



HAL
open science

Schéma directeur d'alimentation en eau potable du périmètre de la Moder

Abdessamad Azmaoui

► **To cite this version:**

Abdessamad Azmaoui. Schéma directeur d'alimentation en eau potable du périmètre de la Moder. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2016. dumas-01580998

HAL Id: dumas-01580998

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01580998v1>

Submitted on 5 Jan 2022

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

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



Syndicat des Eaux
et de l'Assainissement
Alsace-Moselle



ÉCOLE NATIONALE DU GÉNIE DE L'EAU
ET DE L'ENVIRONNEMENT DE STRASBOURG

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

SCHÉMA DIRECTEUR D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DU PÉRIMÈTRE DE LA MODER

DÉPARTEMENT DU BAS RHIN (67), FRANCE



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de l'École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEES)

Spécialité Gestion Durable des Eaux en Milieu Urbain (GEDEMU)

Remerciements

Je remercie en premier lieu M. Olivier OTTMANN, mon maître de stage et responsable maîtrise d'ouvrage d'eau potable, de m'avoir accordé sa confiance, sa disponibilité, son écoute, son encadrement et son intérêt pour mon travail.

Je remercie également M. Jean-Bernard BARDIAUX, mon tuteur ENGEES pour ces conseils et son aide à la résolution des problèmes rencontrés au cours de ce stage.

Mes remerciements à Yann DOPLER, Christen KRIEGER pour leur disponibilité et leur rigueur, ainsi qu'aux équipes de terrain pour leurs aides précieux qu'ils m'ont apportée dans la préparation et la réalisation des campagnes de mesures et des essais sur terrain.

Je tiens à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans ce travail.

Je souhaite remercier mes collègues du bureau 6 à Reichstett pour leur accueil chaleureux, pour la bonne humeur et pour leurs encouragements durant ces six mois de stage.

Enfin, j'adresse ma vive gratitude à l'ensemble du personnel du bureau d'étude du SDEA pour leur accueil et leur gentillesse mais également pour la très bonne ambiance de travail.

Résumé

SCHÉMA DIRECTEUR D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DU PÉRIMÈTRE DE LA MODER

Le périmètre de la Moder compte une population de 9.200 habitants, regroupée dans 9 communes. Son approvisionnement en eau est assuré par six forages situés dans la vallée vosgienne du Rothbach, dont deux sont exploités en commun avec le Syndicat des Eaux de Offwiller et Environs. L'architecture des installations qui représente aujourd'hui un réseau de 95.5 km de conduites, a fait l'objet d'études régulières dont un projet de traitement de l'arsenic en 2003 et un diagnostic du réseau incluant une approche de gestion patrimoniale en 2007.

Bien que des travaux d'amélioration du fonctionnement des installations et de renouvellement des réseaux aient déjà été entrepris, le SDEA a souhaité réaliser un schéma directeur afin de planifier ses futurs projets structurants à l'horizon de 2040.

L'importance des besoins futurs de pointe conduit à proposer la recherche de nouvelles ressources à moyen terme pour compenser les déficits. La capacité de stockage doit aussi être renforcée pour maintenir une autonomie suffisante.

La simulation du fonctionnement hydraulique du périmètre a permis de dégager quelques axes de travaux à réaliser pour optimiser son fonctionnement, tel que la réduction des pressions des communes de l'Est et l'amélioration des temps de séjours dans quelques conduites.

L'évaluation du niveau de sécurisation de la production et de la distribution ont permis aussi de relever des travaux visant la sécurisation de l'ensemble des communes pour faire face à des scénarios de dysfonctionnements et difficultés de production ou de distribution.

L'étude patrimoniale du réseau, réalisée selon une méthodologie développée par le SDEA, a permis d'orienter les travaux de renouvellement du réseau.

L'ensemble des travaux proposés sont inscrits dans une liste de travaux hiérarchisés et chiffrés qui va représenter un plan de route pour une parfaite maîtrise des coûts.

Abstract

MASTER PLAN OF DRINKING WATER SUPPLY IN THE SCOPE OF THE MODER

The scope of the Moder has a population of 9 200 inhabitants, grouped in 9 towns. Its water supply is provided by six boreholes located in the north Vosges valley of Rothbach, two of which are operated jointly with the Waters Syndicate of Offwiller and Vicinity. The architecture of the system represents today 95.5 km of pipes that have been studied regularly, notably with an arsenic treatment project in 2003, and a network diagnostic including a wealth management approach in 2007.

Although works to improve the operation of installations and network renewal have already been undertaken, the SDEA wanted to achieve a master plan to elaborate its future strategic projects on the horizon of 2040.

The importance of the future peak demand led to propose to seek new resources in the medium term to make up the deficits. The storage capacity must also be strengthened to maintain a sufficient autonomy.

The simulation of the hydraulic operation of the scope has identified several axes of work that has to be done to optimize its operation, such as the reduction of eastern town's pressures and the improvement of the residence times in some pipes.

The assessment of the level of security of the production and the distribution has identified several works to secure all towns to deal with scenarios of malfunctions and difficulties of production or distribution.

The wealth management study of the network, carried out with a methodology developed by the SDEA, provided a framework for the renewal works of the network.

All proposed works are entered in a list in which they are classed by priority and cost. This list will led the strategy for the future works will provide an efficient cost management.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	15
I - PRESENTATION GENERALE	16
1. Présentation du SDEA.....	16
2. Présentation du périmètre de la Moder.....	17
3. Contexte et objectifs de l'étude.....	18
II - DIAGNOSTIC ET ETAT DES LIEUX	19
1. Ressources.....	19
2. Station de traitement.....	20
3. Qualité des eaux.....	21
4. Réservoirs	22
5. Inspection des ouvrages.....	23
6. Les équipements du réseau de distribution.....	23
6.1 Accessoires incendie :.....	23
6.2 Equipements de régulation :.....	23
7. Fonctionnement actuel	24
III - BILAN BESOINS RESSOURCES	25
1. Méthodologie	25
2. Production actuelle	25
3. Situation actuelle	26
3.1 Évolution de la population.....	26
3.2 Évolution du nombre d'abonnés	27
3.3 Évolution de la consommation	27
3.4 Rendement net du réseau	29
3.5 Indice linéaire de consommations.....	29
3.6 Indice linéaire de pertes.....	30
4. Situation future	30
4.1 Projection de la population	30
4.2 Projection du nombre d'abonnés	31
4.3 Rendement futur.....	32
4.4 Estimation des coefficients de pointes	32
4.5 Projection de la consommation moyenne	33
5. Bilan besoins / ressources	33
6. Capacité de stockage	34

IV - MODELISATION	36
1. Généralités	36
2. Construction du modèle	37
2.1 Paramétrage des équipements	37
3. Affectation des consommations et des fuites	38
3.1 Modèle de consommation domestique	38
3.2 Fuites	39
3.3 Consommations industrielles	39
4. Calage du modèle.....	40
4.1 Marnage du réservoir de Schalkendorf	40
4.2 Rugosité	40
4.3 Vérification des volumes sectoriels	41
4.4 Mesures débit pression.....	41
5. Résultats des simulations	41
5.1 Pressions minimales en jour moyen actuel	41
5.2 Temps de séjour moyens maximaux en jour moyen actuel	42
5.3 Autonomie	42
5.4 Pressions minimales en jour de pointe futur :	43
6. Résolution des problèmes	44
6.1 Réduction des pressions du Val de Moder.....	44
6.2 Temps de séjour.....	45
V - ANALYSE DU NIVEAU DE SECURISATION.....	47
1. Aléas Production	47
2. Aléas distribution	49
VI - GESTION PATRIMONIALE.....	52
1. Pratiques actuelles de la gestion patrimoniale	52
2. Principe de l'étude	52
3. Outil d'analyse multicritère.....	53
4. Analyse des données réseau.....	54
4.1 Matériaux.....	55
4.2 Age du réseau	55
4.3 Diamètres	57
4.4 Recensement des ruptures.....	57
5. Résultats de l'analyse multicritère.....	59
5.1 Résultats brutes.....	59

5.2 Analyse des résultats.....	59
VII - PROGRAMME DES TRAVAUX.....	61
1. Travaux issus du diagnostic :.....	61
1.1 Travaux sur les puits :.....	61
1.2 Travaux sur les réservoirs	61
2. Sécurisation du fonctionnement des ouvrage	61
3. Sécurisation des capacités de production.....	61
3.1 Vérification des excédents en eau des périmètres voisins.	61
3.2 Interconnexion avec le périmètre de Hochfelden et environs :	63
4. Renforcement des capacités de production	63
5. Renforcement des capacités de stockage	64
6. Aménagements sur le réseau.	64
6.1 Déviation et renouvellement de l'interconnexion du périmètre de la Moder avec Ingwiller.....	64
6.2 Sécurisation du passage sous le cours d'eau	64
7. Réduction de la pression	65
8. Travaux de renouvellement	65
9. Chiffrage.....	66
9.1 Renouvellement du réseau.....	66
9.2 Autres travaux	67
9.3 Impacte sur le prix de l'eau.....	68
VIII - CONCLUSION	69
BIBLIOGRAPHIE.....	70
ANNEXES.....	71
Annexe 1 : Schéma altimétrique d'alimentation en eau potable du périmètre de la Moder	72
Annexe 2 : Inspection télévisée des puits de Rothbach.....	73
Annexe 3 : Synoptique de la station de traitement d'Offwiller	74
Annexe 4 : Schéma simplifié d'alimentation en eau potable du périmètre de la Moder..	75
Annexe 5 : Exemple de fiche d'inspection des ouvrages.....	76
Annexe 6 : Synthèse du diagnostic des ouvrages	80
Annexe 7 : Plan de sectorisation du périmètre de la Moder.....	81
Annexe 8 : Ossature du réseau créé sur Porteau.....	82
Annexe 9 : Courbes de fonctionnement des pompes	83
Annexe 10 : Essais de rugosité.....	86
Annexe 11 : Essais débit-pression des poteaux incendie.....	88

Annexe 12 : Méthodologie de création d'un nouveau modèle Porteau à partir d'une extraction de la base de données ELYX	89
Annexe 13 : Evolution des teneurs en arsenic au niveau des forages	90
Annexe 14 : Carte thématique : Année de pose	91
Annexe 15 : Carte thématique : Matériaux	92
Annexe 16 : Carte thématique : Classe de priorité de renouvellement	93

Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition de la population sur les communes du périmètre de la Moder.....	18
Tableau 2: Caractéristiques des puits.....	19
Tableau 3: Résultats des analyses de la qualité de l'eau (ARS 2012-2015).....	21
Tableau 4: Caractéristiques des réservoirs du périmètre de la Moder	22
Tableau 5: Évolution de la production des puits.....	26
Tableau 6: Pourcentages des consommations des gros consommateurs par rapport à la consommation totale	28
Tableau 7: Les valeurs guides de l'indice linéaire de consommation	29
Tableau 8: Les valeurs références de l'indice linéaire de pertes,	30
Tableau 9: Calcul des besoins.....	33
Tableau 10: Hypothèses et résultats du calcul des besoins.....	34
Tableau 11: Bilan besoins ressources actuel et futur	34
Tableau 12: Coefficients de stockage et autonomies des ouvrages de stockage du Périmètre de la Moder.....	35
Tableau 13: Capacités (%) des ouvrages de stockage du Périmètre de la Moder	35
Tableau 14: Récapitulatif des données volumétriques actuelles et futures	39
Tableau 15: Volume de fuites actuelles et futures.....	39
Tableau 16: vérification des volumes sectoriels.....	41
Tableau 17: Comparaison entre autonomie théorique et simulé	43
Tableau 18: Dimensionnement de by-pass.....	46
Tableau 19: Évaluation du niveau de sécurisation de la distribution	51
Tableau 20: La pondération selon les types de matériaux	54
Tableau 21: Récapitulatif du système de notation.....	54
Tableau 22: Extrait des résultats de l'outil d'analyse multicritère	59
Tableau 23: Bilans besoins ressources des périmètres voisins	62
Tableau 24: Chiffrage des travaux à envisager.....	67

Liste des figures

Figure 1: Les territoires du SDEA	16
Figure 2: Localisation du Périmètre de la Moder.....	17
Figure 3: Vue aérienne de la station de traitement d'Offwiller	20
Figure 4: Evolution des teneurs en arsenic au niveau de la station de traitement d'Offwiller.	22
Figure 5: Évolution de la population sur le Périmètre de la Moder	26
Figure 6: Évolution du nombre d'abonnés sur le Périmètre de la Moder	27
Figure 7: Évolution du volume annuel consommé sur le Périmètre de la Moder	27
Figure 8: Évolution des besoins journaliers moyens du Périmètre de la Moder.....	28
Figure 9: Évolution du rendement net du réseau d'eau potable du Périmètre de la Moder	29
Figure 10: Projection de la population par la méthode courbe de tendance linéaire.....	31
Figure 11: Projection du nombre d'abonnés par la méthode courbe de tendance linéaire	32
Figure 12: Variation du coefficient de pointe journalière du Périmètre de la Moder.....	32
Figure 13: Modèle de consommation domestique du Périmètre de la Moder.....	39
Figure 14: Comparaison du marnage simulé et mesuré du réservoir de Schalkendorf en jour moyen actuel (journée de calage).....	40
Figure 15: Résultat de pressions minimales en jour moyen actuel.....	41
Figure 16: Résultats des temps de séjours moyens maximaux en jour moyen actuel.....	42
Figure 17: Résultat de pressions minimales en jour de pointe futur	43
Figure 18: Marnage du réservoir de Schalkendorf en jour de pointe futur	44
Figure 19: Schéma d'aménagement pour la réduction de pression sur le Val de Moder .	45
Figure 20: Pressions minimales après aménagement.....	45
Figure 21: Schéma d'un by-pass d'interconnexion.....	46
Figure 22: schéma de l'action de by-pass de la station de traitement	48
Figure 23: Marnage du réservoir de Schalkendorf en cas de la casse de la conduite principale Ø250	50
Figure 24: Principe des études de gestion patrimoniale.....	53
Figure 25: Proportions du linéaire de canalisation par matériau.....	55
Figure 26: Représentation cartographique des matériaux sur Obermodern-Zutzendorf : extrait de l'annexe15	55
Figure 27: Rythme de pose des conduites et pourcentage du linéaire total (1930-2015)	56
Figure 28: Représentation cartographique des années de pose sur Obermodern-Zutzendorf : extrait de l'annexe 14	56
Figure 29: Répartition des diamètres dans le réseau.....	57

Figure 30: Nombre de défaillances des conduites principales par an (2002-2015)	58
Figure 31: Nombre de ruptures en fonction de l'année de pose	58
Figure 32: Nombre de ruptures en fonction du matériau	58
Figure 33: Notation et classes de tronçons selon la pondération	59
Figure 34: Représentation cartographique des tronçons selon leur priorité de renouvellement sur la commune d'Obermodern-Zutzendorf : extrait de l'annexe 16.....	60
Figure 35: Les différentes possibilités d'interconnexion	62
Figure 36: Schéma d'interconnexion avec le périmètre de Hochfelden et environ.....	63
Figure 37: Déviation de la conduite d'interconnexion Ingwiller / Moder	64
Figure 38 : sécurisation de la conduite principale de Ø250.	65
Figure 39: Extrait du programme pluriannuel de renouvellement	66

Liste des Sigles

AEP :	Alimentation en Eau Potable
ARS :	Agence Régionale de Santé
ASTEE:	Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement
CGCT :	Code Général des Collectivités Territoriales
CO2 :	Dioxyde de carbone
CUS :	Communauté Urbaine de Strasbourg
DAO :	Dessin Assisté par Ordinateur
DN	Diamètre Nominal
DUP :	Déclaration d'Utilité Publique
DXF :	Drawing eXchange Format
FD :	Fonte Ductile
FR :	Fonte Rapide
FT :	Fonte standard
FTT :	Fonte Tout Terrain
GAEC :	Groupement Agricole d'Exploitation en Commun
ILC :	Indice Linéaire de Consommation
ILP :	Indice Linéaire de Pertes
INSEE :	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IRSTEA :	L'Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
NGF	Nivellement Général de la France
PEHD :	Polyéthylène Haute Densité
PVC :	Polychlorure de vinyle
RPQS :	Le Rapport sur le Prix et la Qualité du Service
SAP :	Progiciel de gestion intégrée d'entreprise
SCoT :	Schéma de Cohérence Territoriale
SCoTAN:	Schéma de Cohérence Territoriale de l'Alsace du Nord
SDAEP	Schéma Directeur D'alimentation en Eau Potable
SDEA :	Syndicat Des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle
SHP :	Shape file
SIG :	Système d'Information Géographique
UV :	Ultraviolet

Outils informatiques utilisés

Maestro

Maestro est le système de supervision des sites télégerés. Il permet notamment d'accéder, via des synoptiques, aux historiques de fonctionnement des ouvrages télégerés du SDEA ainsi qu'au report des alarmes.

Elyx

L'application Elyx est un Système d'Information Géographique (SIG) moderne de dernière technologie. Elle fonctionne sous la forme d'une base de données interactive (Elyx Office) complétée par un navigateur internet (Elyx Web) qui permet d'accéder, aux plans détaillés des réseaux d'eau potable et d'assainissement des communes membres du SDEA.

Packvolumes

Packvolumes est la plateforme informatique rassemblant toutes les données de gestion des abonnés tels que les volumes consommés et les tarifs.

Porteau

Porteau est un outil de modélisation du comportement d'un réseau maillé de distribution ou de transport d'eau sous pression développé par l'irstea (institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture). Il constitue un outil d'analyse et d'aide à la décision pour le dimensionnement et la gestion d'un réseau de distribution ou d'adduction d'eau potable.

MicroStation

MicroStation est un logiciel d'ingénierie collaborative, ou anciennement de conception assistée par ordinateur (CAO) utilisé au sein du bureau d'études pour la construction d'ouvrages.

INTRODUCTION

La majorité des réseaux d'alimentation en eau potable en France ont été conçus et posés avant 1950, leurs performances ont connu de fortes dégradations à cause du vieillissement des canalisations. De plus, les communes françaises ont connu des extensions très importantes, avec un changement des modes de consommation et une baisse des besoins individuels dues à l'évolution technologique et le changement de leurs comportement vis-à-vis la consommation de l'eau. Le contexte de hausse des besoins et de la croissance de la demande est actuellement moins présent. Par contre, de nouveaux enjeux sont mis en évidence tel que l'inacceptation des incidents et des coupures d'eau de la part des usagers.

Dans ce cadre, les stratégies des exploitants et des collectivités locales doivent être réajustées et pilotées au plus juste afin de répondre aux besoins d'extension, d'amélioration, de renouvellement des réseaux et des ouvrages de traitement et de stockage tout en tenant compte de la baisse des capacités d'investissement causée par la stabilité des tarifs et baisse des ventes d'eau.

C'est dans ce contexte que le SDEA programme un schéma directeur d'alimentation en eau potable du Périmètre de la Moder, situé dans le secteur Nord du département du Bas-Rhin, Région de l'Alsace Lorraine Champagne Ardennes au Nord-Est de la France. Ce périmètre contient neuf (9) communes, 9 200 habitants et 3 544 abonnés, son alimentation en eau potable est assurée par six (6) forages situés à Rothbach et sur le ban communal de Lichtenberg.

Cette étude inclut une évaluation de l'impact des travaux réalisés suite aux études de 2003 et 2007 ainsi que le recensement de nouveaux points à traiter en vue de programmer les éventuels travaux de réhabilitation/renouvellement nécessaires pour garantir un service de distribution d'eau potable au meilleur niveau.

Dans cette optique, je consacrerai la première partie de l'étude à l'établissement d'un diagnostic des ouvrages et des réseaux afin de comprendre leur fonctionnement actuel. Ensuite, j'établirai dans la deuxième partie un bilan besoins ressources actuel et futur pour l'horizon 2040. Dans la troisième partie, je modéliserai le réseau sur le logiciel Porteau. J'évaluerai par la suite le niveau de sécurisation du système. Enfin, une dernière partie sera consacrée à la réalisation d'une analyse multicritère de l'état des conduites à l'appui d'un outil spécifique développé au SDEA.

I - PRESENTATION GENERALE

1. Présentation du SDEA

Le Syndicat des Eaux et de l'Assainissement de l'Alsace-Moselle (SDEA) est un syndicat mixte régi par le Code Général des Collectivités Territoriales (article 5721-1). Il fédère des communes ou groupements de communes (syndicats, communautés de communes), l'Eurométropole de Strasbourg, le Département du Bas-Rhin, du Haut-Rhin et la Moselle.

Le Syndicat compte à l'heure actuelle 550 agents pour un budget annuel d'environ 200 millions d'euros en 2014 et un chiffre d'affaire de 75 millions d'euros, le syndicat adhère près de 500 communes dont la population est de 810 milles habitants au total.

Le SDEA est organiser autour de 5 centres ; le centre de Haguenau, Saverne, Benfeld, Bitche et le siège situé à Schiltigheim, qui regroupent les fonctions supports (ressources humaines, affaires juridiques - achats, finances - gestion des abonnés, contrôle interne et de gestion, management de la performance, communication) et les fonctions d'expertise technique (pôles réseaux, ouvrages - logistique, études, systèmes d'information).

Le SDEA est divisé en 7 territoires à savoir ; Territoire Nord, Ouest, Centre-Nord, CUS, Centre-Sud, Alsace-Centrale, Est Mosellan.

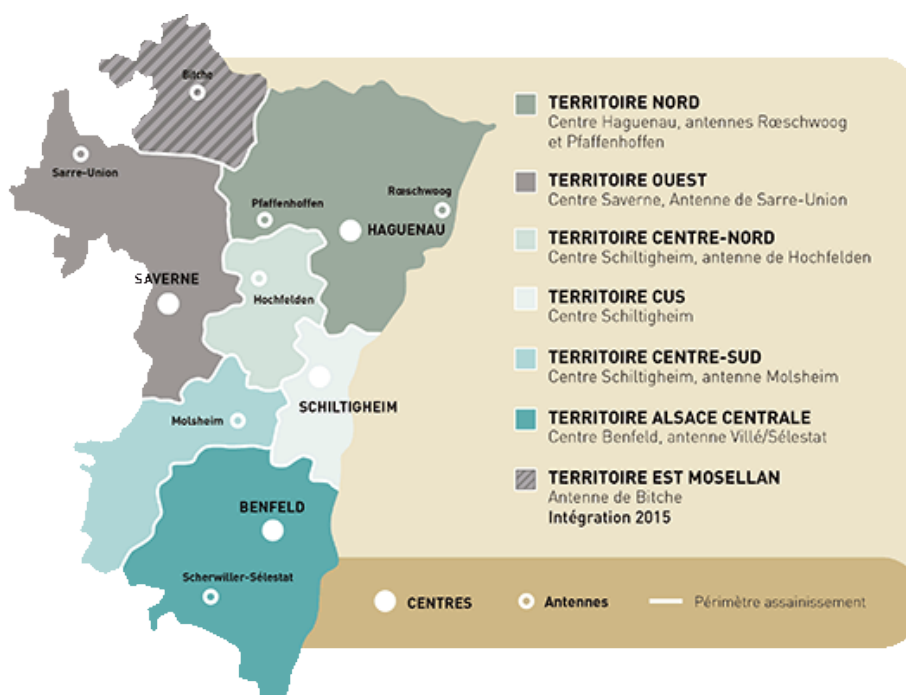


Figure 1: Les territoires du SDEA

En tant que groupement de collectivités, le SDEA est administré par les élus des collectivités membres, chaque délégué est appelé à s'impliquer au niveau local, au niveau territorial et au niveau global au sein des commissions locales, des assemblées territoriales et des assemblées générales.

Les compétences du SDEA sont focalisées autour de l'eau et de l'assainissement en termes d'étude, de réalisation, d'extension, d'amélioration, de rénovation, de contrôle, d'entretien, d'exploitation et de maîtrise d'ouvrage des équipements publics de production, de transport et de distribution d'eau potable. Ainsi que la collecte, le transport et de

traitement des eaux usées et pluviales. Mais aussi, le contrôle, l'entretien des systèmes d'assainissement non collectifs, la gestion des abonnés et l'assistance administrative.

Dans le cas d'un transfert total de compétence, le SDEA est Maître d'Ouvrage des installations de la collectivité, mais dans le cas de transfert partiel des compétences, le SDEA gère les réseaux et les ouvrages mais ces derniers restent sous la propriété de la commune concernée. En revanche, depuis janvier 2008, les nouvelles collectivités membres doivent transférer l'ensemble des compétences en eau et/ou assainissement au SDEA. Les collectivités déjà partiellement intégrées avant cette date conservent l'organisation mise en place mais peuvent effectuer des transferts complémentaires jusqu'à un transfert total, on parle alors de périmètre intégré.

2. Présentation du périmètre de la Moder



Figure 2: Localisation du Périmètre de la Moder

Le périmètre de la Moder est situé à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de Haguenau et s'étend sur environ 42 km². Il compte une population de 9.200 habitants répartie dans 9 communes, à savoir Obersoultzbach, Niedersoultzbach, Uttwiller, Menchhoffen, Obermodern-Zutzendorf, Pfaffenhoffen, La Walck, Uberach présentée dans le tableau suivant :

Tableau 1: Répartition de la population sur les communes du périmètre de la Moder

Communes	Population
Menchhoffen	580
Obermodern-Zutzendorf	1 720
Obersoultzbach	430
Niedermodern	880
Niedersoultzbach	260
Uberach	1 180
Uttwiller	180
La Walck	1 170
Pfaffenhoffen	2 800
Total de la population de la Moder	9 200

Son approvisionnement en eau est assuré par 6 forages situés dans la vallée vosgienne de Rothbach et sur le ban communal de Lichtenberg, dont deux sont exploités en commun avec le Syndicat des Eaux de Offwiller et Environs. Le réseau d'adduction et de distribution fait 95,5 km de long.

3. **Contexte et objectifs de l'étude**

Contexte de l'étude :

Le périmètre de la Moder a précédemment connu deux études de son alimentation en eau potable, dont la première a fait l'objet d'un projet de traitement de l'arsenic en 2003 et la deuxième d'un diagnostic du réseau et une approche de gestion patrimoniale en 2007. Suite à ces études, des travaux d'amélioration du fonctionnement des installations et de renouvellement des réseaux ont été réalisés, le SDEA souhaite poursuivre l'évaluation des risques d'interruption de l'approvisionnement du périmètre et planifier les futurs projets structurants du périmètre.

L'objectif de cette étude est :

- D'établir un bilan des performances actuelles du réseau,
- D'évaluer l'impact des travaux réalisés depuis les études de 2003 et 2007,
- D'établir un diagnostic du fonctionnement des installations de production ainsi que celles de distribution,
- D'intégrer les nouvelles priorités issues du diagnostic à établir.

Tout cela permettra de proposer des aménagements et une hiérarchisation des travaux prioritaires avec notamment un programme pluriannuel de sécurisation et de renforcement/renouvellement.

Pour réaliser cette étude, l'approche décrite ci-dessous a été suivie :

- Réaliser un bilan des besoins quantitatifs actuels et futurs,
- Réaliser un diagnostic qualité des eaux dès la production jusqu'à la distribution,
- Modéliser le fonctionnement du réseau avec Porteau,
- Réaliser un diagnostic patrimonial à l'aide de l'outil d'analyse multicritères,
- Analyser la vulnérabilité de l'approvisionnement en eau, et simuler des scénarios d'incidents puis proposer des solutions de sécurisation.

II - DIAGNOSTIC ET ETAT DES LIEUX

1. Ressources

Le Périmètre de la Moder est alimenté en eau potable produite par six puits dont quatre situés à Rothbach et les deux autres sur le ban communal de Lichtenberg. Pour assurer une sécurisation de son alimentation en eau potable, le Périmètre de la Moder dispose de deux interconnexions au niveau du réseau de distribution, la première avec les installations de la Ville d'Ingwiller et la deuxième avec le Syndicat des eaux d'Offwiller et Environs.

Les caractéristiques et capacités de production des différents puits sont décrites dans le tableau suivant :

Tableau 2: Caractéristiques des puits

	Situation	Indice National	Capacités maximums des forages m ³ /h	Capacités autorisées par la DUP		Capacités installées m ³ /h	Capacités maximums mesurées m ³ /h
				m ³ /h	m ³ /j		
Puits 1	Rothbach	197-4-35	30	22 m ³ /h	528 m ³ /j	22	18
Puits 2	Rothbach	197-4-36	32	27 m ³ /h	648 m ³ /j	27	29
Puits 3	Lichtenberg	197-4-39	30 +vanne à 16 pour insuffisance de ressources	16 m ³ /h	384 m ³ /j	16	15
Puits 4	Lichtenberg	197-4-40	18	18 m ³ /h	432 m ³ /j	18	14
Puits 5	Rothbach	197-4-54	30	30 m ³ /h	720 m ³ /j	30	28
Puits 6	Rothbach	197-4-55	50	48 m ³ /h	1152 m ³ /j	48	46
Total			176	161 m³/h		161	150

Avec :

- Capacité maximum du forage: c'est la capacité issue des essais de débit du forage.
- Capacité autorisée par la DUP: c'est la capacité autorisée par le déclaratif d'utilité publique.
- Capacité installée: c'est la capacité de pompage installé.
- Capacité maximum mesurée: c'est le débit maximal pompé mesuré.

Ainsi, la capacité totale de production des puits autorisée par la DUP est arrondie à 160 m³/h, soit 3 840 m³/j sur la base de 24h de pompage.

Notons que les puits 5 et 6 sont exploités en commun avec le Syndicat des Eaux d'Offwiller, la part de ce dernier a été prise en compte dans le calcul du volume réservé pour le périmètre de la Moder. **La convention prévoit en effet que le périmètre d'Offwiller en dispose une quote-part de 38 m³/h (50% de la capacité autorisée par la DUP des puits 5 et 6), soit 915 m³/j.** Les frais d'exploitation des puits en commun (5 et 6) sont répartis selon un prorata global de la production effective de ces derniers calculé annuellement. **Les dépenses d'investissements sur les puits 5 et 6 sont réparties à raison de 66 % pour la Moder et 34 % pour Offwiller.**

La capacité de production pour le périmètre de la Moder est donc 122 m³/h (160-38 m³/h).

Pour garantir le bon état de son patrimoine, le SDEA fait des inspections et suivis réguliers de ces ouvrages de production, de stockage et de distribution. Dans ce cadre, des inspections télévisées des puits ont été faites en 2014 pour l'ensemble des puits mis à part pour le puits 6 où la dernière inspection télévisée date de 2007.

Les inspections télévisées ont conduits à relever plusieurs anomalies ou dégradations au niveau des tubages ou bien la présence de dépôts importants au fond des puits. Celles-ci

sont décrites dans le tableau annexe 2, avec des recommandations pour améliorer l'état des ouvrages.

2. Station de traitement



Figure 3: Vue aérienne de la station de traitement d'Offwiller

Le Syndicat des Eaux d'Offwiller et Environs disposait auparavant d'une station de neutralisation d'une capacité de production de 131 m³/h. Les mesures en continu de la qualité des eaux traitées ont relevés de légères augmentations momentanées de la teneur en arsenic. Celle-ci étant supérieure à celle définie par la réglementation a poussé le SDEA à mettre en place un traitement de l'arsenic avec une neutralisation des eaux des puits.

L'étude réalisée en 2003 a porté sur l'implantation d'une station de traitement de l'arsenic et de l'agressivité de l'eau provenant des 6 puits du Périmètre de la Moder (160 m³/h) et des 4 sources du Syndicat des Eaux d'Offwiller (débit moyen de 50 m³/h). **Sa capacité est de 210 m³/h, elle peut être étendue à 260 m³/h.**

La nouvelle station de traitement a été mise en service en juin 2008, sa filière de traitement est composée de l'amont à l'aval de :

- Arrivée des eaux brutes provenant des six forages du périmètre de la Moder et des quatre sources du Syndicat des Eaux d'Offwiller et Environs. Ces dernières débitent 50 m³/h en période de production moyenne et 25 m³/h en période d'étiage, avec un refoulement vers la station de traitement d'une capacité de 55 m³/h.
- D'un traitement de l'arsenic à l'aide d'un simple passage à travers deux réacteurs chargés de granulats d'hydroxyde de fer, matériau adsorbant de l'arsenic.
- D'un traitement de l'agressivité de l'eau par percolation sur du calcaire terrestre finement broyé réparti dans trois filtres ouverts en parallèle.
- D'une injection de soude de l'ordre de 3,5 mg/l pour compléter la neutralisation du CO₂ agressif.
- D'une désinfection à l'aide d'un stérilisateur UV. Un dispositif d'injection de chlore est mis en place et se déclenche automatiquement en cas de panne au niveau du stérilisateur.

Un synoptique détaillé de la station de traitement est présenté en annexe 3.

Une convention a été établie entre le Périmètre de la Moder et le Syndicat des Eaux d'Offwiller, elle précise que ce dernier peut pomper jusqu'à 60 m³/h de l'eau traitée. Elle précise également que les frais de maintenance et réparations effectuées sur la station de traitement seront répartis entre les deux collectivités au prorata des volumes sortants. **Les dépenses d'investissements incluant les grosses réparations et le renouvellement du matériel sont réparties à raison de 58,1 % pour la Moder et 41,9 % pour Offwiller.**

La régulation de la production assure la destination de l'eau des sources au Syndicat des Eaux d'Offwiller. Il peut être relevé que l'eau de sources non utilisée est reversée au milieu naturel au niveau de la vidange de la station de pompage située entre les sources et la station de traitement. **Une utilisation de ces eaux vers le périmètre de la Moder pourra être suggérée, au titre de l'intérêt énergétique que présente l'utilisation d'eau de source, comparée à un pompage d'eaux souterraines.**

3. Qualité des eaux

Le contrôle et les analyses de la qualité de l'eau de distribution sont assurés par l'Agence Régionale de Santé.

L'eau de distribution du périmètre de la Moder est de très bonne qualité microbiologique. Elle est douce (environ 8 °F), dont la minéralisation répond aux exigences de l'ARS et elle est très faiblement nitratée (environ 3 mg/l). Aucun pesticide n'a été détecté. Ces dernières années, une légère contamination bactériologique a été détecté chaque année ayant conduit à des interventions ponctuelles (chloration, purge du réseau) pour rétablir très vite la qualité de l'eau distribuée.

