LE RESULTAT DE CETTE OPERATION SUR L'ABAISSEMENT DU TEMPS DE SEJOUR EST ILLUSTRÉ CI-DESSOUS :**

- Temps de séjour avant mise en place des points de chloration secondaires



Source : G2C Ingénierie  
Figure 5 : Temps de séjour actuel

- Temps de séjour après mise en place des points de chloration secondaires



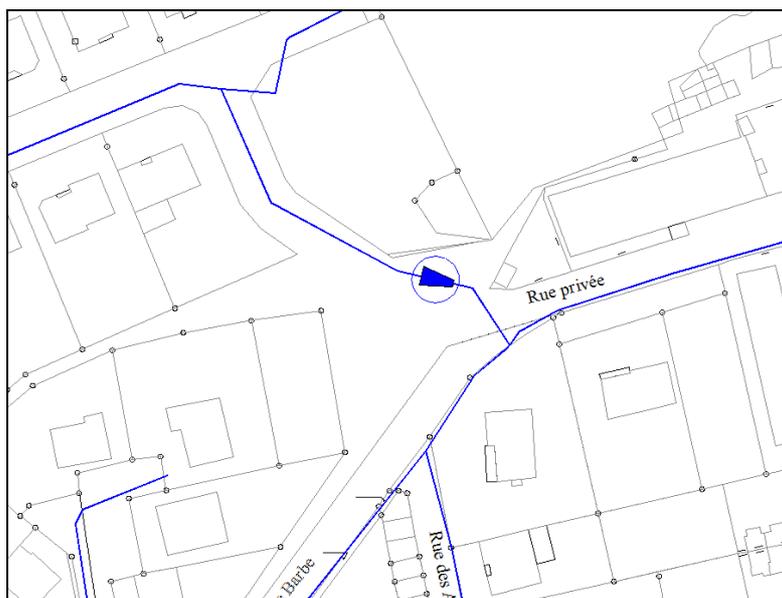
Source G2C Ingénierie  
Figure 6 : Temps de séjour après mise en place des points de chloration et réducteur de pression

**Cette opération permet d'abaisser le temps de séjour initialement compris entre 72 et 200 heures à moins de 72 heures pour l'essentiel de la commune.**



## VERIFICATION DES PRESSION DE DISTRIBUTION :

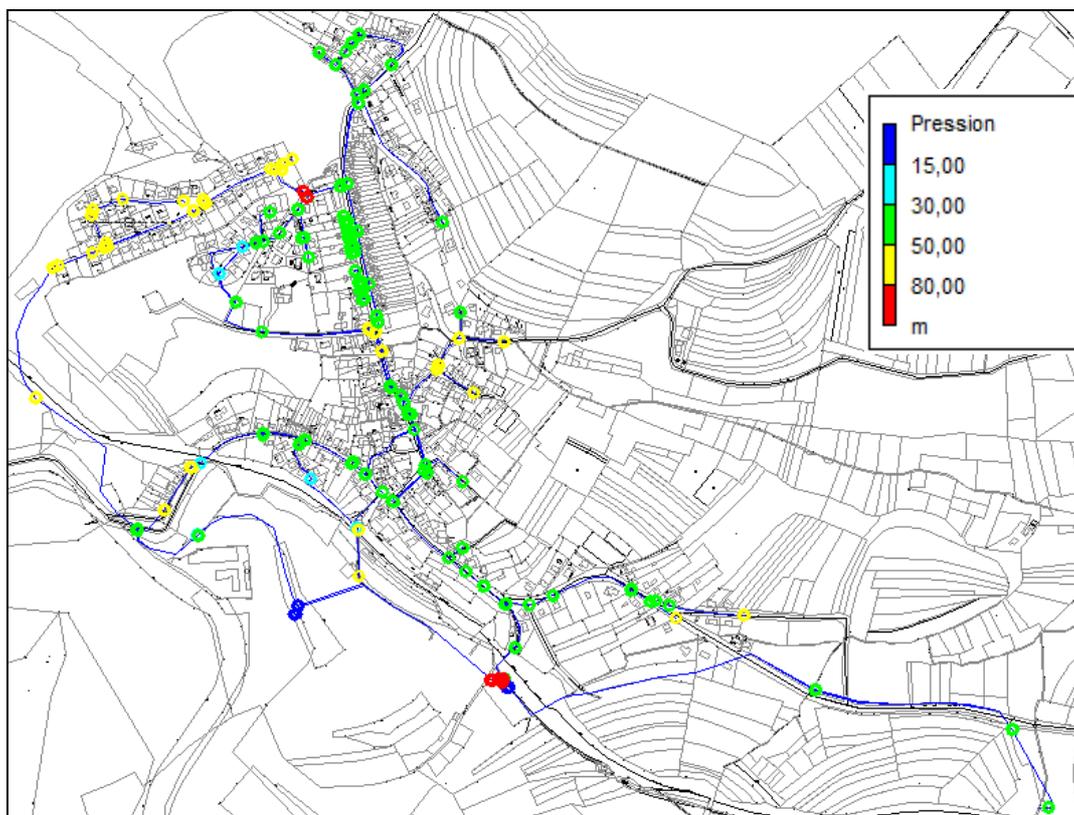
Cette solution prévoit la réouverture de toutes les mailles du réseau après la mise en place d'un réducteur de pression rue George Sand, son implantation potentielle est présentée ci après :



Source G2C Ingénierie

Figure 7 : implantation du réducteur de pression

La figure suivante, dans un souci de vérification de la viabilité de la solution présentée, met en évidence les pressions de services attendues dans le réseau à l'issue de l'ouverture des mailles :



Source G2C Ingénierie

Figure 8 : Pressions de distribution avec proposition 1

**L'ouverture des mailles permise par cette proposition permet donc l'amélioration du temps de séjour et la sécurisation de l'approvisionnement pour les quartiers des Marronniers et des nouvelles cités.**



## ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le récapitulatif des coûts pour ces travaux est présenté ci-dessous, le devis estimatif détaillé est disponible en Annexe 01 :

Numéro	Désignation	Prix H.T.
Titre I	PREPARATION DE CHANTIER	750,00 €
Titre II	TRAVAUX PREPARATOIRES	147,00 €
Titre III	TERRASSEMENT ET REMBLAIS	286,00 €
Titre V	REGARDS ET FONTE DE VOIRIE	950,00 €
Titre VII	CANALISATIONS	400,00 €
Titre VIII	ROBINETTERIE ET EQUIPEMENT DES RESEAUX	3 560,00 €
Titre XI	REFECTIONS ET AMENAGEMENTS	263,00 €
Titre XII	OPERATIONS PARTICULIERES	3 000,00 €
<b>TOTAL en euros Hors Taxe</b>		<b>9 856,00 €</b>
T.V.A. 20,0%		1 971,20 €
<b>TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises</b>		<b>11 827,20 €</b>

Source G2C Ingénierie

Tableau 3 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°1.a

La proposition 1.a consistant en la mise en place d'une unité de chloration au niveau de la sortie du réservoir adjointe à la pose d'un réducteur de pression permettant l'ouverture de toutes les mailles du réseau apporte des bénéfices évidents à plusieurs égards :

- L'abaissement du temps de séjour dans l'ensemble de la commune
- La sécurisation des quartiers NORD par l'ouverture des mailles
- L'amélioration de la gestion de la pression de service
- L'amélioration des performances hydrauliques de la défense incendie

Cette solution représente un coût de travaux estimé à **9 900,00 €HT**



#### 4.1.2. Proposition 1.b : Amélioration de la qualité pour 5 habitations rue d'Audun-le-Tiche

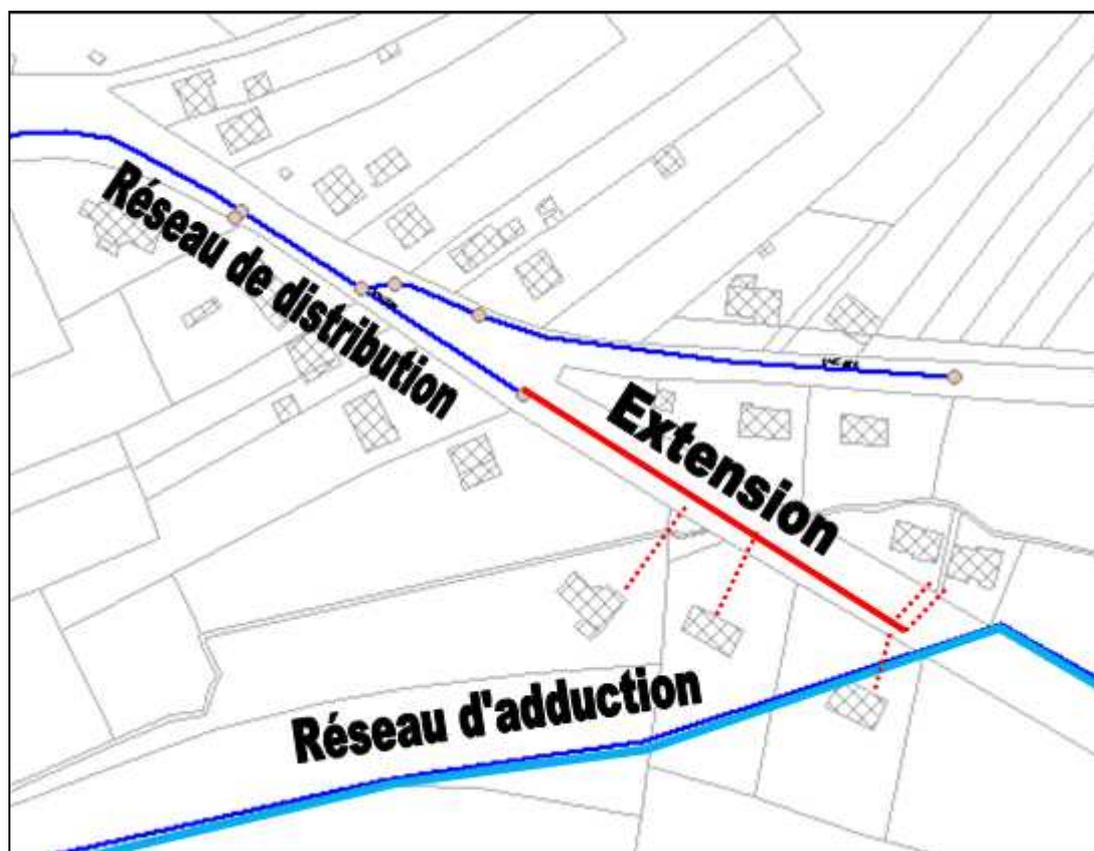
Aujourd'hui, 5 habitations de Rédange ne sont pas desservies par le réseau de distribution de la commune ; elles sont raccordées à la conduite d'adduction, soit avant toute chloration.

De plus, cette conduite d'adduction est la conduite d'interconnexion à la commune de Russange, dont l'objet est la fourniture d'eau à Rédange en cas de besoin seulement. L'augmentation de la performance du réseau de Rédange a d'ores et déjà réduit à néant les volumes prélevés via cette conduite. Seule la consommation de ces 5 habitations est à l'origine du renouvellement de l'eau dans cette conduite.

**De ce fait, la commune n'a aucun moyen de garantir la qualité de l'eau pour ces habitations.**

Il semble donc nécessaire de réaliser une extension du réseau de distribution afin d'y raccorder ces 5 bâtiments (5A, 5B, 5C, 5D et 6A rue d'Audun-le-Tiche). Les travaux comprennent la pose d'une conduite de diamètre 90mm en PEHD, sous voirie départementale avec création de 5 nouveaux branchements.

Ces travaux sont illustrés ci-dessous :



Source G2C Ingénierie

Figure 9 : Description des travaux liés à la proposition n°1.b



## ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le récapitulatif des coûts pour ces travaux est présenté ci-dessous, le devis estimatif détaillé est disponible en Annexe 01 :

Numéro	Designation	Prix H.T.
Titre I	PREPARATION DE CHANTIER	1 500,00 €
Titre II	TRAVAUX PREPARATOIRES	2 530,00 €
Titre III	TERRASSEMENT ET REMBLAIS	7 800,00 €
Titre VII	CANALISATIONS SOUS PRESSION	2 599,00 €
Titre IX	BRANCHEMENTS	11 440,00 €
Titre XI	REFECTIONS ET AMENAGEMENTS	15 380,00 €
<b>TOTAL en euros Hors Taxe</b>		<b>41 749,00 €</b>
T.V.A. 20,0%		8 349,80 €
<b>TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises</b>		<b>50 098,80 €</b>

Source : G2C Ingénierie

Figure 10 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°1.b

**Cette opération permet de garantir à ces 5 abonnés, la qualité bactériologique de l'eau distribuée.**

**Le coût des travaux de cette extension, y compris la création de 5 nouveaux branchements, est estimé à 41 800€HT.**

*Nota : Le chiffrage des travaux a été réalisé à partir d'hypothèses contraignantes, notamment au niveau de l'implantation des conduites qui a été prévue strictement sous chaussée. Ce paramètre sera probablement amené à évoluer dans le cadre d'études PROJET avec la connaissance des différentes DICT. Les coûts seront alors potentiellement revus favorablement.*



## 4.2. Proposition n°2 : Amélioration du niveau de performance du réseau par renouvellement immédiat des conduites fuyardes

Ce chapitre vise à décrire les moyens et méthodes permettant d'atteindre l'objectif de performance du réseau. Le réseau de distribution en eau potable de Rédange a atteint un rendement net évalué à 45.6% pour l'année 2014.

Cependant, plusieurs fuites ont été localisées et réparées durant l'étude et la réalisation de la campagne de mesures menée en 2016 a mis en évidence la présence de 2 zones fuyardes. Le rendement net actuel serait proche de 70%.

Lorsque les pertes d'eau dans les réseaux de distribution dépassent le seuil minimal fixé par le décret 2012-97, un plan d'actions et de travaux doit être engagé. À défaut, une majoration de la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau est appliquée. Le seuil de rendement du réseau doit être de 85%; si ce taux n'est pas atteint, un seuil inférieur est calculé pour tenir compte de la faible densité de l'habitat en utilisant le rapport du volume distribué et de la longueur du réseau selon la formule :

$$R_{\text{mini}} = 65 + 1/5 \text{ ILC} = 67.2\%$$

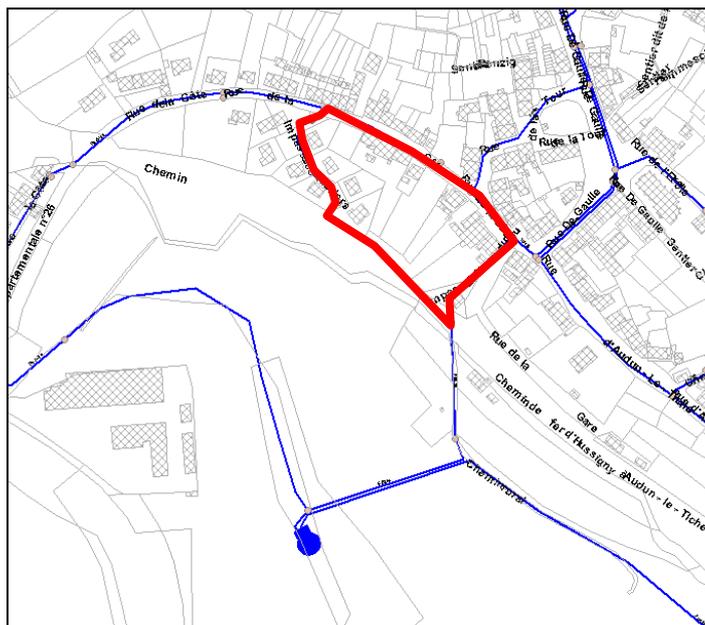
Les investigations menées au cours de la phase 2 de la présente étude ont permis de sectoriser deux fuites distinctes sur le réseau de la commune.

Le traitement des fuites localisées sur le territoire de Rédange peut être adjoint au renouvellement de la conduite. En effet, 20% du réseau étant à renouveler aux vues de son âge et/ou du risque CVM lié à sa nature, Il serait intéressant de démarrer le renouvellement de celui-ci par ces secteurs.

