



Ensemble, dans l'exigence

Syndicat Des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle

(Arrêté ministériel du 26-12-1958 Modifié)

Périmètre du RIED

Schéma Directeur Eau Potable

Direction Etudes / Maîtrise d'Ouvrage Eau Potable / OO / 361.960

Espace Européen de l'Entreprise • Schilligheim • CS 10 020 • 67 013 Strasbourg CEDEX

tél : 03 88 19 29 19 • fax : 03 88 81 18 91

www.sdea.fr



Sommaire

Liste des tableaux	4
Liste des figures	5
Introduction	6
1. Description du réseau d'eau potable du Périmètre du Ried	8
1.1. Description physique du réseau	8
1.2. Fonctionnement actuel	12
2. Bilan Besoins Ressources Réserves	16
2.1. Hypothèses de fonctionnement futur	16
2.2. Synthèse du fonctionnement futur	21
2.3. Analyse des besoins, ressources et réserves	22
3. Sécurisation du système de production et de distribution	24
3.1. Etude des différents scénarii	24
3.2. Recherche d'aménagements	27
4. Modélisation	30
4.1. Présentation et objectif de la modélisation	30
4.2. Méthodologie de construction du modèle	30
4.3. Affectation des consommations et des fuites	30
4.4. Calage du modèle	33
4.5. Résultats de la modélisation	35
4.6. Capacité hydraulique du réseau	38
4.7. Défense incendie	39
5. Gestion patrimoniale	40
5.1. La gestion patrimoniale au SDEA	40
5.2. Patrimoine : analyse des données du réseau	41
5.3. Résultats de l'analyse multicritère	47
6. Programmation pluriannuelle de travaux	51
6.1. Scénario de renouvellement	51
6.2. Programme de travaux	53
6.3. Programme financier	59
6.4. Impact du programme	60
Conclusion	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : Descriptif détaillé du fonctionnement des puits	9
Tableau 2 : Caractéristiques de l'eau distribuée	10
Tableau 3 : Bilan annuel 2014-2015 du périmètre du Ried	12
Tableau 4 : Caractéristiques de la demande actuelle	15
Tableau 5 : Estimation du développement selon les données d'urbanisme	18
Tableau 6 : Besoins actuels et futurs	21
Tableau 7 : Mobilisation de la ressource pour les besoins moyen	22
Tableau 8 : Mobilisation de la ressource pour les besoins de pointe	22
Tableau 9 : Marge de sécurité en consommation horaire de pointe	22
Tableau 10 : Coefficient de stockage et sécurité d'alimentation	23
Tableau 11 : Scénarios pour les "aléas réseaux"	24
Tableau 12 : Synthèse défaillance 1	25
Tableau 13 : Synthèse défaillance 2	25
Tableau 14 : Synthèse défaillance 3	26
Tableau 15 : Synthèse défaillance 4	26
Tableau 16 : Comparaison de scénarios d'interconnexions	28
Tableau 17 : Affectation des consommations aux modèles actuels et futurs	32
Tableau 18 : Affectation des fuites aux modèles de consommation actuels et futurs ...	32
Tableau 19 : Calage des volumes et débits (fonctionnement futur)	33
Tableau 20 : Bilan des points faibles identifiés sur le réseau	34
Tableau 21 : Recensement des équipements de défense incendie	39
Tableau 22 : Extrait des résultats bruts de l'outil d'analyse multicritère (Classe 1)	47
Tableau 23 : Répartition des classes de priorité selon les années de pose	50
Tableau 24: Extrait du programme hiérarchisé des conduites à renouveler – Annexe 3	58
Tableau 25 : Programme financier	60

Liste des figures

Figure 1 : Evolution des ventes annuelles et de la dotation unitaire	13
Figure 2 : Appréciation de la qualité des réseaux par l'ILC et l'ILP	14
Figure 3 : Evolution des volumes d'eau et du rendement	15
Figure 4 : Evolution de la population entre 1968 et 2012	16
Figure 5 : Situation des ressources des périmètres voisins	28
Figure 6 : Modèle de consommation Herrlisheim ; Moyenne des débits mis en distribution du 13/04/14 au 27/04/14.	31
Figure 7 : Pressions de service jour de pointe – heure de pointe	36
Figure 8 : Cartographie des temps de séjour – Jour moyen	37
Figure 9 : Capacité hydraulique du réseau	38
Figure 10 : Méthodologie de gestion patrimoniale (Baddou, 2014)	40
Figure 11 : Proportions du linéaire de canalisation par matériau (gauche) et par année de pose (droite)	41
Figure 12 : Représentation cartographique des tronçons par matériaux – Annexe 4 ...	42
Figure 13 : Rythme de pose des conduites et pourcentage du linéaire total (1955-2015)	43
Figure 14 : Représentation cartographique des tronçons par date de pose – Annexe 5	43
Figure 15 : Répartition des diamètres dans le réseau	44
Figure 16 : Nombre de défaillances sur conduite de distribution par an (2003-2015) ...	44
Figure 17 : Nombre de défaillances selon l'âge des conduites	45
Figure 18 : Défaillances selon les diamètres et longueurs posées	45
Figure 19 : Evolution du taux de renouvellement moyen sur 5 ans	46
Figure 20 : Notation et classes de tronçons selon la pondération	48
Figure 21 : Représentation cartographique des tronçons selon leur priorité de renouvellement – Annexe 6	49
Figure 22 : Répartition de la classe 1 selon les dates de pose	50
Figure 23 : Nombre de ruptures par classe	51
Figure 24 : Évolution de l'âge du réseau en fonction de scénarios de renouvellement.	52
Figure 25 : Travaux d'interconnexion avec le périmètre de la Lachter	54
Figure 26 : Travaux de renforcement Commune de Friesenheim	55
Figure 27 : Travaux de renforcement Commune de Diebolsheim	56

Introduction

Afin de satisfaire au mieux aux besoins des usagers, les systèmes d'alimentation en eau potable (AEP) sont régulièrement soumis à une étude diagnostique complète présentant l'état des lieux du service. Issu de ce diagnostic, le schéma directeur du système AEP propose des solutions techniques appropriées visant à améliorer le fonctionnement global du réseau, sa sécurité et son renouvellement, tout en maîtrisant les coûts d'investissement et d'exploitation. Le schéma directeur définit également les grandes orientations futures de la gestion de l'alimentation en eau.

La configuration générale des installations du périmètre du Ried correspond au projet initial de création des infrastructures dressé en 1954¹. Ce projet mettait en place les bases d'un service d'alimentation en eau potable pour une population de 3600 habitants regroupée dans les quatre communes et l'annexe de Zelsheim, avec la réalisation d'un puits, du château d'eau et d'un réseau de transport et de distribution.

Des compléments ont été apportés en 1960 pour assurer l'alimentation en eau des cités EDF de Rhinau et Diebolsheim. Ce projet² comprenait la réalisation du puits et de la station de pompage à l'entrée de Diebolsheim (fonctionnement de 1961 à 2014), ainsi que le renforcement de conduites à l'intérieur de la commune.

En 1985, le syndicat engageait un projet de renforcement de ses capacités de production³ pour faire face à l'augmentation constante des consommations. Ce projet portait sur la création d'un nouveau puits à environ 60 mètres du premier et son raccordement aux installations existantes.

De nos jours, le périmètre du Ried, situé sur la bande rhénane du Territoire Alsace Centrale du SDEA compte une population de 5 300 habitants.

Une réflexion d'ensemble est proposée pour analyser l'adéquation des infrastructures existantes au contexte actuel, au niveau de la sécurité de l'approvisionnement en eau, du bon fonctionnement hydraulique et des aspects de gestion patrimoniale.

Le SDEA souhaite disposer d'un schéma directeur permettant de définir et chiffrer les nouveaux axes de travaux à envisager pour l'horizon 2040, aussi bien sur les ouvrages que sur les réseaux d'alimentation en eau.

¹ Projet d'alimentation en eau potable du Syndicat Intercommunal du Ried – Ministère de la reconstruction et du logement – Direction de l'aménagement du territoire – Avril 1954, avec le concours du bureau d'études OTHON SAUER, ingénieur conseil à Strasbourg

² Avant-Projet de renforcement du réseau syndical pour assurer la desserte des cités et installations de l'EDF de Rhinau-Diebolsheim – SDEA – 4 février 1960

³ Renforcement des ouvrages de production – Forage et raccordement du puits 2 – SDEA – 4 décembre 1985 – F. Mahé, JP Hettler, R. Caillau

Le présent schéma directeur a donc pour objet :

- De recueillir et d'analyser les données actuelles et futures ;
- D'analyser la vulnérabilité de l'approvisionnement en eau ainsi que les scénarios de sécurisation ;
- De réaliser le diagnostic patrimonial et l'étude du fonctionnement hydraulique du réseau ;
- De rédiger un rapport de synthèse et un programme de travaux chiffré.

1. Description du réseau d'eau potable du Périmètre du Ried

Le périmètre du Ried s'étend sur plus de 4 800 hectares à l'Est de Sélestat et au Sud d'Erstein, le long de la bande rhénane. Les quatre communes qui le composent sont situées de part et d'autre des points de captage et du réservoir.

La production annuelle, en 2015, est de 274 321 m³. La population desservie est de 5 309 habitants, pour un total de 1 926 abonnés dont 1 gros consommateur, le "Camping Caravaning du Ried".

1.1. Description physique du réseau

La description du réseau, présenté en annexe 1 permet de visualiser sa simplicité. En effet, ce dernier est composé de 2 puits et d'un réservoir sur tour alimentant de part et d'autre les communes de Boofzheim et Rhinau au nord par deux conduites, et Friesenheim et Diebolsheim au sud par une troisième.

Les ouvrages décrits dans cette partie ont fait l'objet d'une visite diagnostique en mars 2015, permettant d'identifier les points faibles éventuels et évaluer les défaillances pouvant affecter leur durabilité. Le rapport détaillé de ce diagnostic est présenté en annexe 8.

a. Ressource et production

L'approvisionnement en eau du périmètre est assuré par un champ captant comportant 2 puits. La ressource, d'origine souterraine, peut être pompée, avec les équipements en place, jusqu'à à un débit de 250 m³/h, équivalent, en fonctionnement continu sur la journée, à une production de 6 000 m³.

Il faut noter qu'une troisième pompe peut être équipée au puits n°2 pouvant ainsi augmenter la capacité de pompage jusqu'à 420 m³/h, ce qui correspond à la somme du débit autorisé par la déclaration d'utilité publique (DUP) du 10 mai 2000.

L'équipement des puits permet leur fonctionnement à une capacité de pompage à 120 à 95 m³/ heure pour le puits 1, selon la pompe en fonctionnement (surface ou immergée) et 155 m³/h pour le puits 2.

La réalisation du puits 1 remonte à la création du Syndicat. Ce dernier avait été creusé en juillet 1953 par l'entreprise Eausouter de Strasbourg dans les alluvions dit de la "basse terrasse rhénane", suite à la réalisation d'un premier forage d'essai. Sa profondeur est de 20 m - pour une partie captante qui se situe entre 13 et 20 m - et le diamètre de forage varie de haut en bas de 1400 à 800 mm. Le niveau statique de la nappe avait été mesuré à -1,93 m du terrain naturel.

Le puits 2 a été réalisé en 1987 par la société Speyser à Eschau, à une soixantaine de mètres du premier. Cette proximité avait été choisie pour optimiser les raccordements sur les infrastructures existantes et mutualiser les arrivées d'énergie. Le puits a une profondeur de 46,2 m avec une partie crépinée qui se situe de 30,2 à 46,2 m et un diamètre qui varie de 1 000 à 800 mm.

Il convient encore de préciser que l'exploitation du puits de Diebolsheim, dont la fonction était d'assurer le maintien de la pression sur le réseau de distribution local (compte tenu de son éloignement du réservoir), n'a pu être poursuivie en raison de l'absence de DUP. Les contraintes de mise en place des périmètres de protection réglementaires n'étaient pas compatibles avec la proximité des zones urbanisées et n'ont pas permis la mise en place de cette protection réglementaire.

Les capacités de pompage autorisées par DUP sont fixées à 120 m³/h pour le puits 1 et 300 m³/h pour le puits 2. Le tableau suivant récapitule les informations concernant les puits.

	Capacité maximale (m ³ /h)	Capacité autorisée par DUP (m ³ /h)	Capacité installée (m ³ /h)	Capacité mesurée télégestion (m ³ /h)
Puits 1	Non testé au dessus de 120 m ³ /h	120	95 à 120 selon la pompe en service	92
Puits 2	Testé à 405 m ³ /h Rabattement 1,17 m (1987)	300	155	139

Tableau 1 : Descriptif détaillé du fonctionnement des puits

L'eau est distribuée sans traitement en dehors d'une chloration préventive de l'eau réalisée sur la production du puits 1.

Le périmètre du Ried est totalement autonome et indépendant vis-à-vis de cette ressource et ne dispose d'aucune interconnexion avec d'autres ressources.

b. Qualité de l'eau

Les analyses périodiques du Centre d'Analyses et de Recherche (CAR), sous le contrôle de l'Agence Régionale de Santé (ARS), mettent en évidence une eau conforme aux limites de qualité physico-chimiques en vigueur et de très bonne qualité bactériologique. L'eau distribuée est à l'équilibre, moyennement minéralisée et dure.

Le nombre d'analyses réglementaires réalisées durant 2015 a été de 21.

Les principales caractéristiques de la qualité de l'eau sont reportées dans le tableau suivant.

	Propreté bactériologique	pH	TH (°F)	TAC (°F)	Nitrates (mg/L)	Chlorures (mg/L)	Température (°C)
Limites de qualité	**	6,5-9,0	*	*	<50	<250	<25
Réservoir de Boofzheim (mélange des 2 puits)	Très bonne	7,50	25,8	22,6	13	39,1	11,6

*sans objet pour ces paramètres

**absence de germes indicateurs de contamination fécale

Tableau 2 : Caractéristiques de l'eau distribuée

Les résultats montrent une variation des teneurs en nitrates entre 13 et 19,1 mg/L au niveau du réservoir. Ces concentrations sont très inférieures à la limite de qualité fixée à 50 mg/L.

Des teneurs significatives en déséthylatrazine avaient été détectées jusqu'en 2007. Celles-ci ont diminué mais restent néanmoins détectables à l'état de traces au niveau du puits 1 et du réservoir.

En 2015, 14 analyses bactériologiques ont été réalisées sur l'ensemble du réseau d'eau potable. Aucune altération de qualité n'a été détectée, portant à 100 % le taux de conformité, à l'instar des résultats des années précédentes.

c. Vulnérabilité de la ressource

La ressource en eau du Périmètre du Ried provient de la nappe rhénane du centre Alsace. Les deux puits en activité bénéficient d'une déclaration d'utilité publique par arrêté préfectoral en date du 10 mai 2000 et disposent d'un périmètre de protection immédiate, rapprochée et éloignée.

Les forages P1 et P2 ont une profondeur de 20 et 46 mètres et sont autorisés pour des débits respectifs de 120 et 300 m³/h maximum (pendant 24 heures par jour).

Le puits 2 n'est donc qu'à environ la moitié de sa capacité d'exploitation maximale.

Une inspection caméra a été réalisée sur ce dernier en 2014. Le contrôle de l'état du tubage et des crépines n'a pas mis d'anomalie en évidence, augurant d'un bon fonctionnement et de la fiabilité de l'ouvrage pour les années à venir.

La vulnérabilité des ressources a fait l'objet d'une étude spécifique en 1994⁴, identifiant les risques potentiels d'atteinte de la qualité des eaux souterraines.

L'environnement des puits est constitué de prairies, de cultures céréalières et de quelques petits bois, avec la présence de quelques vergers. Un ruisseau s'écoule à 150 mètres à l'Ouest et la route départementale passe à 30 mètres à l'Est. L'environnement

⁴ Enquête géologique réglementaire - rapport du 20 avril 1994 Evelyne Côte, Hydrogéologue agréée

plus lointain est constitué, au sud, par la commune de Friesenheim et des exploitations d'élevages porcins et avicoles (en 1994, l'hydrogéologue agréé relevait la présence de 3 élevages porcins et d'un élevage avicole).

Les captages sont très vulnérables en raison des facteurs suivants :

- Absence de couverture imperméable de l'aquifère,
- Profondeur relativement faible des puits (20 et 45 mètres),
- Occupation des sols, avec la présence : d'une agriculture intensive, d'élevages, de villages avec leurs activités, d'un ruisseau, d'une route importante.

d. Ouvrages de stockage

Le périmètre du Ried dispose d'un réservoir sur tour d'une capacité totale de 750 m³. Il est composé d'une réserve utile de 630 m³ et d'une réserve d'incendie de 120m³. Le niveau d'eau dans le réservoir est à 196,50 m NGF, et permet de disposer d'une pression statique d'un peu plus de 3,0 bars en tout point du réseau.

Le coefficient de stockage est de 65 % en 2014. Cette valeur indique que le volume de la réserve utile permet d'assurer la distribution durant près de 16 heures en moyenne au cours de la journée de consommation de pointe. Le volume de la réserve utile du château d'eau est donc suffisant pour garantir le bon fonctionnement de la distribution durant les heures de demande maximale.

Travaux de réhabilitation du réservoir :

Le réservoir présentant des signes de vétusté fait l'objet d'un programme de rénovation. Une première phase de travaux a porté sur la réfection du revêtement d'étanchéité de la cuve et de la coupole extérieure, en juillet 2008.

L'ouvrage présente encore des dégradations au niveau du génie-civil, avec des zones de bétons éclatés, et d'aciers corrodés sur les poteaux de structure, la ceinture extérieure basse de la cuve, la cage d'escalier, avec localement des pavés de verres endommagés. Ces parties d'équipements font l'objet d'un programme de rénovation proposé au périmètre.

e. Télégestion et points de mesures

Le SDEA a mis en place sur l'ensemble de ses territoires un réseau d'instruments de mesure télégérés dont les informations sont rapatriées automatiquement vers le superviseur central. L'ensemble des ouvrages de production, traitement et de stockage sont télégérés. Le développement de points de mesures s'est poursuivi sur le réseau de distribution par l'équipement de compteurs de sectorisation, permettant un suivi plus fin des volumes mis en distribution.

Sur le périmètre d'étude, il y a présence d'informations sur le fonctionnement des puits, le marnage du réservoir ainsi que les débits mis en distribution en sortie du réservoir ; un compteur vers Boofzheim – Rhinau et un autre pour Friesenheim - Diebolsheim. Ce minimum d'équipements permet une très bonne exploitation du réseau.

f. Réseau

Le périmètre du Ried totalise 44 km de canalisation d'eau potable pour 1 913 branchements d'abonnés, soit une densité linéaire de 43,5 abonnés par kilomètre. Il n'y a aucun organe de régulation au vu de la pression statique de 3,5 bars donnée par le réservoir.

Les caractéristiques détaillées du réseau sont décrites dans les parties 1.2 Fonctionnement actuel et 5.2. Patrimoine : analyse des données du réseau.

1.2. Fonctionnement actuel

a. Volumes caractéristiques

Le fonctionnement du réseau d'eau potable est caractérisé par son bilan annuel résultant de comptages, d'estimations ou de calculs. Le tableau suivant synthétise les volumes et coefficients caractéristiques du périmètre. Le bilan de l'exercice 2015 n'étant pas totalement consolidé (ajustement possible des volumes vendus), seules quelques données en seront utilisées. L'essentiel de l'analyse s'appuie sur les valeurs observées jusqu'en 2014.

