



G2C ingénierie

9 rue Paul Langevin
Parc d'Activités Saint Jacques II
54320 Maxéville
Tél : 03 83 96 14 57
Fax : 03 83 95 15 74



COMMUNE DE REDANGE DEPARTEMENT DE LA MOSELLE (57)

DIAGNOSTIC DU RESEAU D'EAU POTABLE

MISE A JOUR DE LA MODELISATION DU RESEAU D'EAU POTABLE

Décembre 2016



Identification du document

Élément	
Titre du document	Mise à jour de la modélisation du réseau d'eau potable
Nom du fichier	15XXXEPS_RÉDANGE_MAJ_MODELEV2 .DOC
Version	27/01/2017 11:03:00
Rédacteur	CHG
Vérificateur	NBR
Chef d'agence	WLA



Sommaire

1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	6
2. ETUDE DE LA VULNERABILITE	6
2.1. Vulnérabilité quantitative des ressources : Bilan besoin ressource	6
2.1.1. Définition des besoins	6
2.1.2. Définition des ressources disponibles	8
2.1.3. Bilan besoin / ressource	8
3. MODELISATION – FONCTIONNEMENT DU RESEAU	9
3.1. Construction du modèle.....	9
3.1.1. Logiciel de modélisation utilisé : EPANET	9
3.1.2. Description du réseau modélisé	9
3.1.3. Etude des consommations	9
3.2. Calage du modèle.....	11
3.2.1. Choix des journées de calage	11
3.2.2. Définition, procédure et résultats de calage	11
4. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU EN SITUATION FUTURE – PHASE 1 (104 LOGEMENTS SUPPLEMENTAIRES) : DIAGNOSTIC DE L'HYDRAULIQUE.....	14
4.1. Fonctionnement du réseau en mode dynamique	14
4.2. Coefficient de pointe.....	14
4.3. Aménagement du modèle hydraulique.....	15
4.4. Les vitesses d'écoulement.....	16
4.5. Les temps de séjour	18
4.6. Les pressions de distribution	21
4.7. La défense incendie	22
4.8. Analyse de la capacité de stockage des réservoirs.....	23
4.9. Conclusion quant au fonctionnement du réseau à l'issue de la phase 1	23
5. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU EN SITUATION FUTURE – PHASE 2 (275 LOGEMENTS SUPPLEMENTAIRES) : DIAGNOSTIC DE L'HYDRAULIQUE.....	24
5.1. Fonctionnement du réseau en mode dynamique	24
5.2. Coefficient de pointe.....	24
5.3. Aménagement du modèle hydraulique.....	25
5.4. Les vitesses d'écoulement.....	26
5.5. Les temps de séjour	28
5.6. Les pressions de distribution	31
5.7. La défense incendie	32
5.8. Analyse de la capacité de stockage des réservoirs.....	33
5.9. Conclusion quant au fonctionnement du réseau à l'issue de la phase 2	33
6. SYNTHESE	34



7. PROPOSITIONS DE TRAVAUX.....	35
7.1. Remplacement de la conduite de la rue d'Esch	35
7.2. Mise en place d'un stabilisateur / régulateur de pression	39
7.3. Extension du réseau de distribution rue d'Esch	42
7.4. Renouvellement de la conduite existante rue de l'Hôpital	44
7.5. Synthèse des coûts d'opération	48



Table des illustrations

Figure 1 : Zone d'urbanisation à l'horizon 2020 (phase 1).....	7
Figure 2 : zone d'urbanisation suite à la phase 2.....	7
Figure 3 : Courbe de calage en débit Q2 (Sprett vers réservoir).....	12
Figure 4 : Courbe de calage en débit Q3 (distribution).....	12
Figure 5 : Courbe de calage en niveau N1 (bâche de la Sprett).....	13
Figure 6 : Courbe de calage en niveau N2 (réservoir).....	13
Figure 7 : aménagement du modèle – phase 1.....	15
Figure 8 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 1 – bouclage ouvert.....	16
Figure 9 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 1 – Rue d'Esch fermée.....	16
Figure 10 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 1 – Rue de l'Hôpital fermée.....	17
Figure 11 : Temps de séjour (h) – phase 1 – bouclage ouvert.....	19
Figure 12 : Temps de séjour (h) – phase 1 – Rue d'Esch fermée.....	19
Figure 13 : Temps de séjour (h) – phase 1 – Rue de l'Hôpital fermée.....	20
Figure 14 : Pressions minimales de distribution – phase 1.....	21
Figure 15 : aménagement du modèle – phase 1.....	25
Figure 16 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 2 – bouclage ouvert.....	26
Figure 17 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 2 – Rue d'Esch fermée.....	26
Figure 18 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 2 – Rue de l'Hôpital fermée.....	27
Figure 19 : Temps de séjour (h) – phase 2 – bouclage ouvert.....	29
Figure 20 : Temps de séjour (h) – phase 2 – Rue d'Esch fermée.....	29
Figure 21 : Temps de séjour (h) – phase 2 – Rue de l'Hôpital fermée.....	30
Figure 22 : Pressions minimales de distribution – phase 2.....	31
Figure 23 : renouvellement de la conduite rue d'Esch.....	35
Figure 24 : implantation du réducteur de pression.....	39
Figure 25 : extension du réseau existant.....	42
Figure 26 : remplacement de la conduite existante rue de l'Hôpital.....	44
Tableau 1 : Bilan Besoin Ressource.....	8
Tableau 2 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage.....	18
Tableau 3 : Autonomie des ouvrages de stockages.....	23
Tableau 4 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage.....	28
Tableau 5 : Autonomie des ouvrages de stockages.....	33
Tableau 6 : Récapitulatif des coûts de travaux liés au remplacement de la conduite rue d'Esch.....	38
Tableau 7 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la mise en place d'un stabilisateur de pression.....	40
Tableau 8 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à l'extension du réseau rue d'Esch.....	43
Tableau 9 : Récapitulatif des coûts de travaux liés au remplacement de la conduite existante rue de l'Hôpital.....	46



1. Introduction et objectifs de l'étude

L'objet de cette présente étude porte sur la mise à jour de l'analyse du fonctionnement du réseau d'eau potable en situation future relativement au projet d'urbanisation porté par l'Etablissement Public d'aménagement Alzette-Belval.