Voici ci-dessous quelque indicateur de qualité de l'eau de distribution de la Moder :

Tableau 3: Résultats des analyses de la qualité de l'eau (ARS 2012-2015)

	2012	2013	2014	2015
Taux de conformité microbiologique	96 %	96 %	96 %	100 %
Nombre de prélèvements analyses microbiologiques total	27	25	27	22
Nombre de prélèvements analyses microbiologiques non conformes	1	1	1	0
Taux de conformité physico-chimique	100 %	100 %	100 %	100 %
Nombre de prélèvements analyses physico-chimiques total	51	52	50	57
Nombre de prélèvements analyses physico-chimiques non conformes	0	0	0	0

La consommation de l'eau ne fait l'objet d'aucune réclamation de la part des usagers, attestant de bonnes organoleptiques (source : réclamations écrites et orales du service Qualité d'eau du SDEA).

Depuis la mise en service de la nouvelle station de traitement (2009), la teneur en arsenic et en dessous de la limite de qualité (voir graphique ci-dessous). Cette teneur est en augmentation continu. Cela s'explique par la saturation des matériaux adsorbants de l'arsenic qu'il faut remplacer périodiquement lorsque le résiduel d'arsenic en sortie des filtres s'approche de 10 µg/l.

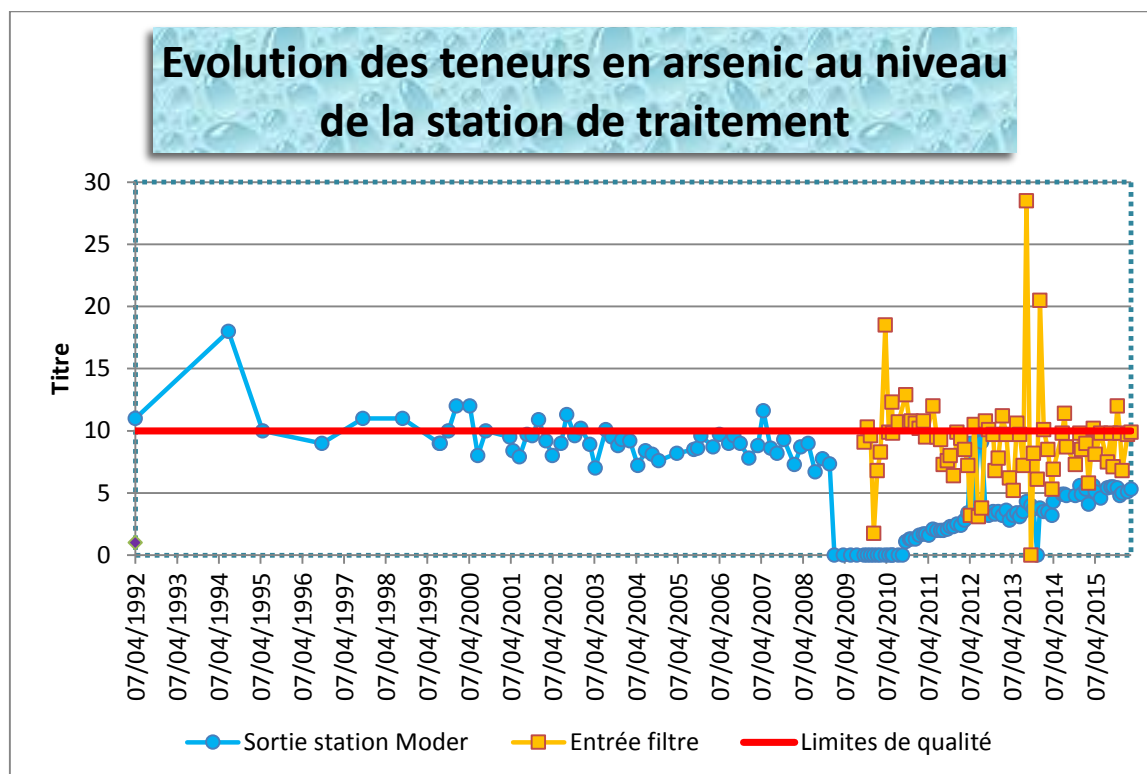


Figure 4: Evolution des teneurs en arsenic au niveau de la station de traitement d'Offwiller.

4. Réservoirs

Le stockage ainsi que la mise en charge des eaux de distribution du Périmètre de la Moder est assuré par deux réservoirs semi-enterrés de caractéristiques suivantes :

Tableau 4: Caractéristiques des réservoirs du périmètre de la Moder

localisation	Type	Niveau d'eau (m)	Capacité (m ³)	Réserve utile (m ³)	Réserve incendie
Zutzendorf	Semi-enterré	233,20	200	80	120
Schalkendorf	Semi-enterré	259,10	1 000	800	200
Total des réserves			1 200	880	320

Nous ajoutons à ces deux réservoirs les bâches d'eaux traitées de la station d'Offwiller, dont les volumes sont de 125 m³ chacune. Nous obtenons au total une capacité de stockage de 1 450 m³, dont un volume de 320 m³ est réservé à la défense incendie. Les réserves d'eaux peuvent assurer une autonomie théorique moyenne de 17h et une autonomie en pointe de 12h selon le rapport annuel 2015 sur le prix et la qualité du service (RPQS).

Le réservoir de Zutzendorf est constitué d'une seule cuve cylindrique. Il est alimenté par écoulement gravitaire depuis la station de traitement et dessert uniquement le village de Zutzendorf.

Par ailleurs, le réservoir de Schalkendorf est constitué de deux cuves cylindriques, alimentées par écoulement gravitaire depuis la station de traitement. Une vanne motorisée est installée au niveau du regard d'Obermodern sur la conduite principale Ø250 mm pour assurer la régulation du remplissage du réservoir.

Un schéma général simplifié du fonctionnement des différents ouvrages de production, de stockage et de distribution est présenté en annexe 4.

5. Inspection des ouvrages

Une visite des ouvrages a été faite le 12 janvier 2016 en compagnie du maître de stage et du technicien ouvrages en charge de l'exploitation du Périmètre de la Moder. L'inspection des ouvrages de production et de stockage a été effectuée à l'aide de fiches d'inspection (annexe 5) qui décrivent l'état actuel et permettent de recenser les travaux à venir ou les améliorations à apporter.

Concernant les puits, les recommandations données suite aux inspections télévisées n'ont pas encore été mise en œuvre. L'exploitant justifie son choix par la suffisance de la production actuelle et de l'absence de baisse de la capacité des puits. En effet, ce choix peut se comprendre dans la mesure où les travaux de réhabilitation sont coûteux et présentent des risques pour les ouvrages.

Un rapport détaillé du diagnostic et état des ouvrages a été rédigé et transmis aux élus et aux responsables du secteur. Un tableau synthétique de l'état des ouvrages est mis à disposition en annexe 6.

6. Les équipements du réseau de distribution

Le réseau d'eau potable du périmètre de la Moder comprend un certain nombre d'équipements comprenant : des accessoires incendie, des équipements de régulation et des ouvrages de comptages pour les interconnexions et la sectorisation.

6.1 Accessoires incendie :

451 accessoires incendie sont mis en place afin d'assurer la défense incendie, dont 238 poteaux incendie, 159 poteaux auxiliaires et 54 hydrants.

6.2 Equipements de régulation :

Une vanne motorisée est placée à l'intersection de la conduite de Ø250 mm alimentant le réservoir de Schalkendorf et la conduite de Ø150 mm desservant le périmètre à l'exception du village de Zutzendorf, desservi par le réservoir de Zutzendorf. Cette vanne est asservie au niveau d'eau du réservoir de Schalkendorf qui se remplit en période nocturne et se vide en période diurne dans le but d'économiser le coût d'énergie de pompage.

Le réseau comprend 3 stabilisateurs de pression aval :

- à l'arrivée de la ville d'Ingwiller réglé à 3 bars, permet de maintenir une pression supérieure à 3 bars à Obersoulsbach.
- à Obermodern au départ vers Zutzendorf réglé à 4.5 bars pour assurer la défense incendie à Zutzendorf.
- à La Walck au départ vers Kindwiller avec une consigne de 4.2 bars.

Par ailleurs, dans le cadre du renforcement de sa politique de lutte contre les fuites, le périmètre de la Moder a engagé fin de 2011 un programme de sectorisation visant à assurer un suivi plus précis de son réseau de distribution.

L'engagement a été porté sur la construction de regards ou l'utilisation d'ouvrages existants à équiper de compteurs, ou de débitmètres couplés à des équipements de transmission de données. Le réseau a été subdivisé en 6 secteurs dont les débits entrants et sortants sont mesurés par 8 points de mesures, équipés de 13 compteurs, permettant l'analyse des volumes journaliers et des débits de nuit. Parmi ceux-ci figurent 3 regards d'interconnexion (avec Offwiller et Ingwiller), comprenant 5 compteurs.

Cette démarche a permis d'identifier les secteurs présentant des pertes importantes et de programmer les travaux de rénovation des conduites nécessaires. Elle permet aujourd'hui d'identifier rapidement l'apparition de nouvelles fuites.

Un plan général du projet de sectorisation du périmètre de la Moder est présenté en annexe 7.

7. Fonctionnement actuel

Le périmètre de la Moder est desservi depuis la station de traitement par une conduite principale de diamètre Ø250 mm. Celle-ci alimente deux secteurs de distribution :

Le secteur de Zutzendorf : La conduite principale achemine l'eau vers le réservoir de Zutzendorf, qui à son tour, alimente le village de Zutzendorf par une conduite de Ø125 mm.

Le secteur de Schalkendorf : La conduite principale se scinde en trois conduites au niveau du regard du village d'Obermodern qui dispose d'une vanne motorisée. Cette dernière s'ouvre pour remplir le réservoir de Schalkendorf par une conduite de Ø250 en série avec une Ø300 mm. Parallèlement au remplissage du réservoir, une partie de l'eau alimente en même temps la partie Est et Ouest du périmètre.

Les communes du secteur Est sont alimentées par deux conduites en parallèles Ø150 mm et Ø300 mm quand la vanne motorisée est ouverte et par le réservoir de Schalkendorf quand cette dernière est fermée.

Les communes du secteur Ouest sont alimentées par une conduite de Ø150 mm. Cette dernière se scinde en deux conduites de Ø150 mm ; la première alimente Menchhoffen et la deuxième alimente Uttwiller, Niedersoultzbach et Obersoultzbach.

Le village de Zutzendorf peut aussi être desservi par le réservoir de Schalkendorf en passant par Obermodern à l'aide d'une conduite de Ø150 mm en cas de manque d'eau ou de dysfonctionnement au niveau du réservoir de Zutzendorf.

Dans le cadre de la sécurisation des ressources, une interconnexion Offwiller/Moder est mise en place sur la partie Est du périmètre. De même sur la partie Ouest, deux interconnexions Ingwiller/Moder sont mises en place et peuvent alimenter les deux branches du réseau Ouest.

Conclusion du chapitre II :

Les ressources en eau du périmètre de la Moder sont issues de 6 forages dont deux sont en commun avec le Syndicat des Eaux d'Offwiller. La capacité de production de ces derniers est de 160 m³/h, soit 3 840 m³/j. Compte tenu de la quote-part dédiée au Syndicat des Eaux d'Offwiller, la capacité de production pour le périmètre de la Moder est de 122 m³/h.

L'eau des puits est traitée au niveau de la station de traitement de l'arsenic et de l'agressivité d'Offwiller. Sa capacité est 210 m³/h extensible à 260 m³/h. Elle reçoit les eaux provenant des 6 puits du Périmètre de la Moder (160 m³/h) et des 4 sources du Syndicat des Eaux d'Offwiller (débit moyen de 50 m³/h, étiage de 25 m³/h).

L'eau traitée est de très bonne qualité microbiologique, douce (environ 8 °F), dont la minéralisation répond aux exigences de l'ARS et elle est très faiblement nitrée (environ 3 mg/l).

Les eaux des sources sont destinées au Syndicat des Eaux d'Offwiller en plus de 38 m³/h des puits en commun. L'eau des sources non utilisée est reversée au milieu naturel, donc une utilisation de ces eaux vers le périmètre de la Moder pourra être suggérée.

Le périmètre possède deux réservoirs semi-enterrés avec une réserve utile totale de 880 m³ et d'une réserve incendie de 320 m³. Des propositions d'amélioration issues du diagnostic des ouvrages sont présentées en annexe 6

Trois interconnexions sont mises en places, deux avec la ville de Ingwiller et une avec Offwiller.

Le réseau est constitué de 95.5 km de conduites, 451 accessoires incendie, 3 stabilisateurs de pression et une vanne motorisée qui joue un rôle principal dans le fonctionnement du réseau de distribution.

III - BILAN BESOINS RESSOURCES

Les besoins en eau d'un périmètre ne dépendent pas seulement du volume d'eau desservant les abonnés, mais aussi des pertes dans le réseau et des volumes d'eau non comptabilisés comme pour l'arrosage public ou bien pour réaliser des essais sur le réseau. Dans cette partie, nous allons décrire dans un premier temps la situation actuelle ainsi que l'évolution des paramètres qui ont un lien direct avec les besoins en eau. Ensuite, nous extrapolerons ces données pour estimer les besoins futurs en suivant la méthodologie décrite dans le paragraphe correspondant, nous finirons par un bilan besoins ressources de l'état actuel et à un horizon fixé à 2040.

Les données démographiques sont basées sur les statistiques de l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Études Économiques). L'évolution du nombre d'abonnés et des consommations annuelles est issue du progiciel Packvolumes outil spécifique au SDEA qui permet de visualiser tout ce qui concerne la gestion des abonnés, des volumes et des tarifs par territoire et par commune.

1. Méthodologie

Le SDEA a constaté une diminution des ventes d'eau sur un certain nombre de périmètres au cours de ces dernières années. Celle-ci a conduit à une analyse plus fine des facteurs influençant les modes de consommations et à procéder à un ajustement de la méthode de calcul des besoins futurs. Cette méthode s'articule autour des éléments suivants :

- Étude statistique de l'évolution de la population. Celle-ci nous permettra de projeter une situation démographique du périmètre à l'horizon 2040,
- Un complément de données issues de documents d'urbanisme et d'études proposant des perspectives d'évolution de la population (SCoT, INSEE...),
- Des données sur l'évolution des besoins moyens annuels des populations. Cette évolution est associée aux changements des modes individuels de consommation, l'évolution des technologies ou des normes (vers des habitats passifs). L'utilisation de ressources alternatives et l'adaptation au réchauffement climatique reste difficile à prévoir. Une approche de détermination des besoins futurs est proposée dans la présente étude.

2. Production actuelle

La capacité de production journalière de la station de traitement en période d'étiage est de 4 070 m³/j (160+25 m³/j x 22h). La capacité des équipements de reprise répartie les volumes disponibles à raison de 1 440 m³/j (60 m³/h x 24h) des eaux traitées pour Offwiller, et 2630 m³/j (4 070 - 1 440 m³/j) pour le Périmètre de la Moder.

Le tableau suivant présente l'évolution de la production des puits ainsi que leurs taux d'utilisation en tenant compte les puits en commun avec Offwiller et Environs:

Tableau 5: Évolution de la production des puits

ANNEES	Production puits de Rothbach	Pourcentage d'utilisation des ressources
1995	567 500	59 %
1996	678 739	71 %
1997	598 055	62 %
1998	588 736	61 %
1999	546 672	57 %
2000	549 275	57 %
2001	532 853	56 %
2002	554 406	58 %
2003	665 756	69 %
2004	626 849	65 %
2005	633 104	66 %
2006	589 332	61 %
2007	555 579	58 %
2008	657 120	68 %
2009	599 299	62 %
2010	540 634	56 %
2011	517 964	54 %
2012	543 445	57 %
2013	502 007	52 %
2014	506 247	53 %

Nous constatons que l'exploitation des puits ne dépasse pas 60 % depuis 2010.

3. Situation actuelle

3.1 Évolution de la population

La population du Périmètre de la Moder s'élève à 9 098 habitants d'après le recensement de 2013. Cette dernière a connu une évolution remarquable pour passer de 5 954 en 1954 à 7 635 en 1990 et atteindre 9 098 habitants en 2013.

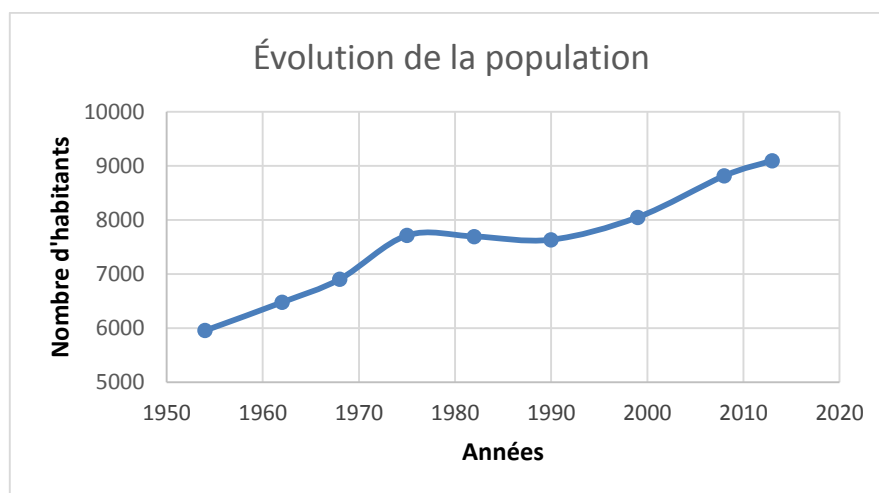


Figure 5: Évolution de la population sur le Périmètre de la Moder

Le taux d'accroissement annuel moyen de la population sur la période 1954-2013 se situe à 0,72 %. Nous remarquons toutefois une légère baisse ou plutôt une stagnation du nombre d'habitants sur la période 1975-1990. Cela peut être expliqué par la forte dynamique

migratoire des actifs liée à la diminution de l'emploi agricole et ouvrier avec un départ des jeunes adultes vers la région Strasbourgeoise pour la poursuite des études et la recherche d'emploi.

3.2 Évolution du nombre d'abonnés

L'évolution du nombre d'abonnés n'est pas strictement liée à l'évolution de la population, mais il dépend du nombre de personne par ménage.

Actuellement, le nombre d'abonnés du périmètre est 3 544 contre 2 845 abonnés en 1998.

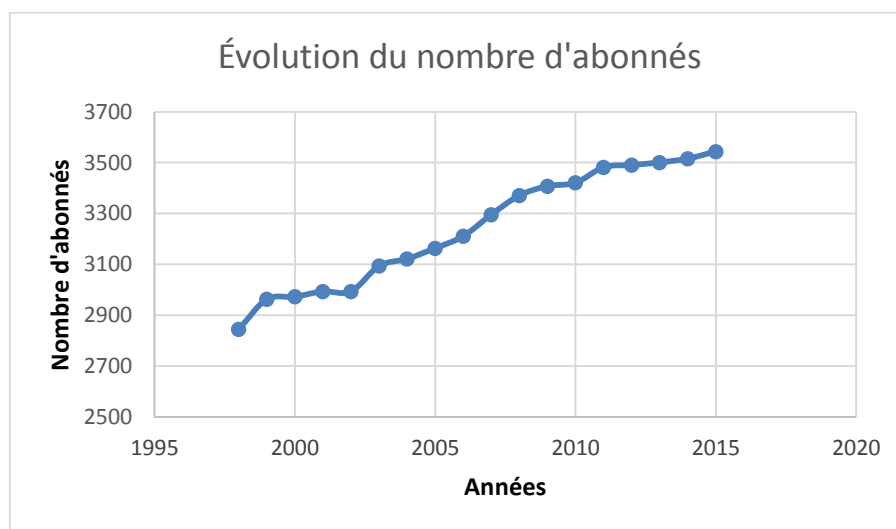


Figure 6: Évolution du nombre d'abonnés sur le Périmètre de la Moder

L'évolution du nombre d'abonnés décrite dans le graphique ci-dessus montre que ce dernier n'a pas cessé d'augmenter entre 1998 et aujourd'hui avec un taux d'accroissement annuel moyen de 1,39 %. Le taux de croissance de la population sur la même période est 0,90 % ce qui montre que le nombre d'abonnés évolue plus rapidement que la démographie.

3.3 Évolution de la consommation

La consommation d'eau du périmètre de la Moder est essentiellement liée aux consommateurs domestiques représentés actuellement par 3 542 abonnés. La Moder possède aussi deux gros consommateurs : la piscine de la communauté de communes de Val de Moder située à Pfaffenhoffen et l'exploitation agricole GAEC KAUFFMANN située à Zutzendorf. Les évolutions des consommations annuelles totales (entre 1998 et 2015) et celles des gros consommateurs (entre 2011 et 2015) sont présentés sur le graphe ci-dessous :

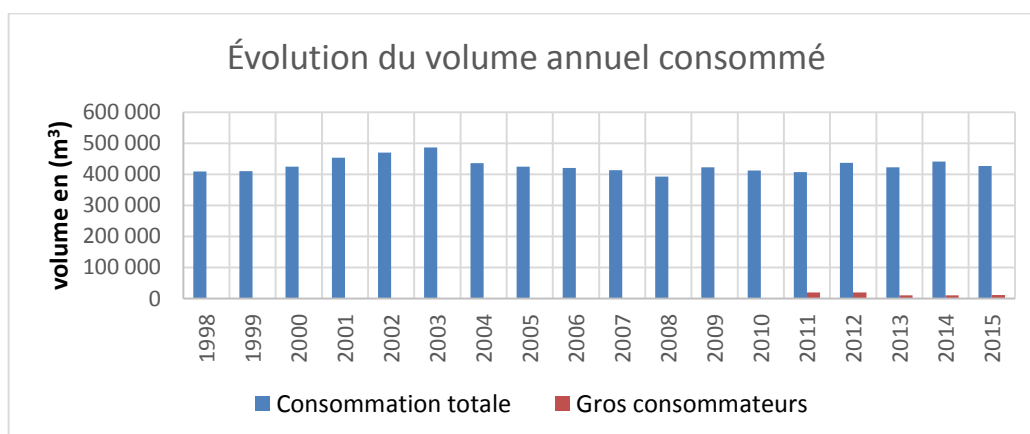


Figure 7: Évolution du volume annuel consommé sur le Périmètre de la Moder

La consommation annuelle est stable globalement ces dernières années, elle oscille faiblement autour de 430 000 m³, avec un pic en 2003 probablement lié à la période caniculaire estivale.

L'Agence de l'Eau considère comme gros consommateur tout abonné dépassant une consommation annuelle de 6 000 m³/an. Sur le tableau ci-dessous, nous remarquons une baisse d'environ 10 000 m³ sur les consommations de la piscine de Val de Moder à partir de 2013. Le responsable de la piscine contacté à ce sujet nous a informé d'une fuite sur le bassin, qui a fait l'objet d'une réparation début 2013. Nous pouvons aujourd'hui considérer la piscine du Val de Moder comme étant un consommateur domestique puisque sa consommation représente moins de 1 % des ventes totales.

Concernant le GAEC KAUFFMANN, cette exploitation agricole est branchée sur une conduite de Ø125, en plus, sa consommation représente moins de 2 % des ventes totales et n'a pas d'incidence particulière sur le fonctionnement hydraulique du réseau.

Les gros consommateurs de la Moder ne feront pas l'objet d'une étude spécifique, ils seront considérés comme abonnés domestiques.

Tableau 6: Pourcentages des consommations des gros consommateurs par rapport à la consommation totale

Années	2011	2012	2013	2014	2015
Consommation totale	407 154	437 023	422 620	440 806	426 254
Piscine de Pfaffenhoffen	12 668	13 011	3 266	1 371	2 431
GAEC KAUFFMANN	6 556	6 646	7 327	8 540	9 053
Total gros consommateurs	19 224	19 657	10 593	9 911	11 484
Pourcentage / consommation totale	5 %	4 %	3 %	2 %	3 %

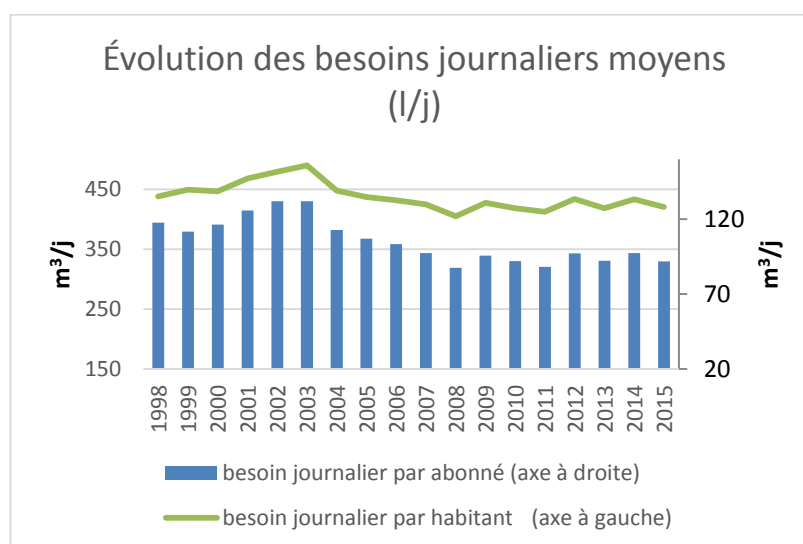


Figure 8: Évolution des besoins journaliers moyens du Périmètre de la Moder

Les consommations journalières moyennes par abonné ont baissés ces dernières années. Elles sont passées de 430 l/j/abonné en 2003 à 330 l/j/abonné en 2015. Les besoins journaliers moyens par habitant, qui se situaient autour de 156 l/j/habitant en 2003, ont diminués à moins de 130 l/j/habitant aujourd'hui. Ces résultats corroborent les observations sur le changement des modes de consommation d'eau observés à l'échelle nationale.

3.4 Rendement net du réseau

Le rendement d'un réseau exprime le rapport entre le volume d'eau mis en distribution et le volume consommé. La différence entre ces deux valeurs est caractérisée par les volumes non comptés et les fuites du réseau. Ces fuites sont liées au vieillissement, aux défauts au niveau des joints ou aux casses de conduites.

Le rendement peut être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Volume annuel consommé (m}^3\text{)}}{\text{Volume mis en distribution (m}^3\text{)}} * 100$$

La figure suivante représente l'évolution du rendement en fonction du temps :

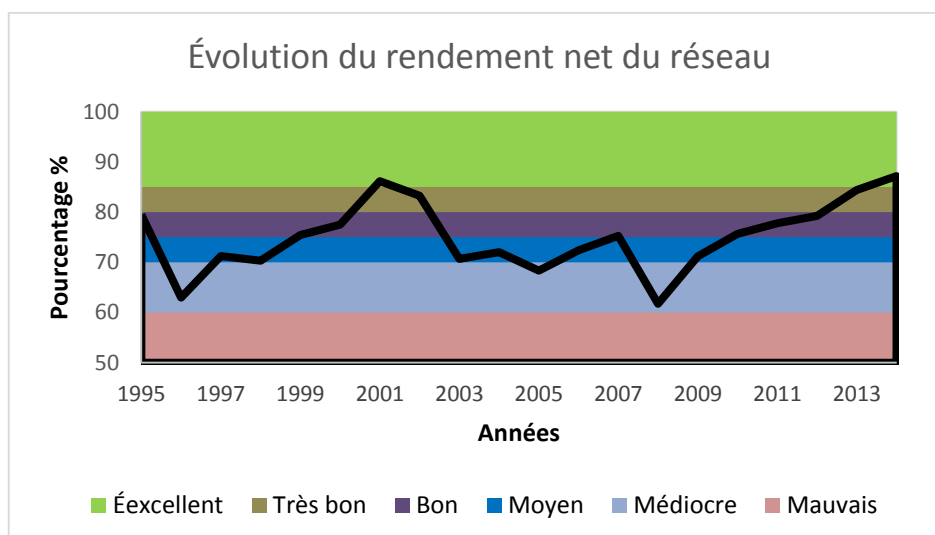


Figure 9: Évolution du rendement net du réseau d'eau potable du Périmètre de la Moder

Le rendement du réseau est variable d'une année à l'autre. Il a en général tendance à être qualifié de moyen à très bon, à l'exception des années 1996 et 2008 où il était médiocre. Nous remarquons aussi que depuis 2008, le rendement est en augmentation pour dépasser 80 % depuis 2012. Cette augmentation reflète l'impact de la sectorisation et la rapidité de détection et de réparation des fuites, associées à une politique de renouvellement des réseaux.

3.5 Indice linéaire de consommations

L'indice linéaire de consommation permet de caractériser le type de réseau à savoir ; rural, intermédiaire ou urbain, il est basé sur les volumes annuels, il se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$ILC \left(\frac{m^3}{Km} \right) = \frac{\text{Volume annuel consommé (m}^3\text{)}}{\text{Linéaire de réseau (Km)} * 365}$$

Ci-dessous le tableau des valeurs guide considérées comme acceptables :

Tableau 7: Les valeurs guides de l'indice linéaire de consommation

Zone	ILC
Zone rurale	0 < ILC < 10
Zone intermédiaire	10 < ILC < 30
Zone urbaine	ILC > 30

L'indice linéaire de consommations déterminé pour l'année 2014, s'établi à 12,64 m³/j/km qui correspond à une zone intermédiaire.

3.6 Indice linéaire de pertes

L'indice linéaire de pertes caractérise le niveau de pertes du réseau, il est basé sur les données annuelles et il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$ILP \left(\frac{m^3}{Km} \right) = \frac{\text{Volume annuel distribué (m}^3\text{)} - \text{Volume annuel facturé (m}^3\text{)}}{\text{Linéaire de réseau (Km)} * 365}$$

Un tableau de référence pour cet indice est présenté ci-dessous :

Tableau 8: Les valeurs références de l'indice linéaire de pertes,

Valeur de l'ILP (m ³ /j/Km)	Rural	intermédiaire	Urbain
Bon	< 1.5	< 3	< 7
Acceptable	1.5 - 2.5	3 - 5	7 - 10
Médiocre	2.5 - 4	5 - 8	10 - 15
Mauvais	> 4	> 8	> 15

Source : AGHTM et Agence de l'eau – Thèse Guerin-Schneider

L'indice linéaire de pertes du réseau du Périmètre de la Moder s'établi à 1,93 m³/j/km, ce qui le situe dans la plage de "bon indice linéaire de perte".

4. Situation future

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.

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.

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 130 l/j/hab à 110 l/j/hab.

Néanmoins, cette tendance sera relativisée dans le cas du périmètre de la Moder, en raison des facteurs suivants :

- Outre un niveau bas atteint en 2008 à 120 l/j/hab, les consommations se sont stabilisées autour de 130 l/j/hab depuis 2009.
- Une étude similaire effectuée sur le périmètre du Ried, où la baisse générale des consommations est observée depuis 1991, soit bien avant l'engagement de cette tendance sur d'autres périmètres. Les consommations y sont également stabilisées depuis 2009.

4.1 Projection de la population

La projection de la population est élaborée en utilisant les données statistiques de l'INSEE comparées avec les résultats du diagnostic de l'évolution de la démographie présentés dans le SCoTAN (Schéma de Cohérence Territoriale de l'Alsace du Nord).

Les données statistiques ont conduits à tracer une courbe de tendance linéaire, dont le taux de croissance se situe à 0,52 %/an. La prolongation de cette courbe jusqu'à 2040 nous conduirait à une population future de 10 314 habitants.

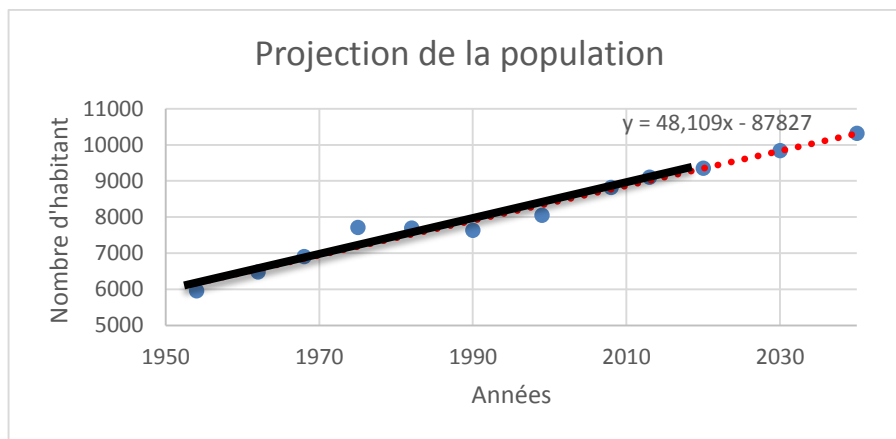


Figure 10: Projection de la population par la méthode courbe de tendance linéaire

D'un autre côté, le SCoTAN a relevé une légère diminution du taux d'accroissement de la population du Nord d'Alsace, passant de 0,8 % annuel sur la période 1990-1999 à 0,6 % annuel entre 1999-2010. Le SCoTAN prévoit encore une diminution du taux d'accroissement dans les 30 années avenir.

Pour autant, les échanges avec les élus locaux nous indiquent un regain de développement dans le Val de Moder, associé à l'évolution des réseaux de transport.

Aussi, il a été convenu de choisir un scénario optimiste et de retenir un taux d'accroissement de 0,6 %.

En utilisant la formule ci-dessous proposée par l'INSEE:

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

Avec :

Population de l'année n = population de 2013 soit 9 098 habitants.

Population de l'année $(n + x)$ comme inconnu avec $n + x = 2040$ soit $x = 27$.

Nous obtenons un nombre d'habitants de 10 692.

A titre indicatif, cette méthode augmente la population de la méthode graphique de 378 habitants.

La population retenue pour la suite de l'étude sera fixée à 10 700 habitants à l'horizon 2040 (valeur arrondie à la centaine supérieure).

4.2 Projection du nombre d'abonnés

La courbe d'évolution du nombre d'abonnés entre 1998 et 2014 nous a permis à l'aide de la prolongation de la courbe de tendance jusqu'à 2040, de projeter le nombre d'abonnés à cet horizon.

En 2040, le nombre d'abonnés est estimé à 4 672. En prenant le nombre d'habitants retenu pour la même année (10 700 habitants), nous obtenons un ratio de 2,29 habitants par abonné.