L'historique des volumes caractéristiques de l'année 2004 à 2015 est présenté en annexe 2.

	Unité	2014	2015
Volume annuel produit	m ³ /an	263 714	274 321
Volume annuel acheté	m ³ /an	0	0
Volume vendu en gros (ou exporté)	m ³ /an	0	0
Volume annuel mis en distribution	m ³ /an	263 714	274 321
Production du jour de pointe	m ³ /j	966	1 099
Coefficient de pointe journalière (1)		1,33	1,46
Taux de mobilisation de la ressource en période de pointe journalière (2)	%	16	18
Pertes d'eau (5)	m ³ /an	25 414	31 073
Rendement du réseau de distribution (3)	%	90,4	89
Indice linéaire de pertes et d'eau consommée non comptée (4)	m ³ /km/j	1,58	1,94

(1) : rapport entre la production du jour de pointe et la production moyenne journalière,

(2) : rapport entre le volume annuel produit et acheté en gros majoré par le coefficient de pointe journalière et la capacité annuelle maximum disponible d'eau potable,

(3) : (volume consommé autorisé + volume vendu en gros aux autres collectivités) / (volume produit + volume acheté en gros) X 100,

(4) : rapport entre le volume annuel mis en distribution moins le volume consommé comptabilisé annuel et la longueur du réseau, rapporté à la journée (indicateur PI05.3 selon la réglementation),

(5) : volume mis en distribution-volume facturé-volume autorisé non compté.

Tableau 3 : Bilan annuel 2014-2015 du périmètre du Ried

b. Consommations

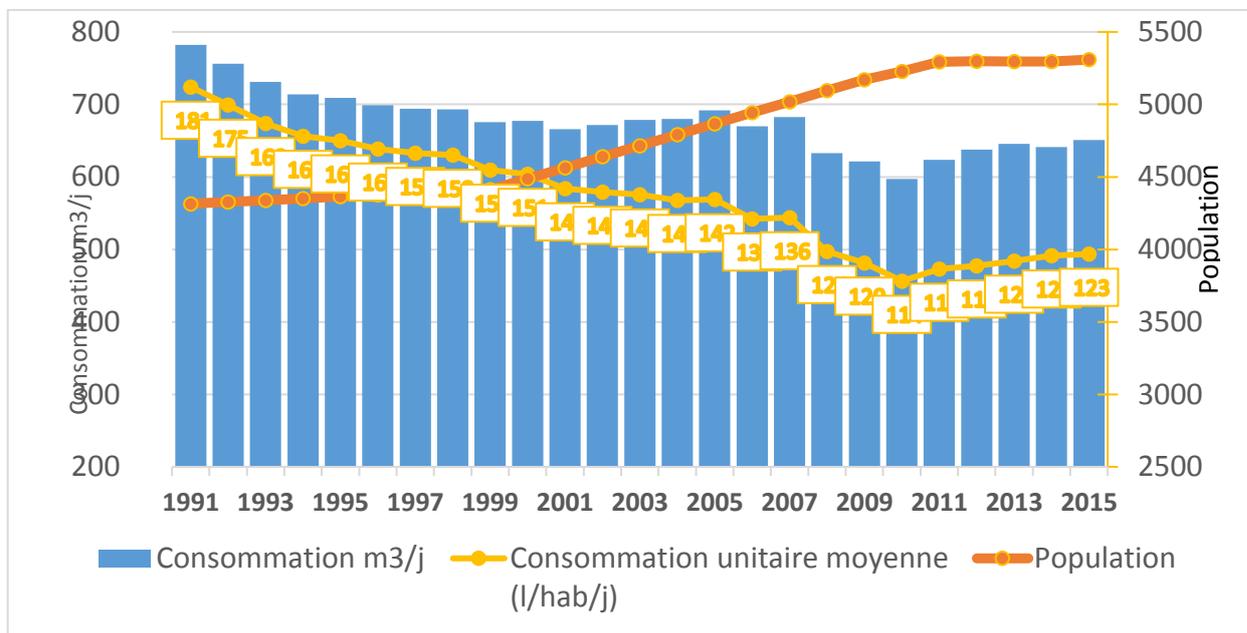


Figure 1 : Evolution des ventes annuelles et de la dotation unitaire

Comme présenté sur la figure précédente, sur le périmètre du Ried, les ventes annuelles tendent à baisser avec une diminution de 22 % des volumes vendus entre 1991 et 2014 et de 7% seulement de 2005 à 2014 (analyse des moyennes mobiles). Parallèlement, en 10 ans, la population sur le secteur a augmenté de 8,1 %, soit un taux d'accroissement annuel moyen de 1 %. Cela traduit une forte diminution de la consommation moyenne journalière par habitant ou dotation unitaire, exprimée en litre par jour et par abonné. Celle-ci semble néanmoins se stabiliser - voir augmenter légèrement - ces cinq dernières années à environ 120 l/j/habitant (340 l/j/abonné).

c. Indicateurs de performance du réseau

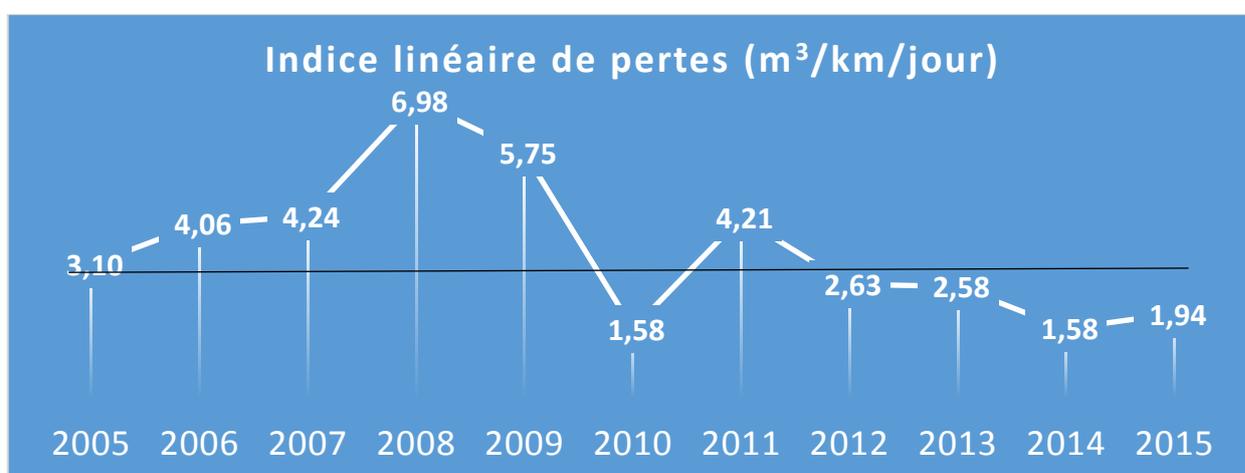
L'Arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement définit, dans son Annexe 1, les **indicateurs de performance des réseaux d'eau** destinée à la consommation humaine. On y retrouve le **rendement du réseau (Rdt)**, ainsi que l'**Indice Linéaire de Pertes (ILP)**.

La qualité des réseaux doit être appréciée selon le **type de réseau observé** (rural, semi-rural, urbain ou hyper-urbain). Ce type de desserte est défini grâce à l'**Indice Linéaire de Consommation (ILC)** et à la densité d'abonnés "D", l'indice linéaire de perte permet ensuite de classer le réseau selon son état : bon, acceptable, médiocre ou mauvais. La figure 2 présente les seuils proposés par l'Agence de l'eau permettant d'évaluer la qualité d'un réseau de distribution d'eau potable (Agence de l'eau Loire Bretagne, 2006).

Indication	TYPE DE RESEAU		
	Rural (D<25)	Intermédiaire (25<D<50)	Urbain (D>50)
Bon	ILP<1,5	ILP<3	ILP<7
Acceptable	1,5<ILP<2,5	3<ILP<5	7<ILP<10
Médiocre	2,5<ILP<4	5<ILP<8	10<ILP<15
Mauvais	ILP>4	ILP>8	ILP>15

Figure 2 : Appréciation de la qualité des réseaux par l'ILC et l'ILP

Dans le cas du périmètre du Ried, la densité d'abonnés (D) de 44 abonnés/km situe la collectivité dans la catégorie intermédiaire. Avec un ILP de 1,58 en 2014, le périmètre se classe en réseau de bonne qualité. Le tableau présentant l'évolution de l'ILP au cours des 10 dernières années permet de constater que cette performance n'a pas été atteinte tous les ans.



L'ILP traduit l'évolution des pertes, qui ont diminué progressivement au cours du temps. Cette tendance a permis l'augmentation du rendement calculé au cours des années en passant de 76 % en 2003 à 89 % en 2015. Le rendement moyen observé sur ces 3 dernières années et représentatif de la situation actuelle se situe à 87,2 %. L'évolution de ces paramètres est présentée sur la figure suivante.

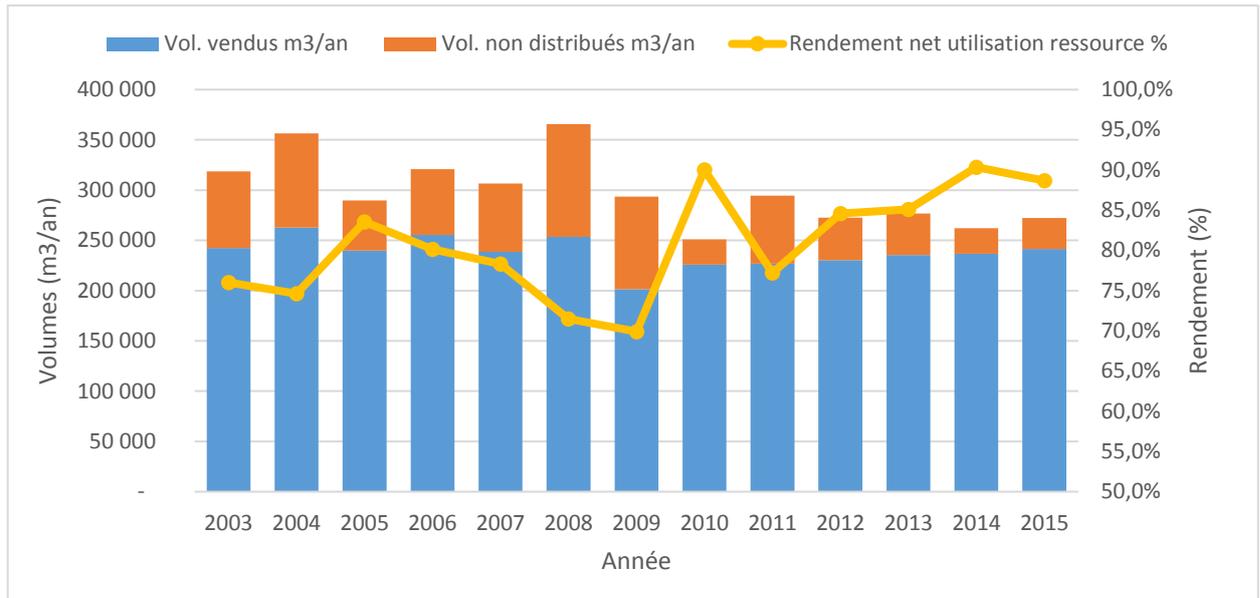


Figure 3 : Evolution des volumes d'eau et du rendement

d. Valeurs représentatives de la situation actuelle

Population	Nombre d'abonnés	Rendement	Prod Journalière Moyenne (m ³ /j)	Production Jour de Pointe (m ³ /j)	Coefficient de pointe journalière	Dotation domestique Moyenne (L/j/hab)	Dotation domestique Pointe (L/j/hab)
5 309	1 926	87,2 % ⁽¹⁾ ⇒ 85%	765 ⁽²⁾	1 604 ⁽³⁾	2,2 ⁽³⁾	120	275 ⁽³⁾

(1) Valeur moyenne observée entre 2012 et 2014

(2) Consommation moyenne sur 3 ans (651 m³/j) ÷ Rendement cible 85%

(3) Valeur 2010

Tableau 4 : Caractéristiques de la demande actuelle

Les données de production, de consommation et de rendement montrent des tendances stables. La dotation journalière domestique de 2009 à 2015 varie légèrement autour de 120 l/j/habitant, soit environ 340 l/j/abonné. Le coefficient de pointe journalière le plus élevé observé sur les 10 dernières années se situe à 2,33.

2. Bilan Besoins Ressources Réserves

Le bilan Besoin Ressource Reserve (BRR) fait état de l'adéquation entre les besoins actuels et futurs du réseau, la ressource et les réserves disponibles. La projection du fonctionnement du réseau dans le futur nécessite de poser un certain nombre d'hypothèses qui seront décrites dans ce chapitre.

2.1. Hypothèses de fonctionnement futur

En complément aux projections statistiques habituelles, la méthode utilisée pour établir le bilan Besoins/Ressources s'est également appuyée sur les évolutions des comportements et du réchauffement climatique décrits dans le rapport Explore 2070⁵.

a. Population

L'estimation de la population des communes du périmètre s'appuie sur la description de sa dynamique actuelle et les projections établies par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE). Localement, la population ne cesse de progresser depuis 1968, avec un taux d'accroissement annuel moyen de 0,88 %.

Cette évolution est présentée sur la figure suivante, établie sur la base des recensements :

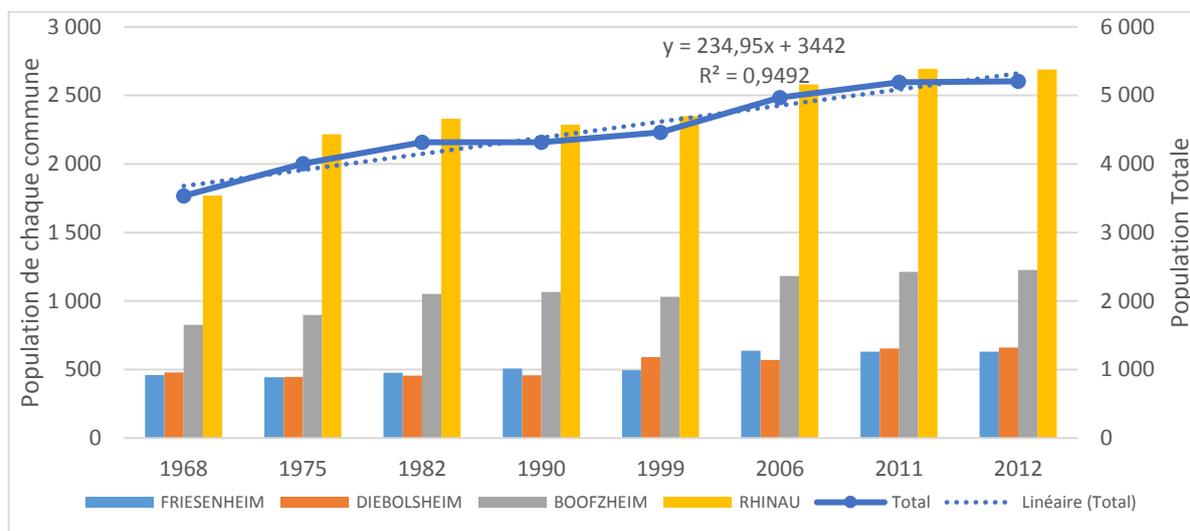


Figure 4 : Evolution de la population entre 1968 et 2012

L'analyse du graphe met en évidence que cette progression n'a pas été constante, mais a variée sur 3 périodes distinctes :

- De 1968 à 1982, avec une croissance annuelle forte de 1,44 % par an,
- De 1982 à 1999, avec une croissance annuelle modérée de 0,2 % par an,
- De 1999 à 2011, avec une croissance annuelle forte de 1,29 % par an.

⁵ Explore 2070 – rapport du MEDDE - octobre 2012

En regard aux statistiques régionales disponibles sur la période 1990-2007, le développement du périmètre constaté à 0,89% par an s'est situé à un niveau nettement supérieur à la croissance moyenne alsacienne de 0,64 % par an.

L'objectif de cette analyse est d'établir une projection à l'horizon 2040 de la population. Compte tenu du différentiel de croissance observé entre les projections régionales et locales, celle-ci s'effectuera par un recoupement de deux méthodes :

- Analyse des taux d'accroissement selon l'historique des données, selon une droite de régression ou la définition d'un taux d'accroissement moyen,
- Détermination d'un taux de croissance par confrontation aux projections établies par l'Insee.

Taux d'accroissement selon l'historique des données :

Le taux d'accroissement annuel entre 1968 et 2012 a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'accroissement moyen annuel} = \left[\left(\frac{\text{Population de l'année } (n + x)}{\text{Population de l'année } n} \right)^{(1/x)} - 1 \right] \times 100$$

La formule du taux d'accroissement est la suivante :

$$\text{Population à l'année } (n + x) = \text{Population à l'année } n \times (1 + \text{Taux d'accroissement annuel})^x$$

Les résultats obtenus pour la population 2040 sont :

- Méthode accroissement linéaire - 0,88 % /an : 6 600 habitants
- Méthode régression linéaire : 6 100 habitants – taux moyen : 0,57 %/an

Confrontation aux données Insee⁶ :

Selon l'Insee, si la population régionale a progressé à un rythme élevé au cours de la période **1990-2007 (0,64 %/an)**, celle-ci devrait être moins soutenue au cours des trois prochaines décennies. Ainsi, sur la période 2007-2040, la population augmenterait de 11 % en Alsace, soit en moyenne 0,31 % par an, avec des variations à 0,43 % sur la période 2007-2020 et 0,19 % entre 2030 et 2040.

Cette progression reste plus marquée sur le Bas-Rhin, avec une prévision de croissance annuelle de **0,39 %**.

Localement, nous observons que la croissance du périmètre du Ried a été plus dynamique avec un rythme annuel de **0,83 % sur la période 1990-2007**.

Si les projections régionales laissent entendre un ralentissement du développement démographique, nous supposons que celui-ci se fera ressentir dans le périmètre étudié, en conservant néanmoins l'hypothèse d'une croissance supérieure à la moyenne. Aussi, nous retiendrons un rythme de progression issu d'un scénario médian, **fixé à 0,63 % par an** (moyenne des 3 approches).

⁶ "Chiffres pour l'Alsace n°12 – Insee - décembre 2010

La population globale résultant de cette projection s'établirait à 6 200 habitants à l'horizon 2040 (contre 5200 aujourd'hui), soit une hausse de +19 %.

Données d'urbanisme :

Les documents d'urbanisme des communes consultés confirment le potentiel de développement issu des approches statistiques. L'analyse de ces dernières est restée partielle et basée uniquement sur les nouvelles zones aménageables, à la date d'édition des documents. Elle ne tient donc pas compte des aménagements déjà réalisés, ni du phénomène de développement par la densification du tissu urbain.

	Urbanisation à court ou moyen terme	Population potentielle
Boofzheim (Annexe sanitaire AEP – 2008)	Extension réseau 1.700 m	190 hab
Diebolsheim (Annexe sanitaire AEP – 2007)	Extension réseau 1.600 m	180 hab
Friesenheim (note de présentation 2013)	4 ha possibles	110 hab
Rhinau (note de présentation 2013)	17 ha possibles	460 hab
	Total	940 hab

Tableau 5 : Estimation du développement selon les données d'urbanisme

Cette analyse succincte et basée sur des ratios globaux, confirme un potentiel d'aménagements possibles pour une population complémentaire de 940 habitants. Les projections de population proposées plus haut sont donc cohérentes avec les documents d'urbanisme consultés.

b. Abonnés et consommations

La définition des besoins en eau futurs de la population s'établit par une anticipation des besoins individuels liés à l'évolution des comportements de consommation d'eau potable.