Basée sur la mise à jour de la modélisation hydraulique du réseau réalisée lors de l'étude diagnostique en 2015, ce mémoire a pour but d'évaluer le fonctionnement du réseau après les phases d'urbanisation 1 et 2 exposées dans le mémoire produit par la société Egis.

Il s'attachera à identifier les éventuels aménagements à mettre en place afin d'assurer la distribution et la défense incendie pour ces 275 logements projetés.

2. Etude de la Vulnérabilité

2.1. Vulnérabilité quantitative des ressources : Bilan besoin ressource

L'analyse de la production et de la consommation réalisée en phase 1 de l'étude diagnostique et portant sur les 5 dernières années a mis en évidence une nette tendance à l'augmentation de la production alors que la consommation restait stable.

En effet les pertes sur le réseau de distribution étaient évaluées en 2010 à 7 250 m³ ; elles ont augmenté chaque année pour atteindre le chiffre de 53 000 m³ en 2014.

Cependant, plusieurs fuites importantes ont été localisées et réparées dans le courant de l'année 2015. Le volume de fuite mesuré depuis le début de l'année 2016 est stabilisé à environ 46 m³/j, soit environ 17 000 m³ annuels. Des opérations sont en cours pour réduire encore ce chiffre.

La performance actuelle du réseau représentée par son rendement net avoisine les 70%, le présent bilan besoins/ressources est basé sur ce chiffre.

2.1.1. Définition des besoins

BESOINS ACTUELS

La consommation d'eau potable sur la commune de Rédange est stable, sa moyenne est située aux alentours de 36 000 m³/an.

Les volumes de service ont été estimés à 350 m³/an tandis que les volumes de consommation sans comptage (comprenant les volumes correspondant au phénomène de sous-comptage des compteurs abonnés) ont été estimés à 3150 m³/an.

Les pertes correspondant à la situation actuelle (rendement pris à 70%) représentent un volume de 17 000 m³/an.

Les besoins de Rédange en situation actuelle sont le résultat de la somme de ces différents volumes soit 56 500 m³/an ou 155 m³/j.

BESOINS FUTURS

L'étude diagnostique du réseau d'eau potable a aboutie à un schéma directeur de travaux et d'actions permettant d'atteindre un rendement de 85%. Avec un tel rendement, les pertes seront réduites à 7 000 m³/an. **Les besoins de Rédange avec un rendement porté à 85% seront de 46 500 m³/an soit 127 m³/j.**

La commune de Rédange est incluse dans un vaste projet intercommunal d'extension de l'habitat. Il est prévu que la commune accueille d'ici 2020 un premier lot de 104 logements de tous types (pavillonnaire, individuel regroupé et collectif), défini par la phase 1 au sein du projet établi par Egis.

- Estimation de la consommation induite par ce supplément de population, à l'horizon 2020 :

Avec rendement à 85% : 104 logements x (46 500 m³/an / 472 branchements) = **10 250 m³/an soit 28 m³/j**

Nota : il est supposé que le rendement des réseaux créés dans ce secteur sera maintenu à 85%.



La figure ci-dessous présente l'implantation prévisible des 104 premiers logements créés :



Source : Egis
Figure 1 : Zone d'urbanisation à l'horizon 2020 (phase 1)

Une seconde phase de travaux d'urbanisation dans ce même secteur à pour objectif de porter le nombre de logements créés à 275 (y compris les 104 logements créés en phase 1). L'échéance de ces travaux n'est pas encore définie.

- Estimation de la consommation induite par ce supplément de population, à l'issue de la phase 2 :
Avec rendement à 85% : 275 logements x (46 500 m³/an / 472 branchements) = 27 000 m³/an soit 74 m³/j

Nota : il est supposé que le rendement des réseaux créés dans ce secteur sera maintenu à 85%.

La figure ci-dessous présente l'implantation prévisible des 275 logements prévus :



Source : Egis
Figure 2 : zone d'urbanisation suite à la phase 2



2.1.2. Définition des ressources disponibles

SOURCE DE LA SPRETT

Le débit autorisé de prélèvement dans la source de la Sprette est fixé par DUP à 150 m³/j. En période d'étiage, la source ne se tarie pas et permet de prélever le volume autorisé. Le volume disponible auprès de cette ressource est donc de **150 m³/j** en toute période de l'année.

ACHAT D'EAU A AUDUN-LE-TICHE VIA RUSSANGE

La convention d'achat d'eau en place ne fixe pas de volume disponible pour Rédange, néanmoins, il a été acheté par le passé jusqu'à 88m³/j.

La convention ne garantit pas la fourniture d'eau : en effet, une réserve y est inscrite et permet à la commune de Russange de privilégier ses propres besoins avant de fournir la commune de Rédange.

Cette ressource, tant qu'elle sera cadrée par la présente convention, ne peut constituer qu'une ressource d'appoint ou de secours et ne peut donc pas être intégrée dans les estimations de ressource disponible.

2.1.3. Bilan besoin / ressource

Le tableau ci-dessous présente le bilan besoin / ressource comprenant les hypothèses exposées ci-dessus :

	Situation actuelle	Situation future - phase 1		Situation future - phase 2	
	rendement 70%	rendement 70%	rendement 85%	rendement 70%	rendement 85%
Ressource (m ³ /j)	150	150	150	150	150
Besoin de Rédange logements existants (m ³ /j)	155	155	127	155	127
Besoin de Rédange nouveaux logements (m ³ /j)	-	28		74	
Bilan	-5	-33	-5	-79	-51
Commentaire	Situation correcte avec appoint par Russange	Situation envisageable à court terme uniquement avec appoint par Russange	Situation correcte avec appoint par Russange	Situation nécessitant la création d'une ressource supplémentaire	Situation envisageable à court terme uniquement avec appoint par Russange

Source : G2C Ingénierie
Tableau 1 : Bilan Besoin Ressource

Ce bilan met clairement en évidence la nécessité pour Rédange de recourir à l'exploitation d'une ressource supplémentaire pour satisfaire à ses projets démographiques.