### 4.2.1. Proposition n°2.a : suppression de la fuite quantifiée à 18m<sup>3</sup>/j impasse des Lauriers

#### RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE SECTORISATION

La première, dont l'ampleur a été quantifiée à 18 m<sup>3</sup>/j est attribuée à un secteur situé à l'aval immédiat du réservoir. Les conduites concernées constituent une maille entre la rue du Château, l'impasse des Lauriers et la rue de la Côte, elles sont mises en évidence dans le schéma ci-dessous :



Source G2C ingénierie

Figure 11 : localisation de la fuite quantifiée à 18 m<sup>3</sup>/j

Cette fuite est donc située sur l'une des conduites suivantes :



- Rue de la côte : 180 ml de conduite DN125mm en fonte ductile posée en 2010
- Impasse des Lauriers (jusqu'à la rue du Château) : 230 ml de conduite DN100mm en PVC posée dans les années 1980
- Rue du Château : 90 ml de conduite DN125mm en fonte posée dans les années 1980

## OPERATION DE RECHERCHE DE FUITE FINE

Des opérations de recherche de fuites par corrélation acoustique ont été menées par la commune, les résultats ont permis d'écarter les 2 conduites en fonte.

La recherche acoustique de la fuite sur la conduite en PVC s'est révélée être un échec pour plusieurs raisons : nature de la conduite (PVC) non conductrice des ondes sonores, peu d'éléments émergents (vannes) et vannes existantes HS.

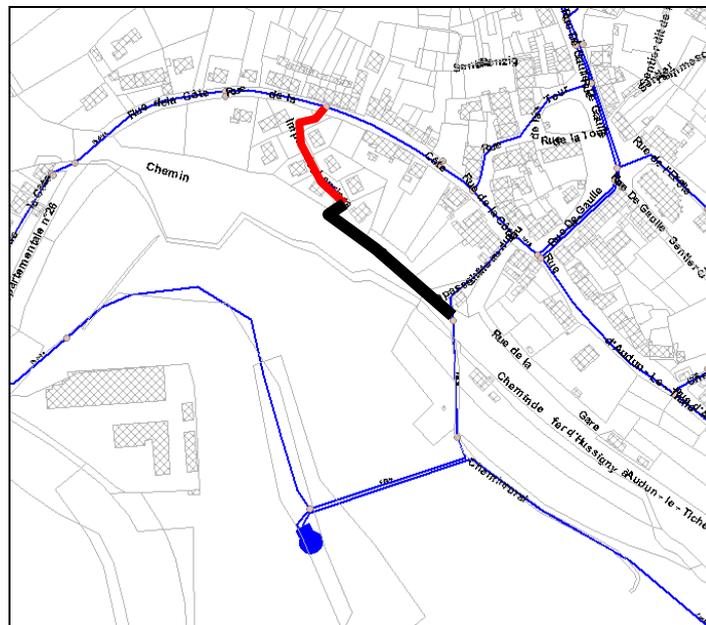
Néanmoins, les constatations réalisées lors de la campagne de sectorisation nous permettent d'affirmer que cette conduite est fuyarde à hauteur de 18 m<sup>3</sup>/j

## PROPOSITION D'ACTION

La fuite a été sectorisée sur une conduite en PVC de diamètre 100mm posée dans les années 1980 et d'une longueur de 230ml. Cette conduite a d'ores et déjà été à l'origine d'une fuite lors de l'année 2015. Elle semble fragilisée et donc il est envisageable de la remplacer.

De plus, il s'agit d'une conduite de bouclage, cependant, avec la construction actuelle du réseau, ce bouclage est devenu inutile. En effet son intérêt de sécurisation est plus que limité étant donnée que la conduite descendant la rue de la côte (2010) rempli ce rôle.

C'est pourquoi nous proposons d'abandonner 140ml de conduite passant à l'arrière des parcelles (en noir sur la figure ci-dessous), puis de renouveler la conduite au cœur de l'impasse des Lauriers par une conduite de diamètre 110mm en PEHD de la rue de la côte au poteau incendie (14ml) suivie d'une conduite de diamètre 60mm en PEHD jusqu'à l'extrémité de l'impasse des Lauriers (80ml).



Source G2C ingénierie

Figure 12 : description des travaux (proposition n°1.a)



La figure suivante présente la modélisation du fonctionnement de cette zone après mise en place de cette proposition :



Source G2C ingénierie  
Figure 13 : modélisation impasse des Lauriers (Proposition n°2.a)

### ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le récapitulatif des coûts pour ces travaux est présenté ci-dessous, le devis estimatif détaillé est disponible en Annexe 01 :

Numéro	Désignation	Prix H.T.
Titre I	PREPARATION DE CHANTIER	1 500,00 €
Titre II	TRAVAUX PREPARATOIRES	6 365,00 €
Titre III	TERRASSEMENT ET REMBLAIS	5 152,00 €
Titre VII	CANALISATIONS	1 891,00 €
Titre VIII	ROBINETTERIE ET EQUIPEMENT DES RESEAUX	590,00 €
Titre XI	REFECTIONS ET AMENAGEMENTS	4 080,00 €
<b>TOTAL en euros Hors Taxe</b>		<b>20 078,00 €</b>
T.V.A. 20,0%		4 015,60 €
<b>TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises</b>		<b>24 093,60 €</b>

Source : G2C Ingénierie  
Tableau 4 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°2.a

**Cette proposition permet de s'affranchir de 18 m³/j de pertes. Elle permet en outre de réduire le linéaire de réseau à exploiter tout en concernant un fonctionnement optimal. Enfin, la réduction de section ET de linéaire permet de limiter le coût des travaux.**

**Cette opération permet une augmentation du rendement de 9%, ce qui porterait le rendement actuel aux environs de 79% pour un investissement plutôt limité : 20 000 €HT**

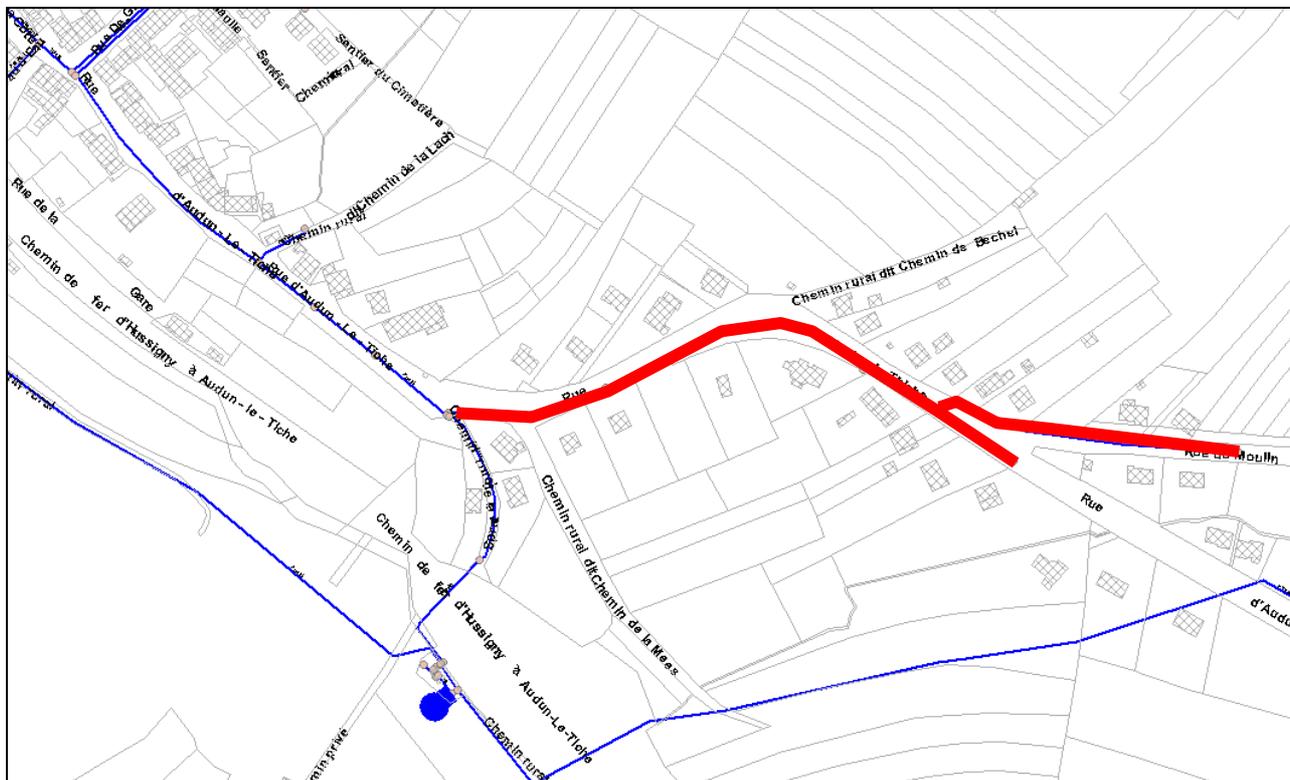
*Nota :* Le chiffrage des travaux a été réalisé à partir d'hypothèses contraignantes, notamment au niveau de l'implantation des conduites qui a été prévue strictement sous chaussée. Ce paramètre sera probablement amené à évoluer dans le cadre d'études PROJET avec la connaissance des différentes DICT. Les coûts seront alors potentiellement revus favorablement.



## 4.2.2. Proposition n°2.b : suppression de la fuite quantifiée à 25 m<sup>3</sup>/j rue d'Audun-le-Tiche

### RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE SECTORISATION

La seconde fuite a été quantifiée à 25 m<sup>3</sup>/j. Elle est localisée sur l'extrémité de la rue d'Audun-le-Tiche en direction de Russange. Le secteur incriminé est représenté ci-dessous :



Source G2C ingénierie

Figure 14 : localisation de la fuite quantifiée à 25 m<sup>3</sup>/j

Cette fuite est donc située sur l'une des conduites suivantes :

- Rue d'Audun-le-Tiche : 300 ml de conduite DN90mm en PVC posée dans les années 1980
- Rue du Moulin : 170 ml de conduite DN75mm en PVC posée dans les années 1980

### OPERATION DE RECHERCHE DE FUITE FINE

Des opérations de recherche de fuites par corrélation acoustique ont été menées par la commune, les résultats ont mis en évidence la présence d'une fuite sur la conduite alimentant les différents branchements du cimetière. Cependant, il semble qu'elle ne représente pas la totalité des pertes mesurables sur ce secteur. La nature de la conduite non conductrice d'onde sonore est la cause de ce résultat mitigé des recherches acoustiques.

### PROPOSITION D'ACTION

Nous proposons le remplacement de cette conduite pour plusieurs raisons :

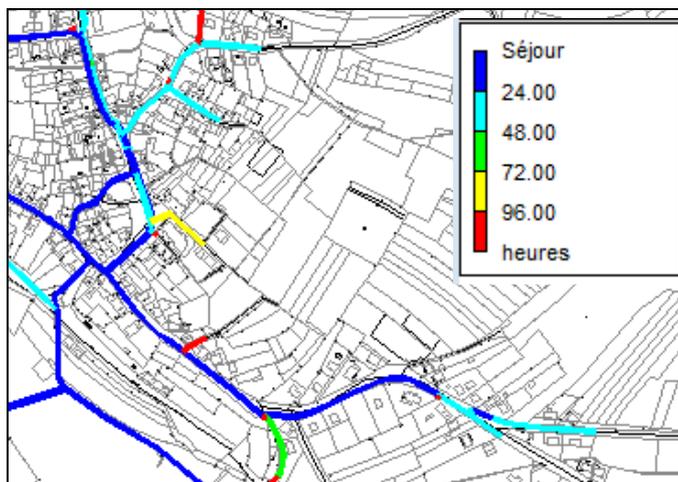
- Son caractère fuyard
- Son âge (35 ans) élevé pour une conduite en PVC
- Le risque CVM qu'elle représente

En outre, nous préconisons de recourir à la pose de conduite DN110 au lieu du DN90 pour améliorer les performances hydrauliques de l'hydrant couvrant ce secteur



## VERIFICATION DU TEMPS DE SEJOUR APRES TRAVAUX

L'augmentation de diamètre peut agir sur le temps de séjour, cette proposition de travaux a donc été modélisée afin de vérifier que l'impact sur la qualité était acceptable.



Source G2C ingénierie

Figure 15 : Vérification du temps de séjour après remplacement de la conduite (proposition 2B)

## ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le récapitulatif des coûts pour ces travaux est présenté ci-dessous, le devis estimatif détaillé est disponible en Annexe 01 :

Numéro	Désignation	Prix H.T.
Titre I	PREPARATION DE CHANTIER	2 750,00 €
Titre II	TRAVAUX PREPARATOIRES	5 600,00 €
Titre III	TERRASSEMENT ET REMBLAIS	28 120,00 €
Titre VII	CANALISATIONS	10 420,00 €
Titre VIII	ROBINETTERIE ET EQUIPEMENT DES RESEAUX	3 450,00 €
Titre XI	REFECTIONS ET AMENAGEMENTS	43 010,00 €
<b>TOTAL en euros Hors Taxe</b>		<b>93 350,00 €</b>
T.V.A. 20,0%		18 670,00 €
<b>TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises</b>		<b>112 020,00 €</b>

Source : G2C Ingénierie

Tableau 5 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°2.b

**Cette proposition permet de s'affranchir de 25 m<sup>3</sup>/j de pertes soit une augmentation du rendement de 12%, ce qui porterait le rendement actuel aux environs de 91%.**

**Toutefois, cette opération impose un investissement conséquent : 93 000 €HT**

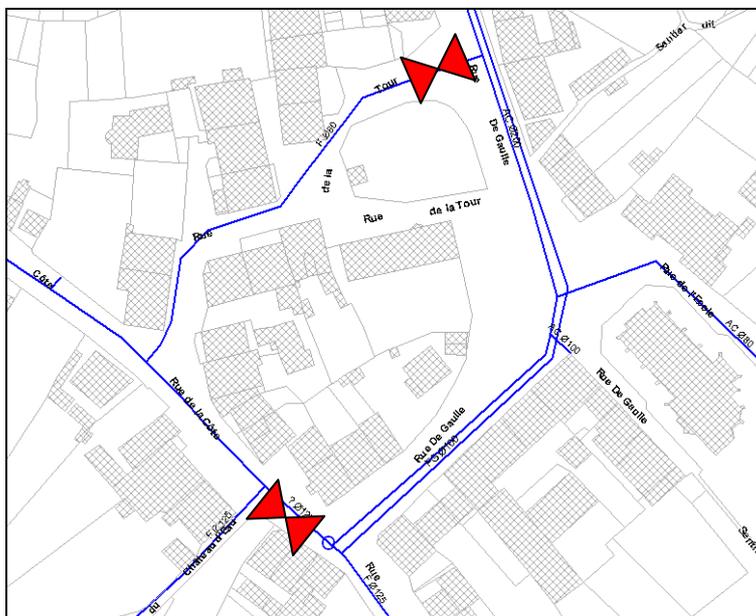
*Nota : Le chiffrage des travaux a été réalisé à partir d'hypothèses contraignantes, notamment au niveau de l'implantation des conduites qui a été prévue strictement sous chaussée. Ce paramètre sera probablement amené à évoluer dans le cadre d'études PROjet avec la connaissance des différentes DICT. Les coûts seront alors potentiellement revus favorablement.*



### 4.3. Proposition n°3 : Amélioration de la défense incendie par renouvellement des équipements et conduites défectueux

La modélisation du réseau fidèle aux mesures de débit réalisées par le SDIS laisse supposer la présence de 2 vannes tiercées (rue d'Audun et rue de la Tour) et d'un tronçon dont la section est particulièrement réduite (rue d'Esch).

Les deux vannes probablement tiercées seraient les suivantes :



Source : G2C Ingénierie  
Figure 16 : Vannes tiercées suspectées

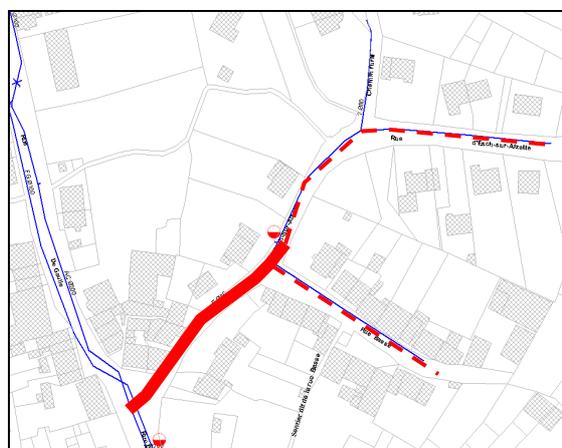
Ces vannes tiercées, une fois modélisées permettent d'expliquer les faibles débits mesurés sur la quasi-totalité des hydrants de la partie basse de Rédange.