Le nombre d'abonnés en 2040 est calculé selon la méthode du taux d'accroissement décrite au paragraphe précédent.

Ainsi, on estime qu'en 2040 il y aura environ 3500 abonnés, soit environ 38 % de plus qu'en 2014.

L'étude des consommations établie au chapitre 1.2.b. a montré que la dotation unitaire avait tendance à se stabiliser ces 6 dernières années autour de 120 l/j/hab.

L'évolution des comportements individuels peut être appréhendée à l'appui du projet Explore 2070, dont l'objectif est d'identifier les impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et la ressource en eau à échéance 2070, pour anticiper les principaux défis à relever et élaborer les stratégies d'adaptation dans le domaine de l'eau.

- [Évaluation des besoins moyens](#)

Cette étude anticipe une baisse de la consommation individuelle de 0,3 % par an pour l'habitat vertical et 0,6 % pour l'habitat pavillonnaire. Le périmètre d'étude étant composé en grande partie d'un habitat pavillonnaire, la valeur de 0,5 % par an a été retenue (par pondération à 1/3 d'habitat vertical et 2/3 d'habitat horizontal), soit une baisse globale de 15 % jusqu'en 2040 de la dotation unitaire, qui pourrait dans ce cas passer de 120 l/j/hab à 100 l/j/hab.

Néanmoins, cette tendance a été relativisée dans le cas du périmètre du Ried, en raison des facteurs suivants :

- La baisse générale des consommations y est observée depuis 1991, soit bien avant l'engagement de cette tendance sur d'autres périmètres. Les consommations y sont passées de 180 l/j/hab à 120 l/j/hab, en baisse de 30%.
- Outre un niveau bas atteint en 2010 à 110 l/j/hab, les consommations se **sont stabilisées autour de 120 l/j/hab depuis 2009.**

Cette dernière valeur sera retenue comme hypothèse de consommation individuelle.

- [Évaluation des besoins de pointe](#)

Les projections effectuées pour les besoins de pointe s'appuient sur les principes évoqués dans ce même rapport : les études réalisées sur le réchauffement climatique anticipent pour l'Alsace une hausse des températures et des phénomènes de sécheresses. Celles-ci seraient plus fréquentes et plus longues. Si l'évolution des comportements dans cette situation ne peut être anticipée, nous pouvons néanmoins émettre des hypothèses sur les difficultés de fonctionnement des ressources alternatives (récupération d'eau de pluie en particulier), notamment dans les secteurs ne bénéficiant pas de la proximité de la nappe.

En l'absence de données, nous baserons nos hypothèses sur les valeurs significatives observées au cours des 10 dernières années. Ainsi nous retenons la journée de pointe du 2 juillet 2010, où la production a atteint 1 600 m³. Rapportée aux besoins individuels, **la demande retenue pour les besoins de pointe futurs s'établit à 275 l/j/hab pertes déduites.**

- [Évaluation des besoins des grands consommateurs](#)

Le périmètre ne contient pas de profils de gros consommateurs spécifiques, tels que ceux d'entreprises agroalimentaires ou pharmaceutiques. Les plus grandes consommations d'eau sont observées sur des usages publics, tels que les écoles, l'hôpital à Rhinau, ou des encore des logements collectifs. Globalement, seuls 5 abonnés consomment plus de 4.000 m³/an, soit plus de 11 m³/j.

A ce jour, seul le Camping Caravaning du Ried est identifié comme "gros consommateur" avec des besoins légèrement supérieurs à 6.000 m³/an.

Dans la mesure où ces consommations représentent moins de 10 % des besoins globaux elles seront assimilées à des usages domestiques usuels, tant pour les situations actuelles que les besoins futurs.

c. Coefficients de pointe

Le coefficient de pointe journalière (k1) observé sur l'exercice 2010, année de pointe maximale sur une période de 10 ans, s'établi à 2,33. Il est à noter qu'il s'agit d'une année où les consommations moyennes ont été faibles.

Les hypothèses retenues au paragraphe précédent permettent d'établir **le coefficient de pointe appliqué aux consommations à 2,3** (pointes actuelles et futures). La méthode de calcul employée considérant que les pertes restent constantes, **le coefficient de pointe de production** s'en trouve atténué, pour s'établir à **1,95** (situation actuelle et future).

Le coefficient de pointe horaire (k2) pris en compte correspond aux valeurs utilisées couramment dans les notes de calcul du SDEA et **s'établira à 2,4**.

d. Rendement du réseau

Le fonctionnement du réseau à l'horizon 2040 sera caractérisé par des hypothèses émises sur son évolution dans le temps et les difficultés d'atteinte des objectifs définis par le SDEA. Le bon niveau de rendement observé en 2014 (90 %) permet de valider **l'utilisation du rendement cible de 85 % pour la détermination des besoins futurs**.

2.2. Synthèse du fonctionnement futur

Les hypothèses de calcul retenues pour l'horizon 2040 et les valeurs caractéristiques du fonctionnement futur calculées sont synthétisées dans le tableau suivant. On y retrouve également les données retenues pour la situation actuelle.

	2015	Besoins actuels	2040
Population	5 309	5 309	6 200
Conso Moyenne Unitaire Journalière (L/j/hab)	122	120	120
Conso de Pointe Unitaire Journalière (L/j/hab) (1)	190	275	275
Conso domestique (m ³ /j) (2)	661	637	744
Rendement	89 %	85 %	85 %
Pertes (m ³ /j) (3)	85	112	131
Pertes (m ³ /h)	3,5	4,7	5,5
Besoin Journalier Moyen (m ³ /j) (4)	746	750	875
Besoin du Jour de Pointe (m ³ /j) (5)	1 099	1 460	1 700
Besoin Horaire de Pointe (m ³ /h) (6)	105	140	163
Coefficient de pointe journalière (Production)	1,47	1,9 (prod) 2,3 (conso)	1,9 (prod) 2,3 (conso)

(1) : Actuel = $(Prod Jp - Pertes moyennes(3)) / (population)$

Futur = Consommation unitaire de pointe observée en 2010 (pertes incluses)

(2) : Conso domestique = $(Nombre d'habitants \times consommation moyenne unitaire journalière) / 1000$

(3) : Consommation moyenne journalière – $(Consommation moyenne journalière \div rendement)$

(4) : Consommation moyenne journalière (2) + pertes (3)

(5) : $(Population \times Consommation de pointe unitaire journalière (1) / 1000 + consommation industrielle + pertes (3)) - Arrondi à la 10^{a\grave{e}me}$

(6) : $((Population \times Consommation de pointe unitaire journalière (1) \times coefficient de l'heure de pointe k2) / 1000 + consommation industrielle + pertes (3)) / 24 - Arrondi à la 10^{a\grave{e}me}$

Tableau 6 : Besoins actuels et futurs

2.3. Analyse des besoins, ressources et réserves

a. *Adéquation Besoins/Ressources en situation actuelle et future*

Pour les besoins moyens journaliers, le tableau suivant met en évidence une très large sécurité de production, puisque à peine 11 % de la ressource est mobilisée en situation moyenne actuelle et future.

	Situation actuelle	Situation 2040
Ressource (m ³ /j)	6 000 (1)	9 240 (2)
Besoins moyen (m ³ /j)	750	875
Marge de production (m ³ /j)	5 250	8 365
Coefficient mobilisation ressource (%)	12 %	9 %

(1) Capacité installée x 22 h

(2) Capacité maxi autorisée x 22 (capacité DUP)

Tableau 7 : Mobilisation de la ressource pour les besoins moyen

Pour les besoins journalier de pointe, il en est de même qu'avec la consommation moyenne. En 2040, on pourra observer une mobilisation de la ressource de l'ordre de 20 %.

	Situation actuelle	Situation 2040
Ressource (m ³ /j)	6 000	9 240
Besoins de pointe (m ³ /j)	1 460	1 700
Marge de production (m ³ /j)	4 540	7 540
Coefficient mobilisation ressource (%)	24 %	18 %

Tableau 8 : Mobilisation de la ressource pour les besoins de pointe

La consommation horaire de pointe calculée pour 2040 (Tableau 5), peut largement être couverte par la capacité de production qui est nettement supérieure, comme le montre le tableau suivant.

	2014	2040
Capacité de production (m ³ /h)	275	420
Consommation Horaire de Pointe (m ³ /h)	139	163
Marge Alimentation en CHP (m ³ /h)	136	257

Tableau 9 : Marge de sécurité en consommation horaire de pointe

b. *Adéquation Besoins/Reserve en situation actuelle et future*

Aux vues de la capacité de production horaire nettement supérieure aux besoins horaires de pointe, l'adéquation Besoins/Réserve n'a pas d'incidence sur la distribution.

Le coefficient de stockage, défini par le rapport entre le volume total disponible dans les ouvrages de stockage et les besoins journalier de pointe de la zone desservie, est néanmoins déterminé à titre indicatif. Afin d'assurer la continuité du service d'eau potable, le SDEA retient, pour le coefficient de stockage, un seuil minimal acceptable de 0,25 applicable aux ouvrages existants

	Réservoir de Boofzheim	
	Actuel	2040
Besoin du Jour de Pointe (m ³ /j)	1460	1 700
Réserve utile disponible (m ³)	630	630
Coefficient de stockage	43 %	37 %
Autonomie théorique en jour de pointe	10 h 30	9 h 00

Tableau 10 : Coefficient de stockage et sécurité d'alimentation

Le coefficient de stockage est également présenté sous la forme d'une autonomie de l'ouvrage calculée en période de pointe. Cette valeur donne une indication du délai disponible avant un manque d'eau en cas de panne en production. Celle-ci reste néanmoins théorique, compte tenu de la non linéarité de la consommation et du caractère plus aléatoire du niveau de remplissage de l'ouvrage.

Si le coefficient de stockage est confortable en situation actuelle, il se réduira à long terme. Les marges de sécurité du périmètre n'en seront que partiellement affectées en raison :

- D'un volume de stockage qui reste encore suffisant malgré sa justesse,
- De la capacité de pompage qui est suffisante pour couvrir les consommations horaires de pointe.

3. Sécurisation du système de production et de distribution

3.1. Etude des différents scénarii

Une étude de sécurisation d'un réseau d'eau potable se construit à partir d'une évaluation des risques potentiels encourus par les systèmes, qui sont eux même le croisement entre des aléas, représentant les différents incidents pouvant survenir dans la production et la distribution de l'eau, et les conséquences sur la continuité du service.

Les aléas étudiés ont été classés en deux grandes catégories :

- Aléas de type « Production » qui concernent la continuité du fonctionnement des installations de production ou la qualité de la ressource (traitement ou pollution), incluant les incidents pouvant survenir sur le fonctionnement des installations (systèmes de commandes, énergie, ...),
- Aléas de type « Distribution » qui regroupent les divers incidents pouvant survenir sur les réseaux (casses notamment).

Les tableaux suivants présentent les principales défaillances à prendre en compte, leurs conséquences sur la continuité de la distribution de l'eau et les actions de sécurisation à mener pour pallier ces risques.

a. Aléas de type "Distribution" :

Définition des scénarios impactant, par identification des conduites intercommunales non maillées :

Tronçon	Diamètre	Longueur	Volumes annuels transférés	% volumes produits	Année de pose	Commentaire
Réservoir → Boofzheim	Ø 200	300 m	180 000 m ³	76 %	1955	Conduite la plus sollicitée 3 casses (2002, 2008, 2014) Renforcement à prévoir Impact à approfondir
Boofzheim → Rhinau	Ø 200	700 m	114 000 m ³	47 %	2012	Conduite très sollicitée Rénovation récente Maillage à étudier
Réservoir → Friesenheim	Ø 250	1.550 m	55 000 m ³	24 %	1995	
Friesenheim → Diebolsheim	Ø 200	1.500 m	29 000 m ³	14 %	2009	

Tableau 11 : Scénarios pour les "aléas réseaux"

Scénario 1		
Casse franche de la conduite de distribution entre le réservoir et Boofzheim		
Description générale	Synthèse	
Ce scénario traduit une casse sur la seule conduite de distribution vers le secteur Rhinau/Boofzheim isolant totalement les 2 communes durant la durée de réparation de la conduite (3 à 6 h)	Enjeu	Rupture de la distribution
	Risque d'apparition	1 / 6 ans (3 ruptures depuis 2002) Âge conduite : 60 ans
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	2 à 6 h
	Communes impactées	Boofzheim et Rhinau = 76 % de la consommation
Actions de sécurisation		
Doublé la conduite principale de distribution OU Créer une interconnexion avec un périmètre voisin du SDEA et alimentant directement Boofzheim (Lachter)		

Tableau 12 : Synthèse défaillance 1

Scénario 2		
Casse franche de la conduite de distribution entre Boofzheim et Rhinau		
Description générale	Synthèse	
Casse sur la conduite de distribution vers Rhinau isolant totalement la commune durant la durée de réparation de la conduite (3 à 6 h)	Enjeu	Rupture de la distribution
	Risque d'apparition	Faible Âge conduite : 4 ans
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	2 à 6 h
	Communes impactées	Rhinau = 47 % de la consommation
Actions de sécurisation		
Doublé la conduite principale OU Etudier faisabilité d'un maillage entre Friesenheim et Rhinau		

Tableau 13 : Synthèse défaillance 2

b. Aléas de type "Production" :

Scénario 3		
Pollution accidentelle dans le périmètre de protection Casse d'un puits avec dégradation de la qualité de l'eau		
Description générale	Synthèse	
Ce scénario traduit l'arrêt immédiat ou reculé du pompage sur les deux puits pour une durée indéterminée en fonction du lieu de la pollution (vitesse d'écoulement de la nappe).	Enjeu	Rupture de l'alimentation / Qualité de l'eau distribuée
	Risque d'apparition	Faible (+) Environnement immédiat des puits favorable (+) Restrictions périmètre rapproché (-) Proximité RD468 (-) Élevages importants en amont
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	Plusieurs heures (casse d'un puits) à plusieurs mois (pollution)
	Communes impactées	Tout le périmètre : 5.300 habitants
Actions de sécurisation		
Créer une interconnexion avec un périmètre voisin (Lachter, Benfeld, ...) OU diversifier la ressource		

Tableau 14 : Synthèse défaillance 3

Scénario 4		
Coupure de courant / Défaut électrique		
Description générale	Synthèse	
Ce scénario traduit l'arrêt immédiat du pompage suite à une rupture de l'alimentation électrique ou à un défaut électrique sévère au niveau du transfo ou dans l'armoire de commande Délai d'intervention : 6 à 12 h	Enjeu	Rupture de l'alimentation
	Risque d'apparition	Faible Le volume du réservoir permet de couvrir le délai d'intervention (Coefficient stockage > 50 %)
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	Aucune interruption
	Communes impactées	Tout le périmètre
Actions de sécurisation		
Groupe électrogène / Augmenter la réactivité des équipes / Créer une interconnexion de secours		

Tableau 15 : Synthèse défaillance 4

3.2. Recherche d'aménagements

Les scénarios les plus impactant font l'objet d'une analyse spécifique en vue de rechercher et évaluer les solutions de fiabilisation, qui s'appuieront sur des approches locales ou intercommunales.

a. Sécurisation des aléas "Production" – Sécurisation avec les secteurs limitrophes

L'atteinte des ressources constitue le risque le plus significatif pour la continuité de la distribution d'eau. En effet, une pollution de nappe, voire un incident grave sur les ouvrages rendrait impossible la distribution d'eau potable sur l'ensemble du périmètre. Selon l'aléa évoqué, celle-ci pourrait être interrompue pendant quelques heures (exemple de la casse d'un puits) ou plusieurs semaines (pollution de nappe).

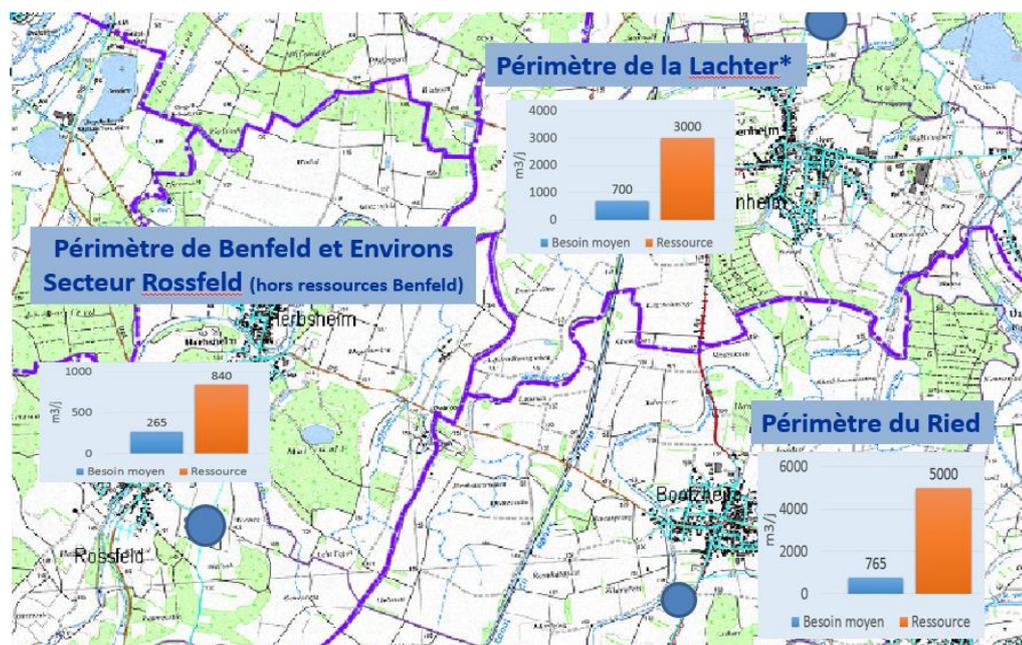
Cette sécurisation peut s'envisager selon deux approches, par interconnexions avec des périmètres voisins ou par le développement de nouvelles ressources. La première est privilégiée dans cette étude afin d'exploiter au mieux le potentiel des ressources existantes.

Les solutions d'interconnexion vers les secteurs situés au sud ne sont pas retenues en raison de l'éloignement important des ressources, supérieur à 10 km.

Les périmètres voisins présentant des caractéristiques compatibles avec un projet d'interconnexion sont les suivants :

- Périmètre de Benfeld et Environs : ressources exploitées à Rossfeld.
Cette approche avait été étudiée dans le cadre du SDAEP du Grand Ried (SDEA – Berest 2004). Celle-ci était néanmoins envisagée dans le cadre d'une sécurisation plus générale. Après une première option de création d'une nouvelle ressource à Daubensand, cette solution a été réorientée vers un raccordement du secteur de Rossfeld au nouveau puits de Kertzfeld via le secteur de Benfeld (SDAEP Barr Benfeld Erstein – SDEA – Avril 2002 + Contrat 2008/2010).
- Périmètre de la Lachter : ressource exploitée à Gerstheim.
Une réflexion d'ensemble est engagée sur ce périmètre en vue de sa propre sécurisation, avec des options de raccordement sur Erstein (SDAEP Usines Municipales d'Erstein – Artelia 2015) ou le périmètre du Ried (Note Technique SDEA – Février 2016).

Ces périmètres sont visibles à la figure suivante, qui présente les capacités de production maximale (en bleu), les besoins de pointe actuels (orange), ainsi que les besoins moyens. On observe que les périmètres pris en compte disposent de marges de manœuvre suffisantes.