Trois solutions peuvent-être envisagées :

La refonte d'une convention d'achat pour garantir un volume fourni à Rédange

La création d'une interconnexion avec la commune luxembourgeoise de Belvaux

La création d'un nouveau captage sur son territoire.



3. Modélisation – Fonctionnement du réseau

Le présent chapitre est issu du rapport de phase 2 de l'étude diagnostique réalisée en 2015. Il est rappelé ici à des fins de compréhension.

3.1. Construction du modèle

3.1.1. Logiciel de modélisation utilisé : EPANET

Le logiciel EPANET permet de modéliser toutes les configurations de réseau en prenant en compte tous les appareils possibles (pompe, STAB amont, STAB aval, brise charge, vanne télécommandée, vanne altimétrique, etc. ...) et leur régulation qu'elle soit simplement basée sur une grandeur hydraulique à un nœud ou un arc ou sophistiquée. Plusieurs types de consommateur possédant leur propre courbe de consommation journalière peuvent être associés à chaque nœud hydraulique du réseau.

EPANET calcule la vitesse et le débit dans chaque conduite, la pression à chaque nœud, la hauteur d'eau dans chaque réservoir, et l'évolution de chaque constituant chimique propre à la qualité de l'eau dans tout le réseau que ce soit en statique ou régime dynamique.

EPANET permet également de calculer les temps de séjour, temps de parcours et de suivre l'origine de l'eau (suivi d'un constituant injecté au niveau d'une source).

Ce logiciel, développé sur des fonds publics nord-américains, est de fait gratuit et libre de diffusion. Son moteur de calcul (EPANET), puissant et fiable, est utilisé par la majorité des logiciels commerciaux (Watergems, Mikeurban...)

3.1.2. Description du réseau modélisé

Les canalisations modélisées ont un diamètre supérieur ou égal à 50 mm.

La précision du modèle est vérifiée à partir du calage sur les points de mesure (niveaux, débits).

3.1.3. Etude des consommations

Les consommations d'eau potable, en provoquant une sortie d'eau du réseau, sont directement à l'origine de la circulation d'eau dans les canalisations. Leur représentation dans le modèle hydraulique est donc capitale pour pouvoir simuler les débits. Les consommations d'eau sont donc dans un premier temps réparties dans l'espace (au sens physique, chaque compteur représentant un point de puisage). Elles sont ensuite réparties dans le temps au cours de la procédure de calage.

Pour la simulation du fonctionnement du réseau, deux points sont donc fondamentaux :

- la répartition spatiale des consommations,
- le profil journalier des consommations.

LA REPARTITION SPATIALE DES CONSOMMATIONS

Afin de satisfaire la répartition des consommations dans l'espace, une analyse des consommations des abonnés a donc été réalisée pour l'année 2014. Cette analyse ayant pour objectif final d'attribuer les consommations aux nœuds de puisage des réseaux modélisés.

Les abonnés ont donc été répartis aux différents nœuds du réseau modélisé de la façon la plus précise qui soit en fonction des données disponibles, c'est-à-dire en s'appuyant sur les factures émises par le service de l'eau. En complément, les fonds de plans cadastraux, plans des rues et plans IGN des communes ont été utilisés pour localiser les points de consommation du réseau.

Le tri sur le fichier des abonnés permet in fine de déterminer les consommations moyennes annuelles par nœud et par secteur hydraulique.



LE PROFIL JOURNALIER DES CONSOMMATIONS

Les consommations entrées dans le modèle hydraulique représentent en fait deux types de puisage :

- les consommations au sens propre du terme, c'est-à-dire l'eau qui est puisée pour être utilisée (mesurée par les compteurs de consommation) ;
- les fuites, c'est-à-dire de l'eau qui sort du réseau sans pour autant être ni utilisée, ni comptabilisée.

Le profil journalier des consommations a pu être évalué grâce à la campagne de mesures hydrauliques réalisée en continu et en simultané sur tous les points entre le 26 Avril et le 02 Mai 2016.

La journée de calage retenue est le 01 Mai 2016 (voir le chapitre calage). En conséquence, les profils journaliers ont été établis pour cette journée en particulier. L'analyse des courbes sur une semaine montre que les profils de consommation sont proches d'un jour à l'autre car la majorité de la consommation sont de type domestique. La principale variation hebdomadaire que nous avons pu observer est une accentuation de la pointe de consommation matinale, qui est plus tardive et plus importante les samedis et dimanches.

- **Etape 1**

Nous avons traité les données de mesures en faisant la moyenne des mesures enregistrées pour chaque heure de la période de mesure. De cette synthèse horaire, nous avons extrait les journées de calage.

- **Etape 2**

A partir du débit horaire, nous avons reconstitué le débit domestique, en soustrayant d'une part le débit de fuite (estimé sur la base du minimum nocturne), et d'autre part les éventuelles consommations non domestiques mesurées au moyen d'un ou plusieurs points de débit spécifiques.

- **Etape 3**

Nous avons ensuite calculé, pour chaque courbe de modulation, la somme des volumes facturés sur le(s) réseau(x) de distribution correspondant. Lorsqu'un consommateur non domestique identifié et comptabilisé est présent sur le réseau ou groupe de réseau, sa consommation annuelle est retirée du total. Nous obtenons ainsi le débit moyen théorique de consommation domestique (volume annuel exprimé en m³/h).