Le poteau incendie situé rue d'Esch, présente un débit extrêmement faible qui ne peut être dû aux seules vannes tiercées présentées ici.

Il est fort probable que la conduite en fonte de diamètre nominal 80mm permettant son alimentation soit particulièrement obstruée.

La modélisation a permis d'estimer à 60% la réduction de section afférente à cette conduite. En d'autres mots, la section utile actuelle de cette conduite serait de l'ordre de 30mm de diamètre.

Cette conduite est illustrée ci-dessous (rouge épais), le phénomène est probablement étendu au reste de cette antenne (rouge pointillé) :



Source : G2C Ingénierie  
Figure 17 : Tronçon obstrué



## PROPOSITION D'ACTION

- Les vannes tiercées :

Nous proposons dans un premier temps de manœuvrer les vannes de ce secteur afin de s'assurer de leur ouverture, et alors de renouveler les tests de débit sur les poteaux incendie.

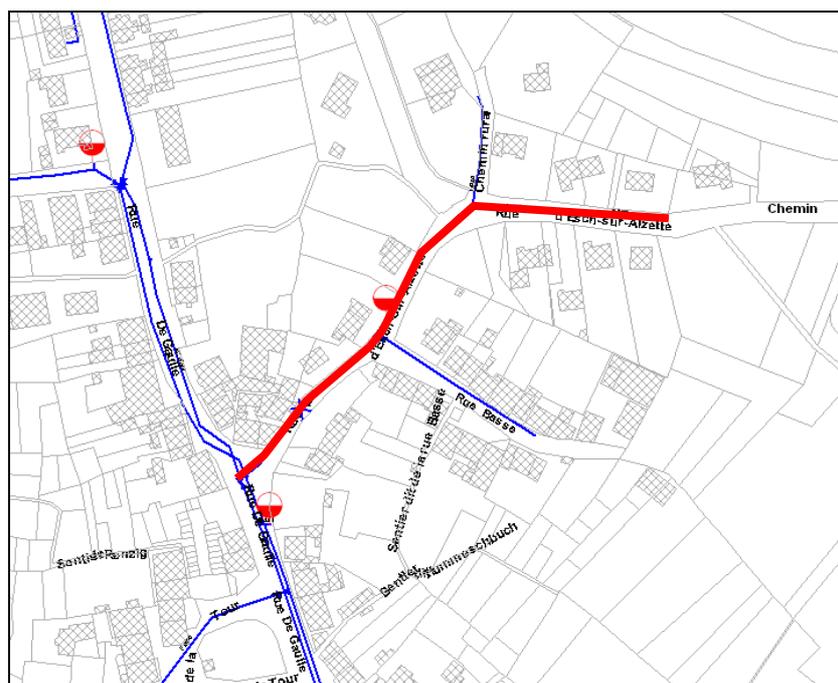
Si les valeurs ne sont pas concluantes, il sera alors approprié de renouveler les vannes de secteur et à cette occasion de constater l'état interne de ces conduites.

- La conduite de la rue d'Esch

Nous proposons de renouveler cette conduite en fonte de diamètre 80mm posée dans les années 1960 de 250ml par une conduite en PEHD de diamètre 110mm.

Plusieurs raisons viennent appuyer cette proposition :

- La mise à niveau de la défense incendie dans ce secteur
- Le renouvellement d'une conduite âgée de près de 60 ans
- La capacité d'alimenter le nouveau secteur d'urbanisation avec défense incendie (augmentation du diamètre)



Source : G2C Ingénierie

Figure 18 : renouvellement de la conduite rue d'Esch



## ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le récapitulatif des coûts pour ces travaux est présenté ci-dessous, le devis estimatif détaillé est disponible en Annexe 01 :

Numéro	Désignation	Prix H.T.
Titre I	PREPARATION DE CHANTIER	3 000,00 €
Titre II	TRAVAUX PREPARATOIRES	8 625,00 €
Titre III	TERRASSEMENT ET REMBLAIS	16 364,00 €
Titre VII	CANALISATIONS SOUS PRESSION	6 832,00 €
Titre VIII	ROBINETTERIE ET EQUIPEMENT DES RESEAUX	1 965,00 €
Titre XI	REFECTIONS ET AMENAGEMENTS	10 800,00 €
<b>TOTAL en euros Hors Taxe</b>		<b>48 586,00 €</b>
T.V.A. 20,0%		9 717,20 €
<b>TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises</b>		<b>58 303,20 €</b>

Source : G2C Ingénierie

Tableau 6 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°3

**Cette proposition permet donc dans l'immédiat d'améliorer les performances hydrauliques de la défense incendie.**

**Ensuite, le redimensionnement de la conduite de la rue d'Esch à l'occasion de son renouvellement permet l'aménagement du réseau de Rédange en vue de ses projets d'urbanisation à court et à long terme.**

**Le coût des travaux lié à cette proposition est estimé à 48 600 €HT.**

*Nota : Le chiffrage des travaux a été réalisé à partir d'hypothèses contraignantes, notamment au niveau de l'implantation des conduites qui a été prévue strictement sous chaussée. Ce paramètre sera probablement amené à évoluer dans le cadre d'études PROjet avec la connaissance des différentes DICT. Les coûts seront alors potentiellement revus favorablement.*



## 4.4. Proposition n°4 : Programme de renouvellement des infrastructures

La stratégie de renouvellement des canalisations vise à maintenir la valeur patrimoniale du réseau et à en augmenter ses performances en termes de rendement. Elle consiste donc à hiérarchiser les canalisations à renouveler et à définir un investissement moyen annuel de renouvellement de ces canalisations.

La durée de vie moyenne d'un réseau étant d'environ 50 ans. Celui de Rédange est constitué de conduites qui ont pour 1/5 atteint cet âge. Nous préconisons de lancer un programme de renouvellement massif et global sur les 5 années à venir. Considérant ce délai, toutes les conduites posées avant 1970 seront prises en compte dans ce plan de renouvellement.

Afin d'être exhaustif dans la définition de ce programme de renouvellement, une analyse multicritères a été appliquée à l'ensemble des conduites : c'est-à-dire qu'un scoring a été appliqué à chaque tronçon pour chaque critère étudié, il est détaillé ci-après :

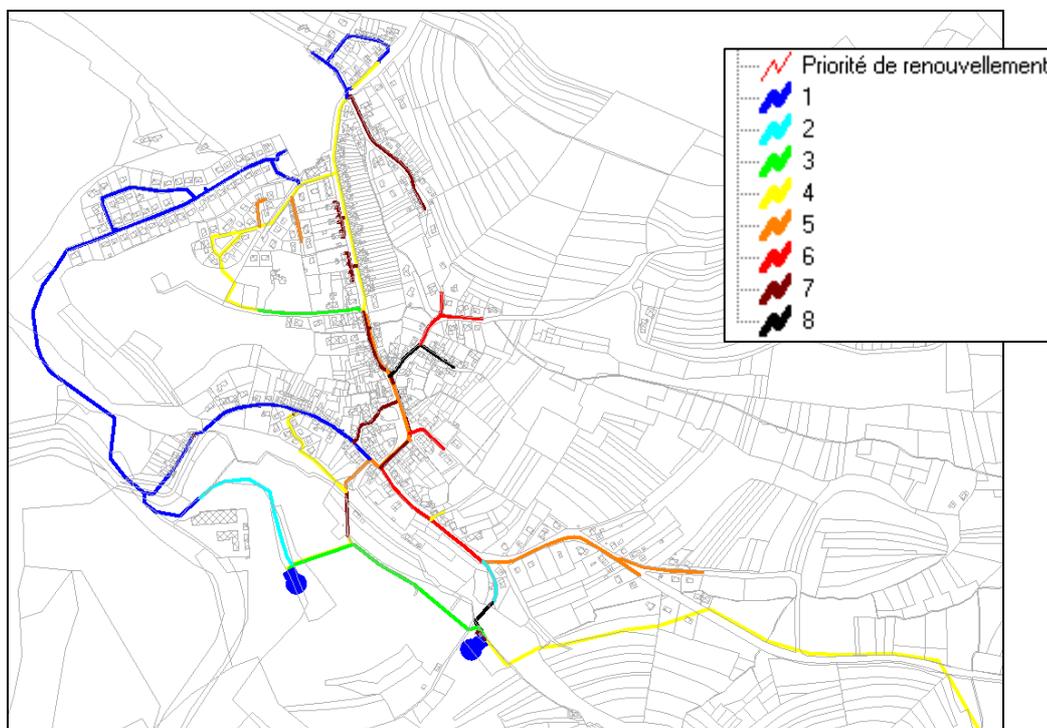
Nb points	0	1	2	3	4	5
Année de pose		>1999	1990 à 1999	1980 à 1989	1970 à 1979	<1970
Importance hydraulique	Distribution	Adduction				
Risque CVM	Non	Oui				
Nature	Fonte Ductile / PEHD	PVC	Fonte ancienne / Ethernit			
Inclus dans un bouclage	Oui	Non				

Source : G2C Ingénierie

Tableau 7 : Grille de notation des priorités de renouvellement par tronçon de canalisation

A l'issue de cette analyse, la somme des points appliqués à chaque tronçon constitue l'indice de priorité de renouvellement. Chaque tronçon est donc inclus dans une classe de priorité comprise entre 1 et 8 avec l'indice 1 correspondant à la classe de conduites à remplacer en dernier lieu et 8 correspondant à la classe de conduite à remplacer en priorité.

Le réseau de Rédange ainsi classé par ordre de priorité de renouvellement est présenté ci-après :



Source : G2C Ingénierie

Figure 19 : Priorités de renouvellement du réseau



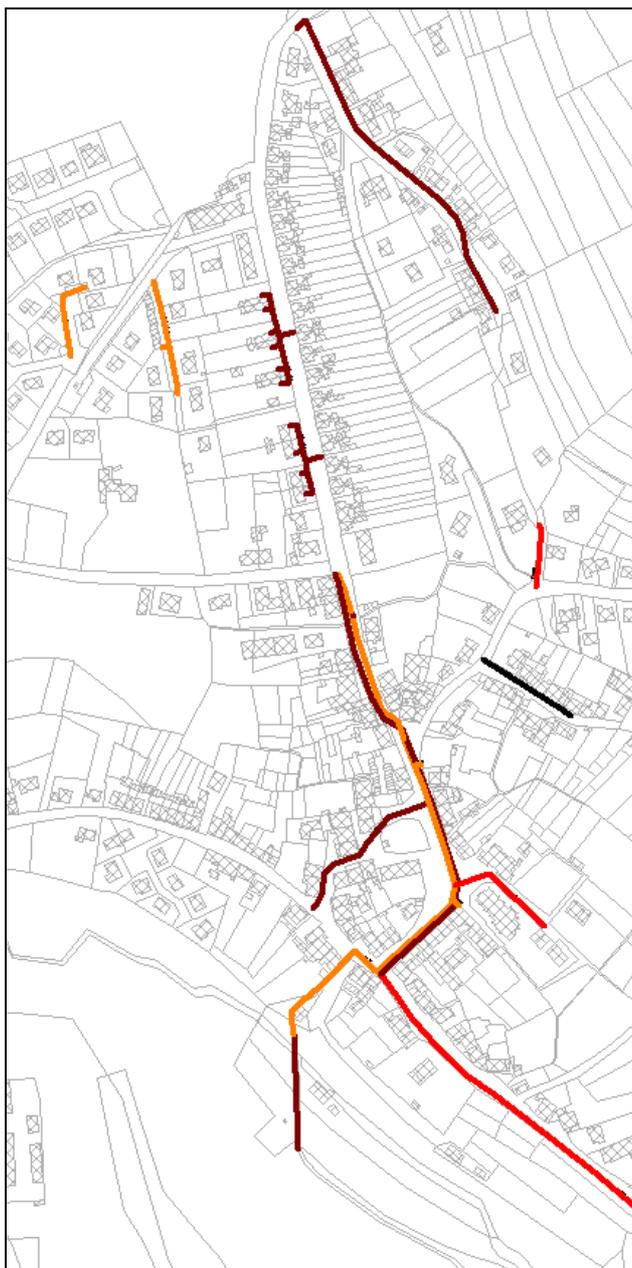
#### 4.4.1. Proposition n°4.a : Renouvellement massif des canalisations à priorité de renouvellement élevé

Nous proposons de réaliser une phase de renouvellement massif de la part du réseau concernée par une priorité de renouvellement comprise entre 5 et 8. Ce renouvellement pourra être réalisé sur 5 ans.

A l'issue de cette période, le programme de renouvellement pourra être étalé sur 50 ans, avec un investissement correspondant à 2% du réseau par an, soit un investissement de 34 000 €HT par an.

Ce programme de renouvellement comprend uniquement les conduites qui n'ont pas été remplacées par les opérations précédentes.

Les conduites concernées sont représentées dans la figure suivante :



Source : G2C Ingénierie

Figure 20 : conduites concernées par le renouvellement massif (proposition n°4.a)

**Ces conduites représentent un linéaire de 2.3km, soit 30 % de réseau global de la commune.**

**REMISE EN QUESTION DU DIMENSIONNEMENT ACTUEL DU RESEAU**



Les opérations de renouvellement sont l'occasion de porter une réflexion particulière au dimensionnement actuel du réseau.

Cette réflexion portée dans le cas présent, appuyée par la modélisation hydraulique, confirme la possibilité de remplacer la conduite en fonte grise de 1910 de diamètre 100mm (359ml) et la conduite en Ethernit de 1986 de diamètre 200mm (365ml) actuellement en parallèle, par une unique conduite de diamètre 125mm en fonte ductile d'une longueur de 365ml.

Cette opération permettra de renouveler 2.3km de conduite par la pose de 1.9km de conduites neuves.

## HYPOTHESE DE CHIFFRAGE

L'estimation du renouvellement des conduites comprend les travaux suivants :

- Le terrassement au linéaire pour une tranchée d'une profondeur maximale de 1.30m
- La fourniture et la pose de conduites en PEHD pour les diamètres compris entre 60mm et 110mm
- La fourniture et la pose de conduites en Fonte Ductile pour les diamètres compris entre 125mm et 200mm
- La constitution des fouilles avec lit de pose et enrobage en gravette 6/15 et le remblaiement en GNT 0/31.5
- La réfection des surfaces (structure de voirie + enrobé avec surlargeur de 20cm pour les conduites de distribution, réfection de parcelle agricole sur une largeur de 5m pour les conduites de transit.

## ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le récapitulatif des coûts pour ces travaux est présenté ci-dessous, le devis estimatif détaillé est disponible en Annexe 01 :

Numéro	Designation	Prix H.T.
Titre I	PREPARATION DE CHANTIER	22 250,00 €
Titre II	TRAVAUX PREPARATOIRES	46 700,00 €
Titre III	TERRASSEMENT ET REMBLAIS	106 290,00 €
Titre VII	CANALISATIONS SOUS PRESSION	54 050,00 €
Titre VIII	ROBINETTERIE ET EQUIPEMENT DES RESEAUX	17 870,00 €
Titre XI	REFECTIONS ET AMENAGEMENTS	142 900,00 €
<b>TOTAL en euros Hors Taxe</b>		<b>392 560,00 €</b>
T.V.A. 20,0%		78 512,00 €
<b>TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises</b>		<b>471 072,00 €</b>

Source : G2C ingénierie

Tableau 8 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°4.a

*Nota :* Le chiffrage des travaux a été réalisé à partir d'hypothèses contraignantes, notamment au niveau de l'implantation des conduites qui a été prévue strictement sous chaussée. Ce paramètre sera probablement amené à évoluer dans le cadre d'études PROjet avec la connaissance des différentes DICT. Les coûts seront alors potentiellement revus favorablement.

**Cette opération, dont les travaux sont estimés à environ 392 000 €HT, permet de s'affranchir d'ici 5 ans de l'ensemble des conduites problématiques et ainsi pouvoir inscrire la commune dans un programme de renouvellement continu sur 50 ans.**



#### 4.4.2. Proposition n°4.b : Renouvellement continu des canalisations

A l'issue de la phase de renouvellement massif des canalisations jugées prioritaires, le renouvellement des canalisations pourra reprendre un rythme continu sur 50 ans.

L'intégralité du patrimoine constitué par les conduites est donc chiffré ci-après afin d'estimer le coût annuel d'investissement.

#### ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le récapitulatif des coûts pour ces travaux est présenté ci-dessous, le devis estimatif détaillé est disponible en Annexe 01 :

Numéro	Designation	Prix H.T.
Titre I	PREPARATION DE CHANTIER	113 750,00 €
Titre II	TRAVAUX PREPARATOIRES	117 000,00 €
Titre III	TERRASSEMENT ET REMBLAIS	516 500,00 €
Titre IV	TRAVAUX SANS TRANCHEE	8 400,00 €
Titre VII	CANALISATIONS SOUS PRESSION	333 730,00 €
Titre VIII	ROBINETTERIE ET EQUIPEMENT DES RESEAUX	91 870,00 €
Titre XI	REFECTIONS ET AMENAGEMENTS	441 850,00 €
<b>TOTAL en euros Hors Taxe</b>		<b>1 648 100,00 €</b>
T.V.A. 20,0%		329 620,00 €
<b>TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises</b>		<b>1 977 720,00 €</b>

Source : G2C ingénierie

Tableau 9 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°4.b

*Nota : Le chiffrage des travaux a été réalisé à partir d'hypothèses contraignantes, notamment au niveau de l'implantation des conduites qui a été prévue strictement sous chaussée. Ce paramètre sera probablement amené à évoluer dans le cadre d'études PROjet avec la connaissance des différentes DICT. Les coûts seront alors potentiellement revus favorablement.*

**Cette estimation représente la valeur à neuf du patrimoine (réseau uniquement) actuel de la commune de Rédange. Un renouvellement continu de ce patrimoine sur 50 ans représente un investissement annuel de 34 000 €HT pour le remplacement de 2% du réseau par an.**



### 4.4.3. Proposition n°4.c : renouvellement des branchements

A la vue des fuites détectées ces dernières années, il est nécessaire d'instaurer une politique globale visant à l'amélioration de la qualité des branchements. Les opérations à effectuer sont les suivantes :

- Lors du renforcement ou du renouvellement d'une conduite, remettre à neuf la totalité des branchements.
- Remplacer automatiquement chaque branchement après l'apparition de 2 fuites.
- Programmer une phase de renouvellement massive des branchements sur les 10 premières années
- Instaurer une politique de renouvellement systématique des branchements (environ 4% par an, leur durée de vie étant fixée en général à 25 voire 30 ans)

Les branchements neufs seront effectués en polyéthylène. Cette mesure est un gage de sécurité par rapport aux branchements anciens en plomb ou en acier galvanisé. Il convient donc de généraliser ce type de branchement.

#### PHASE DE RENOUVELLEMENT CONTINU

Aujourd'hui, seuls 40% du parc de branchements actuels sont âgés de plus de 15 ans. Il convient d'appliquer une politique de renouvellement systématique sur une période de 30 ans des 455 branchements recensés.

Le nombre de branchements à renouveler annuellement sur la base d'une durée de vie de 30 ans est de 15 unités/an représentant un coût annuel à budgétiser de 16 500 €HT/an.

**La mise en place de cette politique de renouvellement des branchements permettra de réduire la fréquence des défaillances (les fuites sur branchement représentent la majorité des interventions de réparation)**



#### 4.4.4. Proposition n°4.d : Renouvellement des compteurs abonnés

La connaissance exacte des volumes consommés par les divers usagers est indispensable pour tout organisme qui assure la gestion d'un Service de Distribution de l'Eau. Elle seule permet en effet d'avoir des données fiables sur le rendement réel du réseau.

##### LE FICHER COMPTEUR

Le fichier compteur permet de déterminer précisément la répartition des compteurs, notamment en termes de :

- Marque,
- Diamètre,
- Classe métrologique,
- Age (ou date de mise en service)

Les enquêtes réalisées par la commune auprès des particuliers ont permis de mettre à jour ce fichier compteur à hauteur de 85% environ.

##### PLAN DE RENOUELEMENT

L'analyse du fichier compteur permet d'organiser le plan de renouvellement de compteurs particuliers. Les secteurs ou les compteurs sont très anciens, surdimensionnés ou de classes métrologiques peu précises doivent être prioritaires pour les prochains renouvellements.

Par la suite, des opérations de renouvellement systématiques pourront être entreprises. On estime que **la durée de vie maximum d'un compteur est de 15 ans**, durée au-delà de laquelle les appareils sous-comptent généralement de manière importante et pour lesquels la réglementation impose un contrôle de sous comptage en cas de non remplacement à neuf.

De la même manière que le renouvellement des branchements, nous préconisons une phase de renouvellement massive des compteurs abonnés très âgés. 220 compteurs seront ainsi remplacés dès 2017.

A l'issue de cette phase, le rythme de remplacement systématique sera établi à 30 compteurs par an et débutera dès 2018.

**Important :** le sous comptage des compteurs abonnés impacte le service :

D'une part, sur le revenu du service. Tous les volumes non comptabilisés par sous comptage au niveau des compteurs abonnés sont, par nature, non facturés.

D'autre part, sur **le niveau de rendement du réseau** (et éventuellement le non respect du décret 2012-97) puisque tous les volumes sous comptés sont assimilés dans le mode de calcul du rendement à des pertes sur le réseau.

##### REGLES GENERALES DE CHOIX DES COMPTEURS

Il convient de veiller au bon dimensionnement des compteurs en tenant compte des valeurs suivantes :

- 1 à 4 logements (soit de 0 à 750 m<sup>3</sup>/an) : Calibre 15 mm
- 5 à 14 logements (de 750 à 2 250 m<sup>3</sup>/an) : Calibre 20 mm
- 15 à 60/80 logements (de 2 250 à 12 000 m<sup>3</sup>/an) : Calibre 30 mm

Il convient également de plomber systématiquement les compteurs en place ainsi que les nouveaux compteurs.

Enfin, il est indispensable de poser des compteurs sur tous les points de consommation publique (fontaines, bâtiments communaux, stades, piscine, écoles...) et d'établir leur relevé périodique.

A titre d'information, le choix entre les systèmes de comptage peut être guidé par le tableau comparatif suivant :



Type de mécanisme	Compteur volumétrique couple moteur important	Compteur de vitesse couple moteur faible
Avantages	fonctionne à très faible débit métrologiquement fiable et éprouvé la position de montage et la tuyauterie amont n'influent pas sur la précision	perte de charge réduite supporte les débits élevés et les eaux chargées pas de manque d'eau par blocage technologie relativement simple et adaptée aux gros diamètres réparation souvent facile
Inconvénients	étanchéité de la boîte à piston liée à la qualité de l'eau système coûteux et inadapté aux débits et diamètres élevés perte de charge importante fonctionnement cyclique et parfois bruyant	précision affectée par les perturbations de l'écoulement nécessité pour être précis à bas débit, un montage cadran horizontal et une minuterie spéciale

Le marché en matière de compteur offre deux types d'appareils : volumétrique et vitesse. Le choix entre l'utilisation « Volume » ou « Vitesse » doit être défini :

Le « Volume » est le compteur qui correspond le mieux à une politique rigoureuse de comptage. Il présente l'inconvénient de ne pas supporter les eaux chargées (usure prématurée, blocage).

Le « Vitesse » donne généralement des performances de précisions un petit peu moins bonnes, mais accepte mieux les eaux chargées. Il a par contre l'inconvénient de devoir satisfaire à des conditions de pose plus contraignantes (longueurs droites amont et aval, horizontalité)

Ce sont donc des **compteurs « Volume » de Classe C** qui seront préférés.

## CONDITIONS DE POSE

Il existe 2 types de compteurs installés pour les branchements particuliers :

- les compteurs volumétriques
- les compteurs vitesses

Les compteurs volumétriques ne sont pas sensibles aux turbulences hydrauliques. Ils peuvent donc être installés sans précautions particulières.

Il n'en est pas de même pour les compteurs vitesses qui sont sensibles aux perturbations créées par un point singulier de l'installation (robinet, coude, changement de diamètre,...).

Il faut donc impérativement respecter certaines règles :

Prévoir des longueurs droites en amont et en aval du compteur. Si cela s'avère impossible, installer un stabilisateur d'écoulement.

Installer horizontalement le compteur vitesse dans les deux plans (longitudinal et transversal).

Enfin, pour faciliter les tâches d'exploitation et contourner le problème des relevés dans les logements, l'exploitant peut s'orienter lors du renouvellement des compteurs vers la mise en place de la radio relève afin de faciliter les tâches d'exploitation de son réseau. Le radio relève présente plusieurs intérêts par rapport à la lecture directe :

Résolution des problèmes de l'absentéisme des abonnés,

- possibilité de relevé trimestriel,
- diminution des erreurs de relevé,
- détection plus rapide des fuites.



## COMPTEURS D'EAU DES EQUIPEMENTS PUBLICS

Au même titre que tous les abonnés du service, les équipements et bâtiments publics doivent être impérativement dotés de compteurs.

Concernant le Syndicat d'Adduction en Eau Potable du Colon, tous les abonnés sont équipés de compteurs de consommation y compris les sites publics tels que bâtiments communaux, cimetière etc. Ces compteurs publics ne font néanmoins pas l'objet d'une facturation.

## A QUEL RYTHME CONTROLER LES COMPTEURS ?

L'arrêté du 6 Mars 2007 relatif au contrôle des compteurs d'eau froide en service impose une vérification périodique des compteurs en service à l'exception "*des compteurs utilisés uniquement dans le cadre de la fourniture d'eau pour la défense contre l'incendie*".

L'article 9 de l'arrêté du 6 Mars 2004 fixe la périodicité de vérification initiale des compteurs (neufs ou réparés-décret n°2001-387 du 3 mai 2001) :

- Compteur de classe A : 9 ans ;
- Compteur de classe B : 12 ans ;
- Compteur de classe C : 15 ans.

**Après réalisation de ce contrôle initial, un contrôle périodique a lieu tous les 7 ans quelle que soit la classe du compteur.**

En cas de compteur non conforme lors du contrôle initial ou en l'absence de vérification périodique dans les délais requis, les mesures réalisées ne peuvent plus être utilisées notamment pour la facturation de la fourniture d'eau.

Si un compteur s'avère non conforme durant la durée de sa période de validité lors de sa vérification périodique, il doit être renouvelé ou réparé.

En dehors de ces obligations réglementaires qui s'imposent au service public, ce dernier peut instaurer d'autres dispositions dans son règlement de service.

## A QUEL RYTHME RENOUVELER/REPLACER LES COMPTEURS ?

Au regard du paragraphe précédent, il est très souvent convenu qu'au moment venu du contrôle du compteur de l'abonné, il est souvent plus coûteux de déposer l'appareil, (mettre en place un compteur provisoire), faire contrôler son étalonnage et le reposer si le contrôle est positif. En cas de contrôle négatif, ce même compteur sera à remplacer.

Lorsque l'on additionne coût de dépose + coût de contrôle + coût de remise en place, il est souvent économiquement plus intéressant de recourir à son remplacement (on s'affranchit alors du coût du contrôle d'étalonnage).

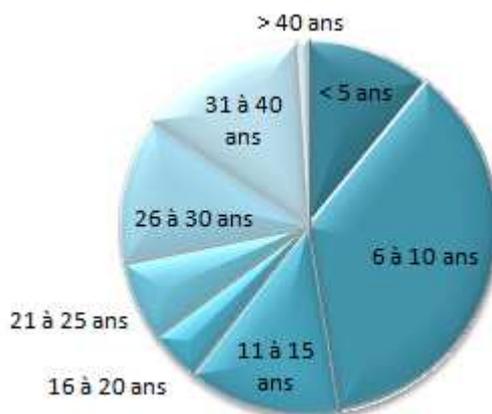
**Afin de suivre le parc compteur et les mesures de renouvellement ou d'étalonnage à effectuer, il est préconisé d'établir un fichier de suivi des compteurs abonnés**

## LE PARC DE COMPTEURS ACTUEL DE LA COMMUNE DE REDANGE (MISE A JOUR – JUIN 2016)

Des enquêtes auprès des particuliers ont été réalisées par les services de la commune afin de collecter des informations telles que l'âge des compteurs et leurs références.

Ces enquêtes, à fin Juin ont permis de renseigner 386 des 455 compteurs existants sur le réseau d'eau potable de Redange, soit 85%.

La figure ci-dessous représente la part des compteurs abonnés par tranche d'âge :



Source : G2C Ingénierie

Figure 21 : Répartition des compteurs abonnés par tranche d'âge

L'estimation du sous-comptage réalisée en phase 1 donnait environ 6.5% du volume facturé. Cependant, les enquêtes n'ayant à l'époque pas été réalisées sur les secteurs les plus anciens, il avait été réévalué à 8%.

L'étude de ces données récentes conforte cette réévaluation en donnant une estimation de 7.65% (Cf. tableau ci-dessous)

Age des compteurs	Période de pose correspondante	Nombre de compteurs renseignés	Sous-comptage
< 5 ans	> 2009	49	-2,50%
6 à 10 ans	2005-2009	166	-5,40%
11 à 15 ans	2000-2004	60	-6,90%
16 à 20 ans	1995-1999	20	-6,40%
21 à 25 ans	1990-1994	31	-8,80%
26 à 30 ans	1985-1989	58	-10%
31 à 40 ans	1975-1984	66	-14,80%
> 40 ans	< 1975	4	-21,10%
<b>Sous comptage moyen pondéré</b>			<b>-7,65%</b>

Source : G2C Ingénierie

Tableau 10 : estimation du sous-comptage à fin juin 2016

## PHASE DE RENOUELEMENT MASSIF

Afin de rattraper le retard pris en matière de renouvellement des compteurs et de s'affranchir du sous-comptage induit, nous préconisons le remplacement de 220 des 455 compteurs (datant d'avant 2002) sur 1 an.

Le coût de ce remplacement est évalué à 13 200 €HT sur l'année 2017.

## PHASE DE RENOUELEMENT CONTINU

A partir de 2018, il conviendra d'appliquer une politique de renouvellement systématique sur une période de 15 ans.

Le nombre de compteurs à renouveler annuellement sur la base d'une durée de vie de 15 ans est de 30 unités/an représentant un coût annuel à budgétiser de 1 800 €HT/an.

**Le renouvellement des compteurs abonnés anciens, puis le maintien du parc dans une tranche d'âge inférieure à 15 ans permettrait d'augmenter le rendement d'environ 3%.**



## 4.5. Proposition n°5 : Sécurisation de l'approvisionnement par création d'une conduite d'interconnexion avec la commune de Sanem

La commune Luxembourgeoise de Sanem est limitrophe de la commune de Rédange. De plus, le territoire bâti de chacune de ces deux communes est étendu jusqu'à la frontière : leurs réseaux de distribution sont donc particulièrement proches l'un de l'autre.

Cette proximité a d'ailleurs déjà permis par le passé de raccorder provisoirement les deux communes, à l'occasion du nettoyage du réservoir ou en cas d'avarie du réseau de Rédange, par la mise en place d'une conduite souple entre deux hydrants.