*Puits de Gerstheim : capacité de production à fiabiliser

Figure 5 : Situation des ressources des périmètres voisins

Le tableau suivant résume les contraintes liées à la réalisation d'interconnexions entre ces périmètres :

Périmètre	Description sommaire	Observations
Ried → Lachter NE Res Boofzheim : 196,5 mNGF	Distance entre réseaux structurants : 3.200 m Longueur de conduites entre sites de production / réservoirs : 6 700 m. Pompage relais.	Fonctionnement réciproque de l'interconnexion. Écoulement gravitaire de l'ordre de 10 l/s. Secours du Ried en retour, avec pompage et renforcements de réseaux.
Lachter → Ried NE Res Gerstheim : 191,1 mNGF	Idem Pompage relais	Ressource de Gerstheim à fiabiliser pour un fonctionnement réciproque.
Erstein → Lachter NE Res Erstein : 198,0 mNGF	Distance entre réseaux structurants : 2.900 m Distance entre sites de production / réservoirs : 10.500 m Pompage relais	Solution étudiée par Artelia dans le SDAEP des UME. Débit modèle 12,5 l/s (750 m³/j), avec pression réseau réduite à 2,5 bars. Pré-chiffrage des travaux réalisé sur une longueur plus faible (2.400 m) – Surcouts en bordure de route départementale à vérifier. N'apporte pas de solution à la sécurisation du Ried.
Rossfeld → Ried NE Res Rossfeld : 187,9 mNGF	Distance entre réseaux structurants : 4.800 m Distance entre sites de production / réservoirs : idem Pompage relais	Solution évoquée dans le SDAEP Grand-Ried. N'apporte pas de solution pour la Lachter, qui nécessite une sécurisation complémentaire.

Tableau 16 : Comparaison de scénarios d'interconnexions

La comparaison des approches met en évidence deux orientations possibles pour la sécurisation des périmètres :

- **Une sécurisation mutuelle, avec la création d'une interconnexion entre Obenheim et Boofzheim et la fiabilisation de la ressource de Gerstheim. Ce projet nécessite la création de 3 200 m de réseaux, la construction d'une station de pompage et le renforcement de réseaux à Boofzheim et Obenheim.**
- **Une sécurisation avec les périmètres voisins nécessitant l'addition de deux projets, l'un vers Rossfeld, l'autre vers Kraft. Cette solution nécessiterait la création de 7.700 m de réseaux, la construction de deux stations de pompage et le renforcement de réseaux à Gerstheim et Kraft.**

L'économie générale présentée par le premier scénario conduit à privilégier son approche. Elle apporte par ailleurs une réponse à la sécurisation des scénarios 3 et 4 et sera donc retenue.

Ce projet a fait l'objet d'un mémoire d'étude spécifique présenté en Mai 2016.

b. Sécurisation des aléas "Distribution"

La solution de sécurisation précédemment proposée pour les ressources répond en outre à la problématique du scénario 1. En effet, la création d'une interconnexion avec le périmètre de la Lachter permet de créer un maillage complémentaire autour de la commune de Boofzheim.

La sécurisation du scénario 2 peut s'envisager par :

- Un doublement de la conduite entre Boofzheim et Rhinau, par la pose de 1.500 m de conduite supplémentaire en route départementale, le long de la conduite posée en 2012.
- Un bouclage entre Friesenheim et Rhinau : Cette option nécessiterait la pose de 2.600 m de conduites, entre la conduite Ø 150 rue de Dordogne à Rhinau et la conduite Ø 200 de la rue Principale à Friesenheim. Ce tracé présente néanmoins des difficultés de passage, en raison de l'emprunt de voiries déjà aménagées (900 m) et le longement d'une route départementale (1.700 m).

La conduite à sécuriser est récente, ce qui diminue fortement le risque de rupture. Compte tenu des coûts importants en jeu, la sécurisation du risque résiduel n'est pas proposée.

4. Modélisation

4.1. Présentation et objectif de la modélisation

La modélisation d'un réseau d'alimentation en eau potable permet, par une représentation plus ou moins détaillée de la réalité, de simuler le fonctionnement du réseau et des ouvrages. Cette simulation constitue une aide précieuse à la compréhension du fonctionnement actuel du réseau et permet d'étayer les propositions d'aménagements futurs. Le modèle peut également être utilisé afin de simuler des dysfonctionnements sur les ouvrages ou des ruptures d'alimentation et de proposer des modes de fonctionnement dégradés adaptés.

Le logiciel utilisé pour réaliser la modélisation du réseau du Ried est Porteau 4.0.01.

4.2. Méthodologie de construction du modèle

Le modèle a été entièrement créé à partir des données de l'année 2015 en raison des données disponibles sur les consommations de chaque abonné domestique et industriel. Les bilans de l'année 2015 et 2040 établis au paragraphe 2.2 (*Tableau 5: Besoins 2013, actuels et futurs du périmètre du Ried*) sont utilisés lors de la création du modèle et des simulations.

Toutes les canalisations dites « structurantes » du réseau, et ce quelques soit leur diamètre, ont été prises en compte. Cela a amené à modéliser des conduites allant du diamètre 80 mm au diamètre 250 mm. Au total, 22,9 km de conduites ont été modélisés sur un total de 44 km, soit 52 % des réseaux modélisés.

Le modèle comporte ainsi 40 nœuds et 56 tronçons. Le réseau modélisé est joint en annexe 9.

4.3. Affectation des consommations et des fuites

Afin d'assurer la bonne représentativité du fonctionnement général du réseau dans le temps, le modèle prend en compte les informations essentielles du fonctionnement des installations, pour assurer une bonne cohérence entre ce dernier et la réalité.

La détermination des flux dans les réseaux s'appuie sur une bonne représentation des consommations, avec :

- Le volume global distribué (Consommations domestiques + industrielle + pertes en eau) ;
- La répartition géographique des consommations ;
- La répartition temporelle des consommations (profils de consommation).

Différents modèles de consommation peuvent être utilisés, correspondant à des profils de consommation différents. Ils sont répartis en trois catégories : domestique, industriel et fuites.

a. Consommation domestique

Un modèle de consommation domestique est défini par un profil de consommation (répartition des débits consommés sur une période donnée) et un volume consommé par un abonné sur la période considérée. Les consommations domestiques sont renseignées sur les nœuds par le modèle de consommation et le nombre d'abonnés associés.

Le profil de consommation domestique est renseigné sur la base d'un enregistrement de débit réalisé sur le réseau entre le 13 et le 27 avril 2014 (cf figure suivante) sur le réseau du périmètre de Herrlisheim-Offendorf. Cette période a été choisie car aucun profil de consommation n'est disponible sur l'année 2013 via la télégestion. De plus, cette période est représentative des besoins moyens du périmètre. Les consommations domestiques ont été affectées à la population (en nombre d'habitant), avec une dotation de 120 l/j/hab.

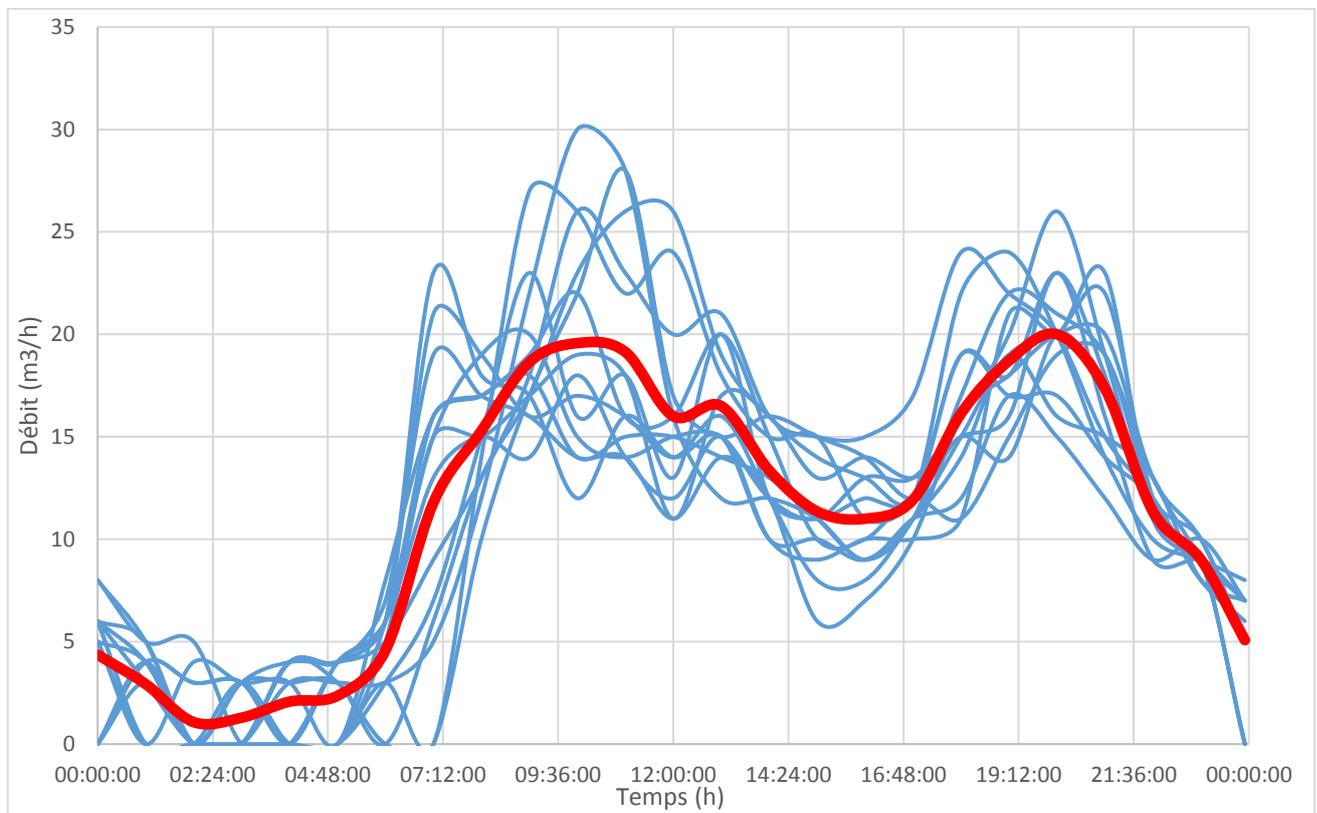


Figure 6 : Modèle de consommation Herrlisheim ; Moyenne des débits mis en distribution du 13/04/14 au 27/04/14.

a. Consommation industrielle

Aucun gros consommateur, ou usager assimilé comme tel, n'ayant été identifié sur le secteur, l'ensemble des besoins spécifiques liés aux activités "non domestiques" est repris dans le modèle de "consommation domestique".

b. Besoins futurs

Enfin, concernant la modélisation des projections futures, la répartition géographique des abonnés au sein d'un même secteur est considérée comme évoluant de manière homogène. La dotation unitaire des modèles de consommation domestique future est multipliée par un coefficient constitué du rapport entre les besoins futurs et les besoins actuels.

Le modèle actuel comporte 5299 habitants consommant chacun 120 l/j. La dotation du modèle est augmentée d'un coefficient de 2,62 pour les besoins de pointe futurs, représentant une dotation de 314 l/j/hab (les données de population étant gardées constantes).

	Actuel Jour moyen	2040 Pointe
Volume domestique journalier (m ³)	636	1670
Dotation unitaire domestique (l/j/hab)	120	314,4

Tableau 17 : Affectation des consommations aux modèles actuels et futurs

c. Fuites

Les fuites peuvent être renseignées de différentes manières :

- En utilisant le modèle fuites locales
- En les assimilant à un modèle de consommation domestique dont le profil de consommation est constant.

Ayant un excellent rendement sur le périmètre du Ried, de l'ordre de 85 à 90 %, il a été choisi de répartir de façon homogène les pertes, au prorata des consommations domestiques : chaque nœud de consommation est affecté d'un coefficient équivalent de perte.

Les valeurs de fuites affectées à chaque nœud du modèle sont les suivantes :

	Actuel Jour moyen	2040 Pointe
Volume de pertes journalières (m ³)	113	131
Affectation unitaire (l/j/hab)	21,3	24,7

Tableau 18 : Affectation des fuites aux modèles de consommation actuels et futurs

4.4. Calage du modèle

Le calage du modèle hydraulique a été réalisé à partir des données de volumes mis en distribution depuis le réservoir sur une journée dite « de calage ». Les données débitmétriques et de niveau d'eau dans le réservoir sont enregistrées via l'outil de supervision du SDEA avec une fréquence de 5 min.

Des mesures de débits-pression sur certain poteau d'incendie ont été utilisées de manière à rendre concordant les résultats de la simulation avec le comportement hydraulique réel observé.

Les rugosités des conduites ont été ajustées sous la forme de diamètres équivalents afin de refléter le plus fidèlement possible les valeurs mesurées. Les pertes de charges singulières induites par l'ouverture du poteau incendie ont été prises en compte dans le calage du modèle. Il est important de souligner que les résultats des mesures de pression correspondent à des mesures instantanées prises dans les conditions du moment et susceptibles de varier dans le temps.

Ces données de terrain ont permis de générer un modèle informatique qui se rapproche le plus possible de la réalité. Ainsi, le modèle est considéré « calé » lorsque les valeurs modélisées ont été :

- égales aux volumes à plus ou moins 10 %,
- égales aux pressions à plus ou moins 5 mCE (0,5 bars),

Les tableaux suivants résument le calage du modèle au niveau des volumes et des pressions :

		Note de calcul	Modèle PORTEAU	Ecart (%)
Situation actuelle	BJM (m ³ /j)	748	748,2	0,0%
2040	BJP (m ³ /j)	1 800	1 835	1,2 %
	BHP (m ³ /h)	160	158	1,2%

Tableau 19 : Calage des volumes et débits (fonctionnement futur)

Le calage des pertes de charges et diamètres des conduites s'est effectué sur la base des essais de débits réalisés le 23 septembre 2015. Le modèle a été ajusté au volume consommé sur la journée pour une meilleure représentativité (770 m³).

Caractéristiques du point de calage (modélisation d'un PI) :

- Nœuds : 1 nœud de consommation, ajusté à l'altitude du nœud à caler et affecté d'une courbe de consommation spécifique. 1 nœud de raccordement.
- Tronçon : 1 tronçon Ø 100 de 10 m, affecté d'un coefficient de perte de charge singulière (PI 100 mm = 7 ; PI 80 mm = 15).

Le calage du réseau a nécessité quelques ajustements de diamètres sur des conduites qui ne se comportent plus selon leurs caractéristiques d'origine. Les modifications les plus significatives effectuées sur le modèle sont présentées dans le tableau suivant :

Identification	Diamètre d'origine (donnée SIG)	Diamètre modélisé	Observation
Conduite du réservoir vers Boofzheim – Place de la Mairie 800 m	200 mm	(voir précisions ci-dessous)	Perte de charge importante au départ du réservoir au moment des essais
Diebolsheim – rue Jean de Beaumont – rue du Château – 200 m	80 mm	50 mm	Performance dégradée
Friesenheim – rue de Rhinau – 600 m	100 mm + maillages 80 mm et 110 PVC	82 mm (250 m) 75 mm (350 m)	Performance dégradée dans la première partie Impact du tronçon dn80 mm à vérifier sur la deuxième partie (140 m)

Tableau 20 : Bilan des points faibles identifiés sur le réseau

Des investigations complémentaires ont été menées sur le tronçon au départ du réservoir, vers Boofzheim. Les manœuvres d'une vanne faisant obstruction ont permis d'améliorer son fonctionnement et de rétablir ses caractéristiques et sa performance globale. Un gain a été observé tant au niveau des pressions minimales que des capacités hydrauliques vers Boofzheim et de Rhinau.

Pour les autres conduites, la mise en évidence des conduites aux performances dégradées ne préjuge pas de travaux d'amélioration à réaliser. Ceux-ci dépendront de l'adéquation des performances résiduelles aux besoins effectifs du réseau. Son fonctionnement peut en effet rester satisfaisant malgré des caractéristiques altérées.

4.5. Résultats de la modélisation

a. *Situation actuelle*

- Jour moyen

Les résultats de la modélisation ne soulèvent aucun problème hydraulique en situation actuelle.

La pression du jour moyen est relativement homogène et se situe entre 3,2 bars (secteur Diebolsheim) et 3,4 bars (secteur de Rhinau et Boofzheim).

- Jour de pointe

La journée de consommation de pointe est modélisée par l'application de la dotation de pointe (165 l/j/hab) aux consommations domestiques du modèle. Les pertes sont conservées constantes au jour moyen.

Ce niveau de consommation (988 m³/j) n'a pas d'incidence significative sur le fonctionnement du réseau. Les pressions observées ne descendent pas en dessous de 3,0 bars chez les abonnés situés en extrémité de réseau (situation les plus défavorables à Diebolsheim et Rhinau).

b. *Situation future*

- Jour moyen

Le fonctionnement du réseau pour la simulation du jour moyen 2040 ne présente pas de différence fondamentale avec le jour moyen actuel.

- Jour de pointe

Le fonctionnement du réseau présente des situations contrastées :

Les résultats sont quasiment identique à ceux observés actuellement dans la partie sud du périmètre (Diebolsheim, Friesenheim).

Les baisses de pressions qui étaient observées à Boofzheim et Rhinau, avec des minimas respectifs de 2,3 et 1,8 bar sont corrigées depuis les manipulations effectuées au départ du réservoir de Boofzheim. Les pressions constatées sur l'ensemble du réseau restent supérieures à 2,5 bars à Boofzheim et à 3 bars sur le reste du périmètre.