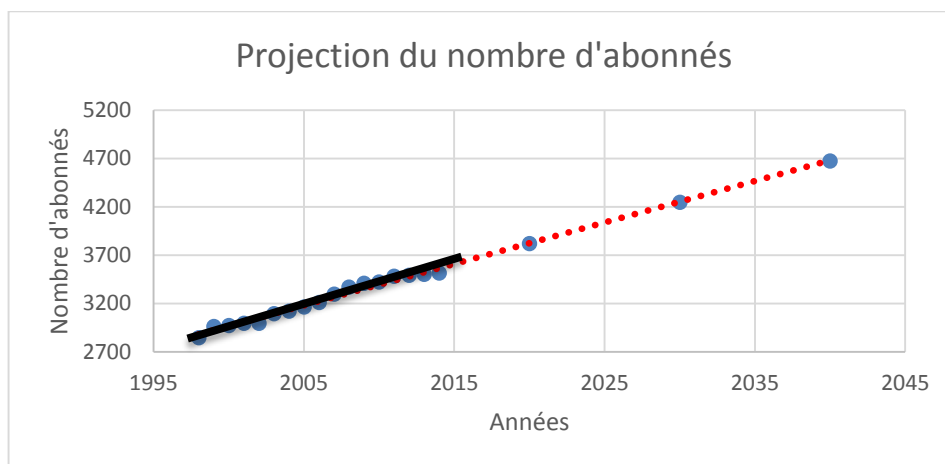


Figure 11: Projection du nombre d'abonnés par la méthode courbe de tendance linéaire

Dans la même perspective, une étude sur l'évolution de la taille moyenne des ménages du SCoTAN à l'horizon 2030 prévoit une diminution de cette dernière. Elle est passée de 3,4 en 1975 à 2,45 en 2010, et elle continuera sa diminution pour atteindre 2,17 personne par ménage en 2030 (un ménage est équivalent à un abonné dans notre cas). La conclusion de cette étude indique qu'à l'horizon 2030, le nombre de ménage (abonné) augmenterait inévitablement plus vite que la population du fait des évolutions des structures familiales (augmentation des séparations ...).

En comparant le nombre de personnes par abonné obtenu par le calcul (2,29) et celui proposé dans le SCoTAN (2,17), nous pouvons confirmer les résultats obtenus en terme du nombre d'habitants et en terme du nombre d'abonnés pour l'horizon 2040 avec une légère surestimation qui est souhaitable dans ce type de projet.

4.3 Rendement futur

Le rendement du réseau sera fixé à 85 % correspondant aux objectifs du SDEA. Ce dernier a déjà été atteint et dépassé ces deux dernières années ce qui confirme le caractère réaliste de l'objectif.

4.4 Estimation des coefficients de pointes

a) Le coefficient de pointe journalière K_1

Le coefficient de pointe journalière correspond au rapport des besoins en eau de la journée de pointe et les besoins en eau de la journée moyenne.

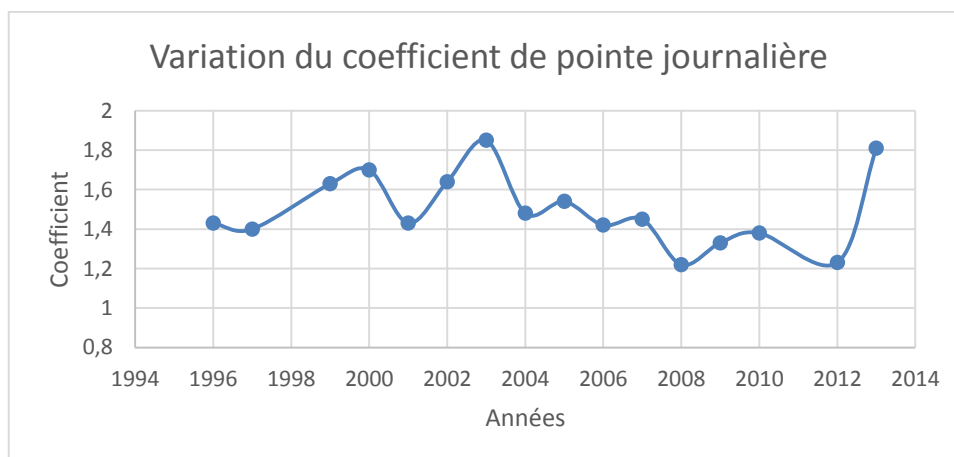


Figure 12: Variation du coefficient de pointe journalière du Périmètre de la Moder

Nous remarquons sur le graphique de la variation du coefficient de pointe journalière entre 1996 et 2013 présenté ci-dessus, que ce dernier a connu des variations significatives ces dernières années, entre 1,2 et 1,8 ce qui le rend difficile à estimer pour les besoins futurs.

Dans notre cas, nous avons pris dans le calcul des besoins futurs un coefficient de pointe journalière de 1,8 qui correspond au maximum observé entre 1996 et 2013.

b) *Le coefficient de pointe horaire K_2*

Le coefficient de pointe horaire représente le rapport entre le débit horaire maximum et le débit horaire moyen du jour de la pointe.

Pour le déterminer, un export de l'ensemble des consommations de l'année 2015 a été réalisé à l'aide du système de télégestion Maestro. Celui-ci a permis de déterminer le jour de pointe et l'heure de pointe.

Le jour de pointe de 2015 a été observé le 04 juillet, il correspond à la période caniculaire qu'a connu la région cette année. Ainsi, le débit de pointe journalier s'élève à 2 034 m³/j. La prise en compte d'un rendement de 85%, permet d'établir la consommation à 1729 m³/j, le débit moyen de la journée de pointe à 72 m³/h et le débit de pointe horaire à 173 m³/h.

A partir de ces données, nous avons pu calculer le coefficient de pointe horaire de l'année 2015 qui s'établit à **2.4**. Cette valeur sera retenue pour le calcul des besoins futurs.

4.5 Projection de la consommation moyenne

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.

L'estimation des besoins journaliers moyens futurs est faite par analyse de l'évolution de ces derniers (cf. figure 8 du paragraphe III, 3, 3-3). Cette analyse confirme que le besoin journalier moyen par abonné et par habitant ont tendance à diminuer pour se stabiliser autour d'une valeur à déterminer.

En ce qui concerne le besoin journalier moyen par habitant, ce dernier converge vers 125 l/j/hab alors que le besoin journalier par abonné converge vers 286 l/j/abonné.

A titre indicatif, les valeurs retenues dans les études similaires se situent entre 130 l/j/hab dans le périmètre de Hochfelden et Environs, voisin de la Moder et le périmètre du Ried où la dotation est estimée à 120 l/j/hab.

5. Bilan besoins / ressources

Les formules utilisées pour l'estimation future des pertes, besoins moyens et besoins de pointe sont les suivantes :

Tableau 9: Calcul des besoins

Paramètres	Formules
Estimation des pertes journalières (m ³ /j)	$consommation\ en\ jour\ moyen \times \left(\frac{1}{Rendement\ du\ réseau} - 1 \right)$
Besoins en jour moyen (m ³ /j)	$consommation\ en\ jour\ moyen + pertes\ journalières$
Besoins en jour de pointe (m ³ /j)	$consommation\ en\ jour\ moyen \times K1 + pertes\ journalières$
Besoins en heure de pointe (m ³ /h)	$\frac{consommation\ en\ jour\ de\ pointe}{24} \times k2 + pertes\ horaires$

Les différentes hypothèses et paramètres théoriques estimés pour l'horizon 2040 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 10: Hypothèses et résultats du calcul des besoins

	2040
<i>Dotation journalière moyenne (l/j/habitant)</i>	125
<i>nombre d'habitants</i>	10 700
<i>Ventes d'eau annuelle du Périmètre (m³/an) :</i>	488 188
<i>Estimation du rendement du réseau (%) :</i>	0,85
<i>Estimation du coefficient de pointe journalière k1 :</i>	1,80
<i>Estimation du coefficient de pointe horaire k2 :</i>	2,4
<i>Consommation jour moyen (m³/j)</i>	1 338
<i>Estimation des pertes journalières (m³/j)</i>	236
<i>Besoins en jour moyen (m³/j)</i>	1 574
<i>Besoins en jour de pointe (m³/j)</i>	2 644
<i>Besoins en heure de pointe (m³/h)</i>	274

Ainsi, le bilan besoins ressources actuel et futur, réalisé sur les besoins du jour moyen et de pointe en période d'étiage est présenté dans le tableau ci-après :

Tableau 11: Bilan besoins ressources actuel et futur

	Jour moyen				Jour de pointe			
	Besoins (m ³ /j)	Production (m ³ /j)	Bilan (m ³ /j)	Bilan (%)	Besoins (m ³ /j)	Production (m ³ /j)	Bilan (m ³ /j)	Bilan (%)
2015	1447	2630	+1 183	55 %	2 034	2630	+596	77 %
2040	1 574		+1 056	60 %	2 641		-11	100 %

L'analyse des résultats du tableau nous ont permis de relever les constatations suivantes :

- En périodes de besoins moyens, les ressources actuelles sont suffisantes pour couvrir les besoins actuels et futurs. Ces derniers ne représentent actuellement que 55 % de la production, ils représenteront 60 % en 2040 : Le bilan est donc excédentaire.
- En périodes de besoins de pointes, les ressources sont suffisantes pour couvrir les besoins de pointes actuels : le bilan est excédentaire et à la limite d'être équilibré vu que les besoins sont proches de 80 % de la production. Par contre, en 2040, nous arriverons à une situation critique car les besoins sont supérieurs à la production actuelle. **Le bilan dans ce cas sera déficitaire**

6. Capacité de stockage

La capacité de stockage des réservoirs est le rapport réserve utile sur les besoins. Elle doit être suffisante pour assurer une autonomie lors de pannes ou dysfonctionnement d'une composante du réseau d'adduction (le temps d'intervention des agents). En revanche, elle

ne doit pas être trop importante pour ne pas engendrer de temps de séjours trop longs, ce qui impacte négativement la qualité de l'eau distribuée.

Généralement, le coefficient de stockage doit être supérieur à 25 %.

Les coefficients de stockage ainsi que les autonomies des ouvrages de stockage de la Moder dans différentes situations sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 12: Coefficients de stockage et autonomies des ouvrages de stockage du Périmètre de la Moder

	2015		2040	
	Jour moyen	Jour de pointe	Jour moyen	Jour de pointe
Besoins (m³/j)	1 447	2 034	1 574	2 641
Réserve utile (m³)	880		880	
Capacité de stockage (%)	60 %	43 %	56 %	33 %
Autonomie théorique (h)	14,5h	10h	13h	8h

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.

Tableau 13: Capacités (%) des ouvrages de stockage du Périmètre de la Moder

secteur	Besoin jour de pointe futur (m ³ /j)	Réserve utile (m ³)	Capacité de stockage (%)
Zutzendorf	210	80	38 %
Schalkendorf	2641	800	30%

Conclusion du chapitre III :

Les ressources produisent en étiage 4070 m³/j, dont la part du périmètre de la Moder est de 2630 m³/j. La production actuelle est suffisante pour couvrir les besoins moyens actuels et futurs et les besoins de pointe actuelle, le bilan dans ces cas est excédentaire. Par contre, en jour de pointe futur, le bilan devient déficitaire avec un déficit de 11 m³.

Compte tenu de la baisse des marges de production, la recherche de nouvelles ressources doit être étudiée à moyen terme (10 ans). La proposition de nouvelles interconnexions avec les périmètres voisins reste aussi une solution.

La capacité de stockage devient juste en jour de pointe futur, surtout avec un débit de pointe horaire de 274 m³/h. L'amélioration de cette dernière doit être étudiée à moyen terme (10 ans).

IV - MODELISATION

Cette partie de l'étude présente la modélisation du fonctionnement hydraulique du réseau d'eau potable du Périmètre de la Moder. Cette dernière inclura également le fonctionnement des ouvrages en vue de proposer une optimisation du fonctionnement de l'ensemble. Des modélisations de scénarii tels que des pannes dans la partie production ou des casses de conduites principales seront aussi présentés.

1. Généralités

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 scénarii de 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 est Porteau 4.0.1.0.

Porteau permet de modéliser des réseaux de distribution ou de transport d'eau sous pression. Il est développé par l'Unité Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux de l'Institut de Recherches en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA). Il propose trois modules de calcul :

- ZOMAYET : calculs successifs représentant la dynamique du réseau,
- OPOINTE : calcul ponctuel avec les débits de pointe horaire,
- QUALITE : évaluation des temps de séjour et de transfert de substances conservatives ou non.

En vue des objectifs de la modélisation du réseau du Périmètre de la Moder, les modules de calcul ZOMAYET et QUALITE sont les plus adaptés pour simuler le fonctionnement hydraulique du réseau ainsi qu'évaluer la qualité de l'eau de distribution dans de différentes situations.

Les éléments de base constituant un modèle Porteau sont :

- Les nœuds : ils en existent de différents types : ressources (représentent des forages, plans d'eau ou sources), réserves (représentent des ouvrages de stockage) et ordinaires (représentent des points d'intersection des conduites et des points de consommation).
- Les tronçons : ils relient les nœuds entre eux et représentent les canalisations. On renseignera la longueur, le diamètre, le matériau et la rugosité de chacun des tronçons.
- Équipements : De nombreux équipements hydrauliques peuvent être attribués aux nœuds et aux tronçons tels que les pompes, vannes, stabilisateurs de pression, limiteurs de débit etc.
- Généralement, la modélisation d'un réseau AEP se réalise en trois étapes principales :
- Collecte des données relatives au réseau (diamètres, matériau, longueurs, altitudes, consommations...)
- Construction de l'ossature du réseau (ressources, réservoirs, canalisations).
- Collecte de données de calage et calage du réseau (mesures réelles de pression, niveau d'eau des réservoirs, débit...).

Dans le cadre de ce schéma directeur, le SDEA a souhaité disposer d'un modèle du réseau AEP. Pour cela, la création complète d'un modèle rassemblant tout le périmètre a été décidée. Le modèle créé permettra de simuler le fonctionnement actuel du réseau du périmètre, ainsi que tester l'impact des travaux d'amélioration proposés sur :

- La gestion des transferts d'eau entre les différents secteurs.
- La sollicitation des ressources.
- La logique d'exploitation des ouvrages.
- Le contrôle de la qualité des eaux dans le réseau et dans les ouvrages.

2. Construction du modèle

Le tracé du réseau (nœuds et tronçons) a été importé à partir d'un fichier DXF créé sous le logiciel de DAO Microstation utilisé par les techniciens du bureau d'études du SDEA. Avec cette méthode nous obtenons directement sur Porteau les nœuds et les tronçons avec leurs longueurs réelles.

Pour simplifier le réseau, nous avons supprimé quelques antennes de petits diamètres qui n'ont pas une importance hydraulique. Au total, 87 km de conduites ont été modélisés sur un total de 95,5 km, soit 91 % des réseaux modélisés.

Les diamètres des conduites et les altitudes des nœuds ont été attribués manuellement. Les rugosités sont égales par défaut à 0,1 mm, celles-ci ont été ajustées au stade du calage du réseau.

NB : Contrairement aux conduites en fonte, pour les conduites en PVC et en PEHD, le diamètre nominal pris en compte correspond au diamètre intérieur.

Le modèle a été entièrement créé à partir des bilans de 2015 et 2040 présentés dans le tableau 11 afin de simuler l'état actuel et futur.

Le modèle comporte 459 nœuds et 543 tronçons. Le réseau créé est joint en annexe 8.

NB : Contrairement au réseau de distribution, la partie adduction est présentée d'une manière schématique (situations géographiques des ouvrages et longueurs des conduites de refoulement). Par contre, son fonctionnement traduit correctement son comportement réel.

Pour les études avenir, il est souhaitable de construire le modèle à partir d'un fichier « Shape file » (SHP) que nous pouvons récupérer auprès des collègues de la cellule SIG. Avec cette méthode, nous aurons un modèle quasiment complet et facile à exploiter (longueur, diamètre, Année de pose...). La méthodologie de création d'un modèle Porteau à partir d'une base de données du SIG est décrite dans l'annexe 12.

2.1 Paramétrage des équipements

a) *Pompes*

La mise en marche et l'arrêt des pompes est commandée par le niveau dans la bache d'eau traitée de la station de traitement. Ce niveau varie entre 2 et 3,75 m.

Les caractéristiques et les courbes de fonctionnements des pompes sont jointes en annexe 9.

b) *Vanne à flotteur*

Le réservoir de Zutzendorf est équipé d'une vanne à flotteur sur sa conduite de remplissage. Dès que son niveau d'eau baisse, la vanne s'ouvre pour l'alimenter. La conduite de sortie du réservoir dispose d'un clapet anti-retour pour éviter les retours d'eau depuis le village de Zutzendorf quand la demande en eau est faible.

c) *Vanne motorisée*

La vanne motorisée située à Obermodern s'ouvre à la demande du réservoir de Schalkendorf. Elle est paramétrée comme suivant :

- En journée normale de 6h à 22h : 2,20 m – 2,70 m
- La nuit de 22h à 6h : 3,00 m – 3,40 m

Ce réglage est fait dans le but de pomper un maximum quand le coût d'énergie est minimal.

d) *Stabilisateur aval*

Le stabilisateur aval de pression situé au départ d'eau depuis Obermodern vers Zutzendorf est réglé sur une pression de 4.5 bars. Il dispose d'un clapet anti-retour pour assurer l'écoulement dans le sens Obermodern vers Zutzendorf.

e) *Limiteurs de débit*

Le Modèle comprend deux limiteurs de débit. Ces deux limiteurs ne sont pas présents dans la réalité mais ils sont mis en place sur le modèle pour imposer les débits horaires réels sortant des sources ($25 \text{ m}^3/\text{h} = 6.94 \text{ l/s}$ débit étiage), et la production brute totale de l'ensemble des ouvrages de production ($210 \text{ m}^3/\text{h} = 58,33 \text{ l/s}$ à l'entrée de la station de traitement).

3. Affectation des consommations et des fuites

Afin que le modèle reflète au maximum le fonctionnement réel du réseau, les consommations sont réparties selon les trois paramètres suivants :

- Volume total distribué,
- Courbe de consommation adéquate reflétant la répartition temporelle réelle des consommations,
- Répartition géographique des consommations cohérentes avec l'urbanisation du secteur modélisé.

3.1 Modèle de consommation domestique

Les données et la courbe de consommation du périmètre de la Moder visualisées sur Maestro ne correspondent pas à la consommation domestique, mais elle représente l'évolution du débit au départ vers le périmètre depuis la station de traitement. Cette évolution de débit comprend la consommation domestique, les fuites et le remplissage des réservoirs.

Pour cela, nous avons fait recours aux données de télégestion correspondantes à l'enregistrement instantané des flux entrants dans un secteur isolé qui ne présente aucun ouvrage de stockage (c'est-à-dire ce qui rentre c'est ce qui est consommé) d'où le choix du secteur « E » (cf. annexe 7).

Le profil de consommation établi et affecté par la suite aux nœuds de consommation est le suivant :

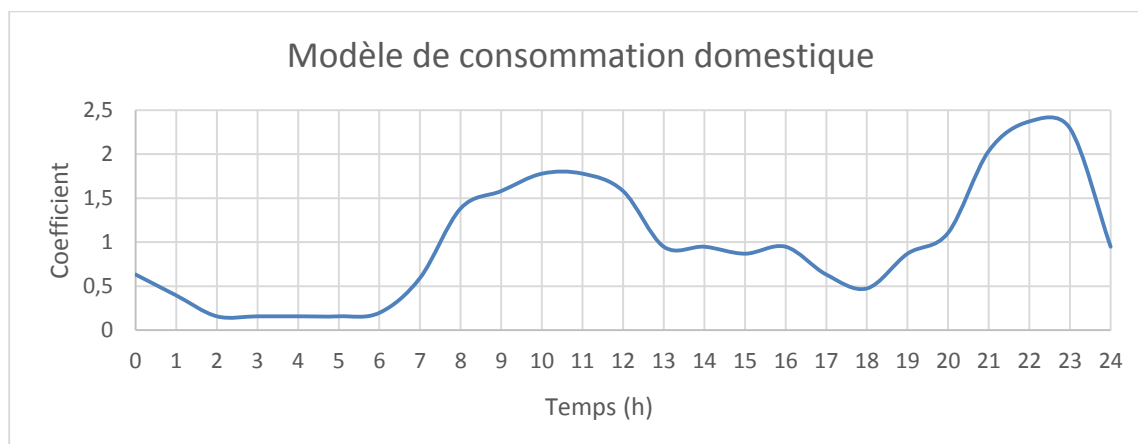


Figure 13: Modèle de consommation domestique du Périmètre de la Moder

Tableau 14: Récapitulatif des données volumétriques actuelles et futures

	Besoin (m ³ /j)	Consommation domestique (m ³ /j)	Fuites (m ³ /j)	Nombre d'abonnés	Dotation (l/j/abonné)
Jour moyen actuel (2015)	1447	1230	217	3 544	347
Jour de pointe futur (2040)	2 644	2 408	236	<u>Fixé à 3 544</u>	679,46

NB : le nombre d'abonnés futur est estimé à 4 672. Pour faciliter l'utilisation du modèle Porteau, nous avons décidé de maintenir le nombre d'abonnés actuels de 3 544 et rapporter les volumes correspondants aux différents scénarii à simuler à ce nombre d'abonnés. C'est la dotation unitaire que nous devons changer et non le nombre d'abonnés.

3.2 Fuites

Le périmètre de la Moder possède actuellement un excellent rendement, l'estimation du volume des fuites a été faite en utilisant la formule présentée dans le tableau 9.

Pour les pertes actuelles, nous avons pris le rendement actuel qui s'élève à 87 %. Pour le rendement futur (2040) nous l'avons fixé à 85 %. Ces fuites ont été affectées et réparties sur 10 nœuds en utilisant le mode de fuites locales constantes dans le temps.

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

Tableau 15: Volume de fuites actuelles et futures

	Volume de pertes (m ³ /j)	Nombre de nœuds	Volume unitaire (l/j/nœud)
Jour moyen actuel (2016)	217	10	21 700
Jour de pointe futur (2040)	236	10	23 600

3.3 Consommations industrielles

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

4. Calage du modèle

Après la construction du modèle, la phase suivante est le calage qui consiste à comparer les résultats de la simulation aux mesures réelles. Il consiste aussi à vérifier les hypothèses de travail et éventuellement apporter quelques modifications pour le but d'avoir vers la fin un modèle numérique qui présente le plus petit écart entre paramètres modélisés et ceux mesurée.

Le modèle crée est calé dans l'ordre par volume, marnage du réservoir principale (Schalkendorf), pression et rugosité.

4.1 Marnage du réservoir de Schalkendorf

Une première vérification du calage a été faite en comparant le marnage simulé du réservoir de Schalkendorf avec les mesures issues du système de télégestion Maestro.

Le modèle reproduit correctement le marnage du réservoir ce qui traduit la justesse du profile de consommation choisi.

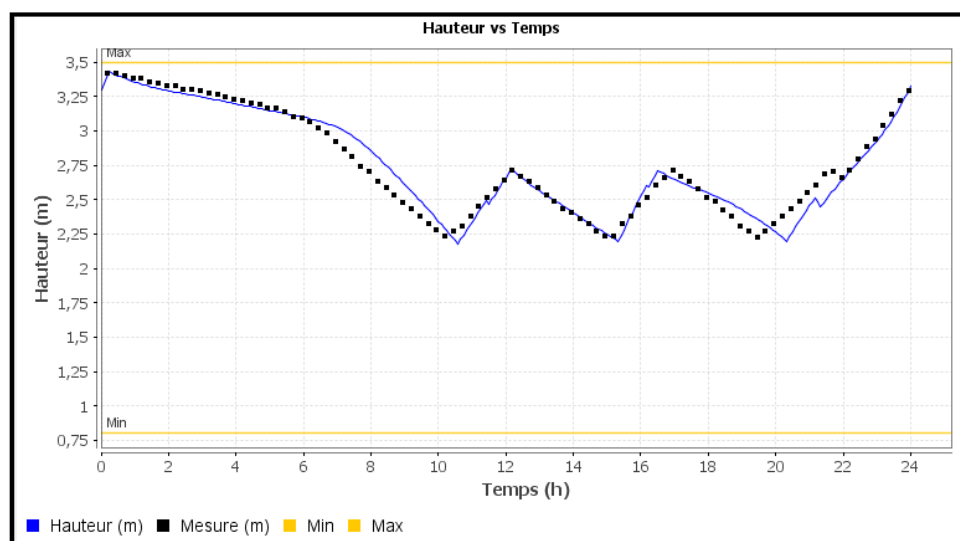


Figure 14: Comparaison du marnage simulé et mesuré du réservoir de Schalkendorf en jour moyen actuel (journée de calage)

4.2 Rugosité

L'impact de la rugosité est très faible sur l'ensemble du réseau. Des essais de rugosité sur les conduites principales Ø250 entre la station de traitement et la vanne motorisée et sur la Ø300 entre le réservoir de Schalkendorf et l'entrée de Pfaffenhoffen ont été réalisés le 24/05/2016 pour le but de calculer leurs diamètres équivalents et par la suite affiner le calage du réseau. Le protocole de ces essais est décrit en annexe 10.

4.3 Vérification des volumes sectoriels

Le tableau suivant présente une comparaison entre les volumes mesurés en période de consommation moyennes et ceux simulés sur les 5 secteurs

Tableau 16: vérification des volumes sectoriels.

	Secteurs	Volume simulé m ³ /h	Volume mesuré m ³ /h	Écart %
B	ZUTZENDORF	132,2	132,4	-0,15%
C	PFAFFENHOFFEN	900,5	877	2,6%
	LA WALCK			
	UBERACH			
	NIEDERMODERN			
D	OBERMODERN	173,3	162,4	6.28%
E	UTTWILLER	152,5	151,7	0.52%
	NIEDERSOULTZBACH			
	OBERSOULTZBACH			
F	MENCHHOFFEN	88,1	96	-8,9%
Total périmètre de la Moder		1446.8	1419,5	1.8

Les écarts entre les volumes sectoriels mesurés et simulés sont inférieurs à 10% pour tous les secteurs et l'écart entre le volume total mesuré (données de sectorisation) et simulé est de 1,8%. On peut conclure que le modèle est bien calé en volume dans l'ensemble.

4.4 Mesures débit pression

Dans le cadre du présent schéma directeur, il a été décidé d'effectuer une vérification du bon fonctionnement de 30% des poteaux incendies, cette vérification consiste à contrôler si ces derniers peuvent fournir au moins un débit de 60 m³/h sous une pression de 1 bar.

Les résultats de ces essais, présentés en annexe 11, nous ont permis également de vérifier et caler le modèle à base des pressions locales au niveau des points de mesures.

5. Résultats des simulations

5.1 Pressions minimales en jour moyen actuel

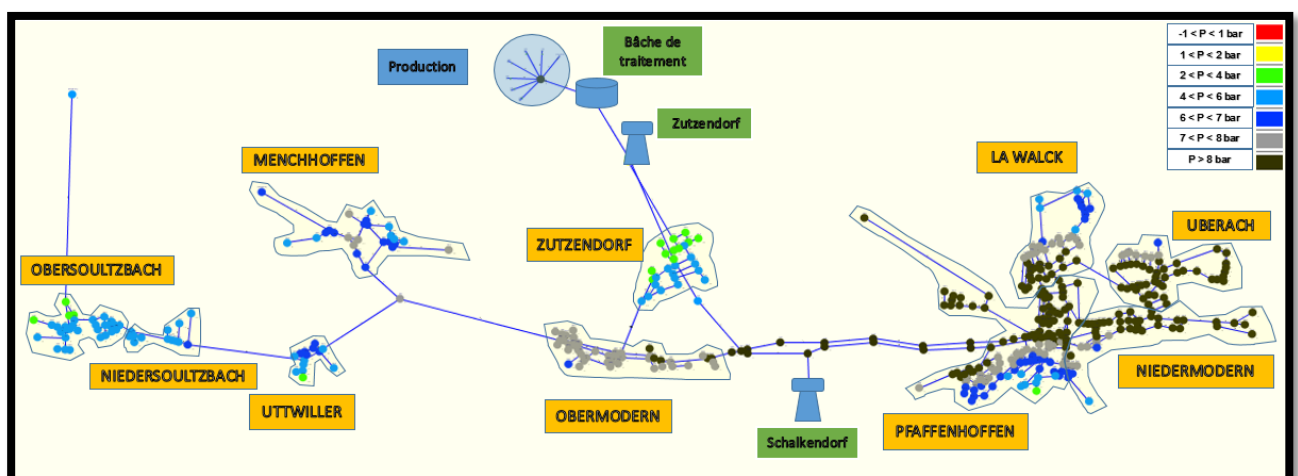


Figure 15: Résultat de pressions minimales en jour moyen actuel

La simulation du jour moyen actuel confirme la présence de très hautes pressions (supérieurs à 8 bars) sur le Val de Moder (Pfaffenhoffen, Uberach, Niedermodern et La

Walck). De même à Obermodern avec des pressions minimales allant de 7 à 8. Sur le reste du périmètre, les pressions sont comprises entre 2 et 7 bars.

Des propositions d'aménagements visant à baisser les pressions sur le Val de Moder seront étudiées dans les paragraphes suivants.

5.2 Temps de séjour moyens maximaux en jour moyen actuel

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 et la connaissance des zones stagnantes du réseau

Le temps de séjour a été réparti en 4 classes (voir figure ci-dessous). En jour moyen, la quasi-totalité de la population peut être desservie avec un délai de transfert inférieur à 3 jours. Le réseau contient des zones stagnantes, généralement sur les extrémités et au niveau des conduites d'interconnexions.

La conduite de Ø300 mm alimentant Pfaffenhoffen depuis le réservoir de Schalkendorf semble d'être surdimensionnée. La réduction de diamètre de cette dernière peut améliorer les temps de séjour dans le secteur du Val de Moder.

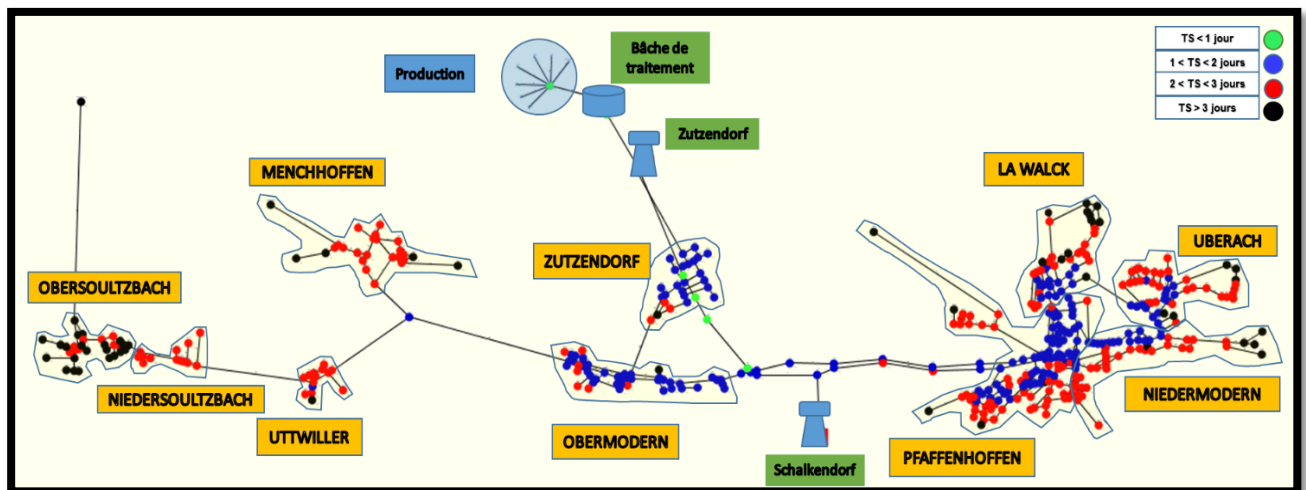


Figure 16: Résultats des temps de séjours moyens maximaux en jour moyen actuel

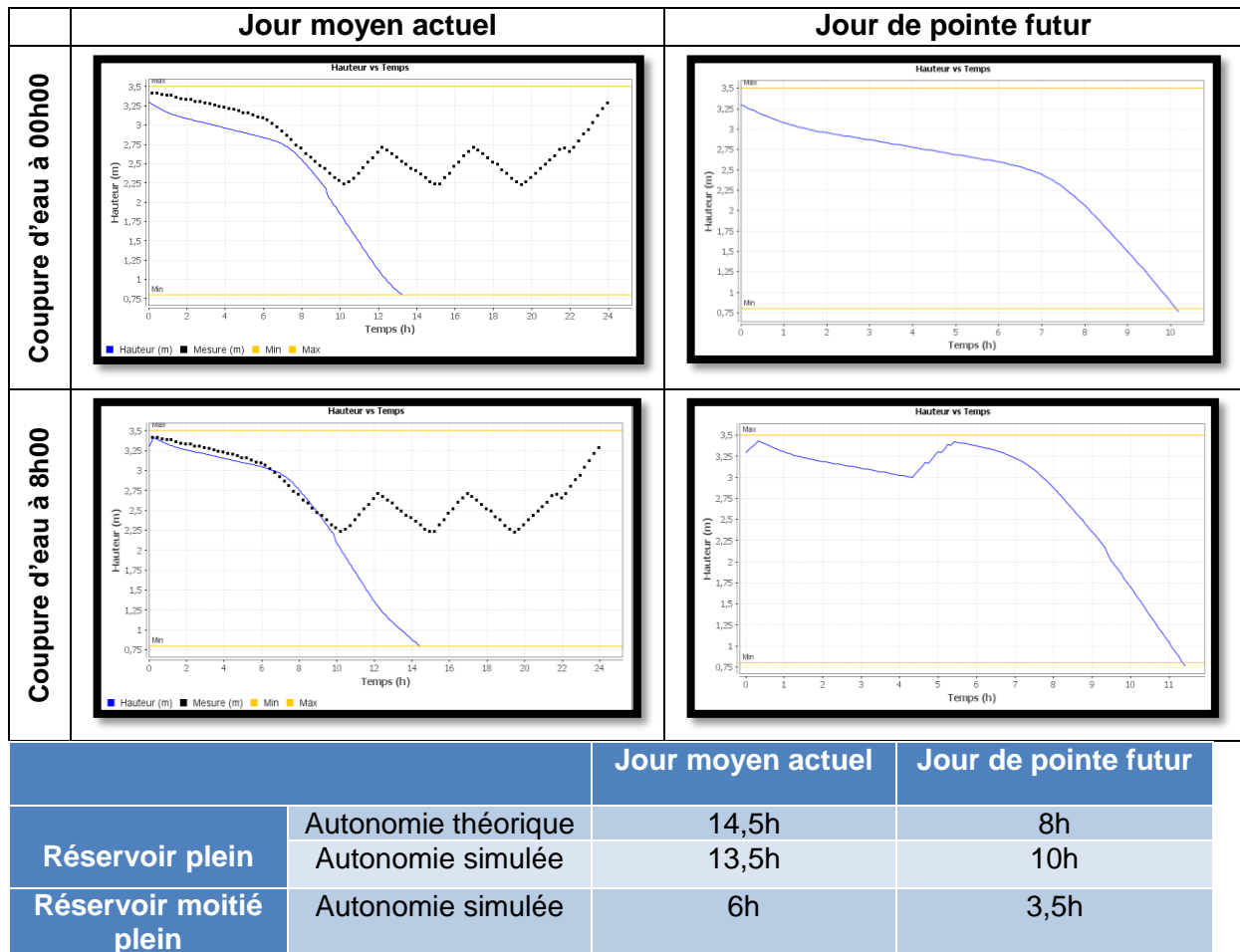
Ces données pourront servir d'éléments d'aide à la décision pour la mise en place de mesures complémentaires de surveillance de la qualité de l'eau, ou de dispositifs de traitement spécifiques en cas de dégradation.