- **Etape 4**

Nous avons comparé les débits moyens horaires domestiques mesurés au débit moyen théorique facturé pour définir les coefficients horaires de modulation de la journée de calage.

Les courbes de modulation ainsi obtenues ont été intégrées au modèle hydraulique en créant chacune des courbes, puis en appliquant chaque courbe aux nœuds qui lui correspondent (toujours sur la base d'une sélection par secteur hydraulique de distribution).

NOTA : Sur les réseaux de distribution, les débits minimums nocturnes ont représentés environ 27% des volumes mis en distribution durant notre campagne de mesure. Il est donc indispensable de prendre en compte ces données pour le calage du modèle.

Les débits de fuite ont été estimés à partir du débit minimum enregistré pendant la nuit. Pour un réseau ou un groupe de réseau correspondant à une courbe de modulation, le débit de fuite en sortie de réservoir a été calculé, ainsi que le nombre de nœuds de consommation appartenant à ce ou à ces réseaux.

Le débit de fuite a ensuite été réparti de manière homogène sur l'ensemble des nœuds de consommation situés sur les tronçons déterminés fuyards par la campagne de sectorisation des fuites :

$$\text{Débit de fuite} / \text{nombre de nœuds du réseau} = \text{débit de fuite sur un nœud.}$$

A chaque nœud de consommation a ensuite été appliqué, pour le débit de fuite, une courbe de modulation constante (coefficient=1).



3.2. Calage du modèle

3.2.1. Choix des journées de calage

Le fonctionnement de tout réseau d'eau potable suit pour l'essentiel un cycle journalier (minimum nocturne, pointe matinale, pointe de fin de journée). Les profils de consommation sont quasiment identiques tout au long de la campagne de mesure avec des variations de +/- 15%.

Néanmoins une journée a présenté des amplitudes de consommations plus importantes que la moyenne, il s'agit du Dimanche 1 Mai 2016. De plus on observe un décalage d'approximativement 2h dans l'apparition du pic matinal.

C'est la raison pour laquelle nous avons calé le modèle sur un cycle de 24h correspondant à cette journée. Les autres journées de mesure permettant alors de valider les mesures, de confirmer la représentativité de la journée de calage retenue et de valider le calage par simulation d'une autre journée de mesure.

Le cycle de 24 h utilisé pour réaliser le calage est choisi de manière à optimiser les deux critères suivants :

- journée ayant le plus de données disponibles exploitables ;
- journée de plus fortes variations de consommation (cette journée permettra de simuler la situation la plus défavorable pour le réseau).

La journée de mesure permettant de satisfaire au mieux les critères énoncés est celle du 1 Mai 2016

3.2.2. Définition, procédure et résultats de calage

DEFINITION

Le calage est la partie la plus importante de la modélisation. Il permet d'ajuster le modèle à la réalité afin d'assurer une bonne qualité de résultats.

Le calage est un processus itératif. Il s'agit en comparant les calculs et les mesures, d'effectuer des hypothèses sur le réseau. Ces hypothèses transmises au modèle seront alors infirmées ou confirmées par les résultats d'un nouveau calcul. Elles pourront ensuite être affinées de la même manière, jusqu'à l'obtention d'une précision suffisante.

PROCEDURE

Calage en volume

Dans un premier temps, il importe d'ajuster les volumes mis en distribution sur la période de mesure avec ceux simulés par le modèle. La consommation aux nœuds ayant été déterminée initialement, il s'agit d'ajuster un coefficient de consommation qui correspond à la journée de mesure. Ce coefficient est variable pour chaque sous réseau et chaque jour.

Calage en niveau

La bonne reproduction par le modèle des marnages des réservoirs a été vérifiée. La modélisation a été réalisée en respectant toutes les consignes observées lors des mesures (marches et arrêts des pompes, horloges, niveaux hauts et bas). La comparaison des valeurs mesurées sur les ouvrages et de celles données par le modèle fournit des résultats satisfaisants.

RESULTATS DU CALAGE

Le calage est un processus itératif, qui conduit à une amélioration progressive de la qualité de la représentation du fonctionnement du réseau. Il n'a pas de limite prédéfinie a priori. Ainsi, nous avons arrêté le processus de calage lorsque la représentation obtenue était suffisamment fidèle pour établir le diagnostic du réseau.

Si le réseau peut être considéré comme calé pour les besoins de l'étude, il convient de rappeler que toute opération de calage présente des limites liées à la fois à la modélisation en elle-même, qui repose sur une représentation nécessairement simplifiée des réseaux, à l'incertitude sur le dispositif métrologique et à la connaissance disponible lors de la procédure de calage.

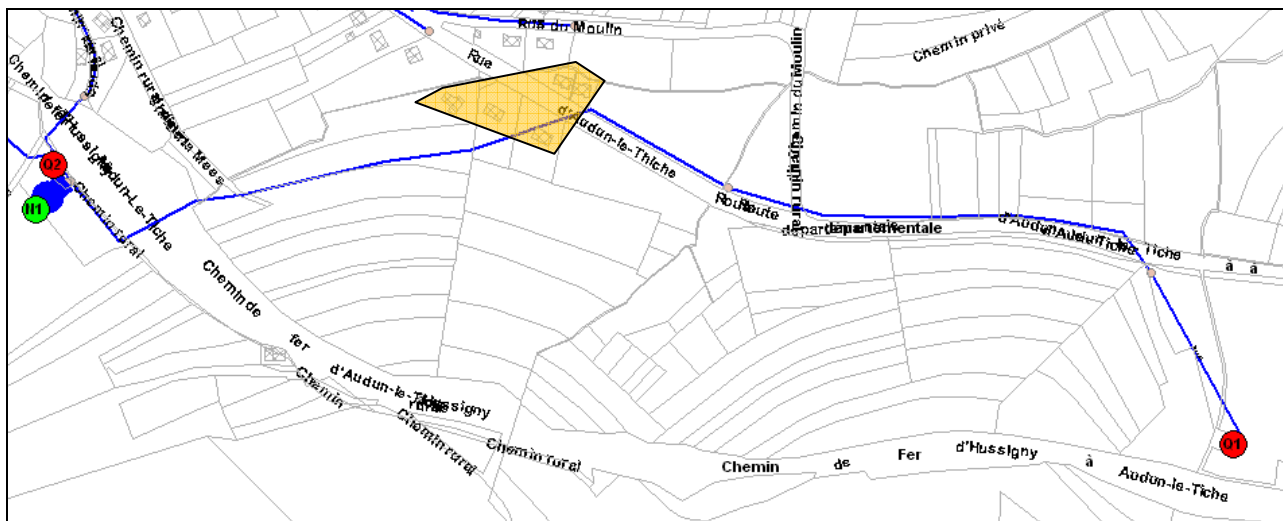
Le fonctionnement du réseau a donc été simulé en dynamique en tenant compte des asservissements régulations de niveau des réservoirs.