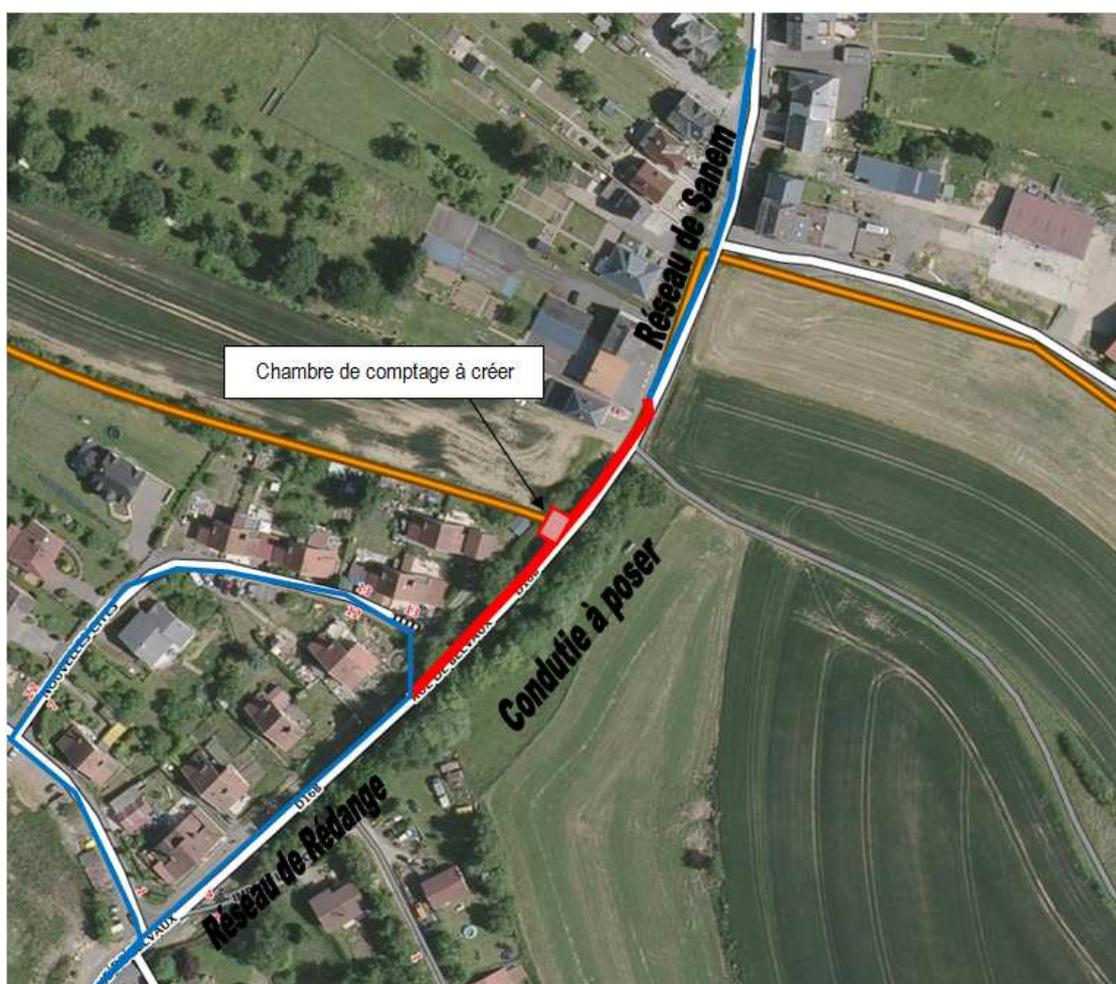
Ce paragraphe décrit les travaux qu'il serait envisageable d'engager pour raccorder les réseaux de ces 2 communes, il s'agira en parallèle de mettre en place une convention de vente d'eau définissant les conditions et les limites de la fourniture.

### DESCRIPTION DES TRAVAUX

Les travaux à réaliser comprendraient :

- La pose d'une conduite en PEHD de 110ml en diamètre 110mm
- La création d'une chambre de comptage comprenant filtre à tamis, clapet anti-retour, compteur classe C DN80.
- La mise en place d'une ventouse au point haut

Ces travaux sont illustrés ci-dessous :



Source : G2C ingénierie

Figure 22 : Description des travaux liés à la proposition n°5



## ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le récapitulatif des coûts pour ces travaux est présenté ci-dessous, le devis estimatif détaillé est disponible en Annexe 01 :

Numéro	Designation	Prix H.T.
Titre I	PREPARATION DE CHANTIER	1 500,00 €
Titre II	TRAVAUX PREPARATOIRES	1 734,00 €
Titre III	TERRASSEMENT ET REMBLAIS	7 450,00 €
Titre V	REGARDS ET FONTE DE VOIRIE	870,00 €
Titre VII	CANALISATIONS SOUS PRESSION	3 280,00 €
Titre VIII	ROBINETTERIE ET EQUIPEMENT DES RESEAUX	2 905,00 €
Titre XI	REFECTIONS ET AMENAGEMENTS	13 626,00 €
Titre XII	OPERATIONS PARTICULIERES	10 000,00 €
<b>TOTAL en euros Hors Taxe</b>		<b>41 865,00 €</b>
T.V.A. 20,0%		8 373,00 €
<b>TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises</b>		<b>50 238,00 €</b>

Source : G2C ingénierie

Tableau 11 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°5

## FAISABILITE DE L'OPERATION

Les responsables des services techniques de Sanem ont été rencontrés le 9 juin 2016, accompagnés du responsable de leur bureau d'étude.

Il s'avère que plusieurs freins viennent remettre en cause la faisabilité de cette opération :

- Sanem ne dispose pas d'un volume suffisant pour alimenter Rédange en continu
- Les règles sanitaires à appliquer à chaque ouverture de la vanne qui permettraient l'alimentation de Rédange sont trop contraignantes (désinfection et analyse avant ouverture de la vanne)

Néanmoins, Sanem assure Rédange de sa disponibilité pour la mise en place de la solution « mobile d'interconnexion de secours » telle qu'elle l'a été par le passé, en cas de besoin. Il a été proposé de rédiger une convention dans ce sens, afin de garantir cette proposition dans le temps.

**La proposition de travaux ci-avant présentée ne sera donc pas intégrée au programme pluriannuel de travaux.**

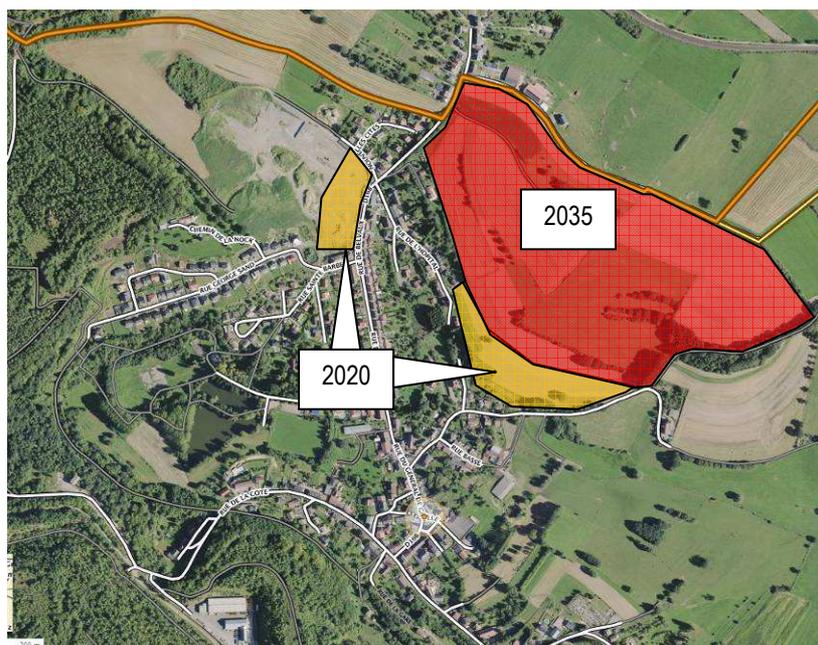


## 4.6. Proposition n°6 : Aménagements nécessaires à la réalisation du projet d'urbanisation

La commune de Rédange est incluse dans un vaste projet intercommunal d'extension de l'habitat. Il est prévu que la commune accueille d'ici 2020 un premier lot de 80 logements de type pavillonnaire.

Ce même projet a pour finalité globale la création de 800 logements majoritairement constitués d'immeubles d'habitation collectifs pour l'horizon 2035.

La figure ci-dessous présente les zones d'urbanisation qui accueilleront les 800 logements (en jaune le premier lot de 80 logements et en rouge les 720 logements du second lot) :



Source : G2C Ingénierie

Figure 23 : zones d'urbanisation à l'horizon 2020 puis 2035

Les besoins de la commune à différentes échéances ont été confrontés aux ressources disponibles au sein de la phase 2. Ce bilan est rappelé ci-dessous :

	Situation actuelle	Situation future - horizon 2020		Situation future - horizon 2035	
	rendement 70%	rendement 70%	rendement 85%	rendement 70%	rendement 85%
Ressource (m <sup>3</sup> /j)	150	150	150	150	150
Besoin de Rédange (m <sup>3</sup> /j)	155	181,3	148,6	418	343
Bilan	-5	-31,3	1,4	-268	-193
Commentaire	Situation correcte avec appoint par Russange	Situation envisageable à court terme uniquement avec appoint par Russange	Situation correcte avec appoint par Russange	Situation nécessitant la création d'une ressource supplémentaire	Situation nécessitant la création d'une ressource supplémentaire

Source : G2C Ingénierie

Tableau 12 : Bilan Besoin Ressource



#### 4.6.1. Proposition n°6.a : Augmentation des ressources en eau potable

Sans mesures dédiées à cette problématique, Rédange sera en déficit d'eau potable à hauteur de 200 m<sup>3</sup>/j soit 73 000 m<sup>3</sup>/an à l'horizon 2035

Plusieurs solutions sont envisageables pour augmenter les volumes produits pour la distribution de l'eau potable sur Rédange, elles sont listées ci-dessous :

- Révision de la convention d'achat auprès de Russange pour garantir la fourniture du volume complémentaire nécessaire
- Mise en place d'une convention d'achat auprès de Sanem garantissant la fourniture du volume nécessaire
- La révision de la DUP actuelle et l'aménagement du captage actuel pour augmenter sa capacité de production
- La réhabilitation de l'ancien captage de Russange
- La création d'un nouveau captage sur le territoire communal

Les solutions envisagées ci-dessus permettent de s'affranchir de la création de nouvelles conduites d'adduction à l'investissement conséquent.

##### SOLUTION N°1 : REVISION DE LA CONVENTION D'ACHAT AUPRES DE RUSSANGE

**Avantage :** aucun investissement nécessaire

**Inconvénient :** la convention a déjà fait l'objet d'une révision début 2016, ce sujet a été abordé mais il semble difficile de trouver un accord en ce sens.

##### SOLUTION N°2 : MISE EN PLACE D'UNE CONVENTION D'ACHAT AUPRES DE SANEM

**Cette solution n'est pas envisageable pour la commune de Sanem qui ne dispose pas des ressources suffisantes pour fournir Rédange**

##### SOLUTION N°3 : REVISION DE LA DUP ACTUELLE ET AMENAGEMENT DU CAPTAGE

Cette solution impose de réaliser une nouvelle étude hydrogéologique afin de définir si le captage est en mesure de voir son exploitation augmentée. Une étude hydrogéologique avec avis pour la révision de la DUP est estimée à environ 10 000 €HT.

Le captage devra ensuite être aménagé de manière à produire d'avantage : extension / création de réseau de drainage captant, augmentation de la capacité de la pompe, modification des périmètres de protection et pose de nouvelles clôtures autour du nouveau périmètre de protection immédiat. Ces travaux s'inscrivent dans une enveloppe de 50 000 €HT.

**Avantage :** utilisation des infrastructures et conduites existantes

**Inconvénient :**

- l'issue favorable de l'étude hydrogéologique n'est pas garantie.
- Travaux sur la ressource exploitée → recours à l'achat à Russange pour la continuité de service pendant les travaux

##### SOLUTION N°4 : REHABILITATION DE L'ANCIEN CAPTAGE DE RUSSANGE



Cette solution impose de réaliser une nouvelle étude hydrogéologique afin de définir si le captage est en mesure de fournir les volumes nécessaires. Une étude hydrogéologique avec avis pour l'établissement d'une nouvelle DUP est estimée à environ 10 000 €HT.

Le captage devra ensuite être aménagé de manière à produire d'avantage : extension / création de réseau de drainage captant, mise en place d'une pompe de puisage, modification des périmètres de protection et pose de nouvelles clôtures autour du nouveau périmètre de protection immédiat. Un groupe de surpression devra être mis en place (y compris génie civil).

Le coût prévisible de ces travaux avoisine les 80 000 €HT.

**Avantage :** utilisation des infrastructures et conduites existantes, site raccordé au réseau d'énergie

**Inconvénient :**

- l'issue favorable de l'étude hydrogéologique n'est pas garantie.
- Procédure d'établissement de DUP à mener en intégralité.
- Groupe de surpression nécessaire pour transférer l'eau à la station de la Sprett
- Site situé en zone agricole (pâturages et cultures), nécessite la prise de dispositions pour garantir la qualité de l'eau.
- Ouvrage de génie-civil vétuste, des frais de réhabilitations sont probablement à prévoir mais sont impossibles à estimer pour l'heure.

## SOLUTION N°5 : CREATION D'UN NOUVEAU CAPTAGE SUR LE TERRITOIRE COMMUNAL

Cette solution impose de réaliser une nouvelle étude hydrogéologique afin de définir si le captage est en mesure de fournir les volumes nécessaires. Une étude hydrogéologique avec phase de recherche du site et étude de sol avec avis pour l'établissement d'une nouvelle DUP est estimée à environ 20 000 €HT.

La création du nouveau captage impliquera alors : création de réseau de drainage et d'un puits captant, mise en place d'une pompe de puisage, l'extension du réseau d'énergie et le raccordement aux ouvrages, création d'un bâtiment technique avec groupe de surpression, raccordement à la conduite d'adduction à proximité.

Il sera également nécessaire de définir les périmètres de protection et de les matérialiser.

Une telle opération pourrait être estimée à environ 150 000 €HT

**Avantage :** Ouvrage neuf, investissement à long terme

**Inconvénient :**

- Procédure d'établissement de DUP à mener en intégralité.
- Groupe de surpression nécessaire pour transférer l'eau à la station de la Sprett
- Coût de construction



#### 4.6.2. Proposition n°6.b : Remplacement du groupe de pompage de la Sprett

Afin de compenser le surcroît de consommation, il sera nécessaire de remplacer le groupe de pompage situé à la station de la Sprett de manière à alimenter le réservoir.

La modélisation a montré qu'il serait approprié à l'horizon 2035 d'alimenter le réservoir au moyen de pompes de 18.5kW délivrant un débit de 50 m3/h sous 90 MCE de HMT.

Ce dimensionnement permet de satisfaire l'équilibre entre le besoin à satisfaire, le temps de pompage nécessaire et la puissance électrique consommée.

Le remplacement de ces pompes représente un coût approximatif de 15 000 €HT. La consommation électrique journalière de ce groupe de pompage sera alors de 170 kW environ, soit près du triple de la consommation électrique actuelle.

**Cette opération est nécessaire pour garantir la mise en distribution du volume nécessaire à l'horizon 2035. Un ajustement de l'abonnement électrique sera à prévoir étant donné la hausse de consommation électrique.**

**Elle représente un investissement de 15 000 €HT**

#### 4.6.3. Proposition n°6.c : Augmentation du volume de stockage par construction d'une seconde cuve de 250 m<sup>3</sup>

À l'horizon 2035, la capacité de 250 m3 du réservoir représentera 14h d'autonomie seulement. Il est donc fortement conseiller d'augmenter la capacité de stockage.

L'ouvrage a été conçu dans l'optique d'accueillir une seconde cuve : des réserves ont été mises en place afin d'accueillir l'hydraulique de la seconde cuve et l'hydraulique elle-même est prévue pour accueillir les raccordements nécessaires.

Cependant, le bâtiment technique actuel ne permettra pas l'accès direct à la seconde cuve, son accès sera donc indépendant.

#### ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Un chiffrage sommaire des travaux à réaliser est présenté ici :

Cuve supplémentaire de 250 m3				
désignation	Quantité	unité	PU (€ HT)	PG (€ HT)
Installation et preparation	1	FFT	2 500,00 €	2 500,00 €
Terrassement et remblais périphériques	200	M3	15,00 €	3 000,00 €
Béton de propreté en fond de fouille	3	M3	250,00 €	750,00 €
Radier en BA	90	M2	325,00 €	29 250,00 €
Voiles en BA	130	M2	285,00 €	37 050,00 €
Dalle couverture en BA	100	M2	285,00 €	28 500,00 €
Etanchéité et protection thermique dalle	100	M2	85,00 €	8 500,00 €
Trappe d'accès	1	Unité	1 800,00 €	1 800,00 €
Echelle	4,5	ML	450,00 €	2 025,00 €
Hydraulique	1	FFT	6 000,00 €	6 000,00 €
Recolement et essais	1	FFT	800,00 €	800,00 €
	<b>TOTAL (€ HT)</b>		<b>120 175,00 €</b>	
	<b>Divers et imprévus (15%)</b>		<b>18 026,25 €</b>	
	<b>TOTAL (€ HT)</b>		<b>138 201,25 €</b>	
	<b>TVA 20%</b>		<b>27 640,25 €</b>	
	<b>TOTAL TTC</b>		<b>165 841,50 €</b>	

Source : G2C ingénierie

Tableau 13 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la proposition n°6.c

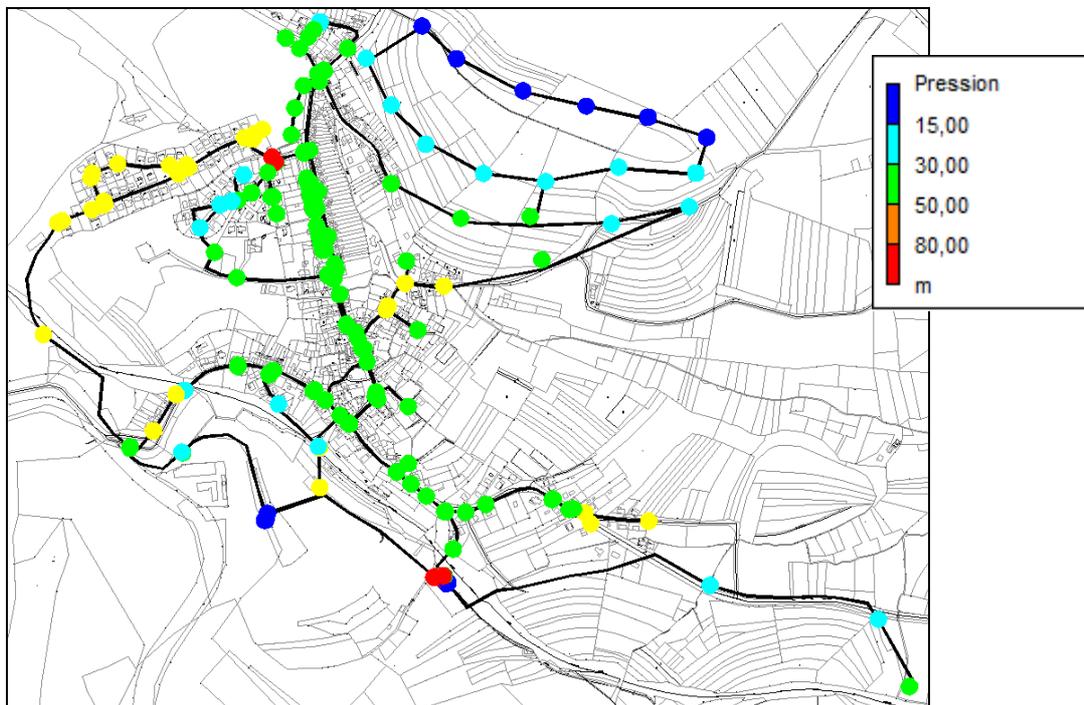
**Cette opération permettra de porter l'autonomie du stockage à 27h environ, pour un investissement de 138 000 €HT environ**



#### 4.6.4. Proposition n°6.d : Création d'un surpresseur pour l'alimentation du secteur d'urbanisation accueillant le second lot (720 logements)

La modélisation de l'état futur a mis en évidence la pression insuffisante au niveau de la zone d'extension la plus haute.

Les pressions de service modélisées sont rappelées dans la figure ci-dessous :

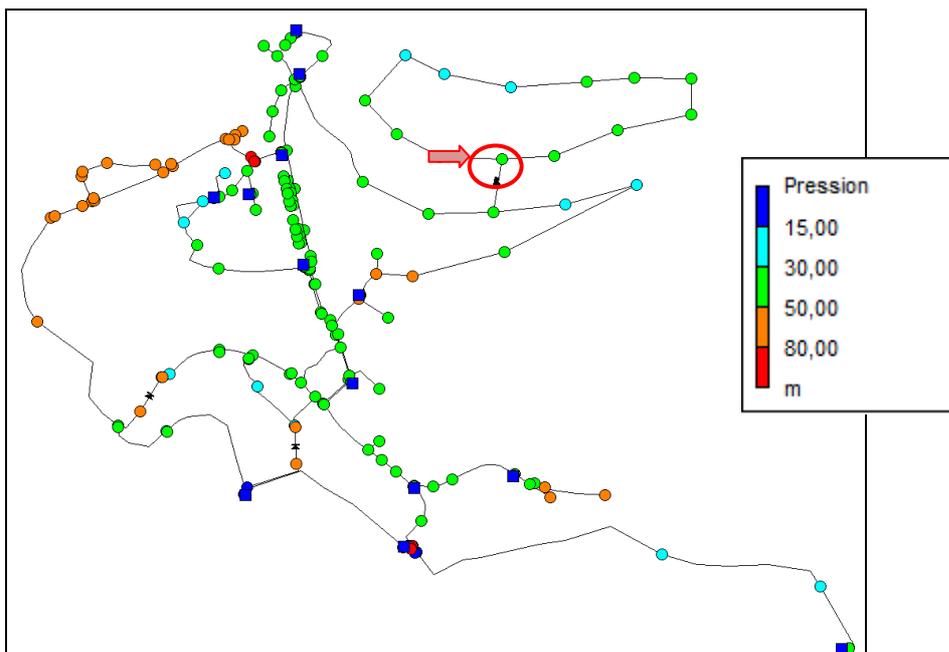


Source : G2C ingénierie

Figure 24 : Pressions de service sans surpression à l'horizon 2035

Il est donc impératif pour satisfaire au décret n°2007-49 du Code de la Santé Publique de recourir à la mise en place d'un surpresseur pour ce secteur.

Une modélisation mettant en œuvre un surpresseur muni de 2 pompes de 4kW chacune délivrant un débit de 20 m<sup>3</sup>/h sous 20 MCE de HMT montre des résultats satisfaisants. Ils sont illustrés ci-dessous :



Source : G2C ingénierie

Figure 25 : Pressions de service avec surpression à l'horizon 2035, après création d'un surpresseur

#### ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT



Un chiffrage sommaire des travaux à réaliser est présenté ici :

Devis estimatif				
désignation	Quantité	unité	PU (€ HT)	PG (€ HT)
Installation et preparation	1	FFT	2 500,00 €	2 500,00 €
Terrassement et remblais périphérique	100	M3	15,00 €	1 500,00 €
Béton de propreté en fond de fouille	6	M3	250,00 €	1 500,00 €
Radier en BA	20	M2	325,00 €	6 500,00 €
Voiles en BA	72	M2	285,00 €	20 520,00 €
Dalle couverture en BA	20	M2	285,00 €	5 700,00 €
Etanchéité et protection thermique dalle	20	M2	85,00 €	1 700,00 €
Trappe d'accès	1	Unité	1 800,00 €	1 800,00 €
Echelle	2	ML	450,00 €	900,00 €
Groupe de pompage	1	FFT	12 000,00 €	12 000,00 €
Hydraulique	1	FFT	6 000,00 €	6 000,00 €
Recolement et essais	1	FFT	1 500,00 €	1 500,00 €
	<b>TOTAL (€ HT)</b>			<b>62 120,00 €</b>
	<i>Divers et imprévus (15%)</i>			<b>9 318,00 €</b>
	<b>TOTAL (€ HT)</b>			<b>71 438,00 €</b>
	<b>TVA 20%</b>			<b>14 287,60 €</b>
	<b>TOTAL TTC</b>			<b>85 725,60 €</b>

Source : G2C ingénierie

Tableau 14 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à l'opération 6.d

**Cette opération permettra de garantir une pression de service convenable au secteur d'urbanisation à l'horizon 2035, pour un investissement de 71 500 €HT environ**



## 5. Schéma directeur : propositions de programme pluriannuel de travaux

---

Sur la base des propositions de travaux définies précédemment, et visant à répondre aux différents objectifs de l'étude (réduction des pertes, amélioration de la distribution, garantie de la qualité de l'eau,...), nous avons établi un programme de travaux, afin d'étaler dans le temps la réalisation et le financement de ces opérations.

Les montants correspondent à des estimations financières en euros courants 2016. Les précisions du chiffrage s'entendent à celle d'un niveau « Schéma Directeur », et ne doivent en aucun cas être considérées comme une enveloppe ferme des travaux. Tous les prix énoncés sont Hors Taxes ; Ils incluent la fourniture, la pose des appareillages et les surcoûts d'ingénierie et de maîtrise d'œuvre.

**Les montants figurant dans le tableau page suivante sont présentés bruts et ne tiennent pas compte des éventuelles variations des capacités d'autofinancement de la collectivité et des subventions.**

En effet, certaines opérations peuvent faire l'objet de subventions octroyées par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et par le Conseil Départemental de Moselle (Crédit Solidarité Urbain Rural et Aide Mosellane à l'Investissement des TERritoires), selon leur objectif :

- Amélioration du rendement
- Amélioration de la qualité de l'eau
- Sécurisation de l'approvisionnement en eau
- Elimination du risque CVM si associé à des travaux d'amélioration du rendement

Les subventions peuvent être versées sur la base d'un dossier PROjet et pourraient être de l'ordre de :

- Agence de l'Eau Rhin-Meuse :
  - 20% maximum pour le remplacement de conduites fuyardes et autres aménagement permettant d'améliorer la performance du réseau
  - 35% maximum pour l'ensemble des autres problématiques subventionnées
- Conseil Départemental de Moselle (SUR) : 15% (taux 2016) pour l'ensemble des travaux subventionnables
- Conseil Départemental de Moselle (AMITER) : 50% du montant à charge du bénéficiaire, jusqu'en 2020 sur 3 dossiers maximum.

Les travaux de renouvellement du réseau, des branchements et des compteurs ne sont pas éligibles aux aides de l'AERM et aux crédits SUR si il ne sont pas liés à l'atteinte des objectifs cités plus haut.

Le calcul de l'impact sur le prix de l'eau a été étudié en supposant que les capacités d'autofinancement seraient maintenues identiques et que les sommes restantes à investir feraient l'objet d'un emprunt auprès de la caisse des dépôts au taux actuel de 1.5% sur 40 ans (0.75% + taux du Livret A).







### 5.3. Bilan du schéma directeur de travaux

Opération	Bénéfice				Détail des bénéfices
	Qualité de l'eau	Sécurisation et fiabilité de l'appro.	Amélioration du rendement	Amélioration du réseau	
1a Abaissement du temps de séjour	✓			✓	Ouverture des mailles Abaissement du temps de séjour global Amélioration des performances hydrauliques de la défense incendie
1b Amélioration de la qualité pour 5 habitations rue d'Audun-le-Tiche	✓				Temps de séjour mieux contrôlé pour les 5 habitations concernées.
2a Suppression de la fuite quantifiée à 18 m3/h impasse des Lauriers			✓	✓	Simplification du réseau Rendement net : + 9%
2b Suppression de la fuite quantifiée à 12 m3/h rue de la République			✓		Rendement net : + 12%
3a Amélioration de la défense incendie par renouvellement des équipements et conduites défectueux				✓	Hausse du débit disponible au PI Dimensionnement en rapport avec l'extension de réseau à venir.
4a Renouvellement massif des canalisations à priorité de renouvellement élevée				✓	Amélioration rapide de la pérennité du réseau Elimination du risque CVM Réduction des risques de fuites
4b Renouvellement continu des canalisations sur 50 ans	✓				Maintien de la pérennité du réseau Elimination du risque CVM Réduction des risques de fuites
4c Renouvellement des branchements				✓	Elimination du risque CVM Réduction des risques de fuites
4d Renouvellement des compteurs			✓	✓	Elimination du sous-comptage = Rendement net : +3% Facturation : +3%
6a Augmentation des ressources en eau potable		✓		✓	Nécessaire pour la viabilité du projet d'urbanisation
6b remplacement du groupe de pompage de la Sprett				✓	Nécessaire pour la viabilité du projet d'urbanisation
6c Augmentation du volume du réservoir				✓	Maintien d'une autonomie cohérente avec le projet d'urbanisation
6d Création d'un surpresseur pour l'alimentation du secteur d'urbanisation accueillant le second lot (720 log.)				✓	Viabilisation des parcelles les plus hautes de la zone d'urbanisation
5e Renouvellement des compteurs abonnés			✓	✓	Elimination du sous-comptage = Rendement net : +2.5% + diminution de la part non facturée

Source : G2C Ingénierie

Tableau 17 : Bilan des bénéfices apportés par le schéma directeur



## 5.4. Annexe 1 : Devis estimatifs des opérations de travaux 1 à 5



## 5.5. Annexe 2 : Pertes - Généralités et définitions

### 5.5.1. Bilan d'eau

Selon l'International Water Association (IWA), les composantes de la balance en eau dans un système de distribution d'eau potable peuvent être décrites comme suit :

VOLUME ENTRANT DANS LE SYSTEME	Consommation autorisée	Consommation autorisée facturée	Consommation comptabilisée facturée (y compris ventes en gros)	Volume facturé
			Consommation non-comptabilisée facturée (forfaits)	
		Consommation autorisée non- facturée	Consommation comptabilisée non-facturée (faveurs)	Volume non facturé
			Consommation non-comptabilisée non- facturée (faveurs)	
	Pertes	Pertes apparentes	Consommation non-autorisée (branchements illégaux)	
			Erreurs de comptage (vieux compteurs, erreurs de relève)	
		Pertes réelles	Fuites sur réseau de transfert ou de distribution	
			Fuites ou débordements sur ouvrages de stockage	
Fuites sur branchement avant-compteur				

Composantes de la « balance en eau » selon l'IWA (International Water Association)

Les volumes de fuites, de casses, sur des canalisations et branchements font partie d'un volume d'eau perdu dans la nature que nous appellerons **pertes réelles**.

A côté de ces pertes réelles, nous trouverons des **pertes apparentes**, qui sont dues soit aux vols d'eau (branchements illégaux), soit aux erreurs de comptage. Ce sont là des pertes de recettes pour le service d'eau.

Ainsi, il convient de faire la distinction entre pertes « apparentes » et pertes « réelles » et être capable d'évaluer<sup>6</sup> celles-ci autant que possible. Ces deux types de pertes ne sont pas recherchées et combattues de la même manière :

- Les **pertes apparentes** se contrôlent d'abord par l'audit des modalités de comptage, puis l'analyse et la mise à niveau de l'équipement de comptage, à la fois en termes de couverture, de précision et d'âge. Le prix de l'eau et la politique tarifaire entrent également en jeu dans cette composante, ainsi que la lutte contre les consommations non autorisées ou encore la réduction des erreurs de traitement de l'information et de l'incertitude associée (annualisation des pertes...).
- Ce sont les **pertes réelles**, et plus particulièrement les pertes réelles sur réseau qui feront l'objet de recherche de fuites.

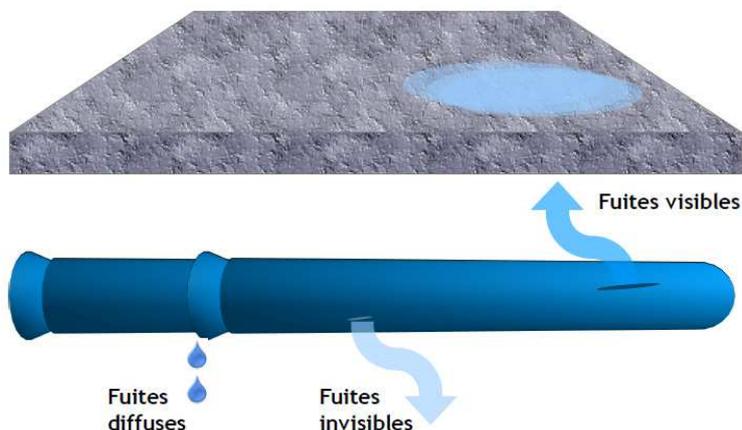
<sup>6</sup> L'évaluation du volume de pertes réelles peut se faire de plusieurs manières. Avec le tableau bilan ci-dessus, il faudra déduire toutes les autres composantes du volume initial. Certaines composantes sont mesurées, d'autres doivent être évaluées. La connaissance du système, la validité des mesures et la disponibilité d'information est ici capitale.



## 5.5.2. Représentation des fuites

Les fuites se manifestent sous des formes variées allant du simple suintement au jaillissement spectaculaire sur différents organes du réseau (canalisations, branchements, accessoires). Il est donc nécessaire de définir une représentation qui permette de classifier les fuites afin d'être en mesure de mettre en place les moyens d'actions adéquats pour diminuer leur impact<sup>7</sup>.

Trois grandes familles de fuites peuvent être distinguées sur un réseau d'eau potable, par débit de fuite croissant :



**Fuites diffuses :** des micro-fuites dues aux défauts de joints et de plomberie. Elles s'écoulent de manière permanente avec un débit très faible qui les rend indétectables. L'ensemble de ces pertes physiques minimales sur un réseau constitue ce qu'on appelle un volume de fuites incompressibles.