La figure suivante illustre les pressions observées sur le réseau :

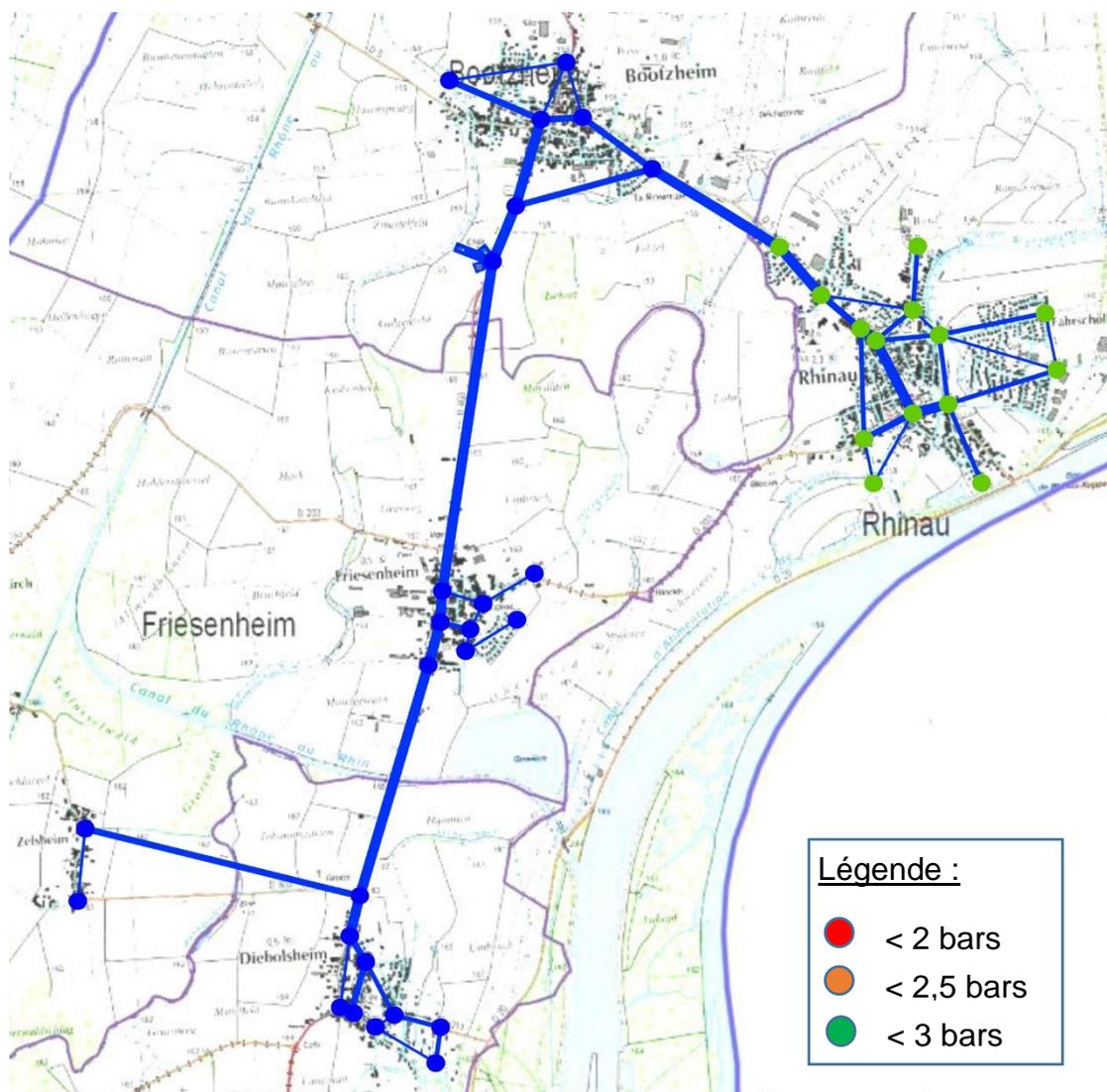


Figure 7 : Pressions de service jour de pointe – heure de pointe

c. Qualité de l'eau

Le temps de séjour, délai de transfert d'une particule d'eau depuis la ressource jusqu'au branchement de l'utilisateur, a été estimé à l'appui de l'outil qualité de Porteau (prise en compte de "l'âge moyen maximal"). Sa connaissance est utile pour appréhender l'évolution de la qualité de l'eau sur le réseau, d'une part par l'approche des phénomènes de stagnation en recherchant des temps de séjour les plus courts possibles, et d'autre part avec la connaissance des délais de diffusion de produits sur le réseau (en cas de chloration par exemple).

Le temps de séjour a été réparti en 3 classes : 12 h, 24 h et 36 heures. En jour moyen, la quasi-totalité de la population (85 %) peut être desservie avec un délai de transfert inférieur à 24h00. L'autre partie est majoritairement desservie sous un délai inférieur à

36h00 (11%). Seuls quelques secteurs représentant 4 % des usagers desservis sont concernés par des délais supérieurs :

- Extrémité Sud-Est de Dieboldsheim : temps de séjour estimé de 40 heures,
- Zelsheim : temps de séjour estimé supérieur à 72 heures,

Une grande majorité d'usagers, représentant 64 % du périmètre desservi, est alimenté dans un délai inférieur à 12h00.

Ces données pourront servir d'éléments d'aide à la décision pour la mise en place de mesures complémentaires de surveillance de la qualité de l'eau, ou de dispositifs de traitement spécifiques en cas de dégradation.

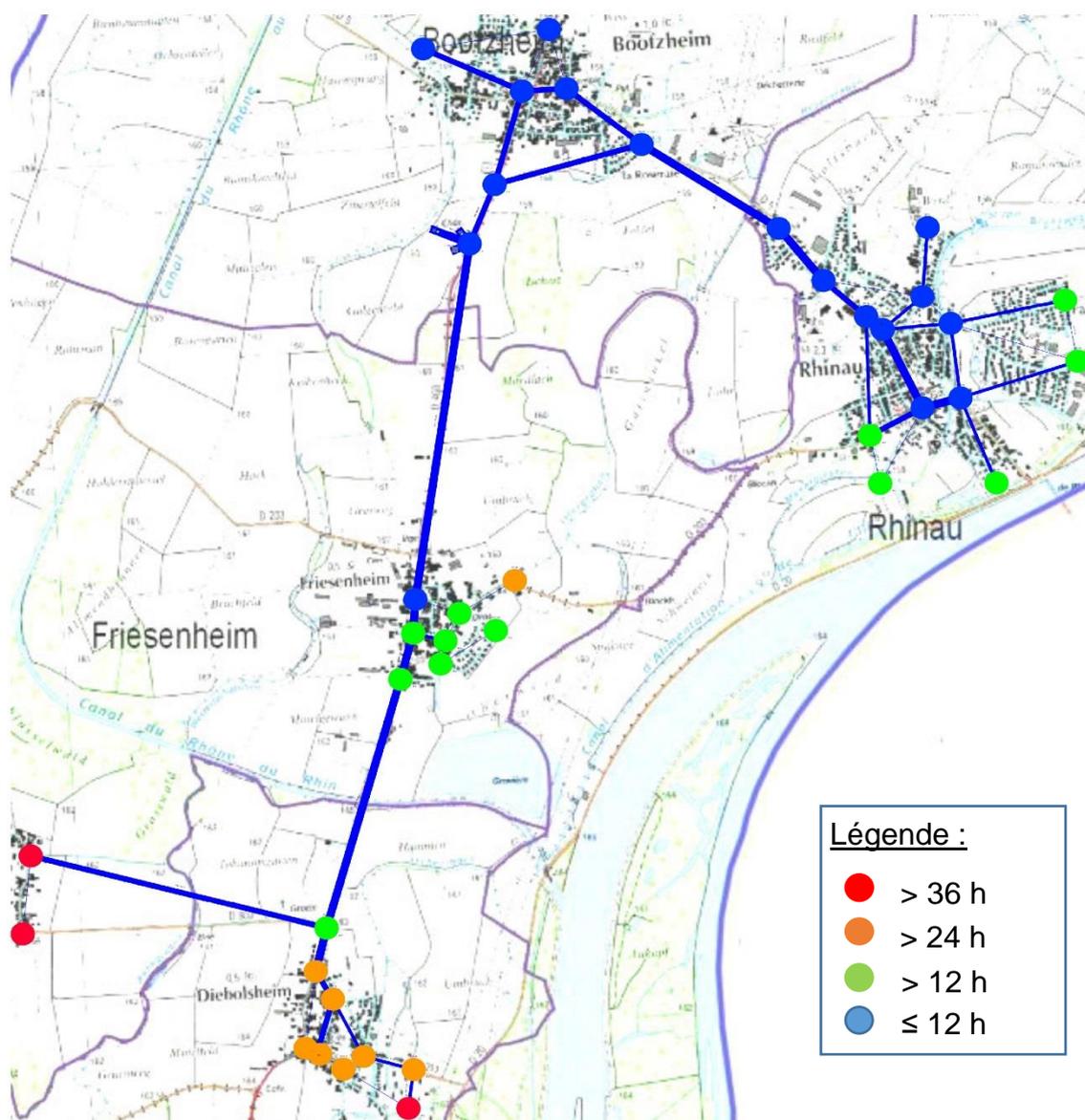


Figure 8 : Cartographie des temps de séjour – Jour moyen

4.6. Capacité hydraulique du réseau

La modélisation a permis de caractériser les capacités de transfert des conduites, permettant d'évaluer les marges disponibles. Cette information permet d'évaluer le potentiel disponible pour la desserte de nouvelles extensions.

La méthode déployée s'appuie sur une mesure instantanée de la capacité à alimenter un point donné avec à une pression résiduelle de 1 bar. Les résultats présentés par tranche de débit disponible sont détaillés sur la carte suivante :

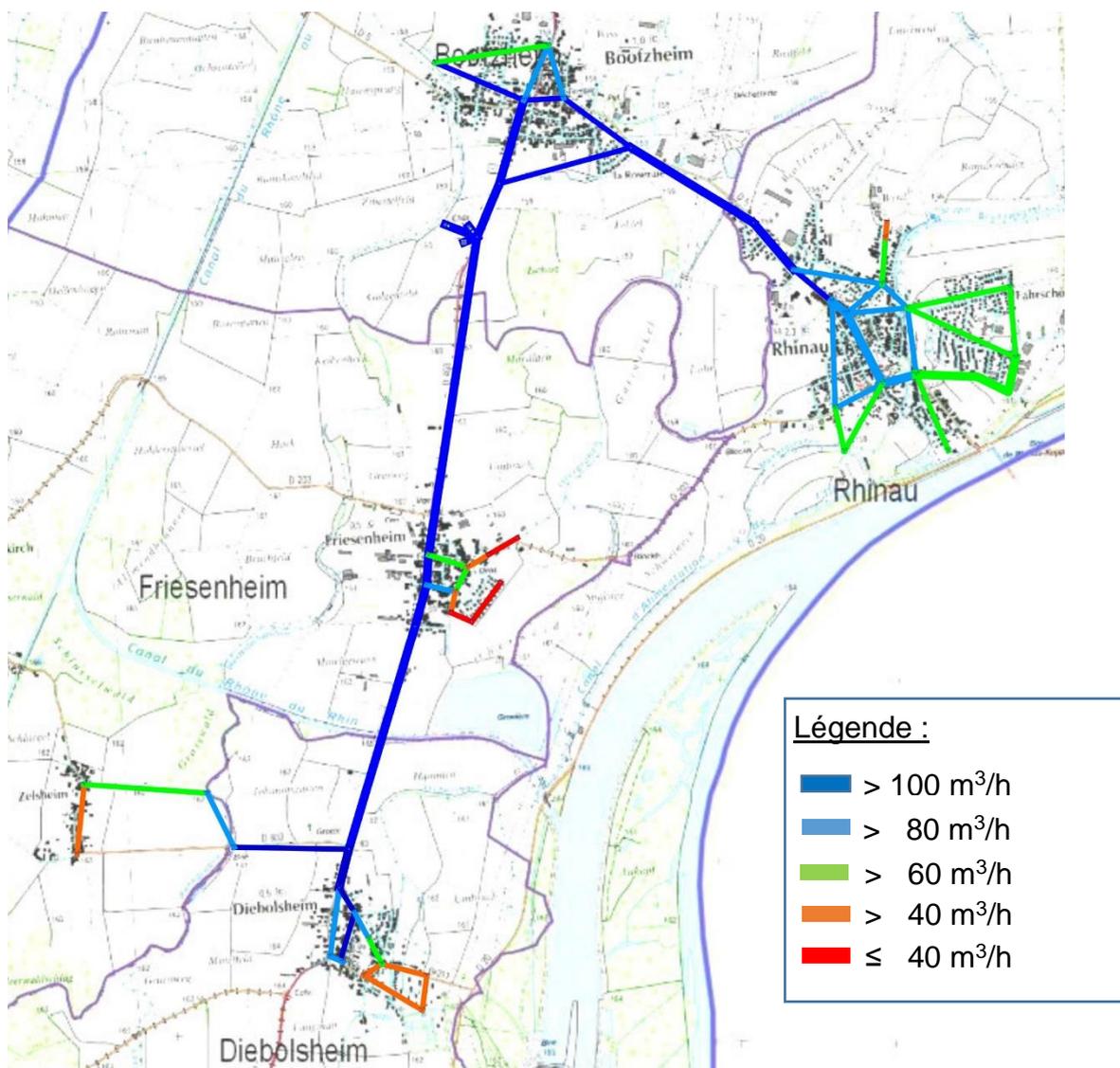


Figure 9 : Capacité hydraulique du réseau

La capacité du réseau est globalement satisfaisante, avec une majorité de conduites disposant d'un potentiel supérieur à 80 m³/h. Quelques secteurs disposent d'une capacité restreinte, tels que dans la partie Est de Friesenheim (à partir de la rue du Fond), la partie Sud Est de Diebolsheim (à partir des rues du Rhin et du Château) et une partie de Zelsheim.

4.7. Défense incendie

Un premier élément du dispositif de couverture incendie est constitué par le réservoir de Boofzheim, qui dispose d'une réserve spécifique de 120 m³ accessible par manipulation d'une vanne dans la chambre de manœuvre. Les réseaux de distribution des communes sont équipés d'un total de 216 appareils de lutte contre l'incendie répartis comme suit :

	PI Ø100 mm	PA Ø80 mm	Hydrants Ø60 mm	Date derniers essais complets
Boofzheim	31	26	1	
Rhinau	53	38		
Friesenheim	16	15		
Diebolsheim	18	18		
Total	118	97	1	

Tableau 21 : Recensement des équipements de défense incendie

Le dispositif de défense contre l'incendie est complété par 70 puits d'incendie répartis sur l'ensemble du secteur qui captent directement la nappe phréatique et constituent une ressource d'appoint appréciable.

L'efficacité de la couverture incendie depuis le réseau d'adduction d'eau s'apprécie au vu de deux critères :

- La capacité propre des équipements : ceux-ci doivent permettre de fournir un débit de 60 m³/h pendant 2 heures, sous une pression résiduelle de 1 bar indiqué par circulaire interministérielle du 10 décembre 1951 relative à la défense contre l'incendie.
- La couverture suffisante des communes : le rayon de desserte "normalisé" d'un poteau d'incendie est variable et dépend de la nature du risque à couvrir (habitat isolé, regroupé, collectif, artisanat,...). Il est en général de 200 m pour de l'habitat résidentiel classique⁷..

Des essais de débit ont été effectués en septembre 2015 en différents points du réseau pour permettre de déterminer les capacités hydrauliques du réseau et de caler le modèle informatique. Les résultats des mesures sont présentés à titre indicatifs en annexe 7. Il est précisé que ces essais, réalisés ponctuellement sur quelques appareils, ne peuvent être représentatifs du fonctionnement de tous les équipements de défense ni se substituer aux contrôle réglementaire des équipements à programmer par les communes.

⁷ la circulaire de 1951 indique que les bouches et poteaux d'incendie doivent se trouver en principe à une distance de 200 à 300 mètres les uns par rapport aux autres et être répartis en fonction du risque à défendre après étude détaillée de ces derniers. Il est précisé également que si le risque est particulièrement faible, la zone de protection de certaines bouches incendie pourra être étendue à 400 mètres.

5. Gestion patrimoniale

5.1. La gestion patrimoniale au SDEA

a. Objectifs

Pérenniser la performance des réseaux d'eau est un enjeu essentiel pour tout maître d'ouvrage. Le SDEA a élaboré une démarche de gestion patrimoniale des réseaux AEP dont les objectifs sont :

- Une meilleure connaissance du patrimoine. Cet objectif répond également à l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement, précédemment cité.
- Le maintien du bon état de fonctionnement du réseau et l'optimisation de sa durée de vie.
- La maîtrise des coûts d'exploitation et de renouvellement.

Cette démarche s'appuie sur la mise en place d'une importante base de données regroupant au sein d'un système d'information géographique (SIG) l'ensemble des informations du réseau (localisation, longueur, matériaux, année de pose, nombre de ruptures, etc.). L'amélioration de la performance du réseau s'appuie également sur la réduction des fuites, la sectorisation des réseaux et la programmation pluriannuelle des travaux de renouvellement.

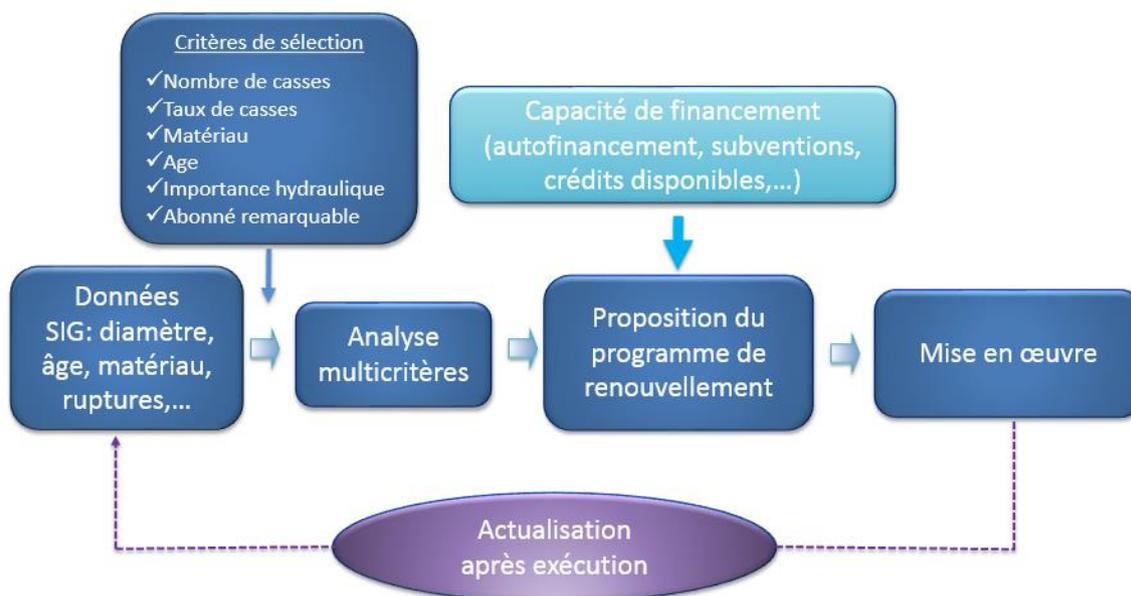


Figure 10 : Méthodologie de gestion patrimoniale (Baddou, 2014)

L'outil d'analyse multicritère, développé sous Excel, introduit les critères d'âge, de matériau, du nombre de défaillances déjà recensé (depuis 2003) et d'importance du consommateur desservi. Les critères choisis se veulent pragmatiques et faciles à renseigner. De nombreux autres paramètres peuvent influencer la durabilité des canalisations, tels que la nature du sous-sol, le trafic routier, etc. Ils ont toutefois été écartés car les données nécessaires au renseignement de ces critères ne sont pas

quantifiables et évaluables au SDEA de manière exhaustive pour toutes les conduites du réseau.

L'analyse multicritère utilisée propose donc une pondération simple de 0 à 100 de chaque tronçon selon les critères suivants :

- Nombre de casses observées (poids : 50/230) et Taux de casses observé (poids : 50/230) : prend en compte le rapport entre le nombre de ruptures et la longueur de la canalisation.
- Age (poids : 40/230) et matériaux (poids : 40/230) : la pondération selon les types de matériaux est présentée Tableau 33. Elle est basée sur les analyses du taux de casse en fonction du matériau.
- L'importance hydraulique (poids : 35/230) : proportionnelle à la capacité hydraulique, elle est rattachée au diamètre de la canalisation.
- Abonné remarquable (Industrie, hôtel, hôpital) (poids : 15/230) : plus impacté vis-à-vis de son activité économique ou de la santé humaine en cas de coupure d'eau, ce critère est quantifié par le calcul de la somme des aires des sections des compteurs de l'abonné. La valeur de 314 mm² est retenue pour les compteurs des abonnés domestiques.

5.2. Patrimoine : analyse des données du réseau

Le développement des outils de connaissance du patrimoine s'est effectué au SDEA autour d'un système de gestion intégré des interventions (SAP), associé à un Système d'Informations Géographiques (SIG). Les équipes de terrain renseignent aujourd'hui directement les interventions sur le SIG, à l'aide de tablettes PC embarquées, permettant d'alimenter en temps réel les bases de données nécessaires à la gestion patrimoniale et aux outils d'aide à la décision.