A partir des courbes de mesures, des consignes des réservoirs, des niveaux initiaux et des régulations, ont été adaptés les coefficients de calage de la journée modélisée. Les résultats de calage qui en découlent permettent d'obtenir une précision importante, et un fonctionnement de réseau simulé au plus proche de la réalité de la journée considérée.



La synthèse du calage est exposée ci-après :

- Cas particulier des 5 habitations alimentées par la conduite d'interconnexion avec Russange :



Il n'a pas été possible de réaliser le calage en débit au niveau du compteur d'interconnexion car pendant la campagne de mesure, seules les 5 habitations raccordées sur cette conduite ont engendré une consommation d'eau potable. De plus, le compteur étant d'une précision faible (1 m³ par rotation magnétique au niveau de la tête émettrice), aucune variation horaire n'est observable.

Le calage est excellent pour les quatre autres points de mesure. En effet, l'écart entre les volumes/niveaux mesurés et les volumes/niveaux modélisés sur ce secteur étant faible, le modèle est jugé réaliste.

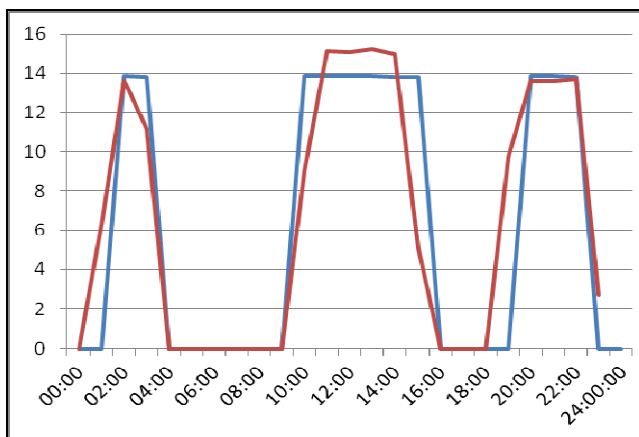
LES COURBES DE CALAGE SONT PRESENTES CI-DESSOUS :

Les débits

Légende :

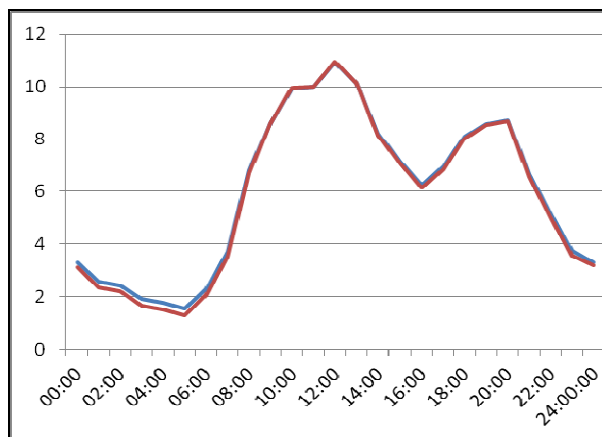
— Débit modélisé (m³/h)

— Débit mesuré (m³/h)



Source : G2C Ingénierie
 Figure 3 : Courbe de calage en débit Q2 (Sprett vers réservoir)

Le calage du compteur Q2 de refoulement de la station de la Sprett vers le réservoir présente un bon synchronisme avec un écart en volume moyen de 12% dû à l'alternance de pompe de performances différentes dans la réalité et difficile à reproduire au sein du modèle.



Source : G2C Ingénierie
 Figure 4 : Courbe de calage en débit Q3 (distribution)

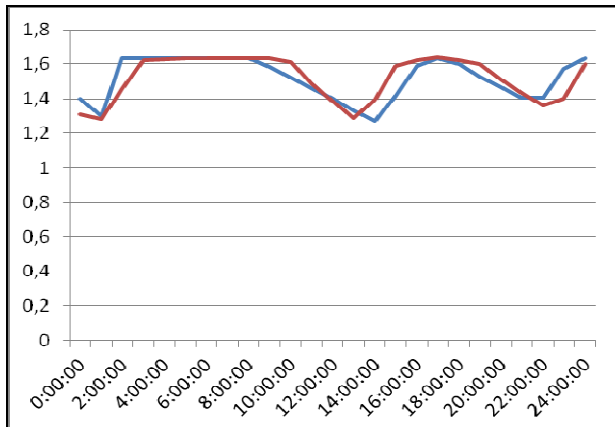
Le calage du compteur Q3 correspondant à la distribution en sortie de réservoir présente un excellent synchronisme avec un écart en volume moyen de 1.1%.