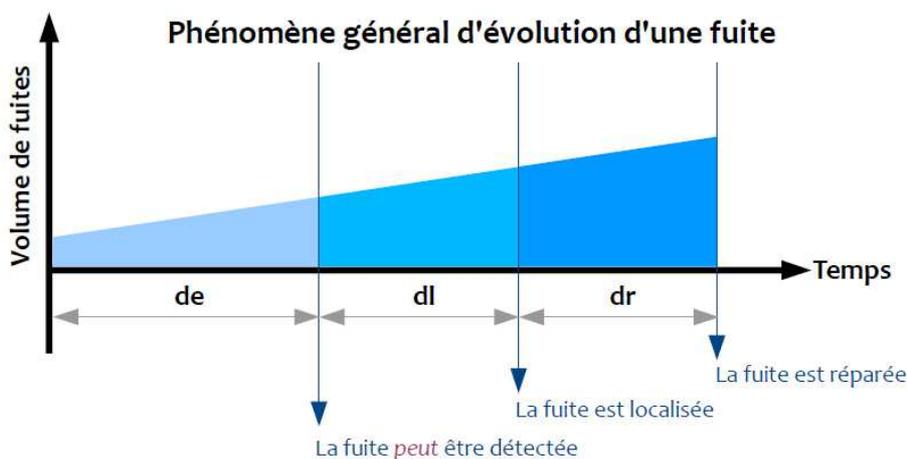
**Fuites invisibles :** des fuites plus importantes dues aux perforations, fissures, etc. des canalisations ou d'autres organes réseau. Elles s'écoulent dans le sol et ne sont pas détectées si elles ne sont pas recherchées. Elles peuvent ainsi durer des années et représenter des volumes perdus phénoménaux.

**Fuites visibles :** des fuites souvent très importantes qui apparaissent à la surface. Elles sont repérées par la population ou les agents d'exploitation et rapidement réparées.

Il peut être considéré que chaque fuite passe successivement par les trois états.

A noter le fait que la fuite soit visible ou invisible ne dépend pas que de son importance. La nature du sol environnant joue aussi un rôle. S'il est très perméable, les fuites, quelle que soit leur importance feront difficilement surface. Ce cas de figure est d'autant plus nuisible à la performance du réseau.

## 5.5.3. L'évolution d'une fuite



**$d_e$  :** durée d'écoulement non détectable de la fuite

**$d_l$  :** durée nécessaire à la localisation de la fuite dès lors qu'elle est détectable

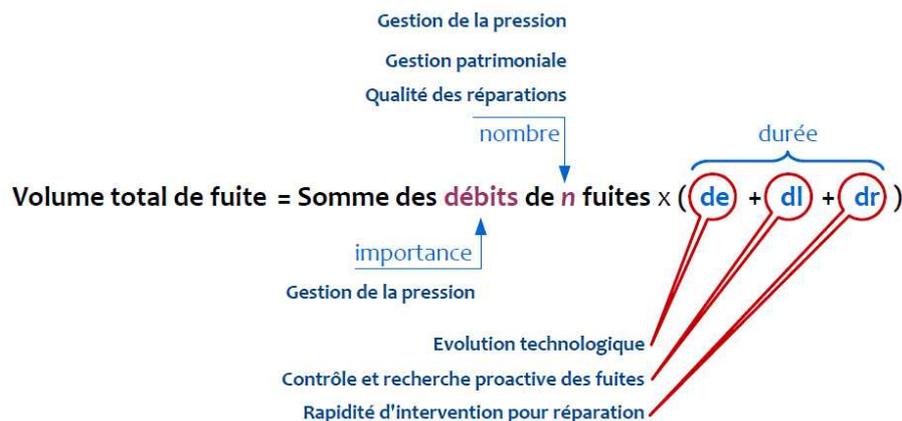
**$d_r$  :** durée nécessaire à la réparation de la fuite après sa localisation

<sup>7</sup> ONEMA-IRSTEA, Rapport final « Avril 2012 ». Fiches pratiques : Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable.



Ces 3 étapes de la durée de vie d'une fuite s'intègrent dans une équation qui caractérise le volume de fuites total sur un réseau sur le principe simple que le Volume = Débit x Temps.

Nous voyons alors comment chaque famille d'action agit vers la réduction du volume global de fuites.



**Débit** Le contrôle de la pression permet de réduire les pertes dues aux fuites de tous types en réduisant leur débit d'écoulement, elle permet par ailleurs de réduire le nombre de casses.

**Nombre**

*L'objectif global est de limiter les excédents de pression tout en assurant le service requis afin de réduire le stress sur les canalisations et surtout le débit de pertes qui, à travers les mêmes orifices, varie en fonction de la pression.*

**dl** La recherche proactive de fuites permet de réduire les pertes dues aux fuites détectables non-visibles.

*Le contrôle actif des pertes, fondé sur la sectorisation du réseau et la mise sous surveillance des débits, apporte 2 informations : le suivi quotidien des débits et l'identification rapide d'anomalies et l'association de ces anomalies à un secteur restreint, ce qui permet une intervention ciblée des équipes de terrain. La recherche et la réparation de fuites est alors plus efficace et agit sur la durée moyenne des fuites.*

**dr** La rapidité d'intervention permet de réduire les pertes dues aux fuites visibles ou détectées en réduisant leur temps d'écoulement.

**Nombre** La gestion patrimoniale ciblée (renouvellement ou réhabilitation des canalisations, branchements et autres organes du réseau), réduit le nombre de fuites de tous types sur les organes concernés. La qualité des réparations effectuées intervient également sur le nombre d'apparitions de nouvelles fuites.

*La gestion patrimoniale est une action de long-terme. En effet, sur un réseau qui se dégrade d'année en année, l'apparition de fuites est très fréquente, continue. Rechercher et réparer des fuites est donc une action qui se doit d'être continue, mais qui a ses limites, notamment économiques. La seule façon d'éliminer durablement les pertes devient alors le renouvellement des tronçons les plus fuyards.*

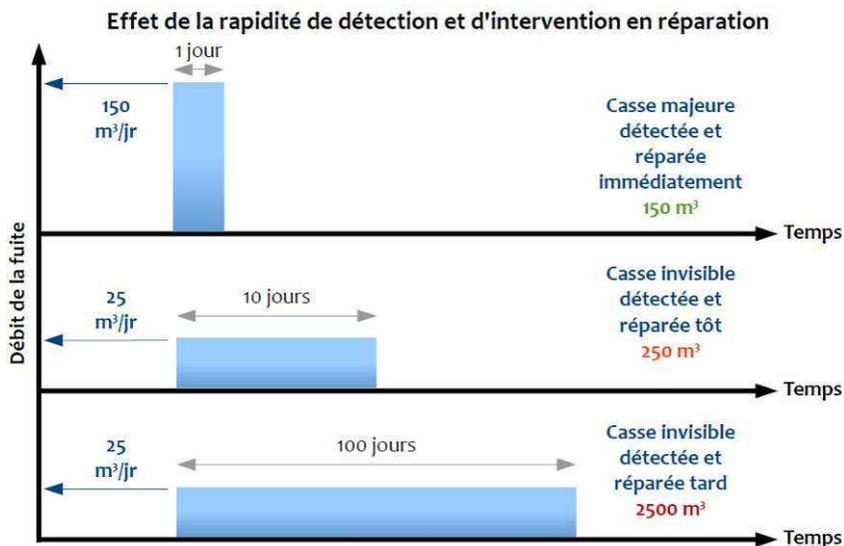
**de** Enfin, la frontière entre l'état de et l'état dl peut être abaissé par la mise en œuvre de moyens technologiques de plus en plus fins. Il s'agit d'abaisser le seuil de détection. Ce levier dépend du niveau d'équipement du service et l'évolution de la technologie elle-même.



### 5.5.4. L'importance de la durée de fuite

La tendance naturelle est de croire que les casses très importantes sont les plus néfastes. Elles sont certes problématiques, interrompent le service, demandent plusieurs heures de réparation et des moyens importants, et sont même dangereuses. Toutefois, sur le plan du volume de pertes, ce ne sont pas ces casses rares qui sont les plus problématiques.

**Ce sont en fait les fuites invisibles et indétectées, qui s'écoulent pendant des mois, voire des années qui causent le plus de pertes.** C'est pourquoi il est primordial de mettre en œuvre des moyens de surveillance, de détection et de suppression de ces fuites.





## 5.6. Annexe 3 : Les Indicateurs de performance

Il est déterminant, dans une réflexion prospective, de s'appuyer sur des réseaux dont le rendement est optimisé. En France, l'Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux (AGHTM), aujourd'hui connue sous le nom de Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (ASTEE) a identifié plusieurs ratios permettant de **qualifier l'état des réseaux** :

- indices de pertes,
- indices de production,
- rendement,
- indice de consommation nocturne...

Nous décrivons ci-dessous chacun de ces paramètres permettant de qualifier l'état d'un réseau, et portons une appréciation sur la validité de chacun d'entre eux.

### 5.6.1. Le rendement du réseau et le pourcentage des pertes

Dans la gestion d'un service de distribution, un des indicateurs principaux de la qualité d'exploitation, de fonctionnement et de l'état d'entretien du réseau est son rendement. A priori, le rendement du réseau est une notion simple à appréhender :

$$\text{Rendement} = \frac{100 \times \text{volume comptabilisé}}{\text{volume produit}}$$

L'ASTEE (ex-AGHTM) a publié en 1990 un lexique définissant, de manière claire, les termes relatifs à un réseau d'alimentation en eau potable :

- le volume produit est le volume issu des ouvrages de production du service pour être introduit dans le réseau de distribution,
- le volume importé est le volume d'eau potable en provenance d'un service extérieur,
- le volume exporté est le volume d'eau potable livré à un service d'eau extérieur,
- le volume mis en distribution résulte de la somme algébrique des volumes produits, importés ou exportés,
- le volume comptabilisé résulte des relevés des appareils de comptage des abonnés.

On appelle rendement primaire ou rendement brut :

$$R = 100 \times \frac{\text{volume comptabilisé}}{\text{volume mis en distribution}}$$

Ou bien

$$R = 100 \times \frac{\text{volume comptabilisé}}{\text{volume produit} + \text{volume importé} - \text{volume exporté}}$$

C'est le rendement le plus utilisé par les collectivités, car c'est le plus simple à calculer.

Le rendement net est calculé comme le rendement brut précédent en ajoutant au numérateur le volume consommé par les consommateurs sans comptage :

$$R_{\text{net}} = 100 \times \frac{\text{volume consommé non comptabilisé} + \text{volume comptabilisé}}{\text{volume produit} + \text{volume importé} - \text{volume exporté}}$$

Le rendement est un critère relatif d'appréciation, car Il ne permet pas de comparer l'état de fonctionnement de réseaux de configuration différente, mais seulement de suivre l'état d'un réseau en observant les variations.



## 5.6.2. L'Indice Linéaire de Pertes

$$ILP = \frac{\text{débit de pertes en distribution}}{\text{longueur du réseau (hors branchements)}} \text{ en m}^3/\text{h}/\text{km}$$

Le débit de pertes en distribution est défini comme la somme des débits gaspillés, des débits détournés et du débit des fuites.

On exprime cet indice en mètre cube par heure et par kilomètre ( $m^3/h/km$ ). Il constitue un indicateur intéressant puisqu'il prend en compte la longueur du réseau et le degré d'urbanisation de la collectivité. Ces deux paramètres caractérisent l'importance et la complexité d'installations desservant chaque secteur en eau potable.

On peut le rapporter à des valeurs de référence, proposées à titre indicatif par les Agences de l'Eau (toujours en  $m^3/h/km$ ) :

Catégorie de réseau	Rural	Semi-rural	Urbain
<b>bon</b>	< 0,06	< 0,13	< 0,3
<b>acceptable</b>	< 0,1	< 0,2	< 0,4
<b>médiocre</b>	0,1 < ILP < 0,16	0,2 < ILP < 0,33	0,4 < ILP < 0,63
<b>mauvais</b>	> 0,16	> 0,33	> 0,63

*Valeurs recommandées par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse*

**Ces valeurs de référence sont proposées ici en exemple. Elles ne sont pas directement applicables dans un contexte étranger.**

**Il conviendra sur chaque réseau, de calculer un indice de départ et suivre son évolution dans le temps et en fonction des actions mises en œuvre.**

L'indice de perte a l'avantage de permettre des comparaisons entre les différentes zones d'un même réseau ou entre plusieurs réseaux. La connaissance de l'indice de perte permet de mieux orienter le choix des tronçons à examiner en priorité comme nous le verrons plus loin.

## 5.6.3. L'indice de consommation minimal nocturne

Sur un réseau délimité, la consommation est minimale entre minuit et 4 heures du matin ; ceci s'entend sans certaines consommations nocturnes exceptionnelles et bien connues telles que : boulangeries, chasses d'égouts, sanitaires publics, etc.... Sous réserve que ces consommations soient déduites ou supprimées (par fermeture des branchements correspondants après avis aux abonnés concernés) on peut dire que le débit minimum nocturne absorbé par le réseau est réellement proche du débit de pertes.

C'est pourquoi il est couramment admis d'assimiler l'indice linéaire de consommation nocturne (déduction faite des consommations permanentes) à l'indice linéaire de pertes (ILP).

Pour des réseaux ayant peu d'abonnés par kilomètre de réseau (zones rurales, réseau d'adduction), l'indice linéaire de pertes peut être approché par mesure du débit pendant la journée en dehors des périodes de consommations principales.



#### 5.6.4. Comment qualifier l'état d'un réseau : rendement ou indice linéaire de pertes ?

Un exemple concret permet de mettre en évidence la plus grande pertinence de l'indice linéaire de pertes pour caractériser un réseau :

Supposons que la production annuelle d'eau potable sur une commune soit chaque année de l'ordre de 800 000 m<sup>3</sup>, alors que le volume facturé aux abonnés ne serait que de 400 000 m<sup>3</sup>. La longueur du réseau de distribution (hors branchements) est de 40 kilomètres.

Le rendement du réseau est donc de :

$$R = \frac{400\,000}{800\,000} = 50\%$$

alors que l'indice de pertes est de :

$$ILP = \frac{800\,000 - 400\,000}{40 \times 24 \times 365} = 1,14 \text{ m}^3/\text{h}/\text{km}$$

Imaginons qu'un industriel s'installe sur la commune et consomme annuellement 400 000 m<sup>3</sup>. Le réseau reste quant à lui dans le même état, c'est à dire avec un volume de pertes identiques.

Le volume annuel produit passe à 1 200 000 m<sup>3</sup>, le volume facturé à 800 000 m<sup>3</sup>.

Le rendement passe ainsi à :

$$R = \frac{800\,000}{1\,200\,000} = 67\%$$

L'indice linéaire de pertes reste, par contre, égal à 1,14 :

$$ILP = \frac{1\,200\,000 - 800\,000}{40 \times 24 \times 365} = 1,14 \text{ m}^3/\text{h}/\text{km}$$

Le rendement ne permet pas de contrôler en absolu l'état d'un réseau, contrairement à l'indice linéaire de pertes. C'est pourquoi nous utiliserons préférentiellement ce paramètre pour qualifier l'état d'un réseau.



## 5.7. Annexe 4 : Détail des méthodes de recherche de fuites

### 5.7.1. Détection acoustique des fuites

Le principe de la détection acoustique des fuites est simple :

- Une fuite génère du bruit,
- Ce bruit se propage le long de la canalisation et dans le sol environnant,
- Il faut donc se doter de moyens d'écouter ce bruit au contact de la canalisation ou à travers le sol,
- Le bruit étant beaucoup mieux transmis le long de la canalisation, la détection peut se faire à plus grande distance,
- Pour être au contact de la canalisation, le meilleur moyen est de placer un « microphone » (ou plutôt un accéléromètre) sur un point de contact au réseau : le carré de vanne le plus proche (accessible grâce à une bouche à clé).

### 5.7.2. Facteurs influençant l'efficacité acoustique

Ces techniques, basées sur la propagation du bruit (des vibrations) générées par les fuites, sont influencées par de multiples facteurs :

- Le matériau de la canalisation : le métal conduit mieux. Le matériau influence naturellement la propagation du bruit. Ainsi, l'efficacité de la détection acoustique est :
  - Bonne sur : fonte, acier, cuivre
  - Moyenne sur : fonte ductile, AC
  - Faible sur : PVC, PE, conduites revêtues
- La pression (plus de pression = plus de bruit)
- Le type de bruit de fuite (sourd, aigu)
- Le sol environnant (sable et asphalte conduisent mieux qu'argile et béton)· L'humidité du sol (le sol humide amortit le bruit)
- Les nombreux bruits parasites (trafic, vannes régulatrices, canalisation proche, consommations, générateurs électriques, etc.). Les appareils modernes permettent généralement d'isoler la gamme de fréquence des fuites de ces bruits parasites. Il est toutefois plus efficace de travailler de nuit.