Des propositions d'aménagements visant à minimiser le temps de séjour notamment sur les conduites d'interconnexions seront étudiées dans les paragraphes suivants.

5.3 Autonomie

L'autonomie du système de distribution a été simulée dans deux cas de figure afin d'évaluer l'impact d'un arrêt des installations de production (sans ouverture des interconnexions) : réservoir plein (à 00h00) et réservoir moitié plein (à 8h00), les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 17: Comparaison entre autonomie théorique et simulé



Nous remarquons que l'autonomie théorique calculée dans le Chapitre III est proche de celle simulée dans le cas où la coupure a eu lieu quand le réservoir est plein. Dans le cas contraire, quand le réservoir n'est pas plein, l'autonomie du système est réduite de quelques heures (environ 8h dans notre cas) ce qui minimise le délai d'intervention et de remise en service normale du système.

Ces résultats illustrent la différence entre l'autonomie théorique et l'autonomie réelle d'un réservoir et montrent que l'autonomie théorique calculée n'a de sens que lorsque le réservoir est plein et que la consommation est uniformisée sur 24h.

5.4 Pressions minimales en jour de pointe futur :

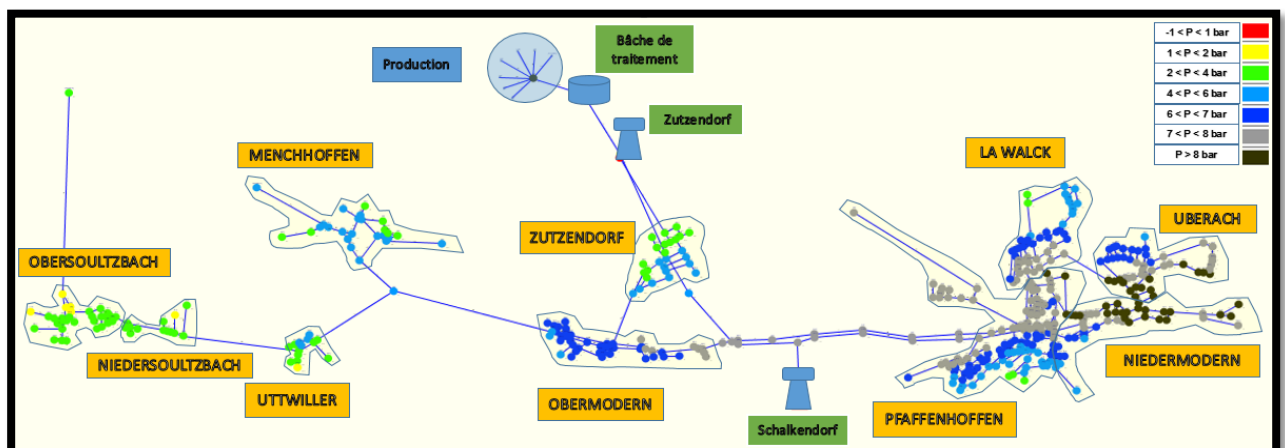


Figure 17: Résultat de pressions minimales en jour de pointe futur

En jour de pointe futur, les pressions chutent pour atteindre des valeurs inférieures à 2 bars sur une grande partie d'Obersoultzbach et Uttwiller. Cette situation doit être analysée de près pour tenir compte des apports des interconnexions et de proposer des solutions adéquates pour pallier ces problèmes.

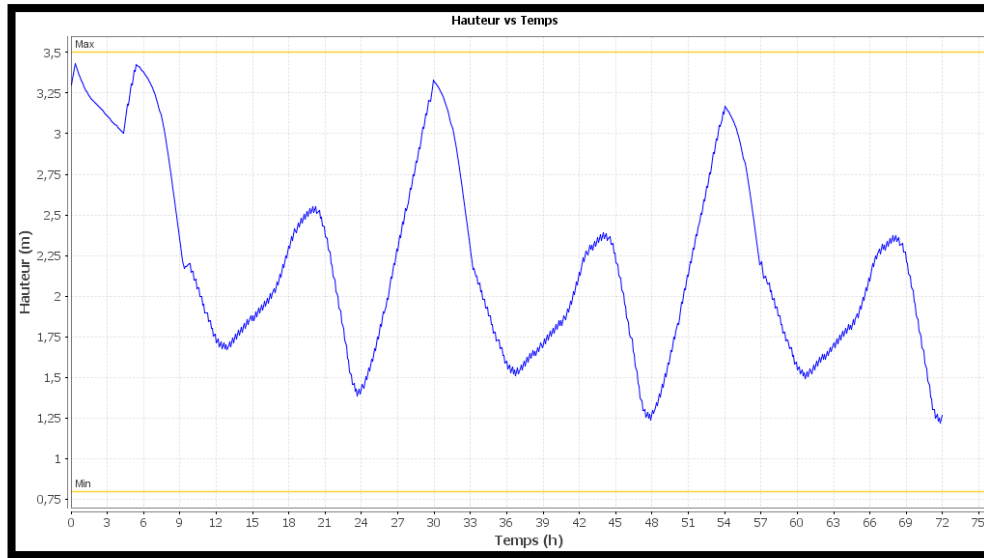


Figure 18: Marnage du réservoir de Schalkendorf en jour de pointe futur

Le niveau d'eau du réservoir de Schalkendorf quant à lui, atteint des valeurs minimales qui n'assurent plus une réserve de sécurité.

6. Résolution des problèmes

6.1 Réduction des pressions du Val de Moder

Pour baisser les pressions sur le secteur du Val de Moder, nous proposons de le découper en deux zones de pressions :

- Hautes pressions à l'entrée de Pfaffenhoffen,
- Bases pressions sur le reste du secteur.

Celle-ci peut se faire de la manière suivante :

- Fermeture des 5 vannes nécessaires pour isoler les deux zones,
- Installation d'un stabilisateur de pression aval réglé sur 6.5 bars à l'aval immédiat de l'entrée vers la zone hautes pressions. Nous pouvons installer un autre stabilisateur au lieu d'une des vannes fermées pour plus de sécurité
- Création d'une connexion entre la Ø300 et la Ø150.

Les aménagements proposés sont schématisés sur la figure suivante :

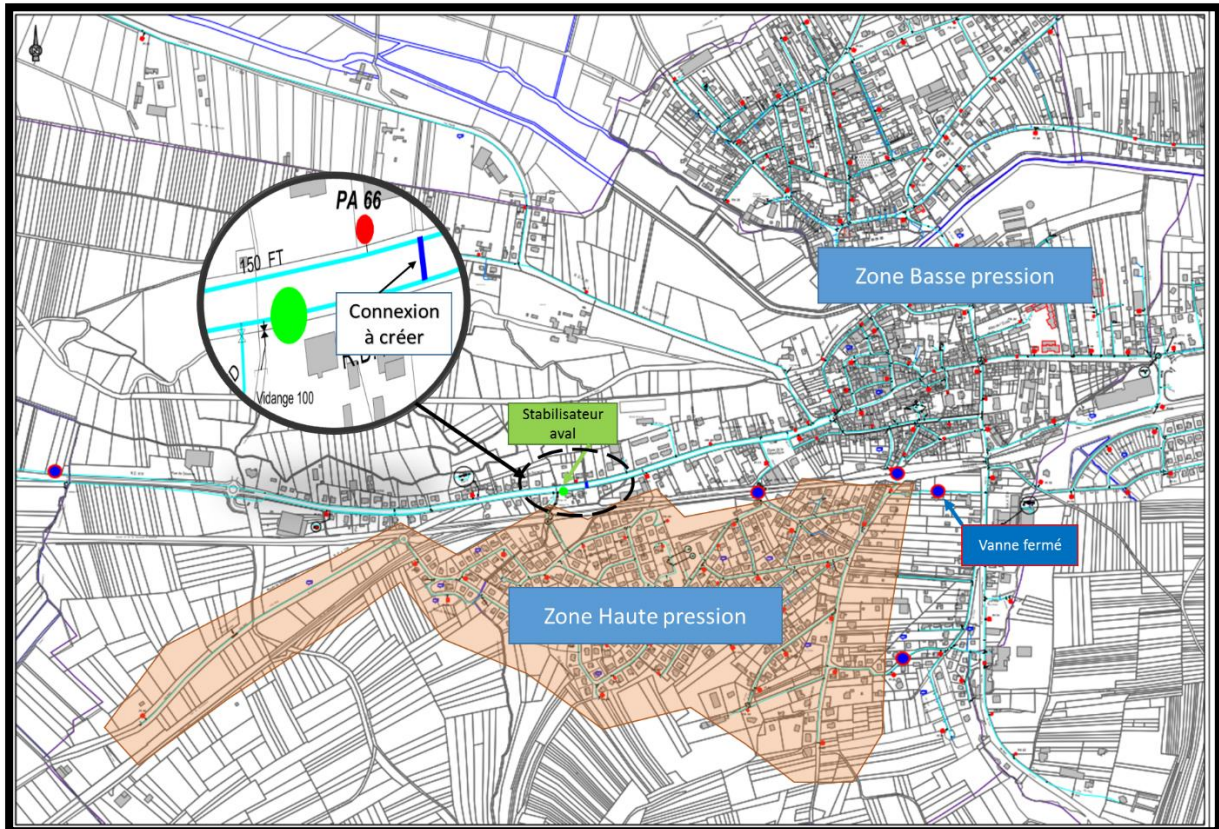


Figure 19: Schéma d'aménagement pour la réduction de pression sur le Val de Moder

Cette solution a été modélisée sur Porteau. Les pressions sont maintenues en général entre 7 et 4 bars sur les deux zones. Le résultat de la modélisation en termes de pressions minimales est le suivant :

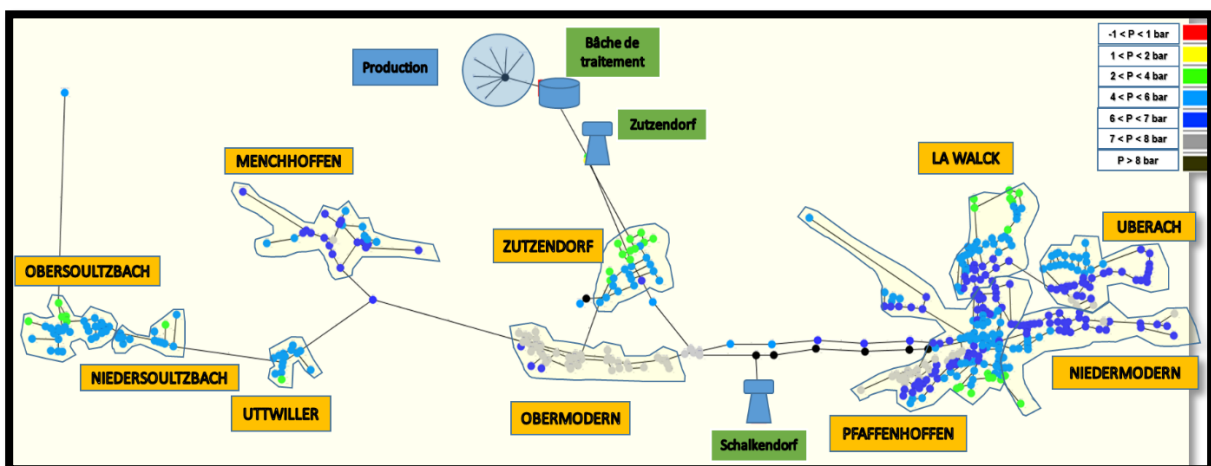


Figure 20: Pressions minimales après aménagement

6.2 Temps de séjour

Pour éviter la stagnation des eaux dans les conduites d'interconnexion quand ces dernières ne sont pas utilisées pour plus de 3 jours nous proposons de créer des by-pass au niveau des regards. Ceux-ci seront réalisés avec des conduites de faibles diamètres disposants de petits compteurs d'échanges d'eaux. Cette solution forcera la circulation de l'eau et son renouvellement dans les conduites concernées.

Un exemple de dimensionnement d'un by-pass de conduite d'interconnexion entre Ingwiller et Obersoultzbach est présenté si dessous :

Tableau 18: Dimensionnement de by-pass

Longueur de la conduite (m)	2700
Diamètre (mm)	150
Volume (m³)	47,7
Temps de séjour maximal souhaité (j)	3
Débit de fuite (m³/h)	0,7

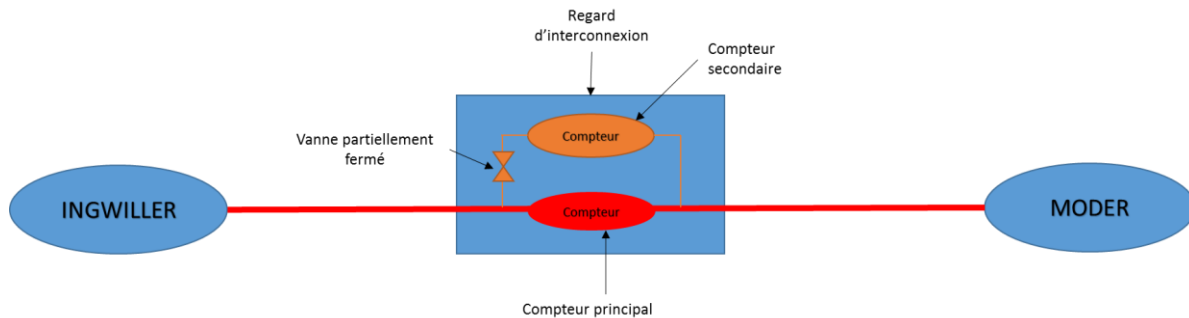


Figure 21: Schéma d'un by-pass d'interconnexion

Conclusion du chapitre IV :

Le modèle numérique créé sur Porteau présente des résultats de simulations très proches de ceux mesurés, ce qui confirme son bon calage.

A l'aide de cet outil informatique, des simulations ont été réalisées pour permettre de visualiser les pressions au niveau des points de consommations ainsi que les temps de séjours. Les résultats confirment la présence de pressions très élevées sur le Val de Moder, ainsi que la présence de quelques points de stagnation d'eau notamment dans les conduites d'interconnexions et les bras morts du réseau.

La création de deux zones de pression sur le Val de Moder avec stabilisation de la pression de la partie basse peut être une solution. Cette stabilisation de pression devrait avoir un impact limité sur la défense incendie (étude détaillée à réaliser). La suffisance de la protection incendie et la nécessité de mise en œuvre de solutions complémentaires est à étudier.

L'installation de by-pass dans les regards d'interconnexions présente une solution pour renouveler l'eau dans ces conduites et par la suite améliorer la qualité de l'eau de distribution.

V - ANALYSE DU NIVEAU DE SECURISATION

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-mêmes le croisement entre des aléas et des enjeux.

Dans le cadre de cette étude, les aléas étudiés ont été classés en deux grandes catégories :

- Aléas de type « Production » qui concerne les incidents pouvant survenir sur le fonctionnement des installations (systèmes de commandes, énergie, ...).
- Aléas de type « Distribution » qui regroupe les divers incidents pouvant survenir sur les réseaux (casses notamment) ;

Les tableaux ci-dessous représentent les différentes défaillances pouvant être observées sur le réseau, les conséquences qu'elles engendrent sur l'alimentation ou la distribution de l'eau et les actions de sécurisation à mener pour pallier ces risques.

1. Aléas Production

Scénario 1 : 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 un puits pour une durée indéterminée en fonction du lieu de la pollution	Enjeu	Arrivé d'eau sale à la station de traitement
	Risque d'apparition	Faible
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	12 h (24 moins l'autonomie du réservoir)
	Communes impactées	Moder + Offwiller
Actions de sécurisation : <ul style="list-style-type: none"> • Créer une interconnexion de secours avec un périmètre voisin pour renforcer la production, • By-pass de la station de traitement le temps de la remise en service de cette dernière : distribution d'eau non traitée sur une durée limitée. 		

Scénario 2 : Panne au niveau de la station de traitement		
Description générale	Synthèse	
Ce scénario traduit l'arrêt immédiat de la filière de traitement suite à un problème dans les réactifs, automatisme ou fuite. Délai de réparation: 6 à 12 h	Enjeu	Rupture de la distribution de l'eau traitée
	Risque d'apparition	Faible Le volume du réservoir permet de couvrir le délai d'intervention
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	Aucune interruption
	Communes impactées	Moder + Offwiller
Actions de sécurisation : <ul style="list-style-type: none"> • Conception sécurisée, autonomie réservoir suffisante. 		

Le by-pass de la station de traitement est réalisable en fermant la vanne numéro 13687 rue de Offwiller à Rothbach et l'ouverture de la vanne 13685 sur la même rue comme présenté sur la figure ci-dessous.

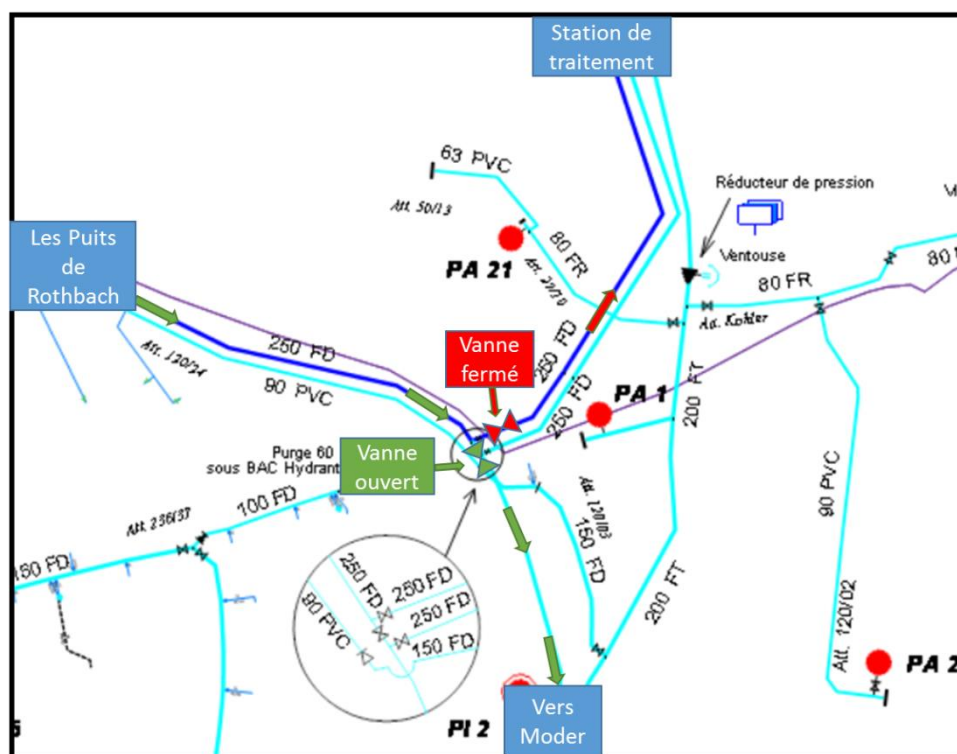


Figure 22: schéma de l'action de by-pass de la station de traitement

Les analyses des eaux brutes des puits (voir annexe 13) montrent qu'il est possible de privilégier les puits dont la teneur en arsenic inférieure aux limites de qualité et d'autres qui présentent une teneur très élevée. Dans cette optique et dans le cas de la nécessité de by-pass de la station de traitement, il est judicieux de distribuer les eaux de puits dans l'ordre suivant en fonction de la demande : Puits 6, Puits 2, Puits 1, Puits 5, Puits 4 et Puits 3.

Scénario 3 : Coupure de courant ou défaut électrique au niveau du pompage des puits		
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 de réparation : 6 à 12 h	Enjeu	Rupture de l'alimentation en eau de la station de traitement
	Risque d'apparition	Faible Le volume des réservoirs + bache d'eau traitée permet de couvrir le délai d'intervention
	Gravité	+ ou - Importante
	Délai d'interruption du service	Aucune interruption
	Communes impactées	Tout le périmètre
Actions de sécurisation :		
<ul style="list-style-type: none"> L'installation est sécurisée contre ce risque. 		

Scénario 4 : Coupure de liaison de télésurveillance de la station de traitement		
Description générale	Synthèse	
Ce scénario traduit la perte de liaison de télésurveillance au niveau de la station de traitement (poste central de la télésurveillance de la Moder) Délai de réparation : 12 à 24 h	Enjeu	Manque d'information sur le niveau d'eau dans le réservoir, l'état de la vanne motorisé, niveau d'eau dans les bâches d'eau traitée...
	Risque d'apparition	Faible
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	1h à 2h
	Communes impactées	Tout le périmètre
Actions de sécurisation : <ul style="list-style-type: none"> • Créer une interconnexion de secours avec un périmètre voisin avec un relais assuré par la commande du niveau du réservoir pour renforcer la production. • Doubler la liaison de télésurveillance, • Augmenter le nombre de contrôle de liaison par jour (4 au lieu de 2 par exemple). 		

2. Aléas distribution

Scénario 1 : Casse franche de la conduite de distribution Ø250 entre le réservoir de Zutzendorf et la vanne motorisée dans le passage du cours d'eau de la Moder		
Description générale	Synthèse	
Ce scénario traduit une casse sur la conduite principale de distribution vers le secteur de Schalkendorf. Le délai est conditionné par la détection de la casse et la fermeture des vannes (3 à 6 h)	Enjeu	Rupture de la distribution
	Risque d'apparition	Très faible
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	Maximum 3 à 6 h en cas de casse nocturne.
	Communes impactées	Tout le périmètre à l'exception de Zutzendorf
Actions de sécurisation : <ul style="list-style-type: none"> • Sécurisation assurée : Alimentation par Ingwiller et Offwiller couvre les besoins. 		

Pour évaluer l'autonomie du réseau de distribution, ce scénario a été modélisé à l'appui du modèle numérique. Nous avons modélisé une rupture intervenant à 8h du matin (quand le réservoir n'est pas plein) avec une durée d'interruption totale de 6h. Le débit modélisé correspond à une casse franche sans obstacle à l'écoulement (ouverture à gueule bée).

Le résultat de cette simulation en évaluant l'impact de cet événement sur le réservoir de Schalkendorf, montre que l'autonomie de ce dernier ne dépasse pas 2,5h dans ce cas.

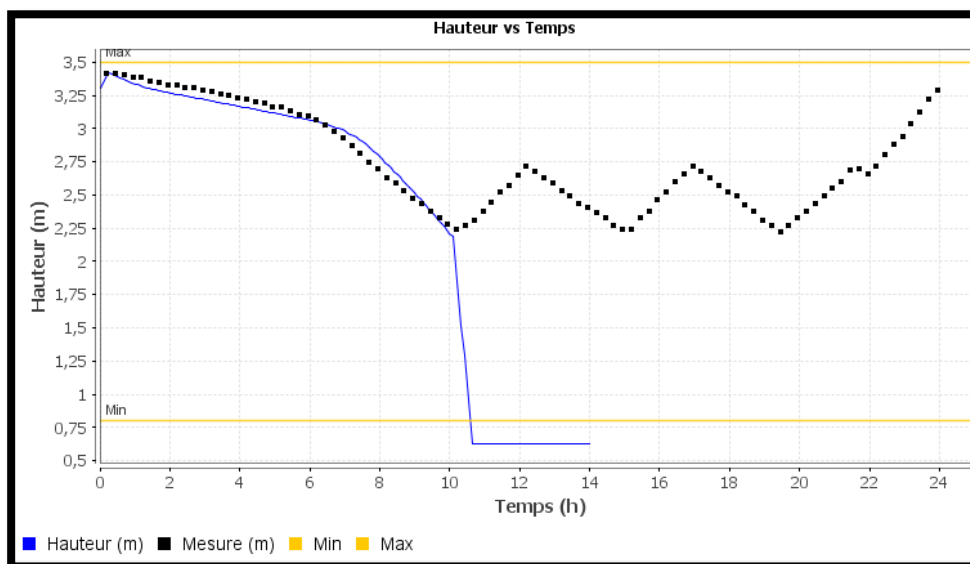


Figure 23: Marnage du réservoir de Schalkendorf en cas de la casse de la conduite principale Ø250

Scénario 2 : Casse franche de la conduite intercommunale de Ø150 entre Obermodern et l'Ouest du périmètre		
Description générale	Synthèse	
Ce scénario traduit une casse sur la conduite principale de distribution vers l'Ouest du périmètre isolant totalement 4 communes durant la durée de réparation de la conduite (3 à 6 h)	Enjeu	Rupture de la distribution
	Risque d'apparition	Faible (aucune rupture depuis 1939)
	Gravité	Importante
	Délai d'interruption du service	<1 h
	Communes impactées	Menchhoffen, Uttwiller, Niedersoultzbach, Obersoultzbach.
Actions de sécurisation : <ul style="list-style-type: none"> Ouvrir les deux interconnexions Ingwiller / Obersoultzbach et Ingwiller / Menchhoffen 		

Le réseau de distribution du périmètre de la Moder est bien sécurisé par la présence des interconnexions existantes : toutes les communes possèdent au moins deux possibilités d'alimentation en eau (voir tableau).

Tableau 19: Évaluation du niveau de sécurisation de la distribution

Communes	Niveau de sécurisation
Secteur Est : Menchhoffen, Obersoultzbach, Niedersoultzbach, Uttwiller, Obermodern	Bon , possibilité d'alimentation par la Moder et par Ingwiller.
Zutzendorf	Bon , possibilité d'alimentation par le réservoir de Zutzendorf et par le réservoir de Schalkendorf via ou l'interconnexion avec Ingwiller via Obermodern.
Secteur de Val de Moder : Pfaffenhoffen, La Walck, Niedermodern, Uberach	Bon , possibilité d'alimentation par la Moder et par Offwiller.

L'action de sécurisation commune entre tous les scénarios traités est la création d'interconnexion avec les périmètres voisins pour pallier aux difficultés rencontrés lors des crises de distribution ou de production.

Conclusion du chapitre V :

Les crises liées à des dysfonctionnements de la production peuvent être sécurisées par la création d'une interconnexion supplémentaire avec le périmètre de Hochfelden et Environs. La connexion entre le réservoir de Kirrwiller (Hochfelden) et celui de Schalkendorf (Moder) via la station de pompage de Buswiller est à étudier.

Le réseau de distribution est sécurisé par les interconnexions existantes en cas de casse d'une conduite principale. Par contre, la conduite d'interconnexion entre Ingwiller et Obersoultzbach et celle passant sous le chemin d'exploitation ne sont pas sécurisées. Le tracé de ces dernières doit être dévié pour éviter le passage sous le champ de capteurs photovoltaïque et sécuriser le passage sous le cours d'eau.

VI - GESTION PATRIMONIALE

La réglementation invite les autorités organisatrices des services d'eau (et d'assainissement) à une gestion patrimoniale des réseaux, en vue notamment de limiter les pertes d'eau dans les réseaux de distribution. A cette fin elle oblige, d'une part à réaliser et mettre à jour annuellement un descriptif détaillé des réseaux, d'autre part à établir un plan d'actions comprenant s'il y a lieu un programme pluriannuel de travaux d'amélioration du réseau lorsque les pertes d'eau dans les réseaux de distribution dépassent des seuils fixés. Des pénalités financières sont prévues en cas de non-respect de ces obligations.

Les aspects techniques de la gestion patrimoniale des systèmes d'alimentation en eau potable sont essentiellement réglementés par le Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) et le Code de l'Environnement. Ces codes intègrent les dispositions de l'article 161 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement dite « Grenelle II » ainsi que celles du décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau ou de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable.

La gestion patrimoniale est décomposée en 3 niveaux :

- Niveau 1 : Correspond aux informations à inscrire dans le descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable imposé par le décret du 27 janvier 2012 (plan d'ensemble, ressources, inventaire des réseaux...).
- Niveau 2 : Consolidation d'informations dépasse le cadre réglementaire et se rapproche des bonnes pratiques recommandées pour une gestion performante (plan détaillé, synoptique et profil des réseaux, données tronçons et branchements, interconnexion, équipements, défaillances...).
- Niveau 3 : Déploiement d'un système d'information géographique SIG.

Le SDEA a déjà abordé les trois niveaux décrits ci-dessus, et souhaite par la suite d'assurer le maintien du bon état de fonctionnement du réseau, l'optimisation de sa durée de vie et finalement maîtriser les coûts d'exploitation et de renouvellement optimaux.

1. Pratiques actuelles de la gestion patrimoniale

Le taux moyen de renouvellement du réseau d'eau potable du Périmètre de la Moder sur les 7 dernières années (depuis 2008) s'est élevé à 0,72%. A ce rythme, le réseau actuel sera complètement renouvelé dans 132 ans alors que la durée de vie d'un réseau d'eau potable est estimée à 100 ans. La pratique actuelle de la gestion patrimoniale va conduire le Périmètre à une baisse dans ces performances (rendement, indice linéaire de pertes, chutes de pression, dégradation de la qualité de l'eau de distribution), ce qui met en évidence de faire évoluer cette politique afin de se retrouver avec un taux de renouvellement adapté.

2. Principe de l'étude

Pour aborder cette étude, il est primordial de traiter les points suivants :

- Evaluation de la connaissance patrimoniale : analyse des données disponibles, leur complétude et fiabilité,
- Intégration des données patrimoniales du réseau du périmètre dans l'outil de gestion patrimoniale SDEA (Analyse multicritère),
- Proposition de programme de renouvellement et évaluation,
- Analyse et interprétation des résultats.

Cette démarche se base sur 4 sources d'informations principales à savoir :

- Les données du système d'information géographique (SIG) qui regroupe l'ensemble des informations sur le réseau (localisation, longueur, matériaux, année de pose, anomalies, etc.),
- Le progiciel de la gestion des interventions et des prestations (SAP),
- Les rapports annuels sur le prix et la qualité du service public d'eau potable,
- Les contacts pris auprès des techniciens réseaux du Périmètre de la Moder.

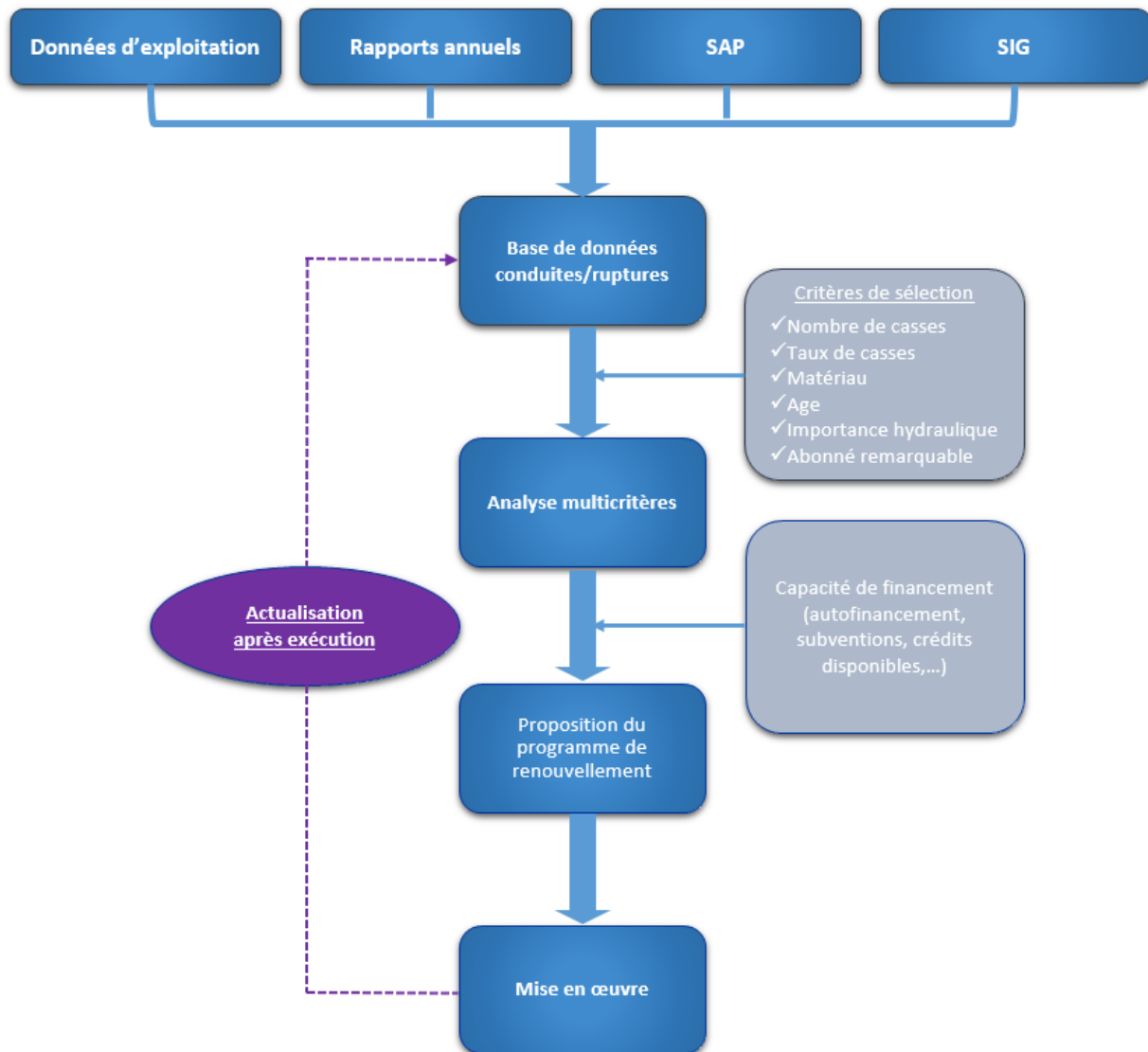


Figure 24: Principe des études de gestion patrimoniale

3. Outil d'analyse multicritère

L'outil utilisé dans l'analyse multicritère est une Macro développée sous Excel. Il permet à partir d'un certain nombre de critères sur les conduites, de mettre en évidence celles qui sont prioritaires au renouvellement.