Les niveaux

Légende :

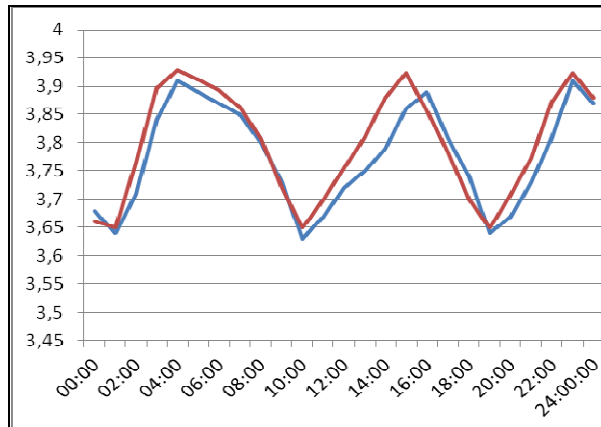
- Niveau modélisé (m)
- Niveau mesuré (m)



Source : G2C Ingénierie

Figure 5 : Courbe de calage en niveau N1 (bâche de la Sprett)

Le calage du niveau N1 de la bâche de Sprett présente un excellent synchronisme avec un écart en niveau moyen de 1.6%.



Source : G2C Ingénierie

Figure 6 : Courbe de calage en niveau N2 (réservoir)

Le calage du niveau N2 du réservoir de Rédange présente un excellent synchronisme avec un écart en niveau moyen de 0.4%.

Le calage est satisfaisant et donc parfaitement représentatif du fonctionnement réel. Le modèle permet donc la représentation des différents scénarii nécessaires à l'étude du fonctionnement de ce réseau.



4. Analyse du fonctionnement du réseau en situation future – phase 1 (104 logements supplémentaires) : diagnostic de l'hydraulique

Cette partie de l'étude présente une synthèse du fonctionnement de réseau observé en situation future à l'issu de l'extension démographique relative à la phase 1 du projet en cours. L'approche est réalisée de façon dynamique.

4.1. Fonctionnement du réseau en mode dynamique

La résolution des équations d'hydraulique en mode dynamique permet de mettre en évidence le mode de vidange/remplissage des réservoirs, le fonctionnement des organes de régulation (stabilisateurs, réducteurs...), la variabilité des pressions, des débits et des vitesses au cours d'une période de simulation donnée.

Ce type de simulation nécessite, outre les paramètres nécessaires à une simulation en mode statique, des données d'entrée additionnelles :

- les usages de consommation,
- les informations détaillées des ouvrages de stockage (niveaux de trop plein, vidange...),
- les consignes de régulation des organes particuliers (stabilisateurs et réducteurs de pression, stations de pompage...).

Mais également le paramétrage initial de calcul :

- l'heure de début de simulation (définie par les jours référentiels de calage),
- la durée de simulation (24h ou 500h selon le paramètre observé),
- le pas de temps de résolution des équations hydrauliques (1h).

Pour le réseau étudié, l'analyse des mesures de suivi du réseau a permis d'évaluer les variations de débit et d'établir le profil de consommation. Ce profil de puisage a été renseigné sur une durée de 24 h pour le réseau.

Etant donné que la simulation hydraulique d'un réseau en dynamique est la résultante d'une suite d'événements en statique, nous avons effectué des simulations sur une durée totale de 24 heures consécutives pour un pas de temps de résolution de 1 heure. Le logiciel calcule donc à chaque période (de 0 à 1 h, de 1 à 2h etc....) les valeurs et l'état hydraulique de tous les éléments constitutifs du réseau.

4.2. Coefficient de pointe

Le calage du modèle, ci-avant détaillé a été réalisé sur des valeurs de consommation moyennes.

Dans cette partie d'analyse dynamique du fonctionnement du réseau, un coefficient de pointe a été appliqué afin d'en appréhender les différentes faiblesses.

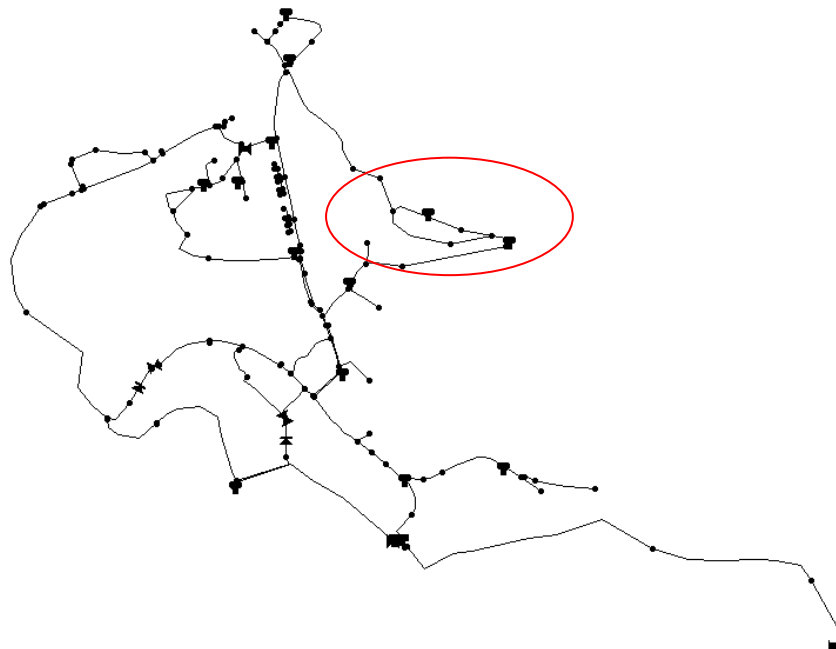
Une partie des enregistrements ayant été réalisés sur une période de 1 mois, il a pu être observé des périodes de consommation de pointe avec un coefficient maximal de 1.1. Ce coefficient sera appliqué pour l'observation de certains paramètres.



4.3. Aménagement du modèle hydraulique

L'extension du réseau de distribution a été simulée par création de conduite de diamètre interne 100mm, au droit des voiries projetées.

Ces conduites sont présentées ci-après :



Source : G2C Ingénierie

Figure 7 : aménagement du modèle – phase 1

La consommation représentée par ces nouveaux logements estimée à 28 m³/j au paragraphe 2.1.1 a été uniformément répartie sur ces 5 nœuds de consommation supplémentaires, implanté altimétriquement grâce aux courbes de niveau présentées dans le rapport de Egis.