### 5.7.3. Prélocalisation des fuites

Afin de réduire les pertes en eau du réseau, les sociétés spécialisées ont développé des techniques de détection des fuites plus fines que le simple suivi des minimums nocturnes mis en distribution par secteur hydraulique.

Puisqu'une fuite se manifeste principalement par le bruit qu'elle émet, l'acoustique est à la base de la plupart des outils actuels. Il est donc possible de mettre le réseau sur écoute permanente. Le bruit provoqué par une fuite est enregistré par des capteurs qui peuvent par exemple transmettre l'information en temps réel, par SMS, vers un logiciel adapté qui analyse les données et pré-localise la fuite avec une précision de l'ordre de la centaine de mètres.

Installée par la Lyonnaise des eaux en 2006 à Dijon avec 180 capteurs répartis sur tout le réseau d'eau, cette technique de prélocalisation permanente par GSM a été déployée en 2007 dans une quinzaine de collectivités locales dont Orléans et Créteil. Si les techniques de détection acoustique sont les plus répandues, elles connaissent toutefois des limites dues à la nature des sols, du matériau des canalisations et de la pression dans la canalisation, qui peuvent perturber la propagation du bruit.

Des techniques alternatives telle celle utilisant du gaz traceur pallie à ces inconvénients ainsi qu'à l'absence de points d'accès à la canalisation (elle reste une méthode déployée ponctuellement).

#### Principe :

Ce sont des appareils électroniques placés en grand nombre au contact des vannes. Communément appelés « oreilles », ces appareils peuvent être mis en place de façon temporaire (1 nuit) ou permanente (ex : ville de Dijon). Elles sont placées au contact du réseau grâce aux bouches à clé et permettent de suivre un secteur donné de quelques km (instrumentation temporaire ou permanente) ou un réseau dans son intégralité (instrumentation permanente avec communication par GSM ou radio). Elles sont programmées pour enregistrer le bruit sur le réseau aux heures de faible trafic, entre 2h et 4h, à pas de temps régulier. Si un bruit similaire (dans la fréquence des fuites) est détecté à chaque enregistrement (communément appelé « tir »), l'alerte fuite est donnée.



#### Mise en œuvre, avantages et inconvénients

La mise en œuvre est rapide. Il suffit de glisser les appareils dans la bouche à clé. L'embout magnétique maintient l'appareil sur le carré de vanne.

La programmation et la relève sont rapides au moyen d'une valise de transport qui se connecte au PC de programmation et de relève.

L'intervention de nuit n'est pas nécessaire : mise en œuvre des appareils de jour.

Ces appareils permettent de gagner du temps. Ils détectent s'il y a un bruit suspect à proximité de la vanne ou pas. Les zones « propres » ne sont pas inspectées davantage au travers d'une recherche fine de fuites.

Les renseignements fournis par ces appareils demandent à être interprétés de façon approfondie puisqu'ils permettent seulement de suspecter une fuite entre 2 appareils sans la localiser. Seul un professionnel en ayant une bonne pratique peut éviter tous les pièges auxquels une lecture simple peut conduire. D'autres investigations sont nécessaires, car fort des renseignements précieux issus des appareils, le professionnel peut, dès lors, se consacrer avec efficacité au pointage précis des fuites par le procédé bien connu de corrélation acoustique.

- Conçus pour être laissés sans surveillance, le risque de vol est important,
- Espacement max. de 400 m sur canalisations métalliques,
- Espacement recommandé :
  - 100-250 m sur canalisation métallique,
  - 50 m sur canalisation PVC.



## Modes de déploiement

Ces appareils peuvent être déployés :

- en séries tournantes pour couvrir rapidement le réseau et prélocaliser les zones suspectes.
- en postes fixes pour une surveillance longue-durée et équipés :
  - soit de transmetteurs GSM,
  - soit de transmetteurs radio qui sont alors captés par une relève mobile ou par central au moyen de relais.

## 5.7.4. Localisation précise des fuites

### 5.7.4.1. Corrélation acoustique

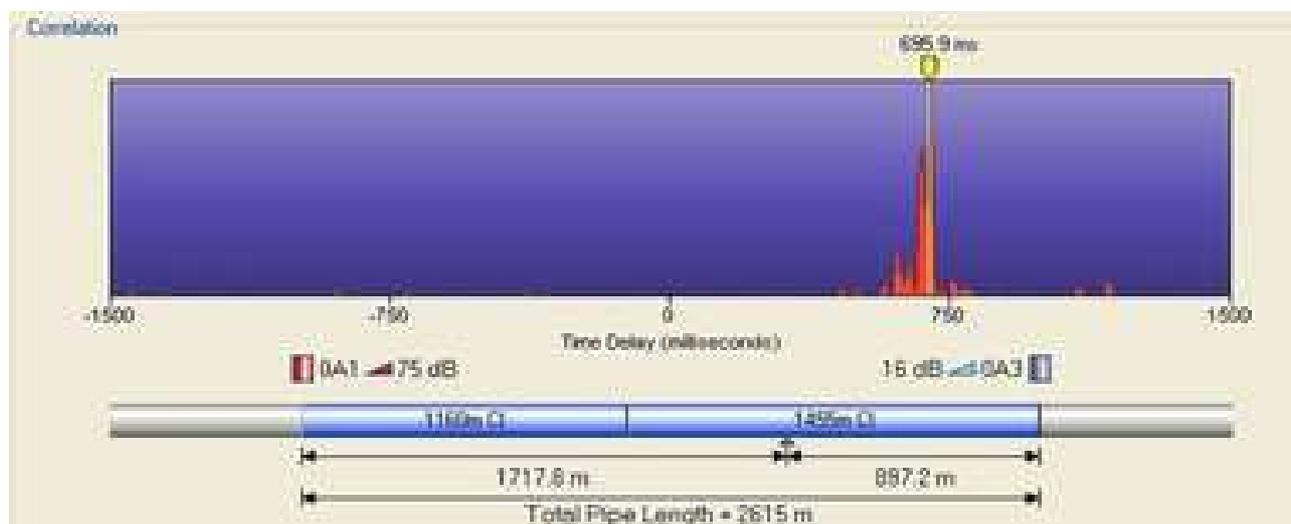
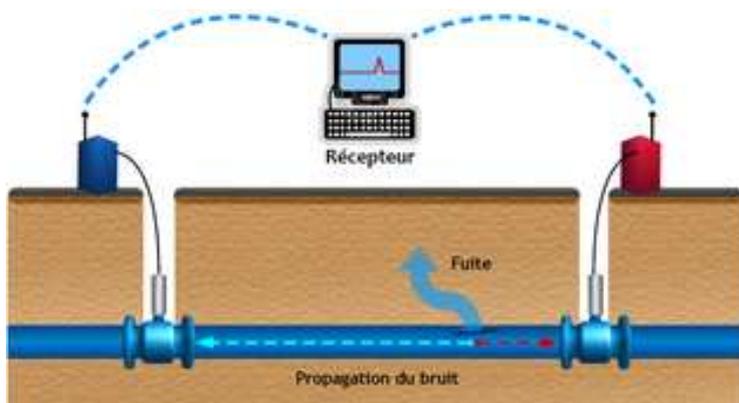
Cette méthode très efficace et non intrusive fait appel à un corrélateur, qui permet de localiser une fuite quand elle est pressentie sur une canalisation.

L'appareil se compose de deux capteurs et d'un récepteur-corrélateur. Chaque capteur, composé d'un accéléromètre et d'un boîtier transmetteur, est placé de part et d'autre du tronçon fuyard (il faut donc avoir procédé aux investigations préliminaires : sectorisation, pré-localisation).

Le principe de la corrélation acoustique est simple: Une fuite émet une vibration sur la canalisation avec une longueur d'onde. Cette vibration est transmise aux capteurs qui « écoutent » le tronçon suspect.

Les caractéristiques du tronçon suspect doivent être fournies à l'appareil pour effectuer la corrélation :

- distance entre les deux capteurs,
- le matériau
- le diamètre de la conduite.





En termes simples, les deux capteurs de part et d'autre de la fuite transmettent le signal au récepteur-corrélateur. Celui-ci compare les deux signaux bleu et rouge et compare le temps d'arrivée du signal depuis le capteur bleu et depuis le capteur rouge. Ce décalage dans le temps traduit le temps d'arrivée du signal à chacun des capteurs, et donc la distance de la fuite de chacun des capteurs.

Le corrélateur permet donc de confirmer une suspicion de fuite et de la localiser avec une précision de 1 à 2 mètres si les conditions de mise en œuvre sont favorables. Étant une méthode acoustique, le corrélateur peut être perturbé par un bruit environnant (consommation, pompes de surpression à proximité par exemple, aérotherme...).

#### 5.7.4.2. Multi-corrélation ou faire d'une pierre deux coups

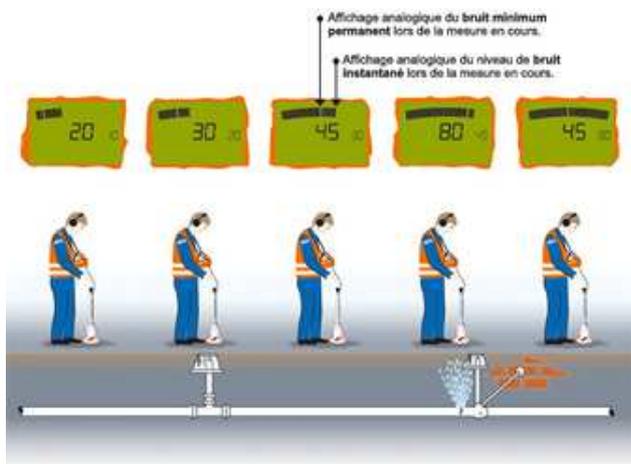
La multi-corrélation combine les 2 techniques vues précédemment. Il s'agit du déploiement de capteurs en grand nombre. Ces capteurs ne vont pas seulement « écouter » mais également effectuer une corrélation entre eux si un bruit suspect est repéré.

D'aspect identique aux prélocalisateurs et de déploiement quasiment identique (ils nécessitent toutefois le renseignement du logiciel en distance, matériau et diamètre entre chaque multicorrélateur installé), ces outils ne sont pas moins que de purs corrélateurs acoustiques. Ils permettent de localiser les fuites (généralement à +/- 1m).

#### 5.7.4.3. Écoute au sol

Elle constitue l'étape ultime de la détection de fuites. Elle peut être utilisée systématiquement sur un grand linéaire mais elle est beaucoup plus efficace sur quelques mètres après une corrélation. L'écoute au sol permet de confirmer et localiser la fuite avec précision avant la fouille.

Le principe est simple : un « microphone » au sol et des écouteurs. Le microphone est en fait un accéléromètre qui capte les vibrations. Il peut être en forme de cloche pour les sols plats et isoler du bruit extérieur, en forme de trépied pour les sols caillouteux, en pointe pour les sols meubles. L'appareil filtre les bruits et amplifie les fréquences de fuites. Plus le signal est fort, plus on est proche de la fuite.





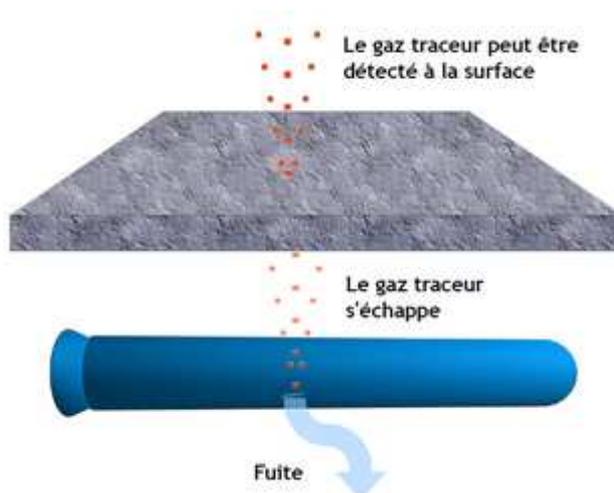
#### 5.7.4.4. Technique alternative de détection des fuites : le gaz traceur

La technique du gaz traceur est la solution idéale quand les méthodes acoustiques échouent : conduites en plastique, faibles pressions.

La technique consiste à injecter un gaz inerte dans une section de canalisation préalablement fermée. L'injection peut se faire par un robinet, poteau incendie ou collier de prise en charge. Le gaz utilisé est un mélange de 5% d'hydrogène et de 95% d'azote. Il est non-toxique, non agressif et non-explosif à l'air libre.

Le gaz va se dissoudre dans l'eau. Grâce à sa volatilité, l'hydrogène (la plus petite molécule - H<sub>2</sub>) sortira de la première ouverture (donc une fuite) et traversera toutes les couches du sol (y compris bétons et bitumes) pour remonter à la surface. Après l'injection, l'opérateur suit la canalisation avec un détecteur d'hydrogène hyper sensible. La fuite est localisée à l'endroit où l'hydrogène est détecté.

Cette méthode est coûteuse en appareillage et en gaz, difficile à mettre en œuvre en raison de l'étanchéité parfaite requise, mais reste efficace là où les autres techniques échouent.





## 5.8. Annexe 5 : Fiche de renseignement lors des interventions pour fuites

### DESCRIPTION DE L'INTERVENTION : INTERVENTION SUR RESEAU POUR FUITE

#### CARACTERISTIQUES GENERALES

Estimation du niveau de pertes : ..... m<sup>3</sup>/h Durée estimée de la fuite : .....mois

##### Trafic

- Nul (terrain naturel)  
 Faible (voie de desserte ex : lotissement)  
 Modéré (voie principale ex : RD)  
 Important (axe routier, poids lourd, ligne de bus, ex : RN ou voie à fort trafic)

##### Emplacement

- Chaussée  Privé  
 Trottoir  Pleine terre  
 Accotement  
 Autre : .....

#### FUITE SUR CANALISATION

##### • La conduite

##### Diamètre canalisation

Intérieur : ..... mm  
 Extérieur : ..... mm

##### Matériau

- Fonte grise  PVC  PEHD  Ethernit  
 Fonte ductile  PVC Bi-orienté  PEBD  Acier

##### Profondeur

- < 1 m  
 1 à 2 m  
 > 2 m

##### Protection intérieure

- Aucune  
 Ciment  
 Plastique  
 Autre : .....

##### Protection extérieure

- Aucune  
 Plastique/Epoxy  
 Zinc  
 Bitumeux  
 Fourreau

##### Type de joint

- Joint au plomb  
 Joint collé  
 Joint soudé  
 Joint express  
 Joint autobuté

##### Type de fuite

- Casse transversale  
 Casse longitudinale  
 Trou par l'intérieur  
 Trou par l'extérieur  
 Casse accidentelle (Tiers)  
 Fuite sur joint  
 fuite sur RPC  
 fuite sur réparation antérieure  
 fuite sur bride

##### • Etat global interne

##### Revêtement interne

- Inexistant  
 Correct sur toute la surface interne  
 Absent à certains endroits

##### Dépôt de corrosion



< 0.5 m 0.5 – 1 m > 1 m

##### • Etat revêtement externe

- Corrosion localisée  
 Corrosion généralisée  
 Pas de corrosion

##### • Environnement de la conduite

##### Lit de pose

- Aucun (terrain en place)  
 Sable  
 Concassé  
 Terrain naturel  
 Pierre/cailloux  
 Autres : .....

##### Nature du terrain

- Roche  
 Sable  
 Argile  
 Remblais  
 Pleine terre  
 Autre : .....

##### Environnement électrique

- Aucun  
 SNCF  
 Ligne Haute Tension  
 Protection cathodique  
 Autre : .....

##### Réseaux sensibles à proximité

(moins de 50 cm)

- Gaz  
 Ligne électrique  
 Autre : .....

##### • Type de réparation

- Manchon de réparation inox  Manchon  Collier de prise en charge  Autre : .....

#### FUITE SUR FONTAINERIE

##### Localisation

- Vanne  Ventouse  Régulateur de pression  
 P.I. ou B.I.  Bouche de lavage  Autre : .....

#### FUITE SUR BRANCHEMENT

##### Matériau

- Plomb  Cuivre  
 PVC  Acier  
 PEBD  Centriflex  
 PEHD  Autre : .....

##### Diamètre extérieur

..... mm

##### Cause de la fuite

- Vétuste  Compteur  Poinçonnement  
 Casse franche  Rob. Arrêt  Rob. prise en charge  
 Fissure  Déboitement  Col. prise en charge  
 Joint  Autre : .....



## SCHEMA