Grâce aux données disponibles, une exploitation et une analyse complète du réseau peuvent être réalisées avant l'utilisation de l'outil d'analyse multicritère permettant de prioriser les tronçons à risques.

a. Matériaux

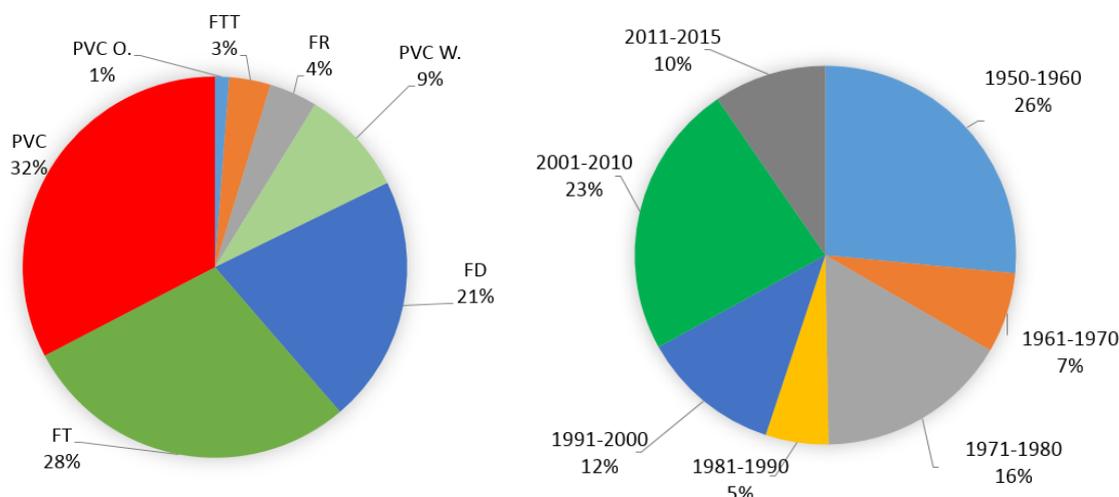


Figure 11 : Proportions du linéaire de canalisation par matériau (gauche) et par année de pose (droite)

La figure de gauche concernant la répartition linéaire de canalisation par matériau fait ressortir 2 types de matériaux : les fontes (fonte standard, fonte ductile, fonte rapide, fonte TT) et les PVC (standard, type Wavin ou autres). Le PEHD n'est quant à lui que très peu utilisé (0,4%).

La fonte représente environ 24,8 km de réseau et le PVC 19 km.

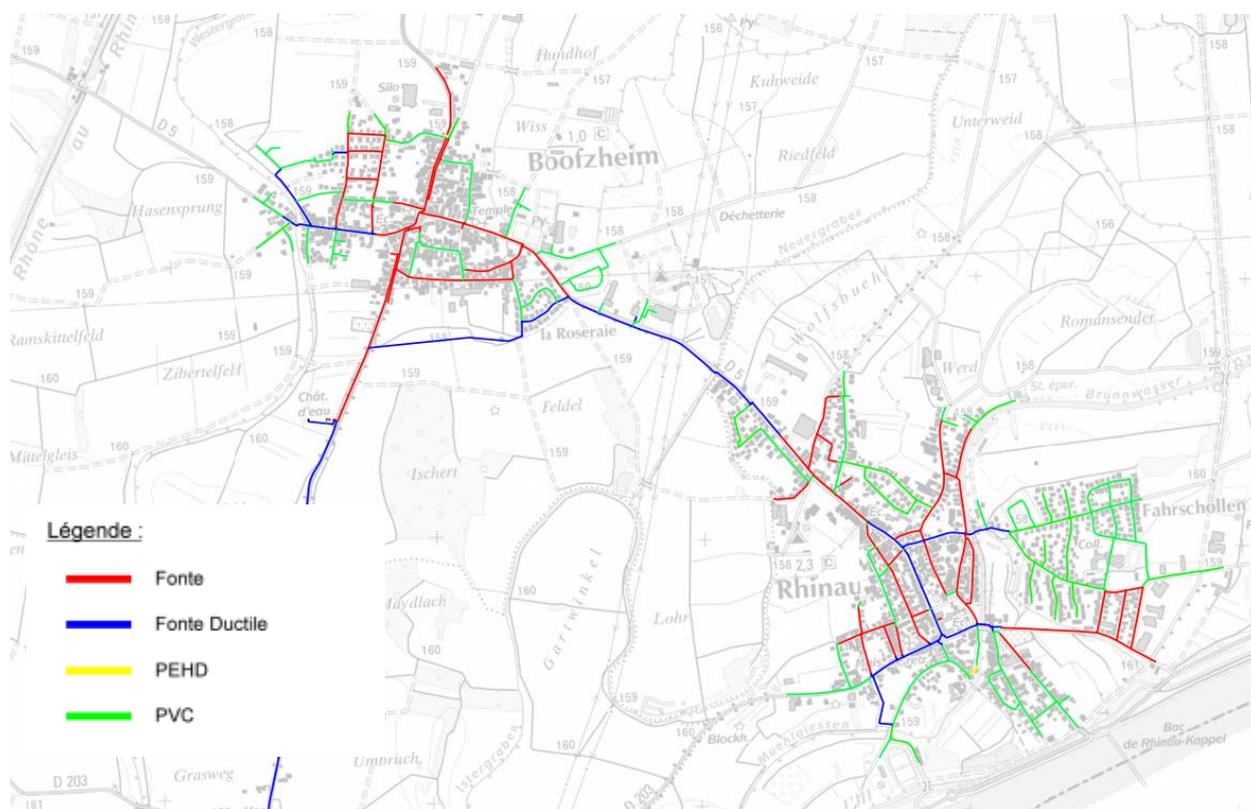


Figure 12 : Représentation cartographique des tronçons par matériaux – Annexe 4

b. Age du réseau

La chronologie du rythme de pose des conduites dans le temps est décrite dans la figure suivante. Elle représente le pourcentage de linéaire posé entre les années 1955 et 2015. L'analyse de la courbe montre que trois périodes de pose se distinguent par leur importance :

- 26 % des conduites datent encore d'avant 1960, correspondant à la création du réseau.
- Une phase d'extension est identifiée entre 1971 et 1975, avec 12% de nouvelles conduites (16% sur la période 1971-1980).
- Puis une phase de renouvellement soutenue entre 2001 et 2010, avec 23 % de conduites nouvelles.

L'âge moyen du réseau est de 33,4 ans (valeur début 2016). Les canalisations les plus vieilles ont 61 ans et représentent 11,4 km du réseau. En 2014, la moyenne française était estimée à 40 ans.

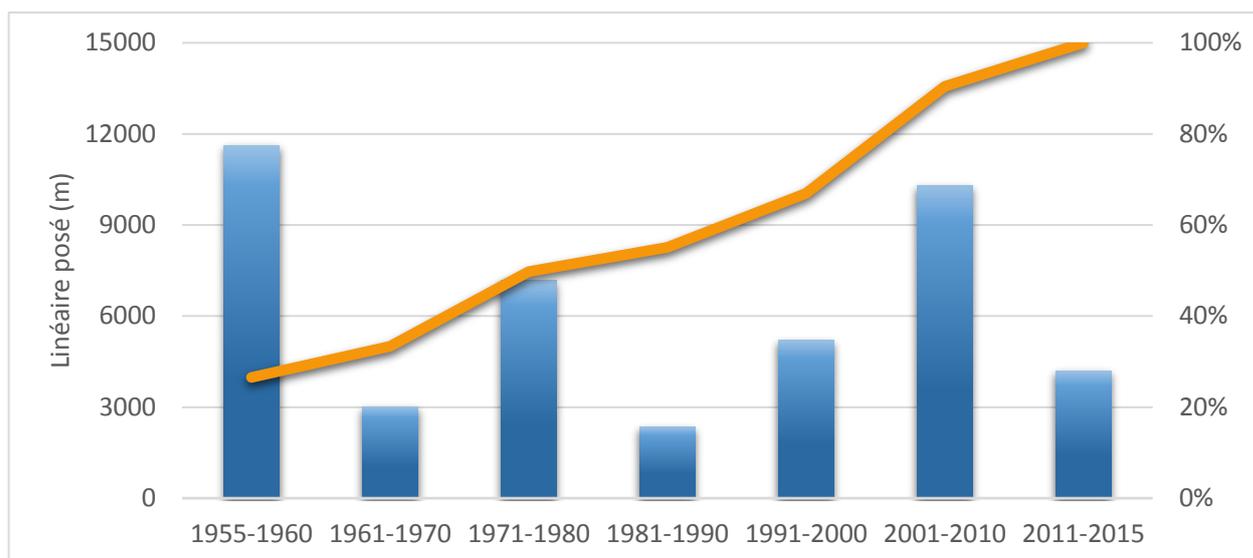


Figure 13 : Rythme de pose des conduites et pourcentage du linéaire total (1955-2015)

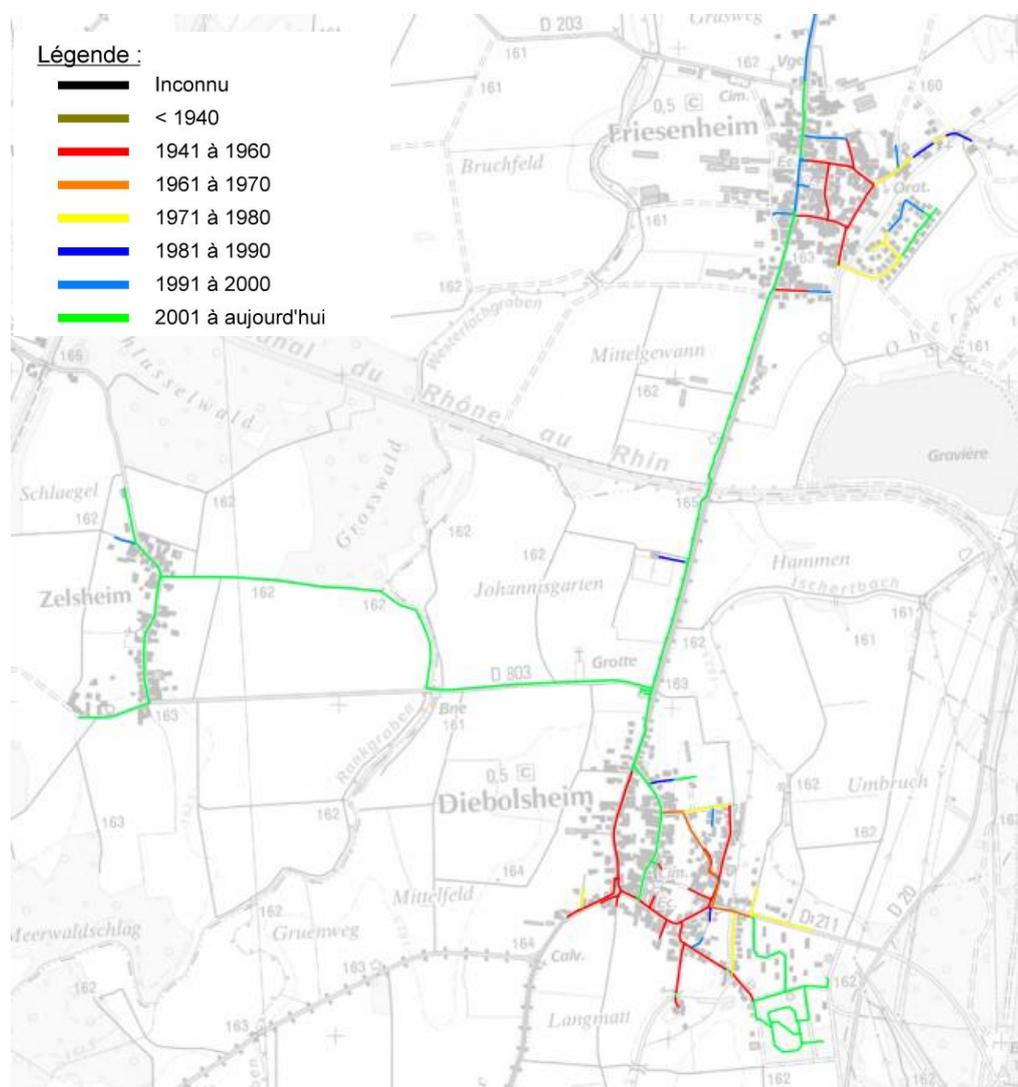


Figure 14 : Représentation cartographique des tronçons par date de pose – Annexe 5

c. Diamètres

15 diamètres différents sont recensés, dont les familles les plus significatives sont représentées ci-dessous :

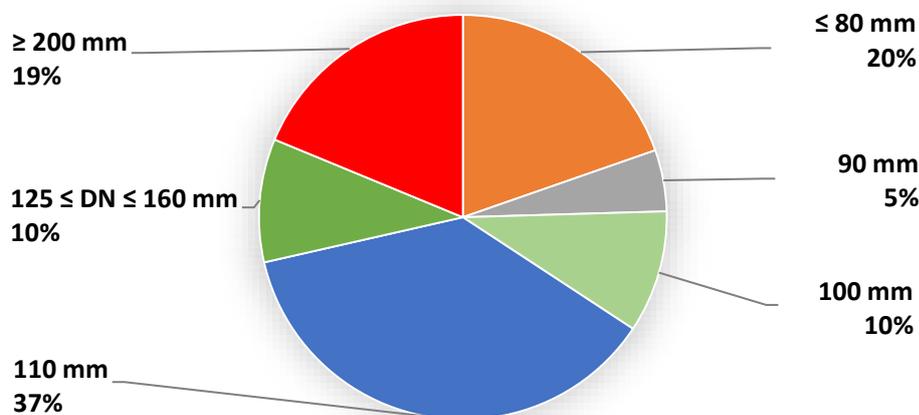


Figure 15 : Répartition des diamètres dans le réseau

d. Statistiques concernant les ruptures

La connaissance patrimoniale s'alimente également des informations qui concernent le type et le nombre de défaillances observées, dont la répétition est un révélateur de la dégradation du réseau et de son vieillissement. L'analyse des défaillances s'est effectuée sur un inventaire de ruptures établi depuis 2003 répertoriant 82 interventions.

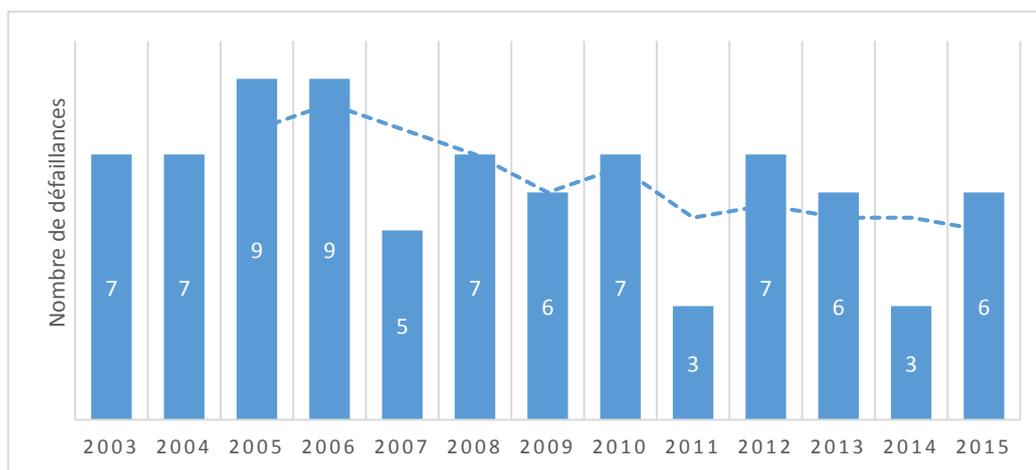


Figure 16 : Nombre de défaillances sur conduite de distribution par an (2003-2015)

La moyenne mobile présentée sur le graphique met en évidence une tendance à la baisse des ruptures, qui est passée de plus de 7 ruptures par an début 2000 à moins de 5 par an ces dernières années. Cette tendance illustre les efforts de renouvellement des réseaux réalisés par le périmètre qui contribue à la réduction des interruptions de service.

Les conduites les plus exposées aux défaillances sont celles de diamètre ≤ 100 mm, qui représentent 80 % des interventions, alors que ces réseaux ne représentent que 33% du linéaire total.

Il convient de souligner que 7 interventions sont recensées sur des conduites de $\varnothing 200$ et 250 mm. Si celles-ci sont moins nombreuses, elles n'en restent pas moins plus gênantes en raison de conséquences sur la continuité et la qualité du service qui impactent un nombre plus élevé d'usagers.

Les conduites en PVC 110 mm constituent aujourd'hui une part importante du réseau de distribution (37 %). Si elles ne génèrent encore que peu d'interventions (2 ruptures), ce résultat peut s'expliquer par leur âge plus jeune. Si la première utilisation du PVC remonte à 1975, son usage s'est particulièrement développé à partir des années 2000. 50 % du réseau en PVC a en effet été posé après cette date (soit 7,7 km).

e. Pratiques actuelles en matière de renouvellement

La figure suivante présente le taux de renouvellement et renforcement résultant des travaux réalisés ces dernières années :

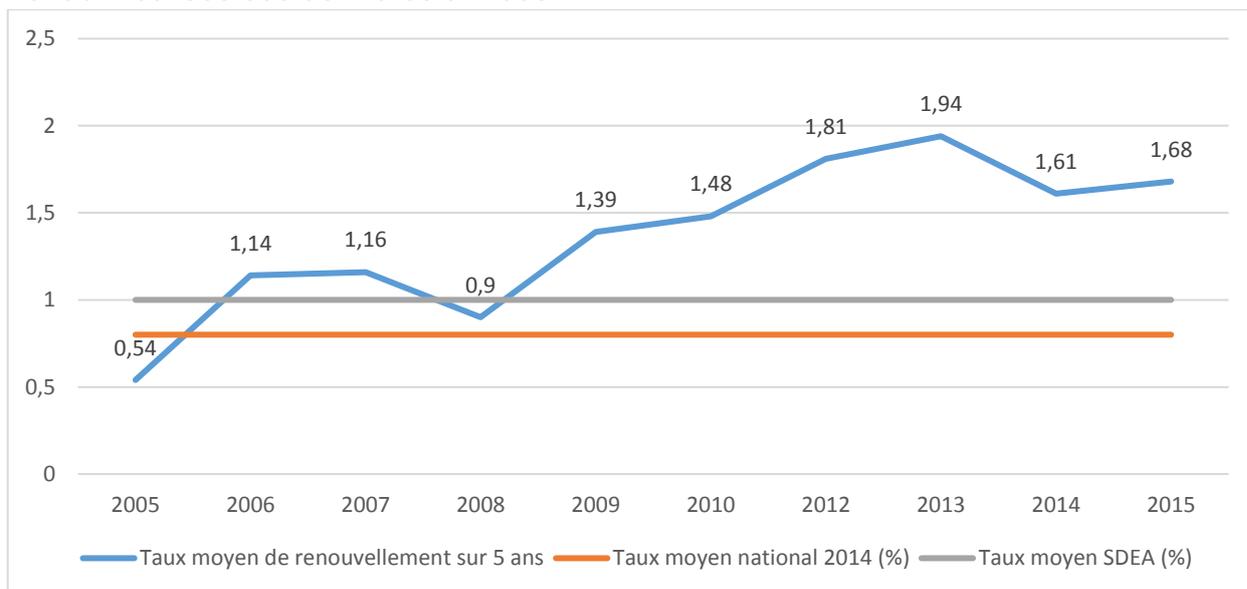


Figure 19 : Evolution du taux de renouvellement moyen sur 5 ans

Le taux moyen en 2015 pour le Périmètre du Ried s'est établi à 1,68 %. Ce taux équivaut à un renouvellement complet du réseau actuel en un peu plus de 59 ans. A ce stade, cette durée est inférieure à la durée de vie supposée des conduites d'eau potable généralement admise à moins de 100 ans.