Ce secteur est raccordé hydrauliquement au réseau de distribution existant par la rue d'Esch et par le rue de l'Hôpital au moyen de conduite de diamètre 110mm intérieur.



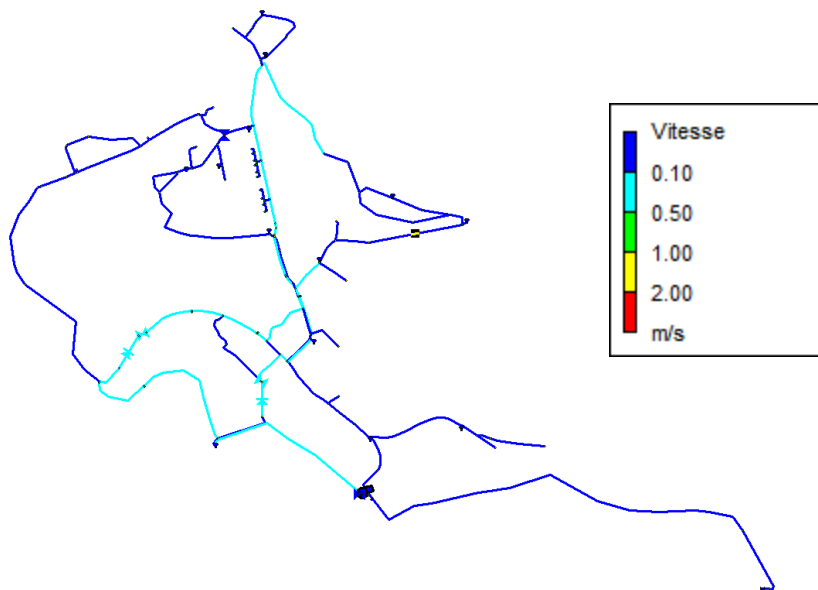
4.4. Les vitesses d'écoulement

On identifie les zones de distribution soumises à de forte vitesse comme ayant une valeur supérieure à 1 m/s. Ces zones sont celles où le réseau est le plus sollicité, et donc où les risques d'apparition de fuites ou de vieillissement prématuré des canalisations sont les plus importants. Les vitesses maximales admissibles sur les tronçons de transit (refoulement par pompage) sont comprises entre 2 et 5 m/s.

La carte présentée page suivante représente les vitesses maximales pour chaque canalisation du réseau COEF 1.1

SITUATION BOUCLAGE OUVERT

Les conduites rue d'Esch et rue de l'hôpital sont ici ouvertes

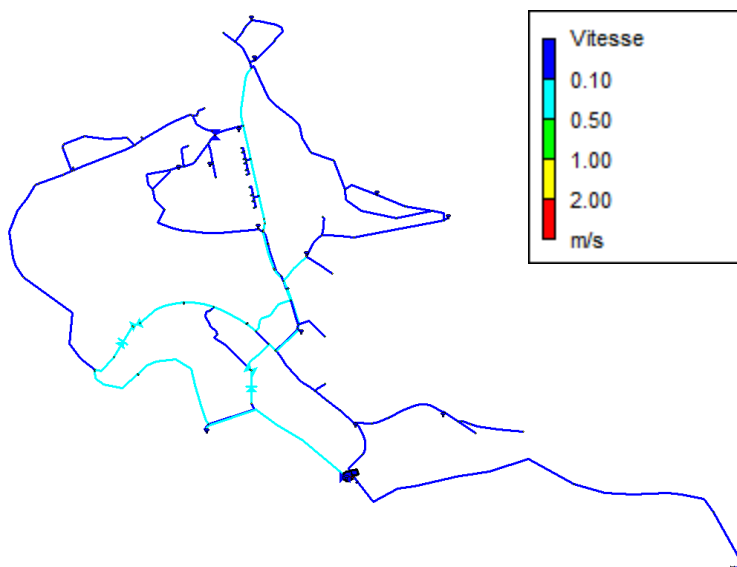


Source : G2C Ingénierie

Figure 8 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 1 – bouclage ouvert

SITUATION ALIMENTATION UNIQUEMENT PAR LA RUE DE L'HOPITAL

La conduite rue d'Esch est ici fermée :



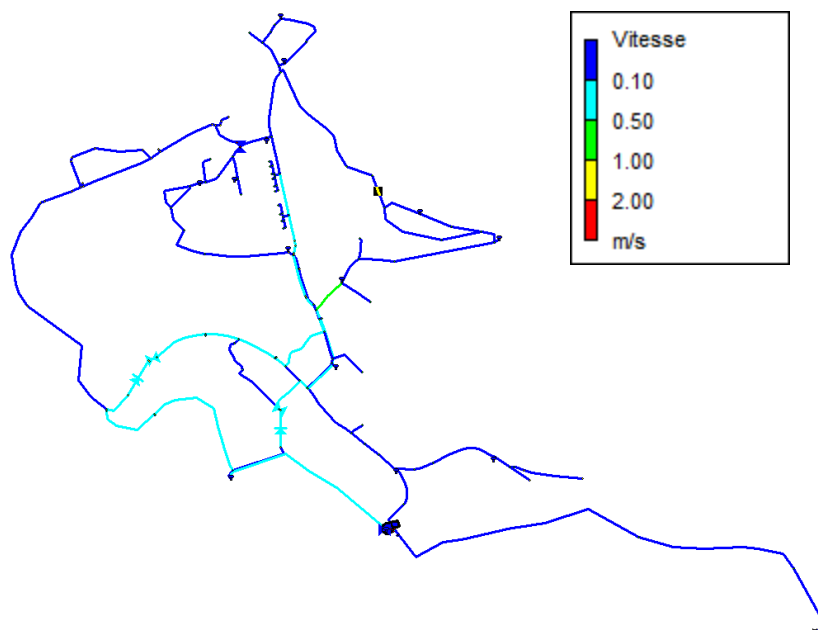
Source : G2C Ingénierie

Figure 9 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 1 – Rue d'Esch fermée



SITUATION ALIMENTATION UNIQUEMENT PAR LA RUE D'ESCH

La conduite rue de l'Hôpital est ici fermée :



Source : G2C Ingénierie

Figure 10 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 1 – Rue de l'Hôpital fermée

La situation où les vitesses sont maximales dans le réseau correspond à l'heure à laquelle la consommation est maximale et le remplissage du réservoir est en cours (12h).