Les critères de sélection sont le nombre de ruptures, l'âge, le matériau, l'importance du consommateur desservi et l'importance hydraulique. D'autres critères devraient être pris en compte à titre d'exemple la nature du sol (corrosif ou pas), le trafic routier, etc. Ces derniers critères ont été écartés suite à l'absence et la difficulté de leurs recensements actuellement, mais ils peuvent être intégrés dans l'outil dans le futur.

L'analyse multicritère utilisée propose une pondération simple de 0 à 100 (du moins au plus pénalisant) de chaque tronçon selon les critères suivants :

- Nombre de casses observées (poids : 50/230) et Taux de casses observé (poids : 50/230) qui reporte le nombre de ruptures sur la longueur de la conduite.
- Age (poids : 40/230) et matériaux (poids : 40/230) : la pondération selon les types de matériaux est présentée ci-dessous. Elle est basée sur les analyses du taux de casse en fonction du matériau.

Tableau 20: La pondération selon les types de matériaux

Matériau	Fonte rapide / Centriflex FR	Fonte grise FT	PVC	Fonte ductile FD	PEHD	Fonte revêtue extérieurement FTT
Quantification	80	50	20	10	10	0

- L'importance hydraulique (poids : 35/230) : proportionnelle à la capacité hydraulique, elle est rattachée directement au diamètre de la canalisation (si la conduite est principale ou secondaire).
- 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.

Tableau 21: Récapitulatif du système de notation

Critères	Nombre de casses observées	Taux de casses observées	Âge	Matériau	Importance hydraulique	Abonnés remarquables
Pondération/230	50	50	40	40	35	15
Pondération en %	22 %	22 %	17 %	17 %	15 %	7 %

4. Analyse des données réseau

Le développement des outils de connaissance du patrimoine s'est effectué au SDEA autour du système de gestion intégrée des interventions (SAP), associé au 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 première analyse du réseau peuvent être réalisées avant l'utilisation de l'outil d'analyse multicritère permettant de prioriser les tronçons à risques.

4.1 Matériaux

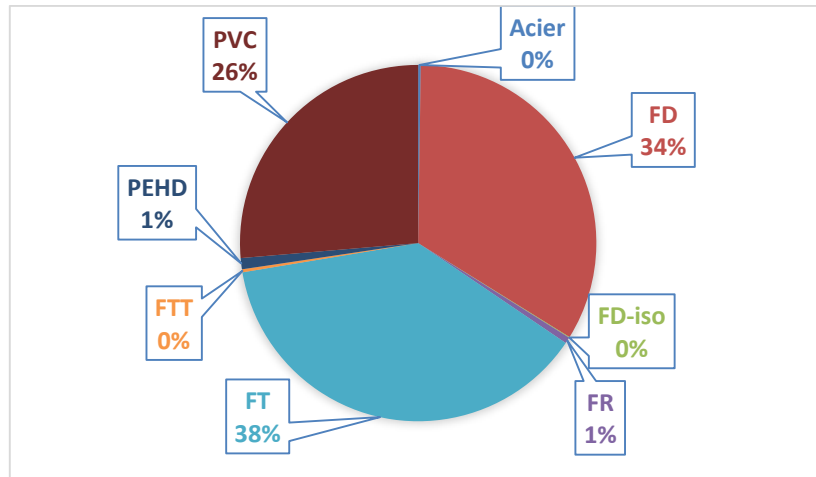


Figure 25: Proportions du linéaire de canalisation par matériau

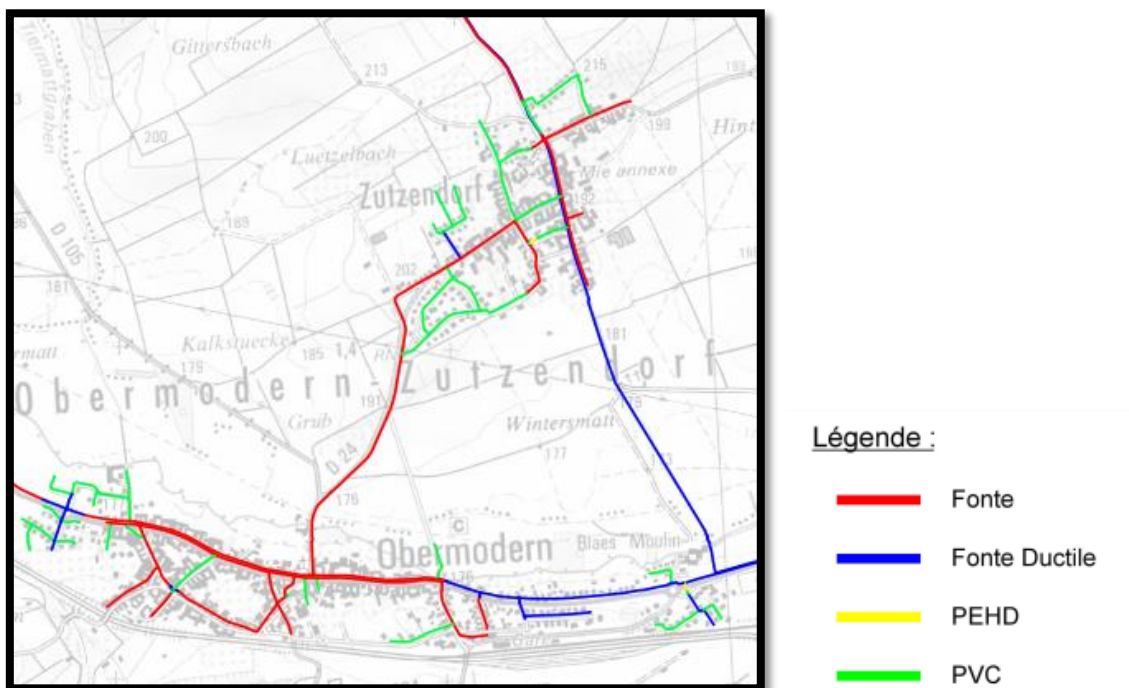


Figure 26: Représentation cartographique des matériaux sur Obermodern-Zutzendorf : extrait de l'annexe15

Concernant la représentativité de la longueur totale de chaque matériau par rapport à la longueur total du réseau, la fonte ductile et la fonte standard représente 38 % chacune, le PVC quant à lui représente 26 %, le PEHD 1 %, la fonte rapide 1 %, l'acier galvanisé, fonte ductile iso et la fonte ductile tout terrain ne représentent que 0,5 %.

En conclusion, le réseau du périmètre de la Moder est constitué d'un squelette en Fonte et en PVC avec quelques ramifications en PEHD et en acier galvanisé dont les matériaux constitutifs ont évolué avec le temps.

4.2 Age du réseau

Une première analyse concernant les années de pose des canalisations du réseau du périmètre de la Moder a montré que 2 % de ces dernières sont inconnues. Une consultation des anciens et des habitants des rues concernées a permis de compléter les informations manquantes et par la suite la mise à jour du SIG.

Le rythme de pose des conduites dans le temps est décrit dans la figure ci-dessous qui représente le pourcentage du linéaire posé depuis 1930 jusqu'à 2015. L'analyse de la courbe montre que quatre périodes de pose se distinguent par leur importance :

- 30 % des conduites datent encore d'avant 1960.
- Un passage de 30 % à 38 % entre 1961 et 1974.
- Un passage de 38 % à 55 % dans 2 ans (entre 1975 et 1976) qui traduit des travaux d'extension et d'intégration de nouvelles zones d'habitat.
- Extension et renouvellement/renforcement du réseau depuis 1976 jusqu'à aujourd'hui.

L'âge moyen du réseau est de 41 ans (valeur début 2016). Les canalisations les plus vieilles ont 86 ans et représentent 11,8 km du réseau (posées entre 1930 et 1935). En 2014, la moyenne française était estimée à 40 ans ce qui montre que le réseau du périmètre la Moder se situe parmi les vieux réseaux d'eau potable en France.

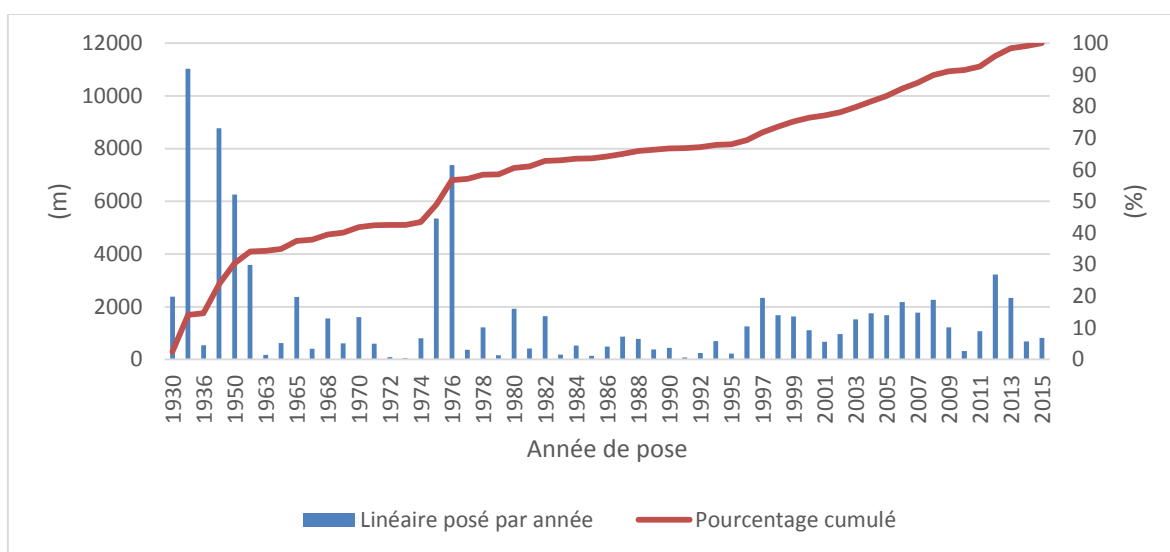


Figure 27: Rythme de pose des conduites et pourcentage du linéaire total (1930-2015)

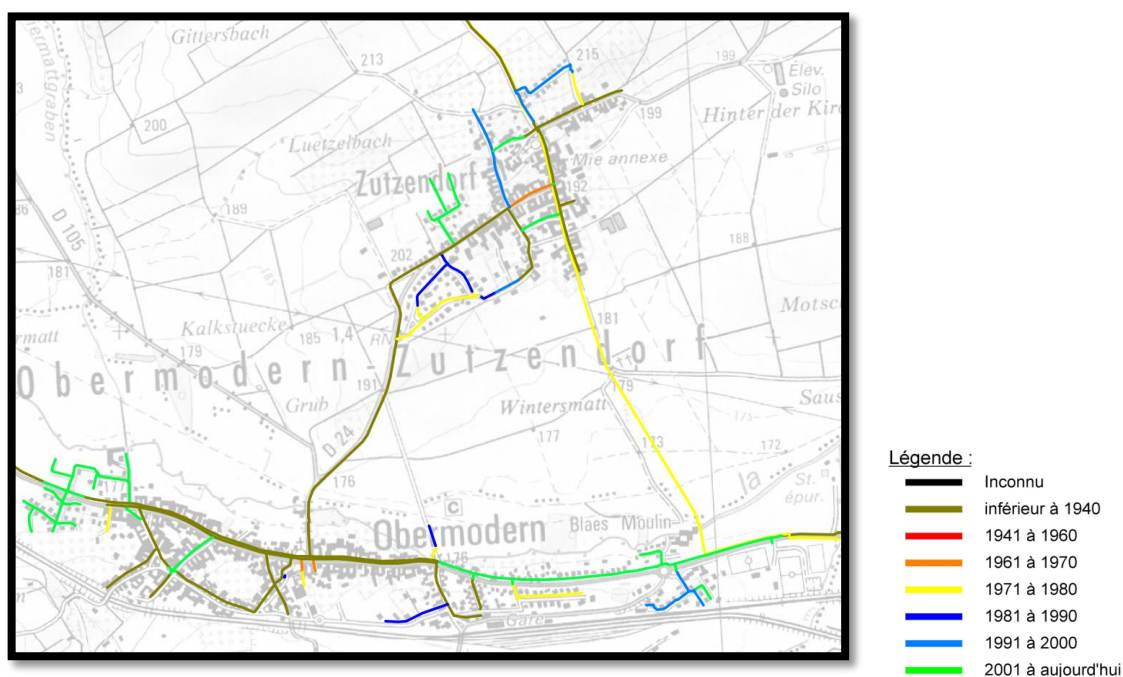


Figure 28: Représentation cartographique des années de pose sur Obermodern-Zutzendorf : extrait de l'annexe 14

4.3 Diamètres

16 diamètres différents sont recensés (varient entre Ø40 mm et Ø300 mm), dont les familles les plus significatives sont représentées ci-dessous :

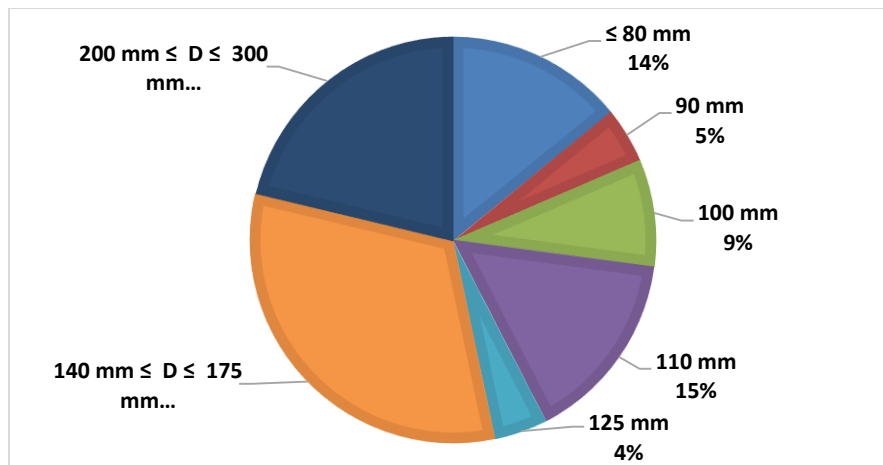


Figure 29: Répartition des diamètres dans le réseau

Plus que la moitié du réseau est de diamètre supérieur à Ø140 mm, cela correspond à un réseau disposant de canalisations principales de gros diamètres avec des ramifications en diamètres plus petits pour desservir les branches. Cette remarque est valable pour tout le périmètre à l'exception de Pfaffenhoffen où le réseau est fortement maillé.

4.4 Recensement des 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.

Le recensement des ruptures s'est déroulé 3 étapes : la première c'est la vérification de la cohérence des ruptures répertoriées dans la plateforme SAP depuis 2002 avec celles figurantes dans les rapports annuels dans la même période. La deuxième c'est la mise à jour du SIG en enregistrant les ruptures qui datent d'avant 2012 et les plus récentes non enregistrées par manque de conscience de l'importance de l'enregistrement de ce type d'informations. La dernière étape c'est l'export du fichier de travail contenant l'ensemble des canalisations du périmètre avec plusieurs données qui facilitent leurs identifications et qui décrivent leurs états en plus de l'information la plus importante « le nombre de ruptures » qu'a connu chaque canalisation depuis sa pose.

Ce travail nous a permis de passer de 39 à 152 ruptures sur les canalisations principales répertoriées sur le SIG depuis 2002. Le détail du nombre de ruptures par an est décrit sur la figure ci-dessous :

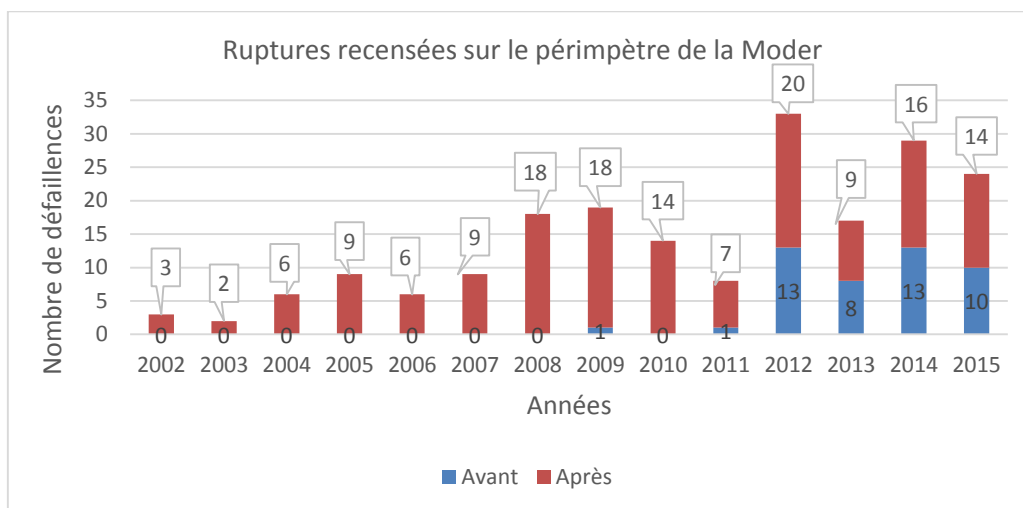


Figure 30: Nombre de défaillances des conduites principales par an (2002-2015)

Les deux figures ci-dessous montrent qu'un grand nombre de ruptures ont été observés sur des conduites en fonte standard posées en 1935. On peut conclure que le vieillissement des conduites est un paramètre impactant sur leurs performances et leurs rigidités.

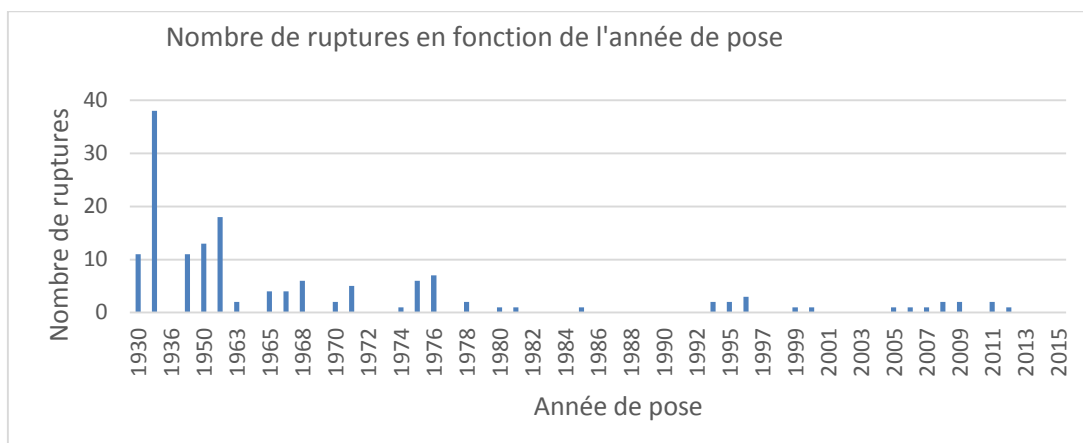


Figure 31: Nombre de ruptures en fonction de l'année de pose

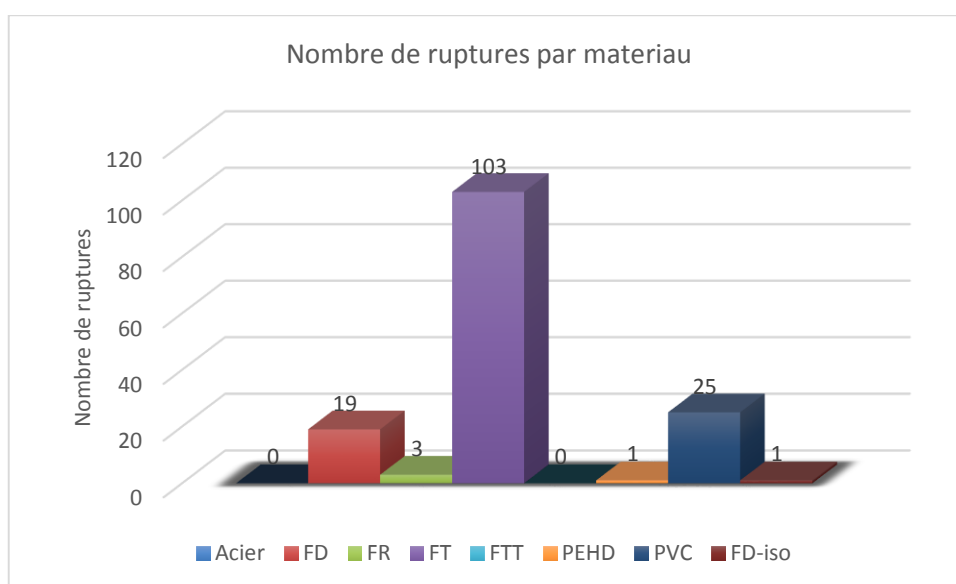


Figure 32: Nombre de ruptures en fonction du matériau

5. Résultats de l'analyse multicritère

5.1 Résultats brutes

Les conduites sont classées selon une note dont le maximum est 100%, correspondant à la conduite la plus prioritaire au renouvellement.

Un extrait des résultats (classe1) est présenté ci-dessous. La conduite la plus prioritaire au renouvellement a une note de 52,7 %.

Tableau 22: Extrait des résultats de l'outil d'analyse multicritère

MSLINK	DIAMETRES	MATERIAUX	ANNEE	COMMUNE	LONGUEUR	RUES	ABONNE	RUPTURES	ETAT EXT	CORR INT	DEG INC	TAUX DE CASSES	NOTE
341850	175	FT	1930	Menchhoffen	5,34	Principale (rue principale)	314	3	0	0	0	40,13	52,7%
29991	150	FT	1935	La Walck	201,95	Engwiller (rue d')	314	7	0	0	0	2,48	45,0%
337124	100	FT	1935	Pfaffenhoffen	567,31	Lichtenberg (rue de)	314	5	0	0	0	0,63	38,1%
341853	175	FT	1930	Menchhoffen	199,83	Principale (rue principale)	314	3	0	0	0	1,07	37,0%
317447	125	FT	1939	Obermodern-Zutzendorf	599,64	Chemin d'exploitation	314	4	0	0	0	0,48	35,8%
47660	150	FT	1930	Menchhoffen	458,28	Principale (rue principale)	314	3	0	0	0	0,47	35,7%
29992	150	FT	1935	La Walck	105,79	Engwiller (rue d')	314	3	0	0	0	2,03	35,6%
218198	100	FT	1960	Niedersultzbach	148,58	Eglise (rue de l'église)	314	5	0	0	0	2,40	35,0%
48439	150	FT	1950	Obersultzbach	1880,01	Ingwiller (rue d')	314	4	0	0	0	0,17	34,9%
10769	300	FT	1965	Pfaffenhoffen	610,47	Saverne (rue de)	314	1	0	0	0	0,12	34,2%
223320	250	FT	1930	Rothbach	1,89	Offwiller (rue d')	314	0	0	0	0	0,00	33,6%
19872	250	FT	1930	Rothbach	1,73	Offwiller (rue d')	314	0	0	0	0	0,00	33,6%
336911	80	FT	1935	Uberach	159,04	Bitschoffen (rue de)	314	3	0	0	0	1,35	33,3%
337118	125	FT	1935	Pfaffenhoffen	38,13	Lichtenberg (rue de)	314	2	0	0	0	3,75	33,1%
232224	125	FT	1935	Uberach	182,86	Walk (rue de la)	314	2	0	0	0	0,78	31,9%
329910	125	FT	1935	La Walck	199,54	Engwiller (rue d')	314	2	0	0	0	0,72	31,9%
46719	100	FT	1950	Obersultzbach	93,48	Principale (rue)	314	3	0	0	0	2,29	31,9%
317495	250	FD	1976	Obermodern-Zutzendorf	2013,56	Pfaffenhoffen (rue de) (Zutzendorf)	314	5	0	0	0	0,18	31,9%
10781	300	FT	1965	Pfaffenhoffen	257,22	Saverne (rue de)	314	0	0	0	0	0,00	31,8%
10782	300	FT	1965	Pfaffenhoffen	772,49	Saverne (rue de)	314	0	0	0	0	0,00	31,8%
220636	300	FT	1965	Pfaffenhoffen	3,29	Saverne (rue de)	314	0	0	0	0	0,00	31,8%
316743	80	FT	1935	La Walck	52,54	Kindwiller (rue de)	314	2	0	0	0	2,72	31,6%
49069	80	FT	1935	Niedermodern	90,43	Fontaine (rue de la)	314	2	0	0	0	1,58	31,1%
232242	80	FR	1967	Uberach	143,43	Source (rue de la)	314	2	0	0	0	1,00	30,9%
285153	150	FT	1950	Obersultzbach	109,10	Seigneurs (rue des)	314	2	0	0	0	1,31	30,8%
227178	250	FT	1950	Schillersdorf	2,33	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%
227180	250	FT	1950	Schillersdorf	143,26	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%
227182	250	FT	1950	Schillersdorf	7,95	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%
317578	250	FT	1950	Schillersdorf	333,56	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%
15590	250	FT	1950	Schillersdorf	326,76	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%
15588	250	FT	1950	Schillersdorf	228,42	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%
47119	250	FT	1950	Schillersdorf	8,88	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%
227184	250	FT	1950	Schillersdorf	7,29	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%
227186	250	FT	1950	Schillersdorf	448,29	RD 234	314	0	0	0	0	0,00	30,6%

5.2 Analyse des résultats

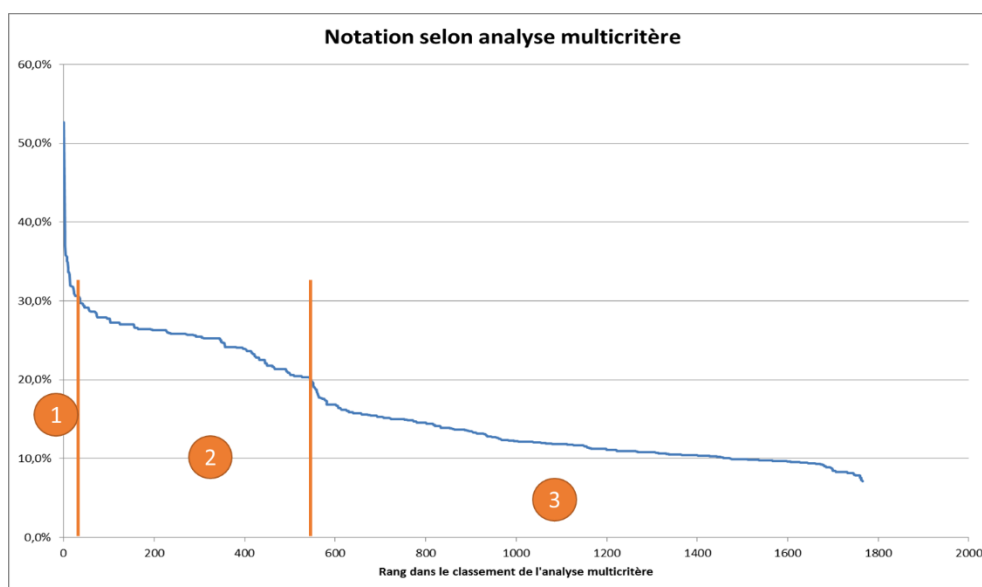


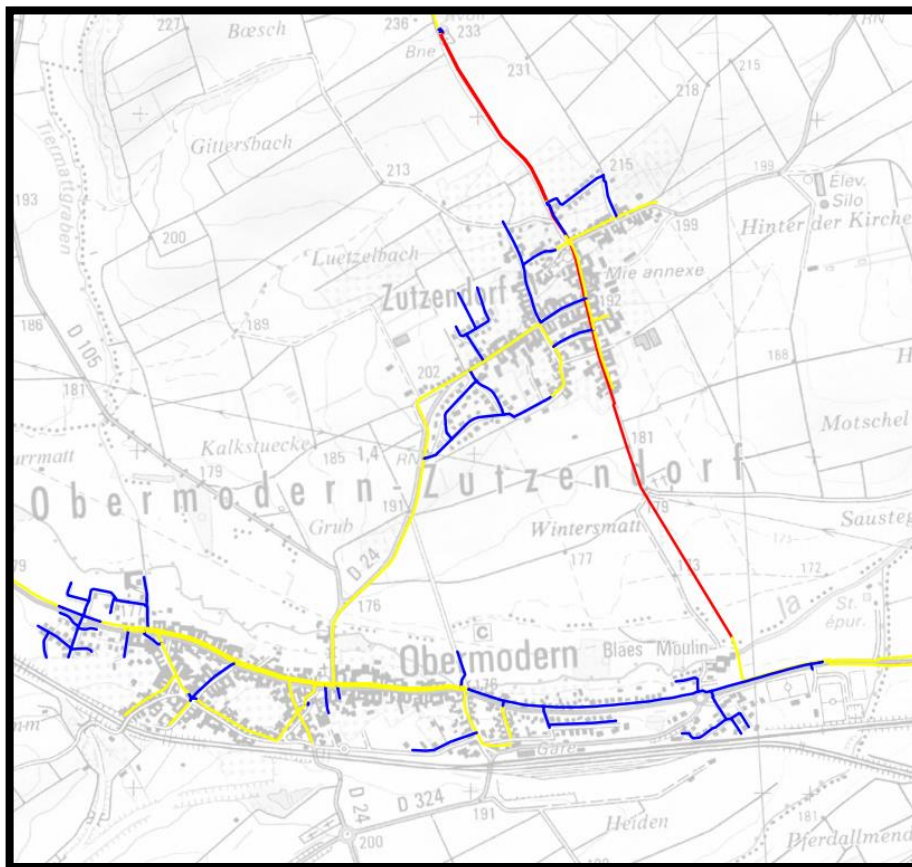
Figure 33: Notation et classes de tronçons selon la pondération

Sur le graphique ci-dessus, nous observons deux ruptures de pentes. A partir de ces ruptures, 3 groupes de tronçons ont été définis :

- La classe 1 regroupe les conduites prioritaires au renouvellement, leur note dépasse 30,6 %, soit 34 tronçons (10,7 % du linéaire total).
- La classe 2 regroupe les tronçons moyennement prioritaires dont la note va de 20.2 % à 30.5 %, soit 512 tronçons (40.1 % du linéaire total).

- La classe 3 regroupe les tronçons non prioritaires dont la note va de 7.1 % à 20.2 %, soit 682 tronçons (49.2 % du linéaire total).

Les résultats sont présentés graphiquement selon le modèle de la figure suivante :



Légende :

- Classe 1 - Tronçon prioritaire au renouvellement
- Classe 2 - Tronçon moyennement prioritaire au renouvellement
- Classe 3 - Tronçon non prioritaire au renouvellement

Figure 34: Représentation cartographique des tronçons selon leur priorité de renouvellement sur la commune d'Obermodern-Zutzendorf : extrait de l'annexe 16

Conclusion du chapitre VI :

Les résultats de la gestion patrimoniale sont présentés sur des cartes thématiques dont une présentation des classes de priorité de renouvellement. Une homogénéisation du résultat sur les conduites adjacentes et identiques a été faite.

L'élaboration du programme de travaux de renouvellement sera basée essentiellement sur les résultats de l'analyse multicritère.

L'outil d'analyse multicritère lui-même doit faire l'objet de quelques améliorations suite à quelques dysfonctionnements détectés lors des études précédentes. Ainsi, pour optimiser le temps de réalisation d'une étude similaire, une proposition d'un nouveau tableau de données extraites du SIG concernant les ruptures a été proposée et est en cours de réalisation.

VII - PROGRAMME DES TRAVAUX

1. Travaux issus du diagnostic :

Le rapport du diagnostic des ouvrages, dont la synthèse est présentée en annexe 6, contient des informations sur les travaux à réaliser et les opérations d'entretien courant (peinture, infiltration...) à traiter par l'exploitant. Le programme ne prendra en compte que les travaux nécessitant une attention particulières.

1.1 Travaux sur les puits :

- La surveillance et régénération des puits 1, 3 et 4 en raison des dépôts (tartre, corrosion) et des signes de colmatage observés aux inspections télévisées de 2014 (voir annexe 2),
- Effectuer un diagnostic de fonctionnement des puits avant 2025 avec mesures des rabattements et inspections télévisées en priorité sur les puits 2, 3 et 4.
- Rechemisage du puits 2 et sa régénération.
- Pompage des dépôts du fond.
- Remplacement de la colonne du puits 6.
- Protection du puits 3 contre les inondations et coulées de boues : un reprofilage du chemin d'accès et de la plateforme de retournement devant le puits devait permettre la facilité de l'accès au site et dévier les écoulements d'eau amont.

1.2 Travaux sur les réservoirs

Contrôler l'état de l'étanchéité des cuves et l'origine des fissures et humidité en pied de cuve du côté de la chambre de manœuvre (à réaliser en 2017). Travaux de rénovation à proposer en fonction du résultat.

2. Sécurisation du fonctionnement des ouvrage

L'analyse du niveau de sécurisation met en évidence un fonctionnement des ouvrages globalement sécurisés. Un renforcement de la sécurité de la liaison de communication depuis le poste central de commande de la station de traitement vers le poste de supervision du SDEA est recommandé. Celui-ci peut se faire par un doublement des modes de transmission ou un renforcement du contrôle de la liaison.