5.3. Résultats de l'analyse multicritère

Les conduites sont classées selon une note permettant un classement des priorités par ordre décroissant.

Un extrait des résultats est présenté ci-dessous, en mettant en évidence la conduite présentant la prioritaire maximale avec une note de 67,9 %.

COMMUNE	RUES	DIAMETRES	MATERIAUX	ANNEE	LONGUEUR EUR	RUPTURES	NOTE	CLASSE
Boofzheim	Strasbourg (route de)	60	FT	1955	231,09	11	63,8%	1
Diebolsheim	Principale (Rue)	80	FT	1955	6,49	1	59,6%	1
Boofzheim	RD 468	200	FT	1955	304,19	3	48,9%	1
Rhinau	Nord (Rue du)	100	FT	1955	98,52	3	46,7%	1
Diebolsheim	Jean de Beaumont (Rue)	80	FT	1955	45,42	2	46,0%	1
Boofzheim	RD 468	250	FT	1955	3,44	0	45,4%	1
Boofzheim	RD 468	250	FT	1955	3,56	0	45,4%	1
Boofzheim	RD 468	250	FT	1955	3,05	0	45,4%	1
Boofzheim	RD 468	250	FT	1955	0,54	0	45,4%	1
Boofzheim	RD 468	250	FT	1955	0,95	0	45,4%	1
Rhinau	Avit (Rue Saint)	100	FR	1966	191,95	2	45,2%	1
Diebolsheim	Principale (Rue)	100	FT	1955	152,18	3	45,2%	1
Diebolsheim	Bindernheim (Rue de)	80	FT	1955	150,75	3	44,6%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	146,57	1	44,5%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	156,79	1	44,4%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	158,83	1	44,4%	1
Rhinau	Chasse (Rue de la)	100	FR	1966	61,85	1	44,1%	1
Rhinau	Amand (Quai Saint)	80	FR	1965	105,08	1	42,8%	1
Diebolsheim	Jardins (Rue des)	80	FT	1955	105,67	2	42,5%	1
Diebolsheim	Principale (Rue)	100	FT	1955	137,02	2	42,5%	1
Boofzheim	Benfeld (rue de)	100	FT	1955	36,34	1	42,3%	1
Rhinau	Epervier (Rue de l')	80	FR	1966	223,68	1	41,8%	1
Boofzheim	Strasbourg (route de)	100	FT	1955	43,46	1	41,7%	1
Boofzheim	Colmar (route de)	200	FT	1955	0,43	0	41,5%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	3,24	0	41,5%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	67,69	0	41,5%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	3,52	0	41,5%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	2,75	0	41,5%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	3,24	0	41,5%	1
Boofzheim	Colmar (route de)	200	FT	1955	4,03	0	41,5%	1
Boofzheim	RD 5	200	FT	1955	2,87	0	41,5%	1
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	4,56	0	41,5%	1

Tableau 22 : Extrait des résultats bruts de l'outil d'analyse multicritère (Classe 1)

On remarque que les conduites prioritaires sont vieilles et possèdent un taux de casse important.

Cette première approche doit ensuite être complétée par les retours de terrains. En effet, le tronçon en PVC classé à l'ordre 8 en termes de priorité n'est pas significatif du point de vue de l'âge et du matériau, mais plutôt d'un problème local de pose (dans ce cas-là).

a. Analyse des résultats

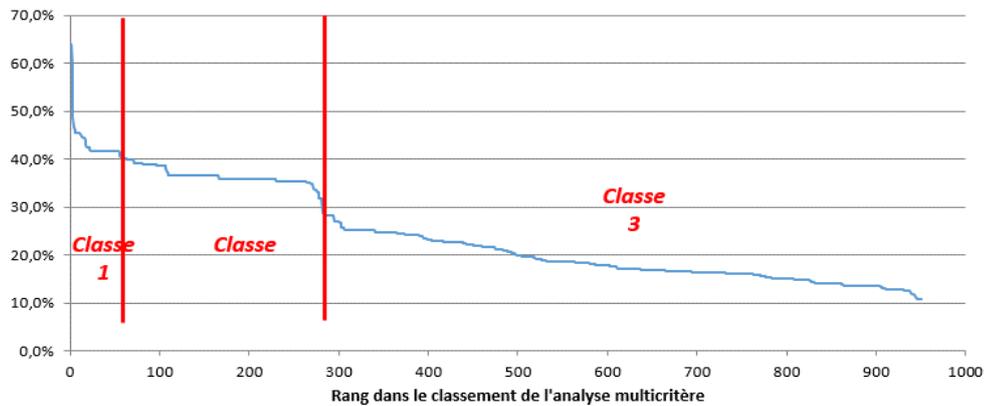


Figure 20 : Notation et classes de tronçons selon la pondération

Le graphique met en évidence deux ruptures de pentes, prises en compte pour la définition de l'intervalle de chaque classe :

- La classe 1 regroupe les conduites prioritaires au renouvellement dont les notes dépassent 40 % et auxquelles ont associées les tronçons adjacents. Celle-ci représente 104 tronçons pour une longueur de 4,9 km (11 % du linéaire total). La rénovation de ces conduites peut être programmée de manière prioritaire, indépendamment d'une coordination avec des travaux de voirie ou d'assainissement, dans une optique de gestion patrimoniale volontariste.
- La classe 2 regroupe les tronçons moyennement prioritaires dont la note va de 25,6 % à 40 %, soit 202 tronçons pour une longueur de 11 km (25 % du linéaire total). La rénovation de ces conduites est à envisager dans le cadre d'une coordination avec d'autres travaux de voirie ou d'assainissement. Une approche spécifique peut encore être envisagée pour limiter les opérations à une révision de réseau (remplacement de la robinetterie et des branchements).
- La classe 3 regroupe les tronçons non prioritaires dont la note est inférieure à 25,6 %, soit 645 tronçons pour une longueur de 28,7 km (64 % du linéaire total). Leur renouvellement n'est pas à programmer, même en cas de travaux de voirie ou d'assainissement. Une révision de réseau peut être envisagée le cas échéant, selon l'âge des équipements.

La représentation cartographique suivante fait apparaître les 3 classes :

- Rouge : Classe 1
- Jaune : Classe 2
- Vert : Classe 3

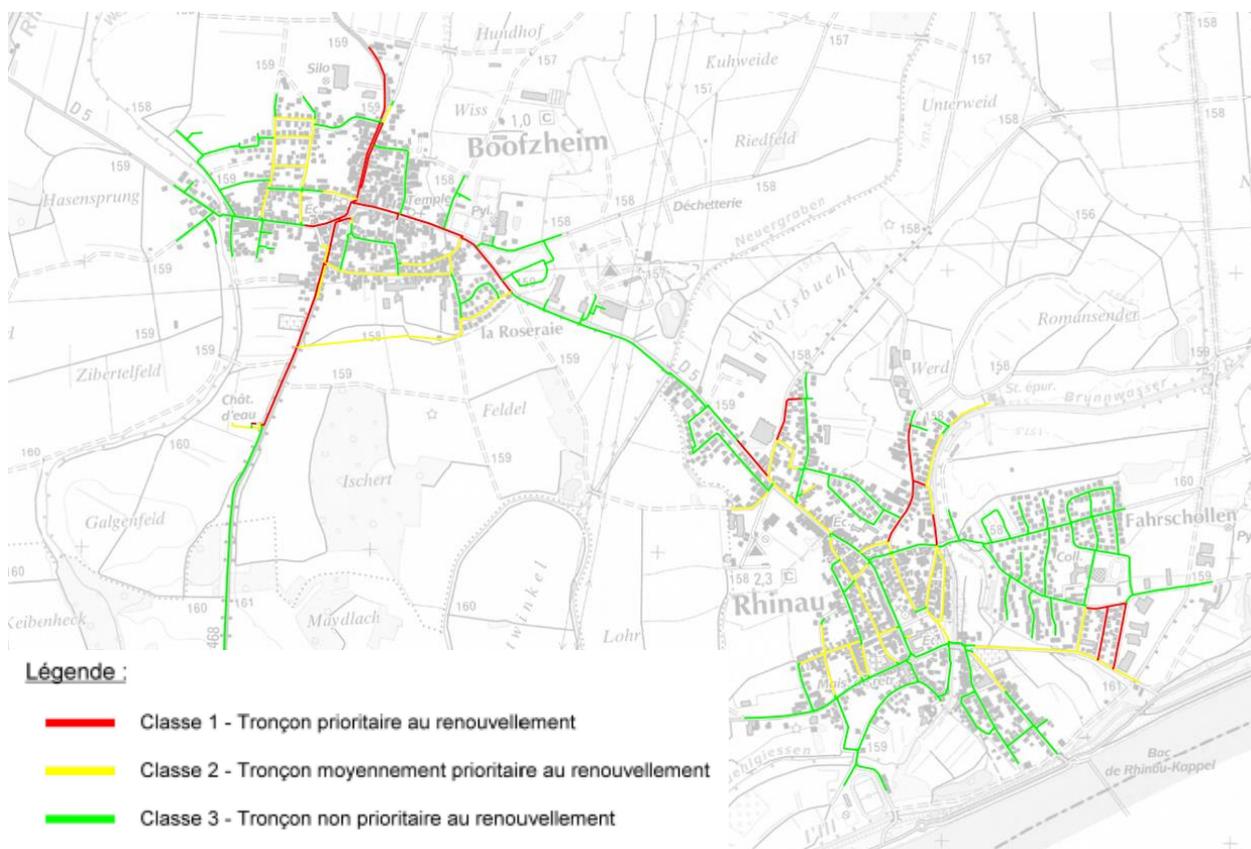


Figure 21 : Représentation cartographique des tronçons selon leur priorité de renouvellement – Annexe 6

b. Caractéristiques de la Classe 1

La Classe 1 ne comprend que des conduites posées avant 1970, avec une forte majorité de conduites posées avant 1960.

Cette proportion reste encore importante dans la classe 2, alors que la classe 3 porte exclusivement sur des conduites posées après 1970.

Période de pose	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
1955 - 1959	3 964	34%	7 755	66%	89	1%
1960 - 1969	946	32%	1 777	60%	215	7%
1970 - 1979			1 145	17%	5 452	83%
1980 - 1989			325	14%	1 959	86%
1990 - 1999					5 281	100%
2000 - 2015					15 693	100%
	4 910	11%	11 002	25%	28 688	64%

Tableau 23 : Répartition des classes de priorité selon les années de pose

Il convient de souligner la part importante des conduites datant de la période de création des réseaux dans la classe 2, qui représente 66 % d'entre elles. Les conduites de la Classe 1 ne représentent ainsi que 34 % des vieilles conduites.

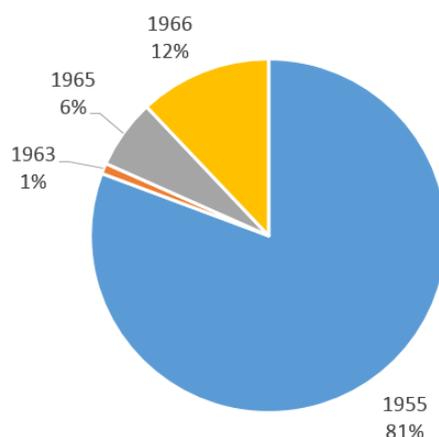


Figure 22 : Répartition de la classe 1 selon les dates de pose

Au sein de la Classe 1, 81 % des conduites identifiées sont les plus anciennes du périmètre, posées vers 1955. Les 19 % restant sont des conduites posées entre 1963 et 1966, dont certaines en "Fonte Rapide", représentant 900 m posés en 1965 et 1966 à Rhinau.

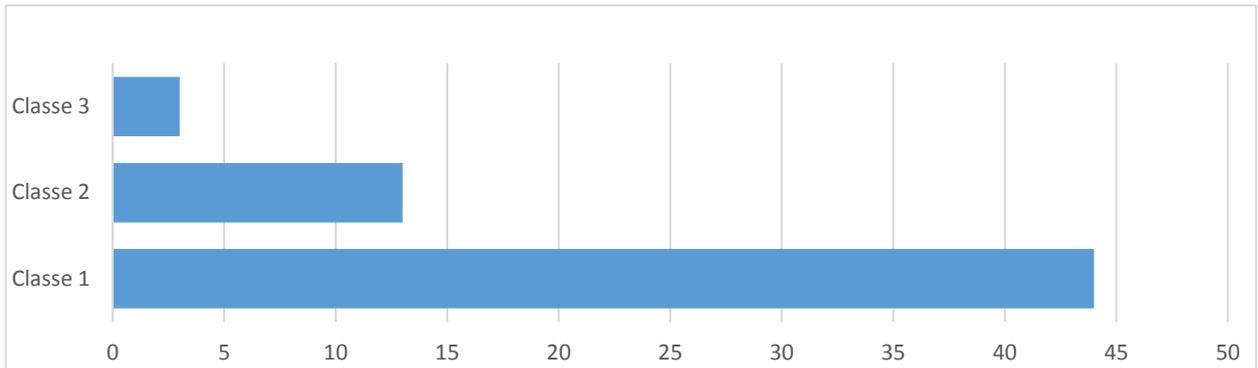


Figure 23 : Nombre de ruptures par classe

Le nombre de ruptures cumulées en classe 1 s'élève à 44. Ce nombre diminue considérablement pour les classes 2 (13 ruptures) et 3 (3 ruptures).

Cette répartition confirme le poids du critère « ruptures » dans la pondération retenue (50/310), mais met également en évidence le rôle des critères complémentaires.

6. Programmation pluriannuelle de travaux

6.1. Scénario de renouvellement

L'outil d'aide à la décision fournit une liste hiérarchisée des tronçons candidats au renouvellement selon les critères définis. A cela s'ajoute les résultats de la modélisation afin de dégager les priorités d'action pour la construction d'un programme pluriannuel de travaux.

Ces priorités ont la possibilité d'être associées à une coordination des besoins définis dans les domaines de l'assainissement et de la voirie. Un tableau de coordination récapitulatif est joint en annexe 3 pour permettre cette programmation.

La programmation des travaux sur le réseau d'eau potable s'est réalisée par un regroupement des tronçons prioritaires, par comparaison de la notation et des caractéristiques techniques des tronçons adjacents, en vue de déterminer des ensemble cohérents.

S'agissant de la situation des branchements, l'essentiel ayant été posé en même temps que les conduites, nous considérons que leur renouvellement est à prévoir à l'occasion des travaux sur les conduites.

Une première approche de programmation est proposée en s'appuyant sur un taux de renouvellement moyen de l'ordre de 1 %, qui conduit à renouveler environ 440 ml de réseau par an.

Il est à préciser qu'avec un âge moyen du réseau encore relativement jeune (32 ans), le périmètre dispose d'une marge de manœuvre et la possibilité d'ajuster son taux de renouvellement à ses contraintes budgétaires.

Le graphique suivant présente quelques scénarios d'évolution de l'âge du réseau et des conduites les plus vieilles en fonction de différents taux de renouvellements appliqués au réseau du périmètre du Ried. Il est rappelé que le vieillissement des conduites est à mettre en regard avec l'apparition des phénomènes de casses identifiées sur les conduites les plus anciennes (cf figure 12).

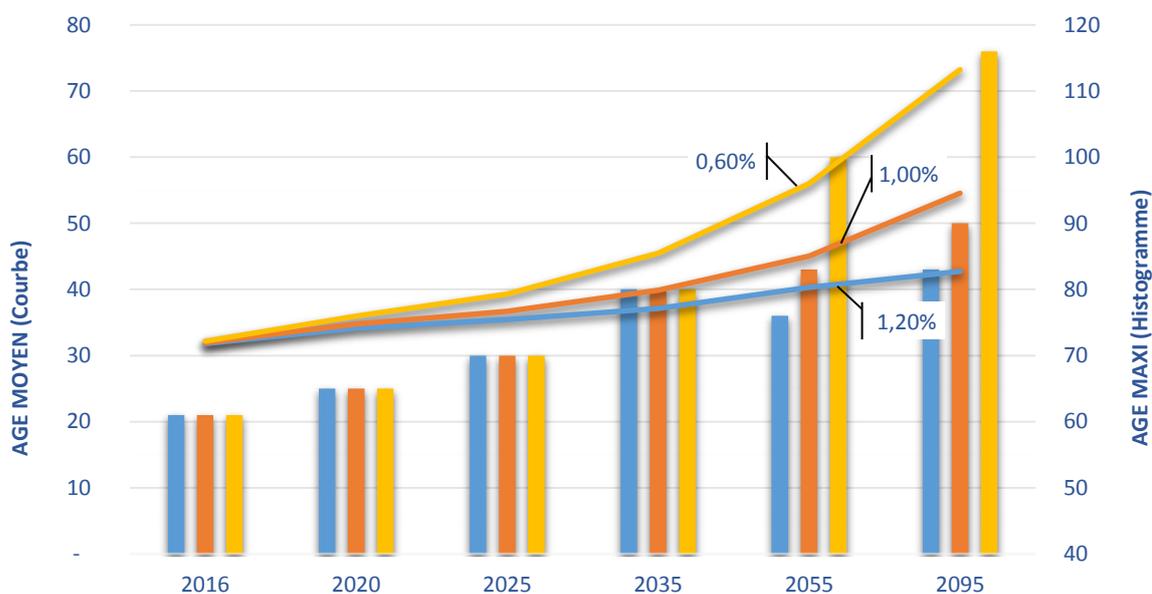


Figure 24 : Évolution de l'âge du réseau en fonction de scénarios de renouvellement

Les conduites posées vers 1955 représentent encore un stock important de 11 400 m à ce jour. Leur renouvellement complet prendra un nombre d'années important, dépendant du taux de renouvellement retenu.

Pour une valeur de 1,2 %, le délai nécessaire au renouvellement serait de 22 ans, soit une fin de travaux en 2038; les conduites les plus anciennes atteignant 83 ans.

Pour une valeur de 1%, le délai nécessaire serait de 26 ans, soit une fin de travaux en 2042; les conduites les plus anciennes atteignant 87 ans.

A titre indicatif, un taux de renouvellement de 0,6 % ne permettrait de finaliser le renouvellement de ces conduites d'ici 43 ans seulement, soit en 2059, avec les conduites les plus anciennes qui atteindraient 104 ans.

6.2. Programme de travaux

a. *Travaux issus du diagnostic des ouvrages*

Le rapport détaillé du diagnostic présenté en annexe précise les points faibles détectés sur les ouvrages desquels découlent des propositions de travaux, ou d'entretien spécifique des ouvrages.

Ceux-ci se récapitulent de la manière suivante :

Travaux sur les puits :

- Diagnostic de fonctionnement du puits 1 : inspection caméra et mesures de rabattement.
- Etude et construction d'une margelle béton autour du puits, pour éviter les écoulements d'eau de la galerie d'accès vers le puits même.
- Périmètres de protection des puits : revoir la hauteur des portails et clôtures, à 1,75 m actuellement contre une prescription à 2,5 m.
- Puits de Diebolsheim : programmer la mise en sécurité du site par démantèlement des installations : puits et génie-civil,

Travaux sur le réservoir :

- Programmer le ravalement extérieur de l'ouvrage pour mise en sécurité des abords (chute d'éclats de béton).
- Vérifier le niveau de sécurisation vis à vis des risques d'incendie sur transformateur de courant (méthodologie à définir).