3. Sécurisation des capacités de production

Au-delà de la sécurisation du fonctionnement standard des installations, certains scénarios et incidents peuvent conduire à des arrêts complets ou partiels de la production. Ceux-ci n'étant pas disponibles sur le périmètre de la Moder, des solutions de sécurisations par interconnexions sont analysées.

3.1 Vérification des excédents en eau des périmètres voisins.

La figure et le tableau ci-dessous présentent les différentes possibilités d'interconnexion et les capacités de production et consommation de chaque périmètre voisin :

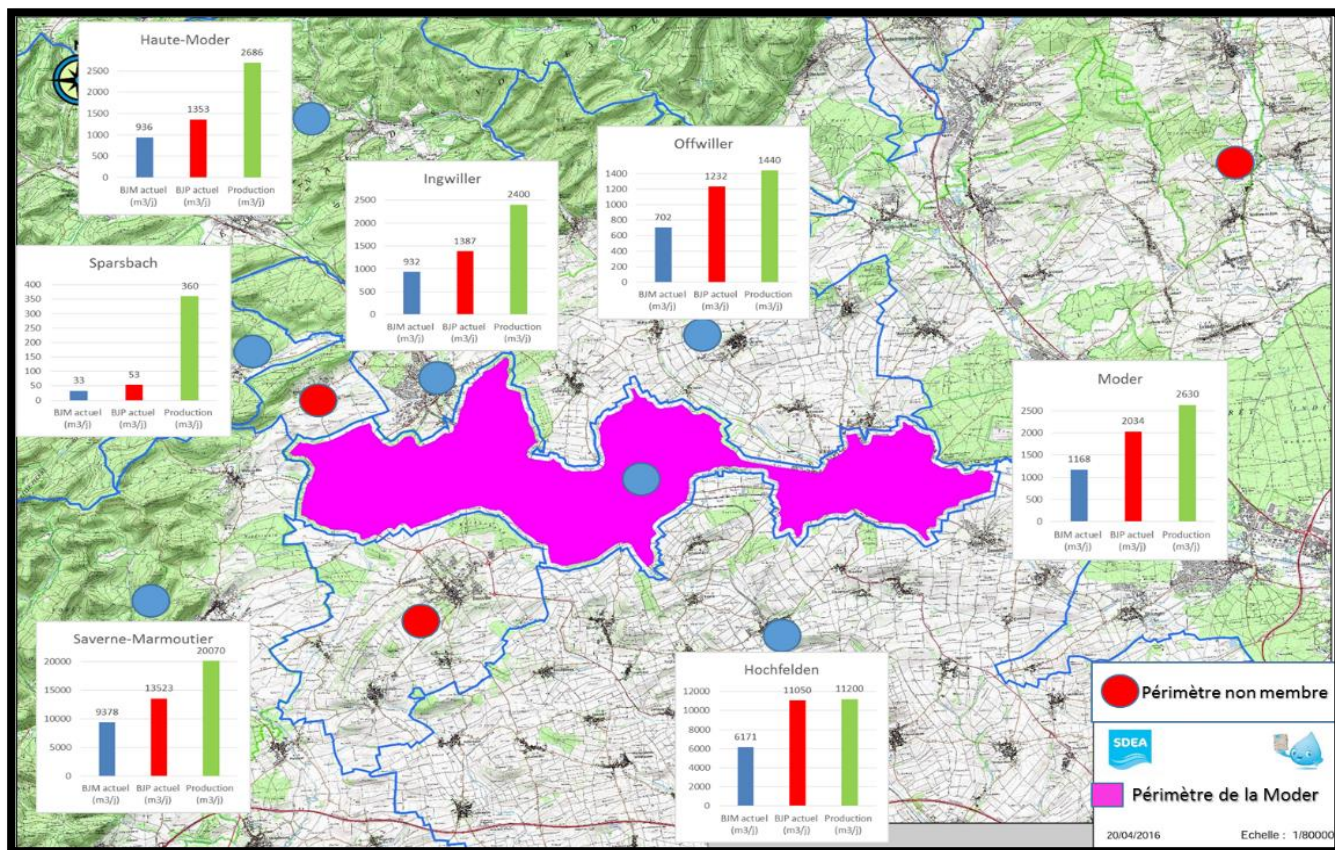


Figure 35: Les différentes possibilités d'interconnexion

Tableau 23: Bilans besoins ressources des périmètres voisins

Périmètre	Besoin jour moyen (m ³)	Capacité de production (m ³)	Bilan jour moyen (m ³)	Commentaires
Hochfelden	6171	11200 *	5029	Ressources suffisantes pour alimenter les deux périmètres (Moder et Hochfelden) en jour moyen
Saverne-Marmoutier	9376	20070	10694	Grande distance entre les réseaux structurants
Sparsbach	33	360	327	Ressources insuffisantes
Haute-Moder	936	2686	1750	Grande distance entre les réseaux structurants
Ingwiller	932	2400	1468	Interconnexion existante.
Offwiller	702	1440	738	Interconnexion existante mais ne peut sécuriser le secteur de Val de Moder

* Capacité actuelle; une augmentation de cette dernière est en cours d'étude.

3.2 Interconnexion avec le périmètre de Hochfelden et environs :

La proximité des réseaux rend pertinent l'étude d'une interconnexion au niveau du réservoir de Schalkendorf, dont la commune d'implantation est alimentée à partir du réseau de distribution du périmètre de Hochfelden et environs.

La commune de Schalkendorf est alimentée par une conduite en diamètre $\varnothing 150$ mm et par une station relais assurant un débit de $42 \text{ m}^3/\text{h}$ et se situe en bout de réseau.

Un débit plus important, peut être obtenu en modifiant la capacité de la station relais. L'interconnexion pourra être réalisée en renforçant le réseau à partir de l'entrée de la commune de Schalkendorf jusqu'au réservoir par une conduite de diamètre $\varnothing 150$ mm sur une longueur d'environ 1,1 km.

Si les excédents du périmètre de Saverne-Marmoutier sont intéressants, la distance des réseaux ne rend pas l'étude de ce scénario prioritaire.

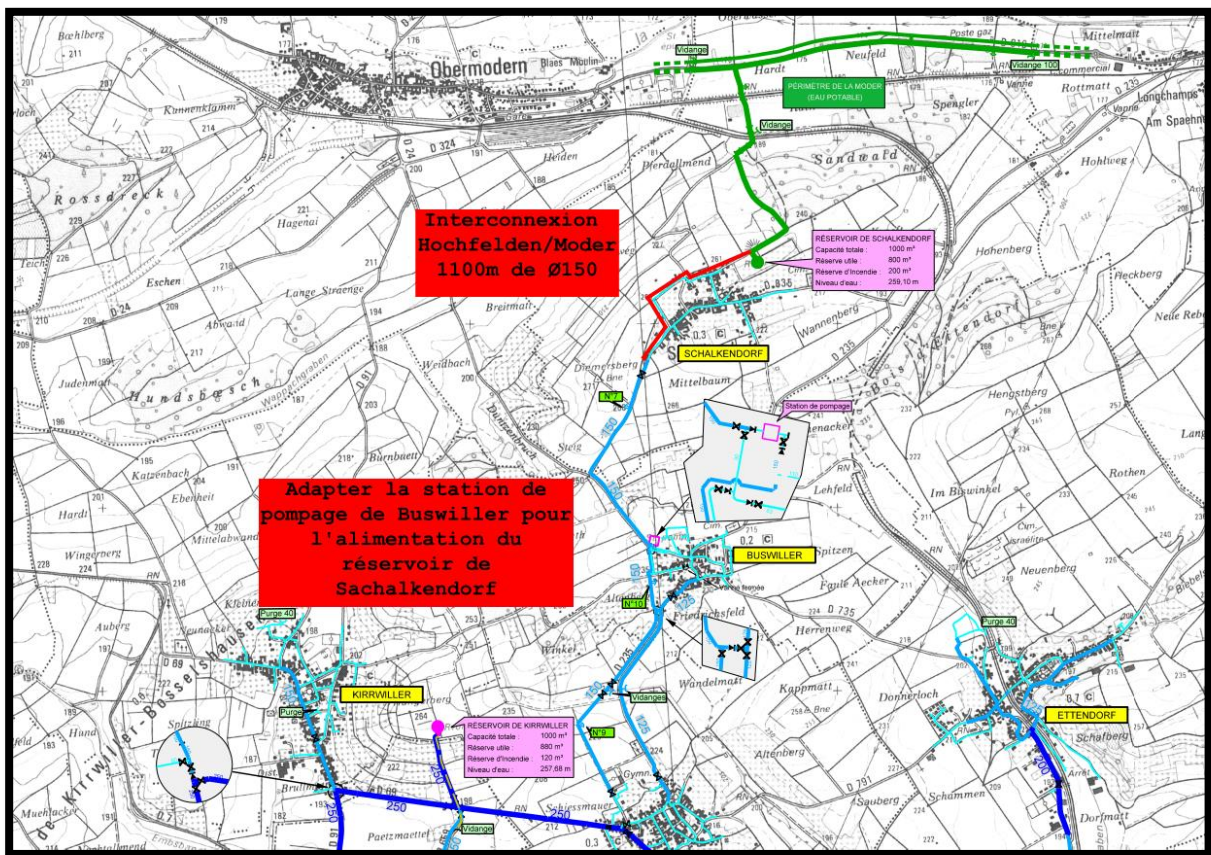


Figure 36: Schéma d'interconnexion avec le périmètre de Hochfelden et environ.

4. Renforcement des capacités de production

Le bilan besoins ressources met en évidence un déficit à l'horizon 2040, donc il faut prévoir une adaptation de la ressource.

Ce renforcement étant nécessaire à l'horizon 2040, il est recommandé de proposer un schéma directeur d'alimentation en eau potable (SDAEP) à l'horizon 2025, pour actualiser les bilans besoins ressources, confirmer les évolutions et fixer le déficit à compenser. Cette échéance tient compte du délai d'étude et du développement d'une nouvelle ressource pouvant se prolonger à une dizaine d'année.

5. Renforcement des capacités de stockage

Pour maintenir des marges de fonctionnement en autonomie de distribution, un renforcement des capacités de stockage est proposé à l'horizon 2025, et pouvant être confirmé à l'occasion de l'actualisation du SDAEP.

A ce jour, ce projet consisterait à augmenter le volume utile de stockage de 450 m³ afin de disposer à terme d'un coefficient de stockage de 50% et d'une capacité de stockage utile de 1330 m³. L'ajout d'une cuve de 650 m³ permettrait en outre d'envisager l'abandon du réservoir de Zutzendorf (650 m³ = 450 + 20% de 450 + 80 volume utile de Zutzendorf).

Ce projet présente l'opportunité d'envisager la construction d'un réservoir spécifique au secteur à desservir en pression réduite, avec une implantation à une cote de 230 m NGF.

6. Aménagements sur le réseau.

6.1 Déviation et renouvellement de l'interconnexion du périmètre de la Moder avec Ingwiller

La conduite d'interconnexion entre Ingwiller et la Moder a été sur-construite d'un champ de capteurs photovoltaïque rendant complexe toute intervention de réparation. Compte tenu de son importance, la déviation de cette conduite doit être étudiée dans l'immédiat.

Les travaux proposés consistent à poser 860 m de conduite de Ø150 mm le long du chemin d'exploitation pour boucler le champ et fermer la conduite existante comme présenté sur la figure ci-dessous.

Ce projet se situe sur le ban communal de Weinbourg.

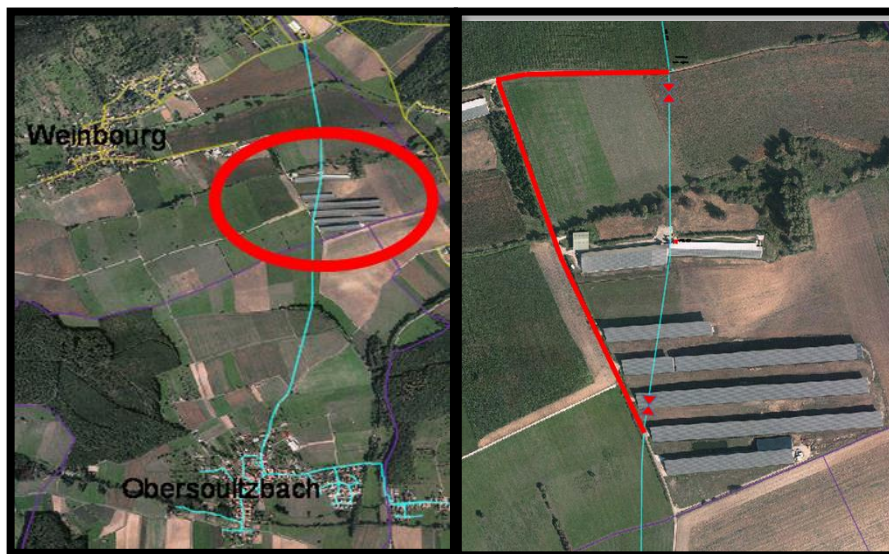


Figure 37: Déviation de la conduite d'interconnexion Ingwiller / Moder

6.2 Sécurisation du passage sous le cours d'eau

La conduite de transport principale de Ø250 mm (entre Zutzendorf et la vanne motorisée) traverse un champ d'un particulier puis traverse le cours d'eau de la Moder par siphonage. Une rupture sévère sur cette conduite engendre des problèmes majeurs dans le système de distribution si le niveau d'eau du réservoir de Schalkendorf est bas.

Les actions de sécurisation de cette conduite concernent la déviation de son tracé en passant dans un chemin d'exploitation et le doublement de la conduite sous le cours d'eau.

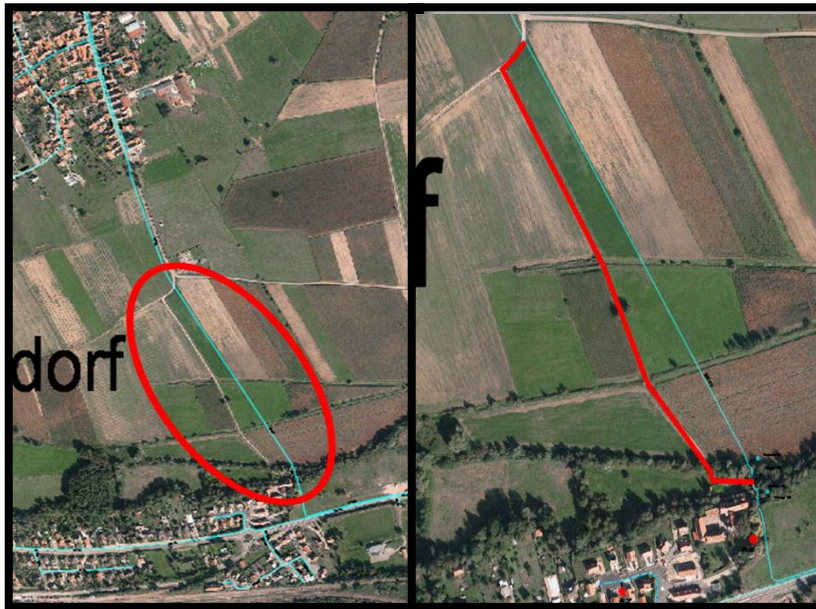


Figure 38 : sécurisation de la conduite principale de Ø250.

7. Réduction de la pression

La pression sera réduite pour une stabilisation à une cote de 230 m permettant de disposer d'une pression de service comprise entre 3 et 7 bars.

En première approche, le dimensionnement de l'appareil de régulation prendra en compte de conserver une défense incendie satisfaisante. Dans ce cas, le choix d'un appareil de DN 200 mm représentera un compromis optimum.

Le projet inclut la pose d'un stabilisateur. Un deuxième équipement pourra peut-être proposer pour maintenir le maillage du réseau et garantir sa sécurité de fonctionnement.

8. Travaux de renouvellement

L'outil d'aide à la décision fournit une liste hiérarchisée des tronçons candidats au renouvellement selon les critères définis. Afin de constituer un programme pluriannuel de travaux, cette liste de tronçons nécessite un traitement avec le personnel technique en charge de l'exploitation et de la programmation des travaux. Ceci permet d'une part, de vérifier la cohérence globale de l'analyse et d'autre part, de proposer une programmation pluriannuelle en termes de chantiers en tenant compte de l'enveloppe budgétaire annuelle disponible et des contraintes ou coordinations nécessaires.

Aussi, il est nécessaire de définir :

- Si les tronçons sont à renouveler sur leur longueur initiale ou dans le cadre d'une opération élargie aux tronçons adjacents en fonction des opportunités de coordination avec un aménagement global ou d'éventuels travaux de voirie.
- En première approche, si plusieurs tronçons aux caractéristiques similaires entrant dans le programme de travaux sont situés dans la même rue, l'ensemble de la rue sera proposé en renouvellement.
- La situation des branchements. L'essentiel des branchements 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.
- Si les tronçons sont à renouveler à l'identique ou à renforcer.

Il est à préciser que les travaux de renouvellement proposés n'ont pas pris en compte les programmes de voirie des communes, ceux-ci étant méconnus à ce jour.

Le linéaire total à remplacer par année est ainsi estimé au vue du taux de renouvellement moyen, atteint au SDEA, de l'ordre de 1 %, ce qui revient à renouveler au minimum environs 1km de réseau par an.

Après analyse patrimoniale du réseau, il en ressort un nombre important de conduites prioritaires au renouvellement.

La solution évidente serait de proposer un programme de travaux basé strictement sur cette analyse. Néanmoins, un recoupement avec les programmes des travaux d'assainissement et de voirie est à prévoir pour compléter l'étude et optimiser les budgets.

Dans l'attente de réunions pour la coordination de travaux, prenant en compte l'eau potable, l'assainissement et les voiries, la proposition d'un programme de travaux et l'estimation du coût des travaux seront basés uniquement sur les données qui concernent l'analyse patrimoniale et l'analyse multicritère.

La liste des conduites prioritaires au renouvellement (Classe 1) représente environ 10 km de réseau. Ce linéaire permet en théorie de réaliser 10 ans de travaux à un rythme de 1 % de renouvellement par an.

Par contre, en première approche, la capacité l'autofinancement du budget dédié aux travaux de renouvellement des réseaux d'eau potable du périmètre de la Moder s'élève à 123 500 € par an. Ce budget va permettre de renouveler à peu près 500 ml par an (250 € par ml de conduite en moyenne). Le taux de renouvellement ne serait que de 0,5 % par an.

Il est donc proposé d'étudier ce budget à l'aide d'une perspective financière avec le gestionnaire financier du territoire afin de tendre vers un taux de renouvellement de 1 %.

9. Chiffrage

9.1 Renouvellement du réseau

Un programme pluriannuel a été réalisé et communiqué au responsable réseaux en attendant les données sur le programme assainissement et voiries pour le compléter.

Commune	Rue	Travaux	Nature	Linéaire (ml)	Prix unitaire (€)	Montant (€ HT)
Année 2019						
Menchhoffen	Rue Principale	Renovation	FD 150	460	300	138000,00
Menchhoffen	Rue Principale	Renforcement	FD 200	200	320	64000,00
			TOTAL	660		202000
Année 2020						
La Walck	Rue d'Engwiller	Renovation	FD 125	280	250	70000
La Walck	Rue d'Engwiller	Renovation	FD 150	410	300	123000
La Walck	Rue de Kindwiller	Renforcement	PVC 110	120	280	33600
Obersoultzbach	Rue des Seigneurs	Renovation	FD 150	110	300	33000
			TOTAL	920		259600
Année 2021						
Uberach	Rue de Bitschoffen	Renforcement	PVC 110	160	280	44800
Uberach	Rue de Bitschoffen	Renforcement	PVC 110	10	280	2800
Obersoultzbach	Rue Principale	Renovation	FD 100	95	200	19000
Obermodern-Zutzendorf	Chemin d'exploitation	Renovation	FD 125	600	250	150000
Niedersoultzbach	Rue de l'Eglise	Renovation	FD 100	150	200	30000
			TOTAL	1015		246600
Année 2022						
Pfaffenhoffen	Rue de Lichtenberg	Renovation	FD 125	40	250	10000
Pfaffenhoffen	Rue de Lichtenberg	Renovation	FD 100	570	200	114000
Uberach	Rue de la Walk	Renovation	FD 125	270	250	67500
Niedermodern	Rue de la Fontaine	Renforcement	PVC 110	95	280	26600
Uberach	Rue de la Source	Renforcement	PVC 110	150	280	42000
			TOTAL	1125		260100

Figure 39: Extrait du programme pluriannuel de renouvellement

9.2 Autres travaux

Tableau 24: Chiffrage des travaux à envisager.

Nature des travaux	Description	Montant (€ HT)	Échéance
Régénération des puits 1, 3 et 4	-	90 000 €	-
Diagnostic de fonctionnement du puits des puits 2, 3 et 4	Mesures de rabattement et interprétations 1500 €/u; inspections télévisées 2500 €/u; maîtrise d'ouvrage 1500 €/u	16 500 €	-
Rechemisage du puits 2, avec accompagnement hydrogéologique	-	45 000 €	-
Remplacement de la colonne d'exhaure du puits 6	-	-	-
Reprofilage du chemin d'accès au puits 3	-	2 500 €	2017
Inspection des cuves pour vérification état de l'étanchéité des réservoirs	-	6 000 €	2017
Sécurisation des liaisons de communication	Deux solutions à l'étude : doublement de la liaison ou renforcement des contrôles automatiques	-	2017
Interconnexion avec Hochfelden (sous réserve de consolidation des marges de production à Mommenheim)	Etude détaillée du projet : définition des conditions de fonctionnement, dimensionnement des équipements de pompage et de régulation, définition des sécurités	4 000 €	2017
	1100 ml de Ø150 en FD	330 000 €	2018
	modification du pompage à Busswiller	8 000 €	2018
Actualisation du Schéma Directeur (2025)	-	18 000 €	2025
Recherche de nouvelles ressources	Etude hydrogéologique du potentiel disponible dans le vallon du Rothbach	30 000 €	2025 à 2035
Renforcement de la capacité de stockage	Construction d'une nouvelle cuve de 650 m ³	500 000 €	2025
Déviation et renouvellement de l'interconnexion Ingwiller / Moder	860 ml de Ø150 en FD	258 000 €	2017
Sécurisation du passage sous la Moder	600 ml de Ø250 en FD	192 000 €	2016/2017
Amélioration des temps de séjours dans les 3 conduites d'interconnexion	Colliers de prise, compteur, vanne et tuyauterie	3 000 €	2017

Réduction de la pression du Val de Moder	Etude détaillée du projet : étude de variantes, dimensionnement des réducteurs	3 000 €	2018
	Installation d'un stabilisateur de pression aval principal sous regard (sur la base d'un DN 150 mm)	45 000 €	2019
	Installation d'un stabilisateur de pression aval secondaire sous regard (sur la base d'un DN 100 mm)	35 000 €	2019

*Les champs vides dans le tableau sont en cours d'étude.

9.3 Impacte sur le prix de l'eau

Les travaux envisagés seront programmés en tenant compte à la capacité d'autofinancement du périmètre. Donc aucun impact sur le prix de l'eau ne sera relevé.

Conclusion du chapitre VII :

Le programme établi dans cette partie concerne des travaux d'aménagement à réaliser sur le système de production, de distribution et de stockage du périmètre de la Moder selon leurs ordres de priorité.

Les travaux à court terme concernent particulièrement la sécurisation des points faibles du réseau, l'étude détaillée sur le projet d'interconnexion avec le Périmètre de Hochfelden et Environs ainsi que l'étude concernant la réduction de la pression du Val de Moder.

Les travaux à moyen terme concernent surtout des études à réaliser à l'horizon 2025, dont une première sur l'actualisation du présent schéma directeur, une deuxième sur le renforcement de la capacité de stockage et une dernière sur la recherche de nouvelles ressources d'eau. La réalisation des deux dernières études est à confirmer suivant les résultats du SDAEP de 2025.

Un programme pluriannuel de renouvellement des réseaux a été élaboré en se basant uniquement sur les résultats d'analyse multicritère. Le budget dédié aux travaux de renouvellement (capacité d'autofinancement du périmètre : 123 500 €/an) ne permet pas d'atteindre l'objectif visé par le SDEA qui est de 1% par an. Une réunion avec le gestionnaire financier du territoire est programmée pour étudier les perspectives d'évolution de ce budget.

Enfin, le programme pluriannuel sera finalisé après la réunion avec le technicien réseaux pour compléter ce dernier avec le programme de travaux d'assainissement et de voirie.

Les travaux envisagés n'auront aucun impact sur le prix de l'eau.

VIII - CONCLUSION

La présente étude avait pour objet d'établir un diagnostic du fonctionnement des installations de production et de distribution, de proposer des actions d'améliorations pour disposer d'une hiérarchisation des travaux prioritaires et l'établissement d'un programme pluriannuel de sécurisation, de renforcement et de renouvellement.

Le bilan besoins ressources a montré qu'à l'horizon 2040, les besoins de pointe seront importants et dépassant la capacité de production en plus d'une capacité de stockage qui devient juste. Cette situation conduit à proposer une étude de recherche de nouvelles ressources à l'horizon 2025 ainsi qu'une étude de renforcement de la capacité de stockage en rajoutant un volume de 650 m³.

La création d'un modèle numérique du système d'alimentation en eau potable du périmètre sur l'outil de modélisation Porteau a permis à la fois de mieux comprendre son fonctionnement, d'évaluer ses performances et de quantifier les dysfonctionnements. Ainsi que d'analyser et simuler quelques scénarios d'incidents pour évaluer la réaction du système vis-à-vis de ces cas particuliers.

Le modèle a confirmé la possibilité de réduction de pression sur le secteur du val de Moder. Une étude détaillée sur ce projet est programmée pour 2018.

L'évaluation du niveau de sécurisation de production et de distribution a mis l'accent sur la nécessité de la création d'une nouvelle interconnexion et la déviation de deux conduites présentant des risques majeurs sur système.

L'étude de la gestion patrimoniale a permis de dégager les conduites prioritaires au renouvellement. Ces résultats seront complétés par les programmes d'assainissement et de voiries des communes afin de définir le programme définitif de renouvellement.

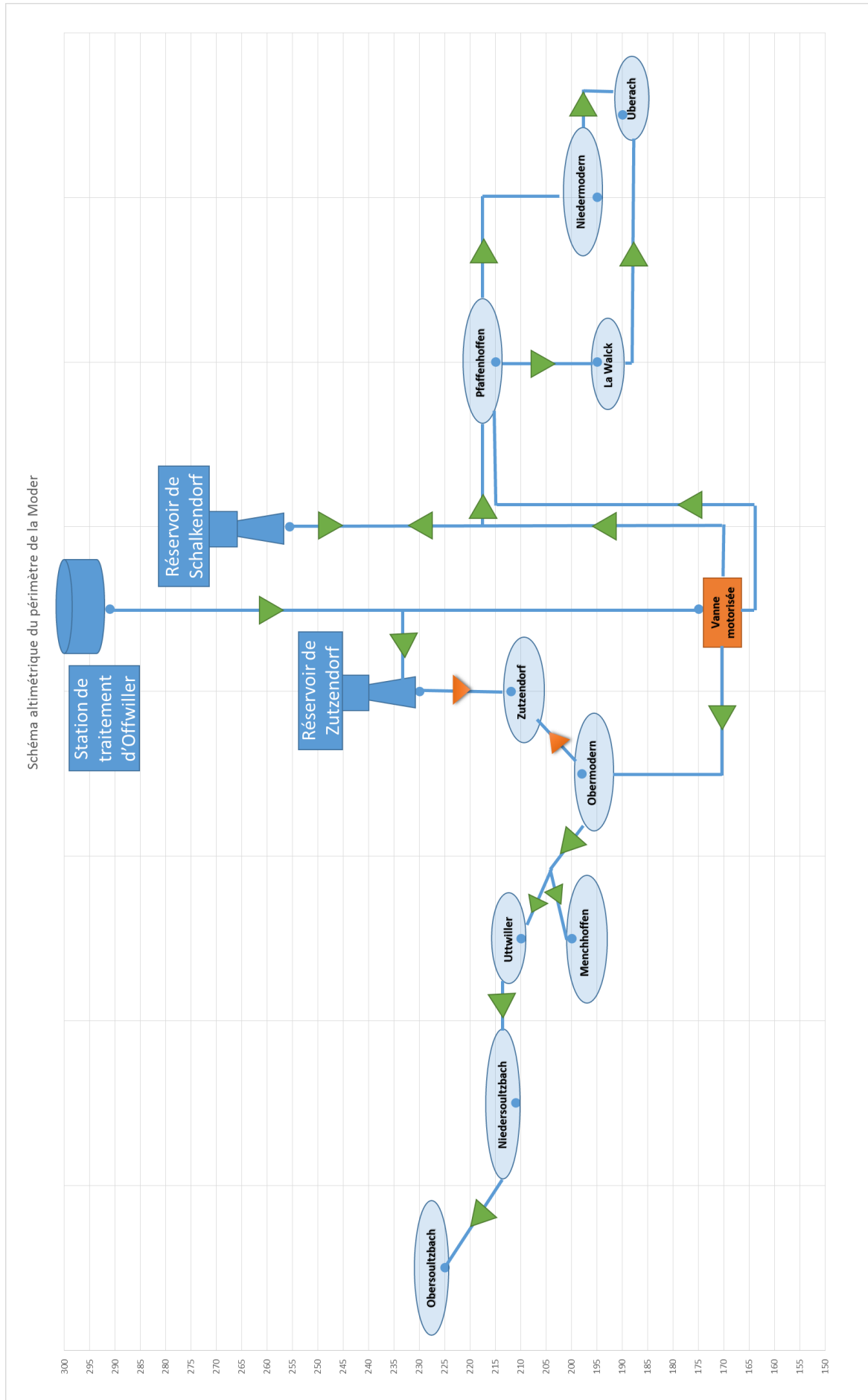
Un programme de travaux sur les ouvrages et sur les réseaux a été établi à l'appui du diagnostic effectué en début de stage, des résultats de la modélisation et de l'analyse multicritère faite sur les conduites. Le chiffrage des différents travaux préconisés dans ce document ne sont que des estimations. Chaque aménagement fera l'objet d'un avant-projet détaillé.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SDEA .1998-2015. Rapports Annuels sur le Prix et la Qualité du Service Public d'Eau Potable - Périmètre de la Moder.
- [2] Louis Gérard NYADA AMBASSA. 2015. Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable du périmètre de Hochfelden et Environs. 113P.
- [3] SAFEGE. 2009. Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable, Complément d'études au SDEAP. 88P.
- [4] SCoTAN. 2015. Rapport de présentation. 720P.
- [5] INSEE. 2006. Méthodologie des projections de population. 77P.
- [6] Antoine LOUPPE. 2007. Étude diagnostique des installations du syndicat des eaux de la Moder et application d'un outil d'aide à la décision pour le renouvellement des conduites. 98P.
- [7] Pierre BOYER. 2012. Actualisation du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable de la commune de saint Georges de Commiers. 90P.
- [8] SDEA .2003 . Étude sur la station de traitement de l'arsenic et de l'agressivité de l'eau.
- [9] MEDDE. 2012 Rapport Explore 2070. 199P.
- [10] Jacques Girardin. 2010. Développement d'une méthodologie pour la programmation des travaux de renouvellement des conduites d'eau potable - Application au réseau du périmètre du Kronthal (Bas-Rhin). 2010. Mémoire de fin d'étude. 94P
- [11] Eric CRASTES. 2013. Méthode de mise à jour et de calage du modèle numérique du réseau d'eau potable de la communauté Urbaine de Strasbourg. Mémoire de fin d'étude. 107P.
- [12] Groupe de travail ASTEE-AITF. 2013. Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable, Elaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau. 48P.
- [13] Eddy RENAUD, Bernard BREMOND et Yves LA GAT. La durée de vie des canalisations, une notion insuffisante pour conduire une politique de renouvellement. 10P.
- [14] Les différents schémas directeurs faits par le SDEA.

ANNEXES

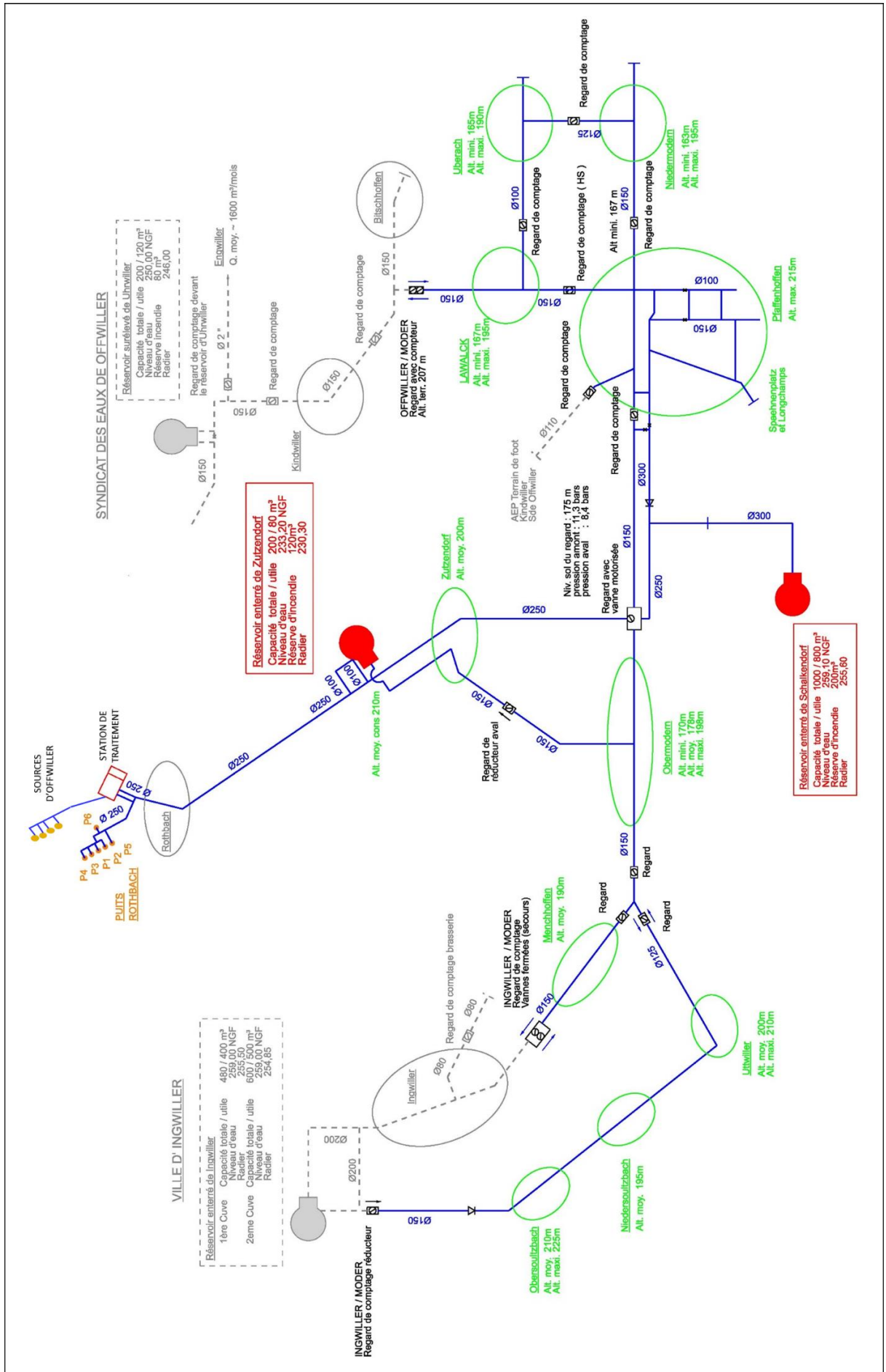
Annexe 1 : Schéma altimétrique d'alimentation en eau potable du périmètre de la Moder



Annexe 2 : Inspection télévisée des puits de Rothbach

Puits N°	Date d'inspection	Profondeur supposée (m)	Profondeur mesurée (m)	Diamètres (mm)	Matériau tube crépiné	Remarques	Recommandations
1	16/04/2014	129.40	129.30	600/450	Acier / grès	-tube plein entartré et corrodé. -Fentes totalement colmatées	- Nettoyage haute pression de la partie crépinée et pompage des dépôts du fond.
2	15/05/2014	110	110.50	600/520	Grès vosgien	-Léger dépôt sur la paroi tube plein - le tube plein est peut-être percé à -22.60 -Importants dépôts sur le tube crépiné. -tube crépiné percé à -47.70	- Prévoir un rechemisage de l'ouvrage et régénération mécanique et chimique.
3	02/04/2014	180	171.30	450/300/200	Acier	- Tube crépiné partiellement colmaté. - Les fentes ne sont plus visibles entre -140.60 et -156.70 - accumulation d'environ 8.70 m de sédiments au fond.	- Régénération mécanique du puits. -Pompage des dépôts du fond.
4	23/05/2014	165	164.90	450/420	Acier/trou nu	- Léger dépôt recouvre la paroi du tube plein. -Importants dépôts sur la paroi du tube plein. - Grès recouvert d'un biofilm au fond.	- Régénération mécanique et chimique de la crépine en acier uniquement.
5	24/04/2014	200	188.60	276/240	Inox 430	- Jonctions soudées partiellement corrodées. -La paroi du grès est très fracturée. - Accumulation d'environ 11.40 m de dépôts dans le trou nu	-Pompage des dépôts du fond.
6	24.10.07	101	100.70	315	PVC	- Paroi marquée par des impacts de brides provenant de la colonne de refoulement lors du démarrage de la pompe sur le tube plein en PVC.	-Prévoir des centreurs lors de remontage de la colonne de refoulement pour éviter les impacts de brides. - Prévoir une colonne de refoulement avec raccords ZSM et revêtement époxy.

Annexe 4 : Schéma simplifié d'alimentation en eau potable du périmètre de la Moder



Annexe 5 : Exemple de fiche d'inspection des ouvrages

Nom et N° de l'UDI	Moder
Nom de l'ouvrage contrôlé	Puits 5 Rothbach
Code Ouvrage	512 (SIG)
Date DUP / date travaux de mise en conformité	09/01/1996
Date inspection	12-janv-16
Nom et qualité du ou des inspecteurs	Rémy BARTH, Olivier OTTMANN, Abdessamad AZMAOUI
Réf. GPS	

Fiche d'inspection d'Ouvrage : Puits

Code de la santé publique : articles L1321-1 à L1321-10 (eaux potables) et R1321-1 à R1321-63 (eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles)								
Arrêté du 11 septembre 2003								
portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des								
Circulaire DGS n° 524/DE n° 19-03 du 7 novembre 2003 relative aux mesures à mettre en œuvre en matière de protection des systèmes d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, y compris								
Article 10 du RSD								
Renseignement des "prochains travaux" : préciser une échéance, mais si celle-ci est à moyen/long terme (ex : ravalement dans 10 ans)								
Dispositions à vérifier	Texte de référence	Obligation (O) ou recommandation (R)	Conforme	Non Conforme	Travaux à prévoir Priorité 1: N+1 2: N+5 3: N+10	Non Applicable	Non Vérifié	Commentaires
Terrain / Périmètre de protection immédiate (PPI) / Abords								
Existence de panneaux de signalisation du PPR	/	R		X				
Existence de panneaux de mise en garde (défense d'entrer) à l'entrée du site ?	/	R	X					
Etat satisfaisant et sécurisé des accès extérieurs (chemin,...)	/	O/R	X					
Etat satisfaisant des voiries intérieures	/	O/R	X					
Clôture du PPI	R. 1321-13	O	X					
Etat clôture satisfaisant / Efficacité / Hauteur 2,5 m	CSP	O		X				PPI petit suite a la non disponibilité du terrain
Dimension du PPI / adaptation au contexte	/	/		X				
Présence de traces d'effraction ou de vandalisme	R. 1321-55	/	X					
Entretien satisfaisant du terrain	CSP	/	X					
Structure qui entretient le terrain	R. 1321-13	O	X					
Fréquence d'entretien du terrain	CSP	/						3 fois
Absence d'utilisation d'engrais/phytosanitaires sur le terrain	R. 1321-13	O	X					
Absence de pâturage d'animaux dans le PPI	CSP	O	X					
Présence de zone propice à la stagnation d'eau dans le PPI	R. 1321-13	O	X					
Situation en zone inondable	CSP	R	X					
Protection satisfaisante contre les inondations / les coulées de boues		R					X	
Présence d'aménagements favorables à la biodiversité		R		X				
Points particuliers / activités / dépôts à proximité du PPI								Présence de la RD et une carrière
Présence forages abandonnés						X		
A-t-il été rebouché au niveau de l'aquifère ?	R. 1321-13	O						
La partie supérieure a-t-elle été cimentée ?	CSP et	O				X		
Présence piézomètres	R. 1321-13	/				X		
Une fermeture hermétique existe-t-elle ?	CSP	O				X		
Tête de piézomètre au moins à 0,5 mètres au-dessus du terrain naturel (0,2 m lorsque la tête débouche à l'intérieur d'un local)	R. 1321-13	O				X		
Présence stockage de matériaux dans le PPI	CSP et article 8 arrêté du 11/09/2003	O	X					
Présence pylône électrique	R. 1321-13 et R. 1321-55	/	X					
Des conventions d'accès pour les opérateurs extérieurs existent-elles ?	CSP	R						
Exutoire vidange / puisard protégés et en dehors du terrain (ou PPI)	R. 1321-13		X					
Autres	Vigipirate	/						

Dispositions à vérifier	Texte de référence	Obligation (O) ou recommandation (R)	Conforme	Non Conforme	Travaux à prévoir Priorité 1: N+1 2: N+5 3: N+10	Non Applicable	Non Vérifié	Commentaires
Ouvrage - Exploitation								
Fréquence d'entretien de l'ouvrage	R. 1321-56	O						Trimestriel
Fréquence de passage de l'exploitant	/							Mensuel
Enregistrement des interventions dans un carnet		O	X					Fiche plastifiée dans l'armoire électrique
Passage caméra antérieur à 10 ans (préciser date)	Article 11 arrêté du 11/09/2003	O						24 avril 2014
Mesures de rabattement / profondeur récentes (préciser date)	/							
Présence de stockage de matériaux ou équipements dans le local susceptibles d'altérer la qualité des eaux	R. 1321-55 CSP	O	X					
Produits chimiques : stockage de produits ou réactifs dans le local ?	R. 1321-55 CSP	O	X					
Existence d'un programme d'analyses en auto-contrôle (préciser les fréquences et paramètres analysés)	R. 1321-23 CSP	R						
Ouvrage - Génie-civil								
Affichage du code BSS	/	R		X				
Bon état général extérieur (fissure, état revêtement...)	R. 1321-55 CSP	O	X					
Etat satisfaisant de la partie interne du local technique (revêtement délabré, fissures,...)	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O	X					
Etanchéité satisfaisante du local technique ou du capot regard (joint, couvercle, grille d'aération, ...)	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O						
Infiltration d'eaux visible dans l'ouvrage	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O						Petite infiltration mais sans conséquences, fuite sur le filtre
Présence de condensation	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	R	X					
Présence d'insectes ou autres petites animaux (limaces...)	R. 1321-55 CSP	O	X					
Aération et ventilation satisfaisante du bâti (Absence de condensation, de moisissures ou algues,...)	R. 1321-55 CSP	O/R	X					
Etat satisfaisant de la tête de puits	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O	X					
Margelle d'une hauteur minimale de 30 cm (si forage pas dans local technique ou dans chambre de comptage)	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O	X					
Margelle de 3 m ² au minimum autour de chaque tête (si le forage n'est pas dans local technique ou dans chambre de comptage)	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O				X		
Plafond du local ou de la chambre de comptage dépasse d'au moins 0,5 m le niveau du terrain naturel (si forage dans local technique ou dans chambre de comptage)	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O	X					
Tête de forage dépasse d'au moins 0,5 m le niveau de terrain naturel ou du fond de la chambre de comptage dans lequel elle débouche (Cette hauteur minimale est ramenée à 0,2 m lorsque la tête débouche à l'intérieur d'un local).	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O	X					
Etat satisfaisant du tubage du captage	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003	O						- Jonctions soudées partiellement corrodées. - La paroi du grès est très fracturée. - Accumulation d'environ 11.40 m de dépôts dans le trou nu

Dispositions à vérifier	Texte de référence	Obligation (O) ou recommandation (R)	Conforme	Non Conforme	Travaux à prévoir Priorité 1: N+1 2: N+5 3: N+10	Non Applicable	Non Vérifié	Commentaires
Ouvrage - Equipements								
Nombre total de pompes AEP installées	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003							1
Existence de pompes de secours ? (+ préciser le nombre + installées ou non)	R. 1321-55 et article 8 arrêté du 11/09/2003							1 à Schiltigheim (non installée)
Etat satisfaisant des installations électriques (année de pose armoire / transformateur, état éclairage)	/	/						Standard, posée à la construction du puits
Contrôle réglementaire installations électriques : date / observations								
Etat satisfaisant de l'éclairage	/	/	X					
Extinction automatique éclairage				X				
Optimisation possible des performances énergétiques								
Existence d'un système de télégestion	/	/	X					
Sécurité de fonctionnement renforcée	/			X				
Redondance des équipements de commande ?	/			X				
Redondance des liaisons de télécommunication ?	/			X				
Redondance de l'alimentation en énergie ?	/			X				
Existence d'un groupe électrogène ou stockage fuel	R. 1321-13 et R. 1321-55 CSP	/				X		
Un bac de rétention étanche est-il installé ? (+ indiquer l'existence de procédures éventuelles pour le remplissage)		O						
Présence transformateur électrique	R. 1321-13 et R. 1321-55 CSP	/	X					A l'extérieur
Présence de pyralène dans le transformateur ? Nature diélectrique ?		O						
Mise en rétention du transformateur ?		O						
Présence / fonctionnement déshydratation	/		X					
Existence d'un système de mesure en continu de la qualité de l'eau (préciser les paramètres analysés)	R. 1321-23 CSP	/		X				
Existence robinet de prélèvement d'eau brute	/	R	X					
Conditions de prélèvement satisfaisantes (Flambage, dégagement > 40 cm, évacuation, panneau d'identification)	/	R	X					
Etat tuyauterie, comptage et autres équipements satisfaisant	/	/	X					Standard
Possibilité de déconnexion physique du réseau	/	/	X					
Présence d'un dispositif de vidange (dans les ouvrages où c'est justifié)	R. 1321-55 CSP	O	X					
Présence d'un clapet anti-retour fonctionnel sur le trop-plein / vidange avec massif de protection et/ou présence siphon		O	X					
Présence d'un système de comptage d'eau			X					
Adaptation calibre / débit			X					80 mm
Pose conforme (longueurs droites, stabilisateur)			X					
Périodicité de remplacement conforme			X					Tous les 9 ans
Existence capot regard sécurisé	/	/	X					
Présence porte sécurisée (2 points)	/	O	X					Serrure simple
Etat satisfaisant des menuiseries (portes, fenêtres)	R. 1321-55 CSP	R	X					
Grilles aux fenêtres / barreaux anti-intrusion	R. 1321-55 CSP et consignes Vigipirate	R				X		
Existence d'une fermeture à clé	R. 1321-55 CSP et consignes Vigipirate	O	X					Préciser le type : Dery
Existence d'autres systèmes de protection : alarme, détecteur de présence, contacteurs aux ouvertures, vidéosurveillance, Dispositif de récupération d'un polluant introduit par une cheminée d'aération,...)	R. 1321-55 CSP et consignes Vigipirate	R	X					Anti intrusion - contact porte, capot, armoire

Dispositions à vérifier	Texte de référence	Obligation (O) ou recommandation (R)	Conforme	Non Conforme	Travaux à prévoir Priorité 1: N+1 2: N+5 3: N+10	Non Applicable	Non Vérifié	Commentaires
Sécurité des personnes								
Matérialisation des dangers : conduites, rebords à hauteur de tête, ...		O	X					
Matérialisation des dangers : trous, dénivellation courte, marche isolée, ...		O	X					
Protection des dangers (trous, trémies, étages, ...) par des garde corps		O	X					
Stabilité au sol dans les voies de déplacement : glissages, ...		O	X					
Propreté, rangement (pas d'encombrement au sol, circulation piétonne, ...)		O	X					
Affichage des numéros d'urgence		O				X		
Affichage des consignes de sécurité		O				X		
Affichages réglementaire : incendie, secours, danger, EPI		O				X		
Echelles, échafaudages : identifié et vérifié		O				X		
Echelles, échafaudages : en état, sans déformation, dégradation, bien fixée		O				X		
Echelles, échafaudages : protégés par garde-corps		O				X		
Appareils et appareils de levage : en état, identifié et vérifié OU CONSIGNES		O				X		
Extincteurs : accessibles, en état et vérifiés		O				X		
Armoires électriques : en état, vérifiées, fermées à clés, avec pictogramme de danger		O		X				Pas de pictogramme
Arrêt d'urgence : présents, accessibles		O				X		
Arrêt d'urgence : identifiant le processus arrêté		O				X		
Protections collectives en place et en état		O				X		
Protections collectives en place conformes à la réglementation		O				X		
Douche de sécurité : en place, en état de fonctionnement		O				X		

Illustrations :



Vue extérieur du PPI



Armoire électrique



Escalier d'accès vers la chambre de captage

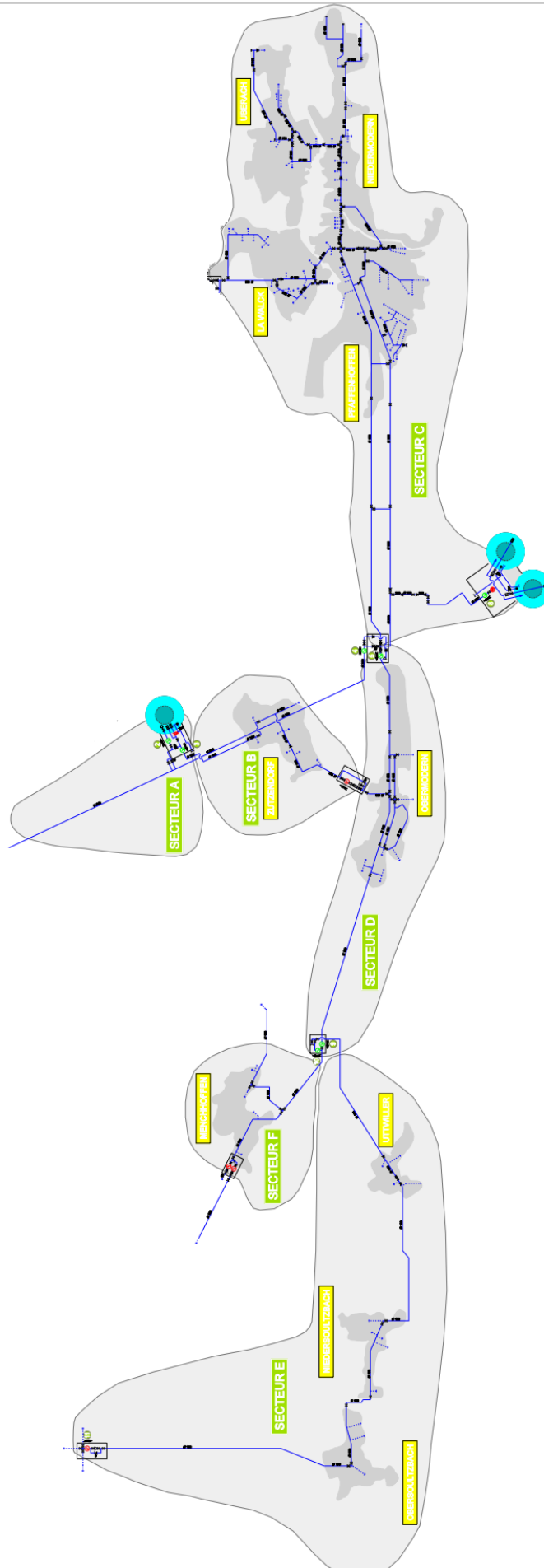


Intérieur de la chambre de captage

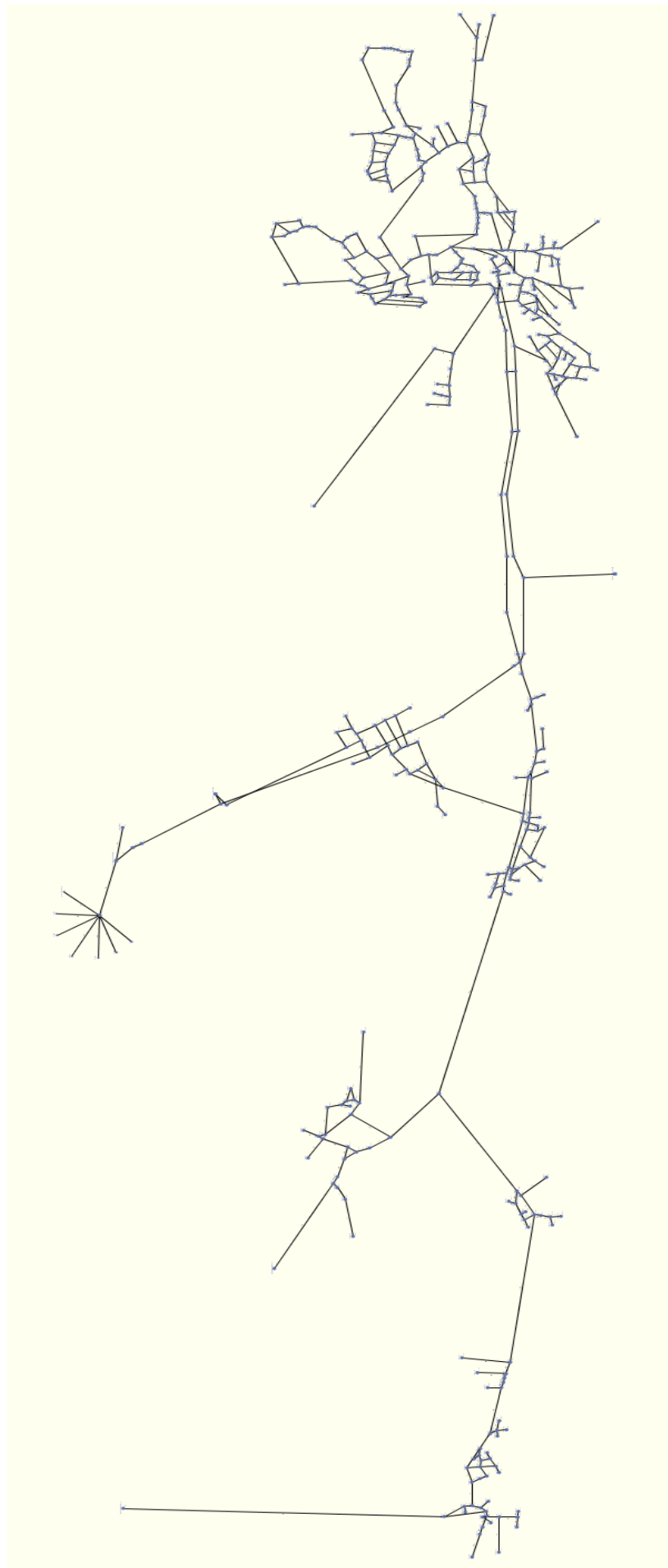
Annexe 6 : Synthèse du diagnostic des ouvrages

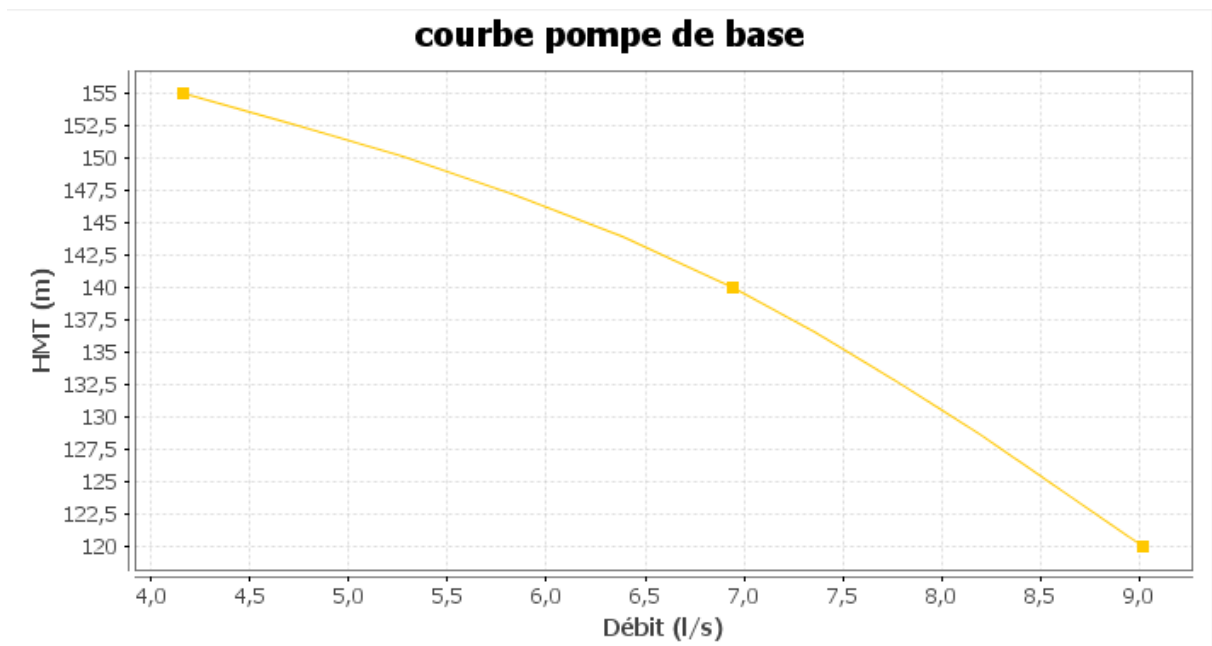
Synthèse du diagnostic de l'état des ouvrages du Périmètre de la Moder					
	Terrain / PPI / Abords	Exploitation	Génie-civil	Equipements	Commentaires / Observations
	Ouvrages de production et de traitement				
Puits 1 Rothbach	- Absence de panneaux de signalisation du PPR - Voirie intérieur en mauvais état - Hauteur de clôture inférieure à 2,5 - Absence d'aménagement favorable à la biodiversité	Conforme	- Local non étanche et présence de condensation - Aération et ventilation non satisfaisante	- Pas de pompe de secours - Extinction manuelle de l'éclairage - Déshydratation à prévoir ? - Pas de mesure en continu de la qualité de l'eau	Exutoire vidange pouvant être amélioré. Problème d'écoulement de condensats sur couvercle puits et infiltration dans puits. Nettoyage haute pression de la partie crépinée à prévoir (ITV de 2014) Echelle accès à revoir + pictogrammes à compléter
Puits 2 Rothbach	- Voirie en état moyen - Hauteur de la clôture inférieure à 2,5m - Absence d'aménagement favorable à la biodiversité	Conforme	- Code BSS non affiché - Infiltration d'eau au niveau de la liaison dalle-capot - Condensation sur le capot	- Pas de pompe de secours - Extinction manuelle de l'éclairage - Déshydratation à prévoir ? - Pas de mesure en continu de la qualité de l'eau	Problème d'écoulement de condensats sur couvercle puits et infiltration dans puits. Infiltration liaison dalle (étanchéité à reprendre / Sans) Peinture tuyauterie à prévoir (5 ans) Echelle accès à revoir + pictogrammes à compléter Léger dépôt sur la paroi tube plein. Tube peut-être percé à 22.60. Importants dépôts sur le tube crépiné et percé à 47.70. Nouvelle inspection dans moins de 10 ans. Pictogrammes à compléter
Puits 3 Rothbach	- Voirie en état moyen - Hauteur de la clôture inférieure à 2,5m - Site exposé au risque d'inondation et coulées de boues - Absence d'aménagement favorable à la biodiversité	Conforme	Conforme	- Pas de pompe de secours - Pas de mesure en continu de la qualité de l'eau	Plateforme à aménager devant puits (décaissement, reprofilage). Eau de nappe dans l'ouvrage. Tube crépiné partiellement colmaté, sédiments au fond du puits. Nouvelle inspection dans moins de 10 ans. Pictogrammes à compléter
Puits 4 Rothbach	- Absence de panneaux de signalisation du PPR - Hauteur de la clôture inférieure à 2,5m - Stagnation d'eau dans le PPI - Absence d'aménagement favorable à la biodiversité	Conforme	Conforme	- Pas de pompe de secours - Pas de mesure en continu de la qualité de l'eau	Reprofilage devant portail pour élimination de flaques. Revêtement dalle glissant : à reprendre. Importants dépôts sur la paroi du tube plein. Nouvelle inspection dans moins de 10 ans. Pictogrammes à compléter.
Puits 5 Rothbach	- Absence de panneaux de signalisation du PPR - Hauteur de la clôture inférieure à 2,5m - PPI petit - Absence d'aménagement favorable à la biodiversité	Conforme	- Code BSS non affiché	- Pompe de secours existante mais non installée - Extinction manuelle de l'éclairage - Pas de mesure en continu de la qualité de l'eau	Pictogrammes à compléter.
Puits 6 Rothbach	- Absence de panneaux de signalisation du PPR - Hauteur de la clôture inférieure à 2,5m	Conforme	- Code BSS non affiché - Panneau d'isolation tombé	- Pas de pompe de secours - Extinction manuelle de l'éclairage - Pas de mesure en continu de la qualité de l'eau	Plaque tuyauterie à traiter sous l'AB. Plaque isolant dalle à reposer. Pictogrammes à compléter. Prévoir des centrours lors de remontage de la colonne de refoulement pour éviter les impacts de brides. Prévoir une colonne de refoulement avec raccords ZSM et revêtement époxy. Rénovation enduit extérieur dans les 5 ans.
Station de traitement d'Offwiller	- Absence d'aménagement favorable à la biodiversité	Conforme	Conforme	- Redondance des équipements de commande, liaisons de télécommunication et d'alimentation e, énergie non conformes	Affichage numéros d'urgence local chlore.
Ouvrages de stockage					
Réservoir de Zutzendorf	- Hauteur de la clôture inférieure à 2,5m - Absence d'aménagement favorable à la biodiversité	Conforme	- Peinture écaillée - Problème de condensation sur la dalle - Cuve fissurée	- Absence de système de télégestion - Corrosion de la tuyauterie - Absence de la mesure en continu de la qualité de l'eau - Pas de système de protection (alarme, détecteur de présence)	Réfection intérieure GC à prévoir dans les 10 ans. Peinture tuyauterie dans les 5 ans. Inspection cuve à prévoir, pour diag étanchéité. Raccordement rés eau élec à étudier (intérêt pour télégestion, déshydratation et éclairage cuve)
Réservoir de Schalkendorf	- Hauteur de la clôture inférieure à 2,5m - Absence d'aménagement favorable à la biodiversité	- Pas de carnet d'enregistrement des interventions	- Revêtement ciment intérieur de la cuve dégradé	- Absence de système de télégestion - Corrosion de la tuyauterie - Absence de la mesure en continu de la qualité de l'eau	Inspection cuve à prévoir pour diagnostic étanchéité Peinture tuyauterie dans les 5 ans. Tracé et Exutoire vidange à rechercher et mentionner sur plans Conformité des gardes corps à vérifier.

Annexe 7 : Plan de sectorisation du périmètre de la Moder

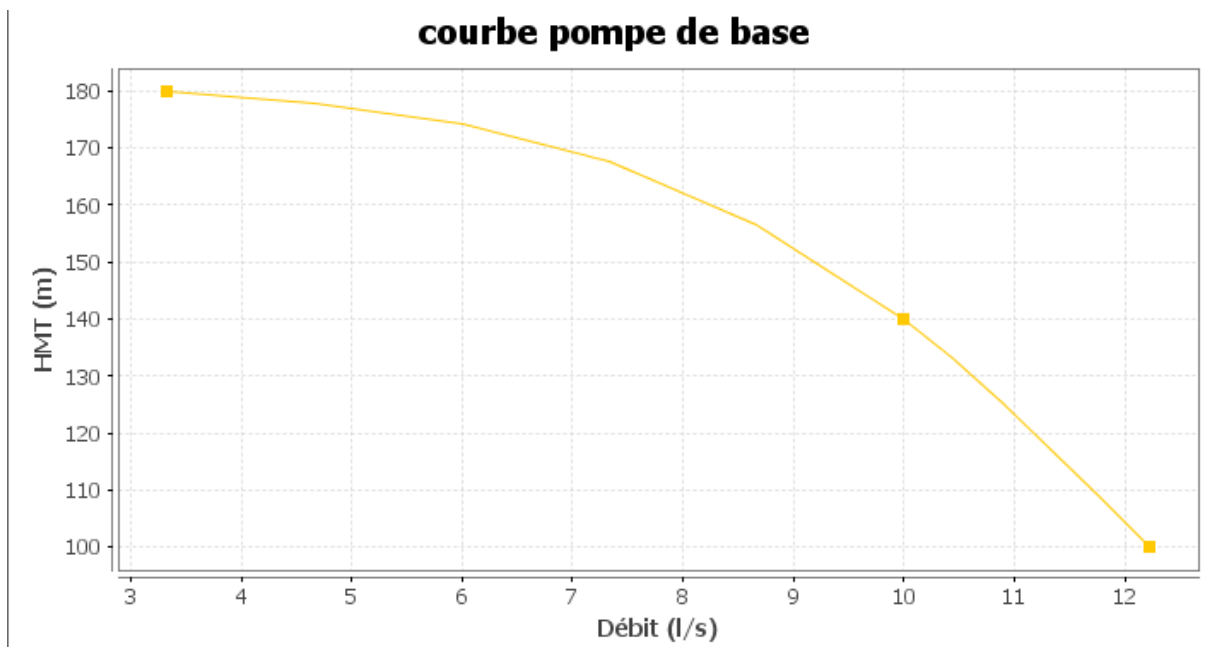


Annexe 8 : Ossature du réseau créé sur Porteau



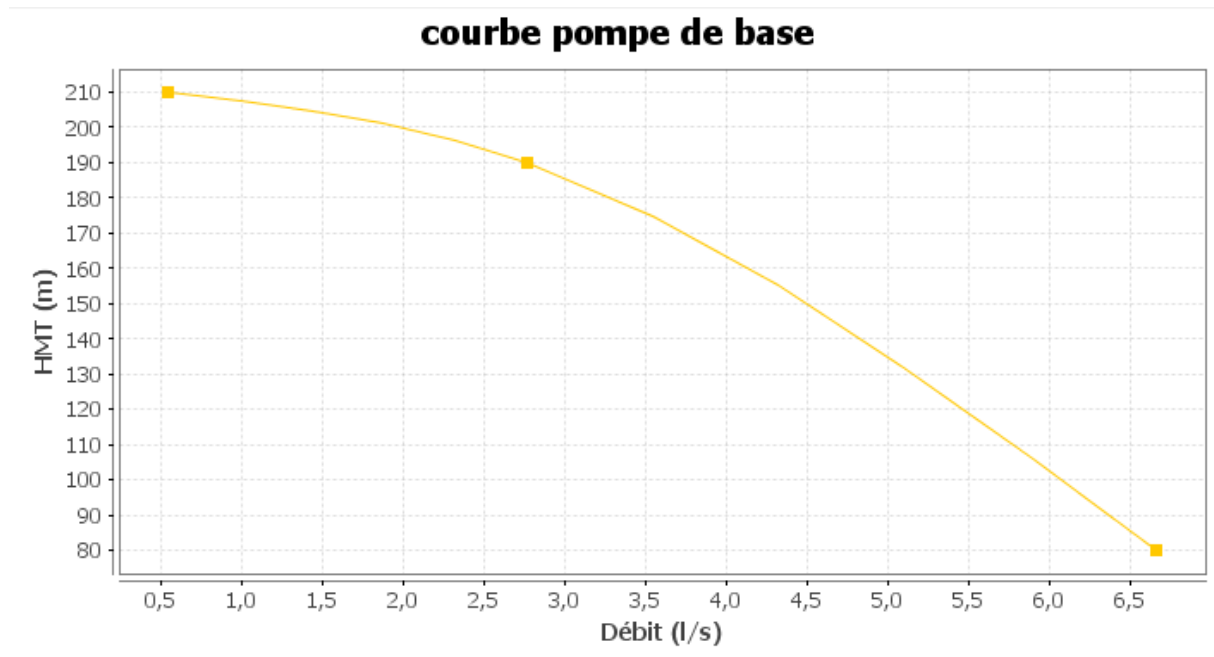
Annexe 9 : Courbes de fonctionnement des pompes**Pompe 1**