Regards de comptage :

- Optimiser le dimensionnement du comptage vers Boofzheim, pour une meilleure précision de lectures des débits nocturnes et favoriser la maîtrise des rendements (action également prévue dans le cadre du projet d'interconnexion de la Lachter et de mise en circulation alternée du comptage).

b. *Travaux de sécurisation de la ressource en eau*

Les travaux de sécurisation de la ressource, identifiés dans l'analyse des risques d'interruption de la production d'eau décrits au chapitre 3, ont fait l'objet d'un développement spécifique pour permettre d'engager rapidement les travaux de sécurisation nécessaires au périmètre de la Lachter, confronté à des signes de contamination de l'eau du puits ayant mis en évidence sa vulnérabilité aux pollutions.

La solution retenue comporte la réalisation d'une interconnexion de secours entre les deux périmètres, dont le fonctionnement dans les deux sens permettra également d'apporter un secours en retour au périmètre du Ried.

Cette interconnexion s'appuie sur la pose d'une conduite d'interconnexion $\varnothing 200$ mm sur 3.200 m et la construction d'une station de pompage. Le fonctionnement vers le périmètre du Ried nécessitera au préalable une mise à niveau des autorisations d'exploitation du puits de Gerstheim, actuellement limité à 1.000 m³/j.

Compte tenu des volumes supplémentaires induits par la production d'eau pour chaque périmètre voisin, un renforcement des conduites au départ des réservoirs est également programmé, représentant :

- la pose de 1.140 m de conduite $\varnothing 250$ mm pour le renforcement du départ du réservoir de Gerstheim.
- la pose de 300 m de conduites $\varnothing 250$ mm entre le réservoir de Boofzheim et la jonction vers Rhinau.

Ces travaux seront complétés par le renforcement des conduites de la Rue Longue et une partie de la rue Albert Schweitzer à Obenheim, sur une longueur totale de 110m.

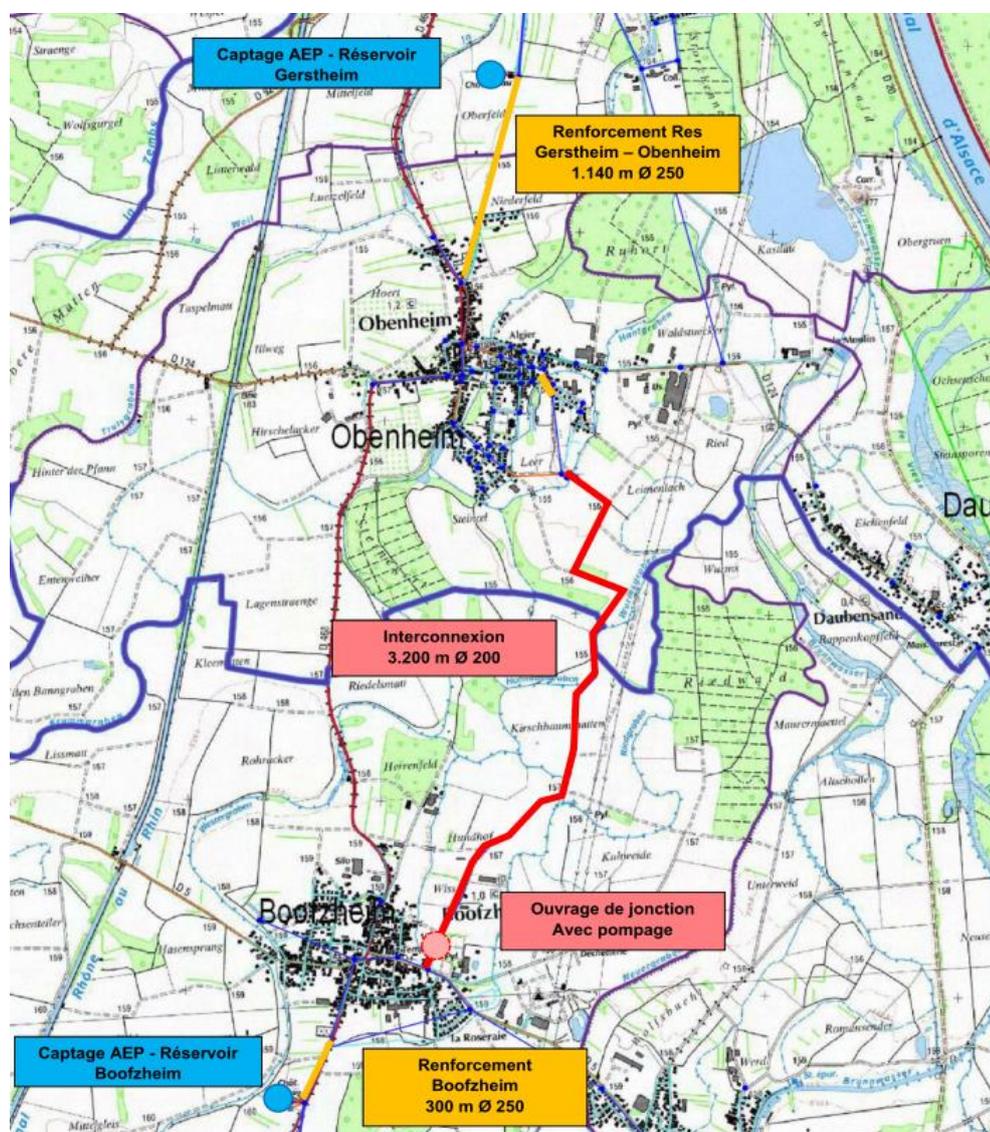


Figure 25 : Travaux d'interconnexion avec le périmètre de la Lachter

Le descriptif complet des travaux est présenté dans l'**avant projet spécifique** établi en **mai 2016**.

c. Travaux issus du diagnostic des réseaux

Amélioration des capacités hydrauliques :

Au titre de la modélisation du réseau de distribution, seuls deux secteurs présentaient des faiblesses dans la desserte de certains quartier. Celles-ci concernent les communes de Friesenheim, au niveau des quartiers "Est" et de Diebolsheim, dans sa partie "Sud-est". Les aménagements proposés pour améliorer ces dessertes sont les suivants :

Commune de Friesenheim :

La desserte des quartiers Est pourra être améliorée par un renforcement du réseau au niveau de la rue Haute, avec 160 m de conduites de diamètre 150 mm, complété par un renforcement en diamètre 140/160mm (pour du PVC) de conduites de la rue du Fond sur 270 m et en diamètre 95/110 mm (PVC) une partie de la rue de Rhinau sur 140 m



Figure 26 : Travaux de renforcement Commune de Friesenheim

Commune de Diebolsheim

La desserte du quartier "Sud-Est" pourra être améliorée par un renforcement en diamètre 150 mm sur 150 m dans la rue Jean de Beaumont et en diamètre 140/160 mm sur 350 m dans la rue du Château.

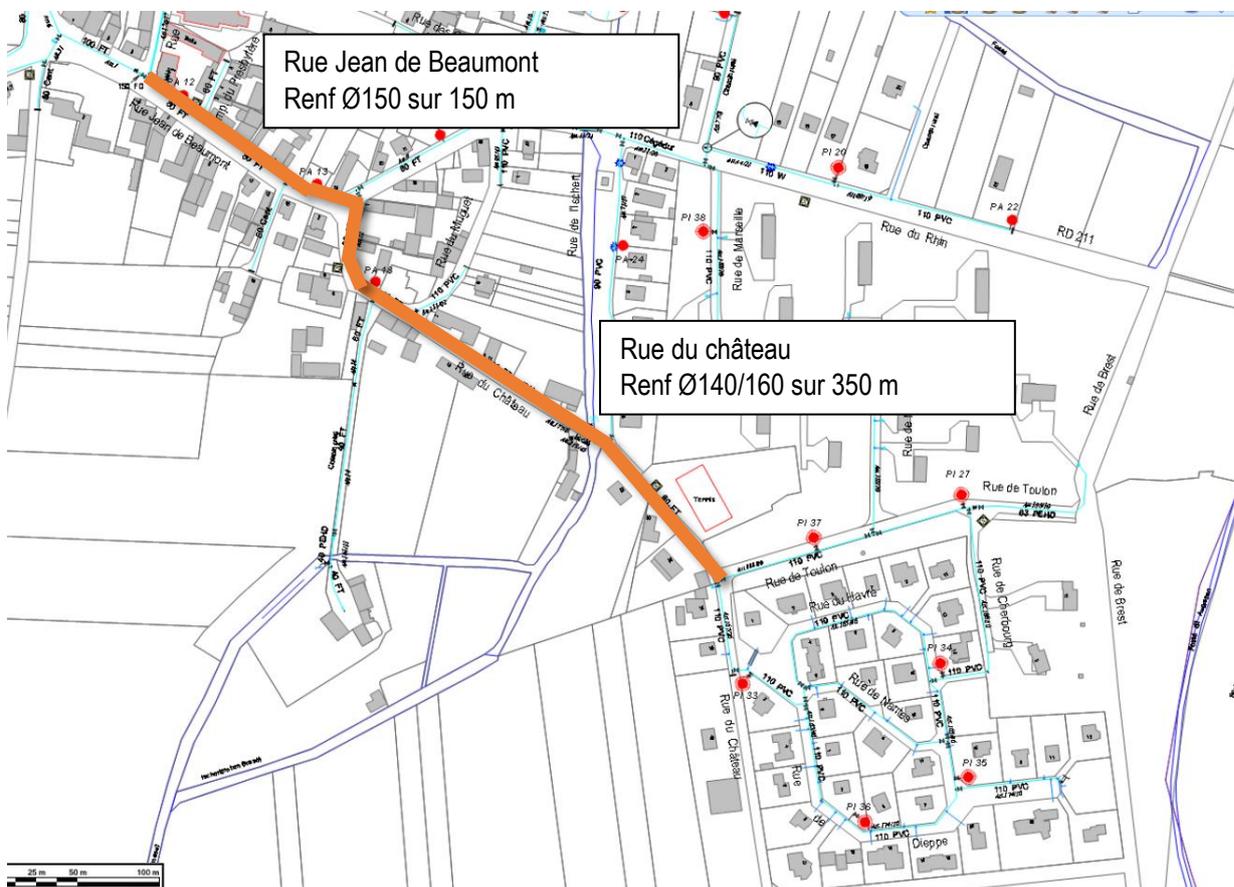


Figure 27 : Travaux de renforcement Commune de Diebolsheim

Travaux de renouvellement des réseaux

L'outil d'analyse multicritère a permis de fournir une liste hiérarchisée de tronçons éligibles au renouvellement. Cette liste associée aux besoins en renforcements hydrauliques, ou à une coordination de travaux de voirie et d'assainissement permettra de consolider un programme pluriannuel d'investissements pour le périmètre.

Afin d'optimiser cette approche, un programme de coordination des travaux avec d'autres acteurs publics et proposé en annexe 3. Celui-ci a déjà pris en compte les priorités et besoins en investissements dégagés par l'étude diagnostic de Safege, réalisée en 2011 pour le compte de la Communauté de Communes du Rhin. Une optimisation complémentaire est proposée par une coordination finale avec les priorités de renouvellement des voiries.

Au titre de l'eau potable, les opérations prioritaires qui se dégageraient pour les années à venir sont les suivantes :

Commune	Rue	Diamètre (mm)	Matériau	Année de pose	Long. (m)	Commentaire
Année N						
Boofzheim	Strasbourg (route de)	100 + 60	FT	1955	813,23	
Année N+1						
Diebolsheim	Bindernheim (Rue de)	80 + 60	FT	1955	270,00	
Diebolsheim	Jean de Beaumont (Rue)	80	FT	1955	45,42	Renforcement en dn150 mm sur 150 m
Rhinau	Avit (Rue Saint)	100	FR	1966	191,95	
Année N+2						
Diebolsheim	Principale (Rue)	100	FT	1955	360,00	
Année N+3						
Boofzheim	Rhinau (route de)	200	FT	1955	666,00	
Boofzheim	Rhinau (route de)	60	FT	1955	18,00	
Année N+...						
Rhinau	Amand (Quai Saint)	80	FR	1965	116,00	Diag Safege Priorité 17
Rhinau	Chasse (Rue de la)	100	FR	1966	135,00	
Année N+...						
Boofzheim	Benfeld (rue de)	100	FT	1955	43,00	
Boofzheim	Benfeld (rue de)	200	FT	1955	92,00	
Boofzheim	Benfeld (rue de)	125	FT	1955	216,00	
Diebolsheim	Jardins (Rue des)	80	FT	1955	105,67	
Rhinau	Epervier (Rue de l')	80	FR	1966	223,68	
Boofzheim	Colmar (route de)	200	FT	1955	488,00	
Rhinau	Boofzheim (Rue de)	200	FT	1955	158,00	

Rhinau	Sarcelles (Rue des)	80	FT	1955	169,26	
Rhinau	Sarcelles (Rue des)	80	FR	1966	16,12	
Diebolsheim	Chateau (Rue du)	80	FT	1959	221,00	Opération proposée en 2016, report convenu avec CL Conduite à renforcer en dn140/160 mm sur 350 m
Rhinau	Nord (Rue du)	100	FT	1955	98,52	
Rhinau	Nord (Rue du)	100	FR	1965	195,31	
Rhinau	Nord (Rue du)	80	FT	1955	81,44	
Rhinau	Nord (Rue du)	80	FT	1963	47,00	
Diebolsheim	Riedel (Rue du)	60 + 80	FT	1955	277,00	
Rhinau	Viala (Rue du Sergent)	60 + 100	FT	1955	598,00	Proposé en 2018 à titre indicatif (voirie ancienne) peut être reprogrammé
Rhinau	Becasses (Rue des)	100	FR	1966	151,42	
Boofzheim	Mieg (rue)	80	FT + FR	1955	169,00	
Boofzheim	Basse fontaine (rue de la)	100 + 80	FT	1955	246,00	Proposé en 2017 à titre indicatif (voirie ancienne) peut être reprogrammé

Tableau 24: Extrait du programme hiérarchisé des conduites à renouveler – Annexe 3

6.3. Programme financier

Une estimation des montants à engager est présentée ici avec des chiffrages au stade "Avant-Projet", en vue de permettre la définition des priorités et d'organiser la planification pluriannuelle des investissements.

Nature des travaux	Description	Montant (€ HT)	Observation / Echancier
Travaux sur ouvrages			
Diagnostic de fonctionnement du puits 1	ITV + rabattement Démontage pompe non nécessaire	4.500 €	
Margelle béton autour du puits	Protection du puits contre les retours d'eau, sous réserve de faisabilité.	10.000 €	
Rénovation clôture et portail	Ajustement de la hauteur, passer de 1,7 à 2,5 m	32.000 €	
Puits de Diebolsheim : Remise en état des lieux	Travaux à détailler selon option future sur propriété du terrain	pm	Prévoir à minima un rebouchage du puits à court terme
Ravalement extérieur du château d'eau	Mise en sécurité / chutes d'éclats béton	250.000 €	Programmé en 2017
Travaux d'interconnexion – Financement commun avec Gerstheim			
Conduite d'interconnexion	3200 m dn200 mm Financement commun Ried Lachter	800.000 €	
Ouvrage d'interconnexion	Avec équipement de pompage complet (après mise à niveau DUP Gerstheim)	130.000 €	
Renforcement conduite intercommunale départ réservoir	300 m de conduite dn 250 mm	90.000 €	
Travaux de renouvellement des réseaux – ébauche d'un programme pluriannuel			
Boofzheim – route de Strasbourg	800 m de conduite 110 mm	160.000 €	
Diebolsheim – rue de Bindernheim	270 m de conduite 110 mm	60.000 €	
Diebolsheim – rue Jean Beaumont	45 m de conduite 150 mm	15.000 €	Tronçon à renforcer
Rhinau – rue Avit	190 m de conduite 110 mm	45.000 €	
Diebolsheim – rue Principale	360 m conduite 110 mm	85.000 €	
Boofzheim – Rte de Rhinau	670 m conduite 200 mm 60 m conduite 110 mm	210.000 €	
Rhinau – Quai Saint Amand	110 m conduite 110 mm	25.000 €	
Rhinau – rue de la Chasse	135 m de conduite 110 mm	30.000 €	

Nature des travaux	Description	Montant (€ HT)	Observation / Echéancier
Travaux de renforcement des réseaux			
Friesenheim – rue Haute, rue du Fond, rue de Rhinau	160 m conduite 150 mm 270 m conduite 160 mm 140 m conduite 110 mm	160.000 €	
Diebolsheim – rue Jean de Beaumont et rue du Château	350 m de conduite 160 mm	90.000 €	
Montant total des travaux (hors projet d'interconnexion, co-financé)		1.176.000 €	

Tableau 25 : Programme financier

6.4. Impact du programme.

À titre indicatif, la prise en compte des ventes d'eau totales des deux périmètres, qui se situent à environ 230.000 m³/an permet de produire une première estimation des incidences budgétaires. L'impact des travaux précités, en dehors du programme d'interconnexion avec le périmètre de la Lachter et sans prise en compte de l'autofinancement ni des subventions, serait de l'ordre de **0,65 €/m³** s'il était réalisé en 6 ans (hypothèse d'un financement par l'emprunt au taux de 2% sur 15 ans).

Le niveau moyen actuel de la redevance eau potable est de 1,59 €HT pour une consommation de 120 m³. Ce tarif se décompose en une part fixe de 75 €HT/an et une part variable de 0,96 €HT/m³.

Cette approche sera ajustée à l'appui d'une analyse prospective des capacités de financement du périmètre, qui permettra d'ajuster la politique d'investissement aux objectifs de maîtrise des tarifs et des emprunts.

Conclusion

L'objet de l'étude était d'établir un diagnostic global du fonctionnement des installations de production et de distribution, de proposer des actions d'améliorations, de sécurisation, ou de renouvellement, pour disposer d'une hiérarchisation des travaux prioritaires et optimiser l'établissement d'un programme pluriannuel d'investissement.

Le bilan besoins-ressources a montré que les capacités de production et de stockage restent suffisantes pour couvrir les besoins à l'horizon 2040.

L'évaluation du niveau de sécurisation des installations a mis l'accent sur la nécessité de rechercher une solution de diversification des approvisionnements pour réduire la dépendance à un champ captant unique. C'est dans ce sens qu'un projet d'interconnexion avec le périmètre voisin de la Lachter a été engagé, pour mettre d'une part les marges de production disponible à sa disposition et développer d'autre part une solution d'approvisionnement en retour.

La création d'un modèle numérique du réseau d'alimentation en eau potable a permis d'évaluer ses performances, de quantifier les dysfonctionnements et de mieux comprendre l'évolution de la qualité de l'eau par l'appréciation des temps de séjour.

Le diagnostic patrimonial du réseau complète les approches par une mise en évidence des conduites prioritaires au renouvellement. La hiérarchisation des travaux qui en découle pourra être confrontée aux priorités d'interventions sur les réseaux d'assainissement et les voiries, afin de disposer d'une coordination et d'une planification optimale des travaux.

Les différentes composantes de ce schéma directeur permettent de disposer des éléments d'arbitrages nécessaires à la construction des plannings et des programmes pluriannuels d'investissement, en regard à la maîtrise des tarifs et de l'autofinancement.

Schiltigheim, le 30 aout 2016

Le responsable
Maîtrise d'ouvrage Eau Potable



Olivier OTTMANN