	Q (l/s)	HMT (m)
Pompe 1	4.16	155
	6.94	140
	9.02	120

Pompe 2

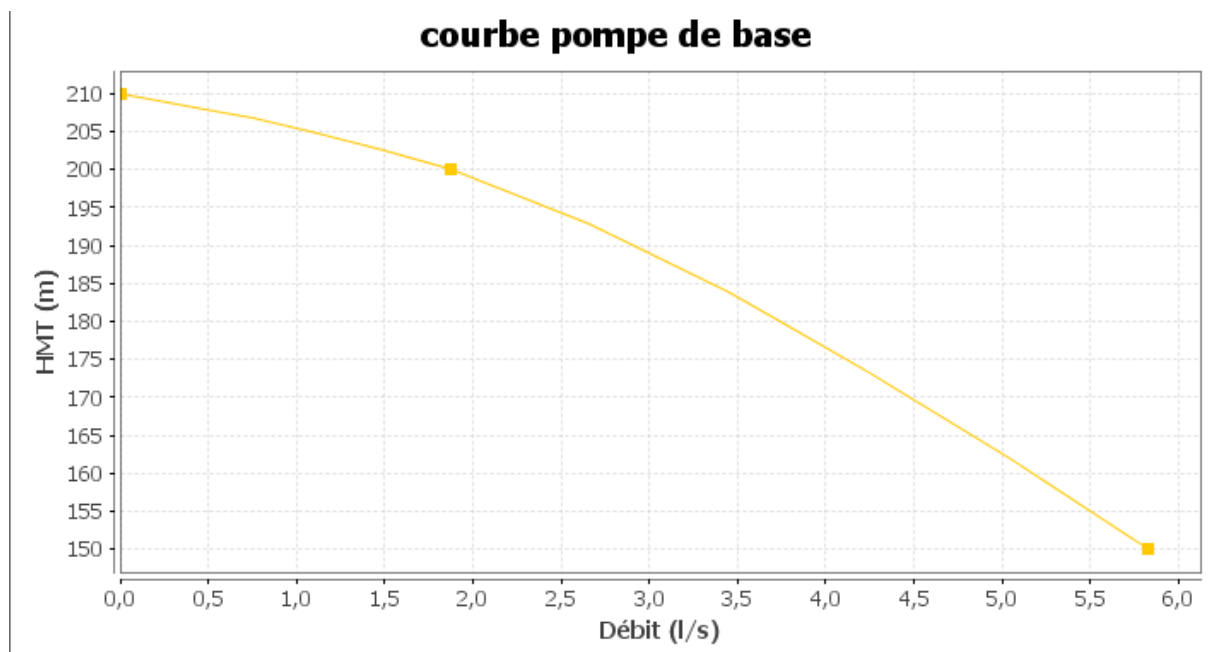
	Q (l/s)	HMT (m)
Pompe 2	3.33	180
	10	140
	12.22	100

Pompe 3



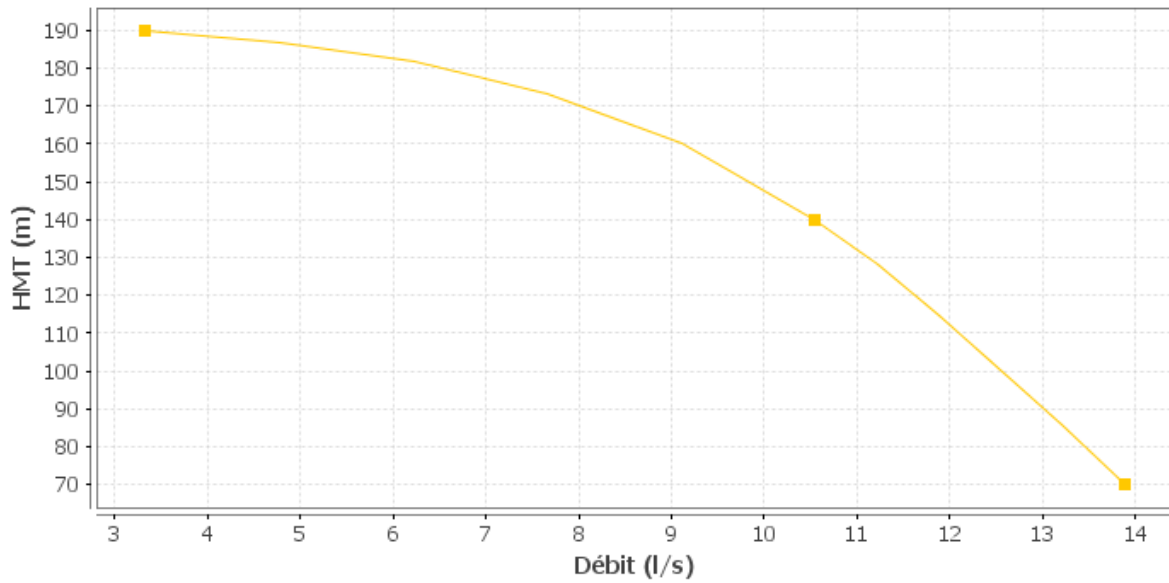
	Q (l/s)	HMT (m)
Pompe 3	0.55	210
	4.58	160
	6.66	80

Pompe 4



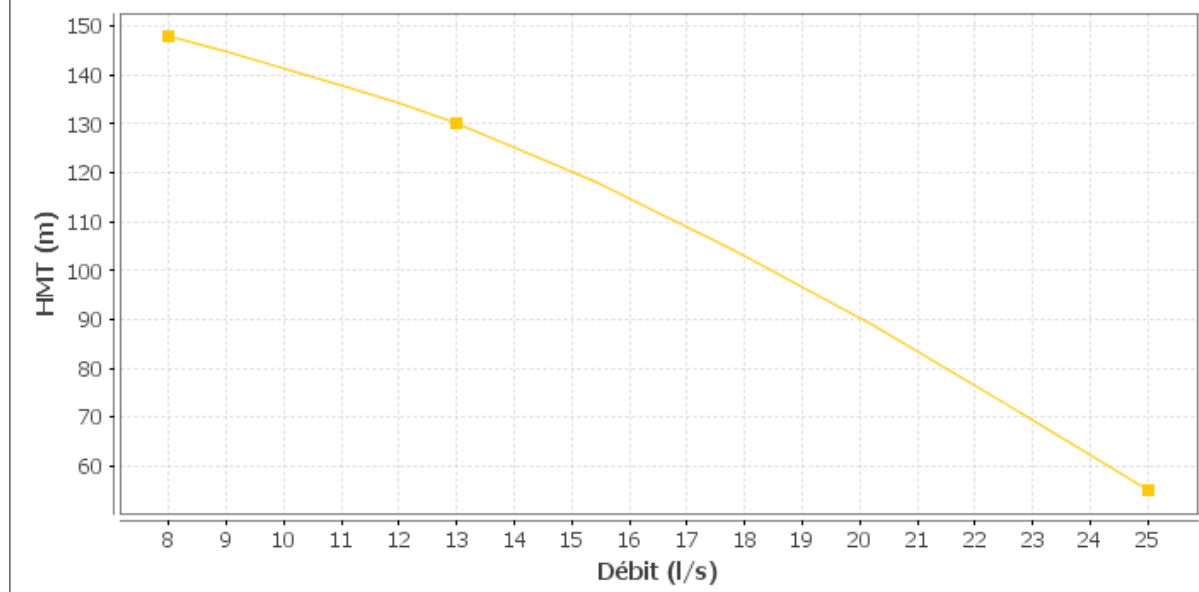
	Q (l/s)	HMT (m)
Pompe 4	1.87	200
	3.61	180
	5.83	150

Pompe 5

courbe pompe de base

	Q (l/s)	HMT (m)
Pompe 5	3.33	190
	10.55	140
	13.88	70

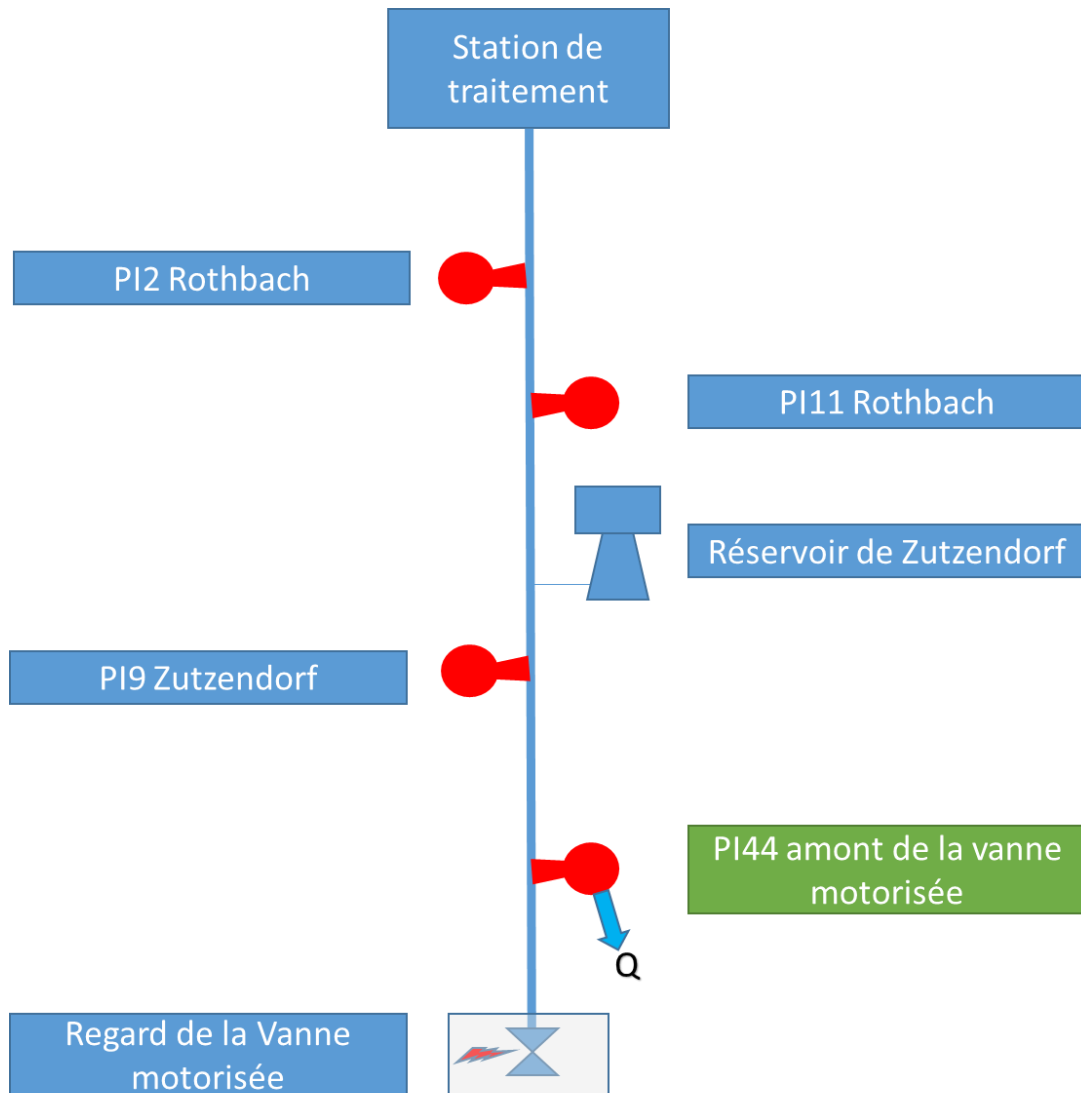
Pompe 6

courbe pompe de base

	Q (l/s)	HMT (m)
Pompe 6	8	148
	13	130
	25	55

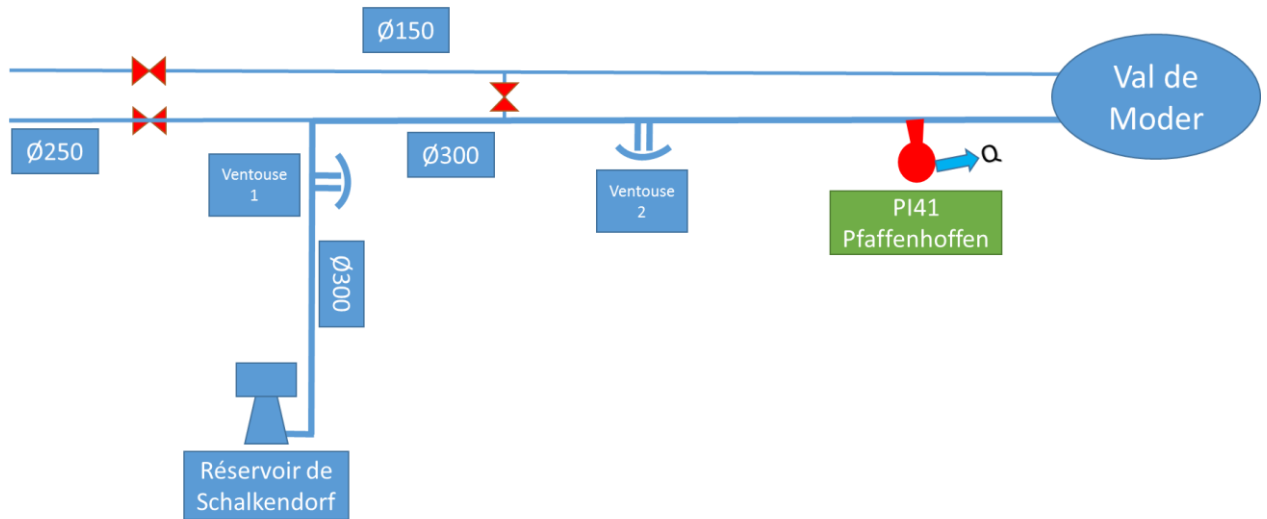
Annexe 10 : Essais de rugosité

- Essais sur la conduite principale Ø250 Station de traitement vers la vanne motorisée :



	Distance $Pt_i - Pt_{i+1}$ (m)	Statique	50 m ³ /h	100 m ³ /h	150 m ³ /h
PI2	0	6,6 m	6,5 m	6,45 m	6,38 m
PI11	550	9,5 m	9,4 m	9,1 m	9,3 m
R-Zutzendorf	5600	5,1 m	4,86 m	4,29 m	3,7 m
PI9	6650	8,54 m	8,27 m	7,63 m	6,78 m
PI44	7740	10,9 m	10,38 m	9,41 m	8,46 m

- Essais sur la conduite Ø300 Réservoir de Schalkendorf vers Pfaffenhoffen :



	Distance cumulée (m)	Statique	50 m ³ /h	100 m ³ /h	150 m ³ /h
R- Schalkendorf	0	2.45 m	2.43 m	2.4 m	2.35 m
Ventouse 1	1182	79 m	78.4 m	77.4 m	76.5 m
Ventouse 2	2713	83.5 m	83 m	82 m	79.5 m
PI41	3482	86.1 m	83.9 m	79.8 m	76 m

Annexe 11 : Essais débit-pression des poteaux incendie

Commune	PI	Date et heure de l'essai	Pression statique (bar)	Débit à 4 bars (m3/h)	Débit à 2 bars (m3/h)	Débit à 1 bar (m3/h)
Niedersoultzbach	PI 13	23/05/2016 à 11h05	5,6	12	42	66
	PI 4	23/05/2016 à 10h45	5,8	18	62	80
Obersoultzbach	PI 2	23/05/2016 à 14h10	3,8	néant	19	35
	PI 31	23/05/2016 à 13h55	4,2	11	34	57
	PI 21	23/05/2016 à 13h40	5,7	14	25	35
	PI 32	23/05/2016 à 11h25	5	13	32	49
	PI 26	23/05/2016 à 11h15	5,5	14	39	28
Menchhoffen	PI 27	23/05/2016 à 15h20	6,8	25	40	45
	PI 17	23/05/2016 à 15h35	5,6	15	36	46
	PI 34	23/05/2016 à 15h50	6,8	37	52	72
	PI 31	23/05/2016 à 16h00	7,1	30	43	51
	PI 20	23/05/2016 à 16h10	7	43	54	75
	PI 4	23/05/2016 à 16h25	7,1	38	50	55
Uberach	PI 31	27/05/2016 à 8h45	7,9	80	96	107
	PI 13	26/05/2016 à 16h20	6,9	60	79	89
	PI 1	26/05/2016 à 16h10	8,2	120m3/h à 3,1 bars		
	PI 36	26/05/2016 à 15h35	9	112	120m3/h à 3,1bars	
	PI 23	27/05/2016 à 8h30	9,2	95	113	120m3/h à 1,2 bars
	PI 32	26/05/2016 à 16h20	8	116		
Niedermodern	PI 75	27/05/2016 à 10h45	7,2	120m3/h à 4,3 bars		
	PI 79	27/05/2016 à 11h00	8,2	120m3/h à 5,2 bars		
	PI 49	27/05/2016 à 9h10	8,9	120m3/h à 6,3 bars		
	PI 44	27/05/2016 à 9h00	8,8	120m3/h à 5 bars		
	PI 53	27/05/2016 à 9h30	9	120m3/h à 6,5 bars		
	PI 80	27/05/2016 à 10h35	8,8	120m3/h à 6,3 bars		
	PI 11	27/05/2016 à 10h20	9,1	120m3/h à 5,6 bars		
	PI 24	27/05/2016 à 10h05	9	120m3/h à 4,5 bars		
	PI 68	27/05/2016 à 9h25	8,9	120m3/h à 4,2 bars		
La Walck	PI 54	26/05/2016 à 10h45	8,9	120m3/h à 5,1 bars		
	PI 61	26/05/2016 à 10h30	8,1	120m3/h à 4 bars		
	PI 26	26/05/2016 à 10h55	8,3	110m3/h à 4 bars	120m3/h à 2,5 bars	
	PI 51	26/05/2016 à 11h05	7	98	120m3/h à 2,4 bars	
	PI 66	26/05/2016 à 11h20	7,8	93	113	120m3/h à 1,2 bars
	PI 45	26/05/2016 à 11h35	5,7	58	90	108
	PI 6	26/05/2016 à 11h50	7	75	95	107
Pfaffenhoffen	PI 90	26/05/2016 à 8h30	7,8	50	62	69
	PI 63	26/05/2016 à 8h45	3,8	néant	66	81
	PI 29	26/05/2016 à 9h10	6,4	70	117	
	PI 87	26/05/2016 à 9h30	7,3	120m3/h à 5,5 bars		
	PI 82	26/05/2016 à 10h05	7,8	120m3/h à 6,1 bars		
	PI 49	26/05/2016 à 10h15	8,2	120m3/h à 5,6 bars		

Annexe 12 : Méthodologie de création d'un nouveau modèle Porteau à partir d'une extraction de la base de données ELYX

La construction d'un nouveau modèle numérique correspond à un assemblage de briques élémentaires ; ces briques élémentaires sont :

- Les ouvrages de production et de stockage ainsi que les canalisations structurant ces ouvrages
- Les canalisations de distribution et de transport divisées en deux classes de diamètres ($DN \leq 400$ mm et $DN > 400$ mm) afin de n'importer les points de consommation que sur les conduites $DN \leq 400$ mm
- Les points d'eau « incendie » (poteau et bouche/hydrant)
- Les points de consommation.

Cet assemblage est effectué suivant un certain nombre de règles assurant :

- Le respect de la géométrie complexe des stations de pompage et de stockage,
- La correction des problèmes d'interconnexion entre les tronçons,
- La correction des erreurs de saisie dans le SIG,
- Le contrôle de l'adéquation entre le SIG et le nouveau modèle généré,
- L'affectation correcte des points de consommation sur les nœuds du modèle.

Au cours de cet assemblage, certaines simplifications sont réalisées afin de réduire le nombre de nœuds et de tronçons du futur modèle. Ces simplifications visent à :

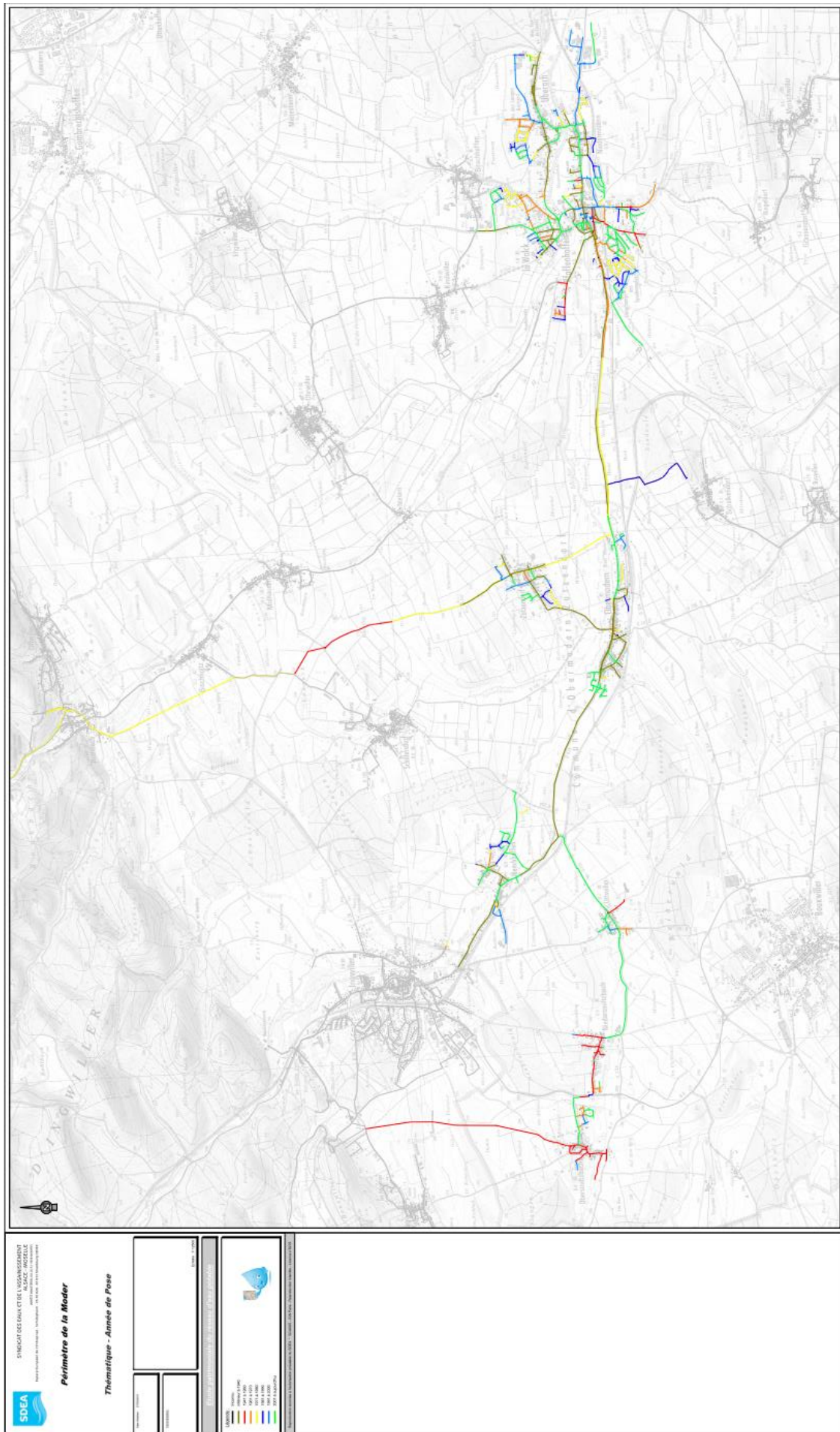
- Fusionner les tronçons de canalisation de caractéristiques équivalentes (diamètre identiques, matériaux équivalents, rugosité identiques),
- Supprimer des by-pass de vannes,
- Supprimer les antennes portant à leur extrémité un poteau-incendie ou une bouche incendie (=hydrant) ; en effet ces antennes, auxquelles n'est connecté aucun point de consommation, n'influencent pas le fonctionnement hydraulique du réseau ;
- Supprimer les antennes sans consommation de diamètre interne inférieure ou égale à 100 mm et d'une longueur maximale de 150 m,
- La fusion des canalisations sans consommation.

[Source : CRASTES 2013]

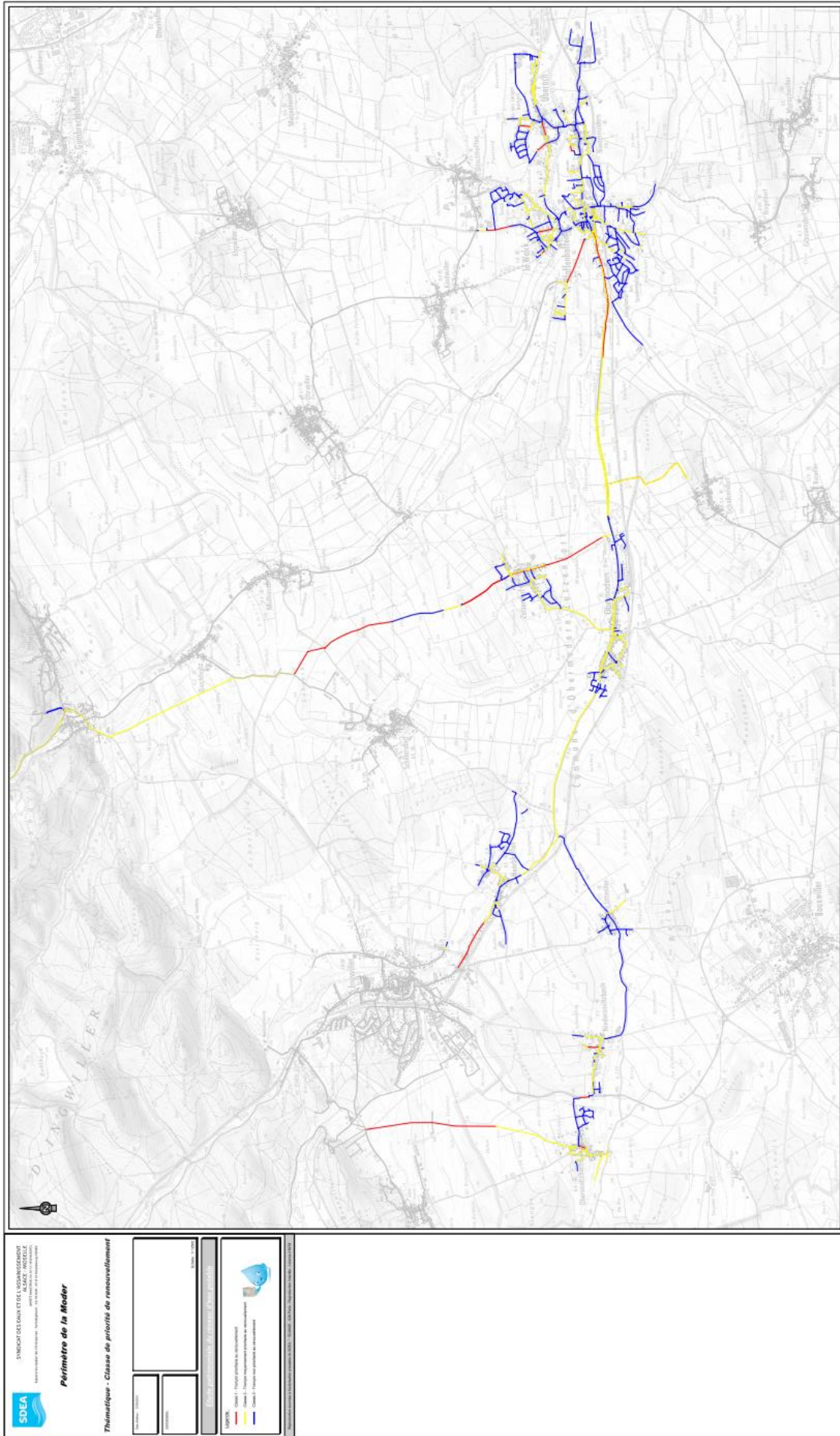
Annexe 13 : Evolution des teneurs en arsenic au niveau des forages

Dates d'analyses	Résultats (µg/L)						Limites de qualité
	Forage 1	Forage 2	Forage 3	Forage 4	Forage 5	Forage 6	
06/10/1999	6	5	17	34	12	3	10
15/12/1999	11	6	31	15	14	2	10
15/02/2000	15	3	32	19	16	3	10
13/04/2000	15	6	18	14	11	2	10
22/06/2000	12	4	23	13	83	2	10
07/02/2001	4,9	3,4	-	9,5	20,3	2,4	10
25/04/2001	18,3	6,1	28,4	17,2	-	3,5	10
21/06/2001	10,3	3,8	18,3	9,9	69,5	2,8	10
27/08/2001	8,2	5,2	15,7	9,8	12,5	3	10
10/10/2001	12,6	7,6	22,6	15,7	27,4	2,5	10
05/12/2001	8,8	5,3	33,7	21,7	12,6	3,7	10
07/02/2002	6,6	3,4	14,8	8,8	8,9	2,9	10
04/04/2002	9,8	3,1	13,9	7,4	9,2	2,4	10
19/06/2002	8,5	2,8	12,7	27,6	8,7	2,8	10
08/08/2002	26,9	4,2	97,6	13,6	15,2	4,4	10
17/10/2002	17,3	4	20,3	9,6	12,2	3,5	10
10/12/2002	-	2,6	10	11,8	9,8	2,9	10
26/02/2003	6,5	2,7	56,1	10,2	13	2,3	10
14/04/2003	12,9	4,6	11,7	7,4	12,3	2,9	10
17/07/2003	15,4	7	35,1	32,6	15,2	3,6	10
20/08/2003	11,1	4,5	19,3	13,2	16	4	10
31/10/2003	9,3	1,9	9,5	8,4	10,3	1,8	10
05/12/2003	15,1	5,1	25,5	20,4	10	3,5	10
12/02/2004	6,3	3,5	9,2	8,4	10,2	3,3	10
22/04/2004	7,3	4,4	11	6,4	10,8	3,4	10
28/06/2004	8,9	3,8	16	24,8	10,5	3,8	10
25/08/2004	-	2,1	13,8	10,3	10	3,2	10
21/10/2004	7,8	4,4	29,3	12,1	12,4	3,9	10
21/12/2004	14,8	5,4	18,8	29	26	4	10
29/03/2005	14,7	2,7	15	8,6	8,4	2,8	10
09/06/2005	12	3,1	29,4	8,5	10,2	2,5	10
24/08/2005	13,6	3,4	15,5	12,1	10	3,5	10
29/09/2005	10,5	5,9	21,3	7,1	9,1	2,3	10
27/10/2005	14,2	4,4	31,3	-	16,4	3,5	10
09/02/2006	11,5	5,2	26	12,8	13,4	3,4	10
05/04/2006	8,6	3	27,1	14,2	11,8	2,5	10
28/06/2006	15,7	4,2	33,4	15,5	13,6	2,7	10
10/08/2006	13,5	5,3	18,3	32,5	14,6	2,6	10
05/10/2006	12,2	2,5	38	23,7	9	3,3	10
20/12/2006	8	2,7	32,6	24,1	14	3,4	10
08/03/2007	8	2,7	32	25,5	14,2	3,6	10
25/04/2007	8,7	21	16,5	38	16,5	3,3	10
28/06/2007	8	3,1	14,5	8,1	10,2	2,3	10
23/08/2007	9,7	5,9	34,2	-	21,4	2,7	10
22/10/2007	13,9	3,3	16,7	15,8	12,7	3	10
21/01/2008	28,7	3,2	20,4	13,1	20,7	2,9	10
19/03/2008	-	3,5	18	12,3	14,5	3,6	10
21/05/2008	-	-	-	13,6	13	2,8	10
23/07/2008	13,5	6	31	14,2	13,2	2,8	10
24/09/2008	15	4,16	24	15,8	11,6	3,26	10
26/11/2008	26	5,09	24,5	30,5	12,3	3,13	10
06/01/2009	-	-	23,5	15,5	-	3,46	10
18/02/2009	16,4	4,8	-	-	19,1	-	10
25/03/2009	10,7	3,79	25,6	13,7	11,7	3,54	10
29/05/2009	16,7	4,69	27,1	17,4	13,3	3,36	10
22/07/2009	-	-	18,7	-	17,3	3,17	10
29/07/2009	21,5	5,17	-	-	-	-	10
29/03/2010	-	4,5	-	-	-	-	10
10/11/2010	-	-	-	-	-	3,2	10
26/07/2011	-	-	-	11,4	-	-	10
21/03/2012	15	-	-	-	-	-	10
23/09/2013	-	-	19,3	-	-	-	10
25/11/2014	-	-	-	-	-	3	10
10/11/2015	-	-	-	11	-	-	10

Annexe 14 : Carte thématique : Année de pose



Annexe 16 : Carte thématique : Classe de priorité de renouvellement





Syndicat des Eaux
et de l'Assainissement
Alsace-Moselle



ENGEES

ÉCOLE NATIONALE DU GÉNIE DE L'EAU
ET DE L'ENVIRONNEMENT DE STRASBOURG

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Diplôme d'ingénieur de l'École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg
(ENGEES)

Spécialité Gestion Durable des Eaux en Milieu Urbain (GEDEMU)

Réalisé par : Abdessamad AZMAOUI

Juillet 2016

Titre : Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable du Périmètre de la Moder

Nombre de pages : 94

texte : 70

annexes : 24

Nombre de références bibliographiques : 14

Structure d'accueil : SDEA / Schiltigheim / Bas-Rhin (67)

Maître de stage : M. Olivier OTTMANN, Responsable maîtrise d'ouvrage d'eau potable

Résumé :

Le schéma directeur du périmètre de la Moder a permis de définir les projets structurants du périmètre à court et à moyen terme. Ces projets visent à assurer un service au meilleur niveau par la sécurisation de la production et la distribution.

Les principaux projets proposés sont : la réduction des pressions, l'amélioration des temps de séjours, l'amélioration de la capacité de production et de stockage mais aussi la réalisation d'une interconnexion avec Hochfelden.

L'étude de gestion patrimoniale, effectuée à l'appui d'un outil d'analyse multicritère a permis de proposer un programme pluriannuel de travaux de renouvellement des réseaux.

Mots-clés :

Schéma directeur ; eau potable ; diagnostic ; modélisation ; sécurisation ; gestion patrimoniale.