La carte des vitesses maximales dans les réseaux à cet instant permet de valider que l'intégralité du réseau de distribution est concerné par des vitesses de pointe inférieures à 2 m/s (inférieur même à 1m/s).

En termes de vitesse dans les canalisations, le réseau est largement dimensionné pour satisfaire le fonctionnement à l'issue de la phase 1, même en situation de pointe horaire (les vitesses restent dans les normes habituellement admises) et durant les phases de refoulement.



4.5. Les temps de séjour

Dans le réservoir

Le temps de séjour de l'eau dans les réservoirs est régi par deux facteurs déterminants :

- le dimensionnement de la capacité de stockage : il doit être proportionnel au volume mis en distribution en sortie de l'ouvrage,
- la conception intrinsèque de l'ouvrage : défini en fonction des ouvrages d'alimentation et de distribution (mode de remplissage/vidange).

Le module de calcul utilisé sous EPANET intègre des données de conception des ouvrages (mode FIFO, LIFO, nombre de cuves...) et permet de définir le temps de séjour de l'eau dans les réservoirs en fonction des caractéristiques amont / aval de l'ouvrage.

Les résultats issus de la modélisation (modélisation portant sur 500 heures, pas de temps de simulation de 1 heure) des temps de séjour permettent d'établir les éléments suivants.

Réservoir	Tps séjour moyen (h)	Nb de cuves utilisées / Nb cuves total	Commentaires
Réservoir	41	1/1	Temps de séjour important. De plus la chloration étant faite en amont au niveau de la bache de la Sprett, elle nécessite d'être fortement concentrée afin de permettre un taux de chlore dissout suffisant en sortie de réservoir.

Source G2C Ingénierie

Tableau 2 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage

Hypothèse de modélisation

L'étude diagnostique ayant identifié une problématique de temps de séjour à la sortie même du réservoir, il est considéré ici que l'opération de mise en place d'une désinfection en sortie de celui-ci à été mise en œuvre.

Âge de l'eau dans les réseaux (temps de séjour cumulé)

Comme nous l'avons mentionné dans l'introduction de ce chapitre, la conservation de la qualité de l'eau est facilitée par une réduction du temps de séjour (ou temps de stagnation).

Les facteurs prépondérants dans les phénomènes de stagnation de l'eau sont :

- le maillage trop dense des conduites créant des zones d'équilibre,
- le surdimensionnement des conduites pour les besoins des services (incendie par exemple),
- les antennes isolées à faible densité de consommateurs,
- les bras morts alimentant les hydrants,
- le rythme de consommation lié aux périodes exceptionnelles (vacances scolaires par exemple).

Il est certain que la réduction du temps de séjour de l'eau dans les réseaux de distribution passe par:

- la suppression des bras morts en aval du dernier consommateur,
- l'installation de dispositif de purge au bout de la conduite (bras mort),
- la purge périodique des bras morts.
- la création de mailles.

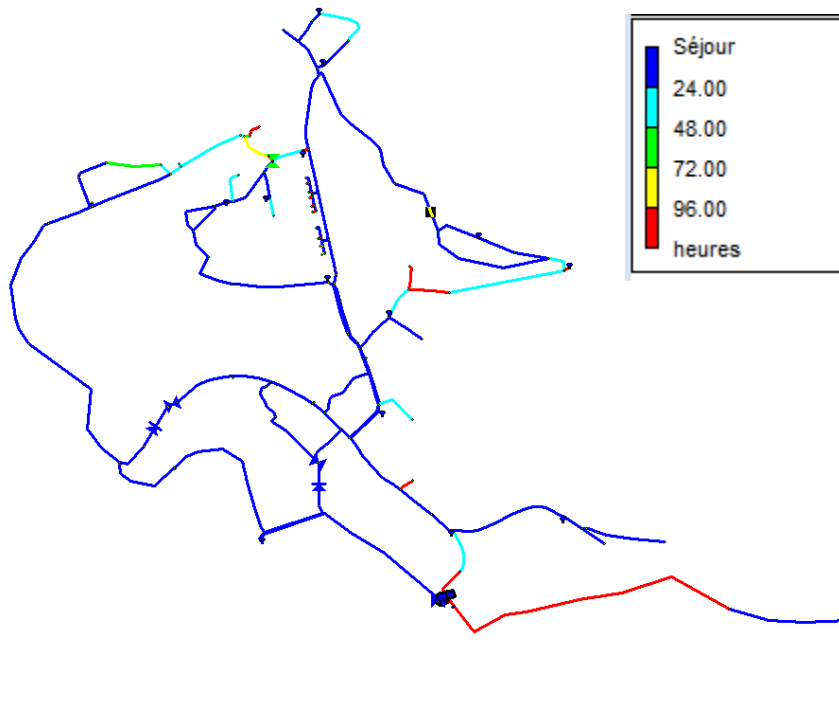
Il est usuellement admis qu'un temps de séjour n'excédant pas 48h permet la garantie d'un taux de chlore suffisant en tout point du réseau sans imposer une surdose de chlore aux premiers nœuds du réseau.

Les simulations réalisées permettent de calculer en tout point du réseau le temps de séjour (modélisation portant sur 500 heures, pas de temps de simulation de 1 heure). Les données issues de la modélisation sont représentées sur la carte suivante ci-après.



SITUATION BOUCLAGE OUVERT

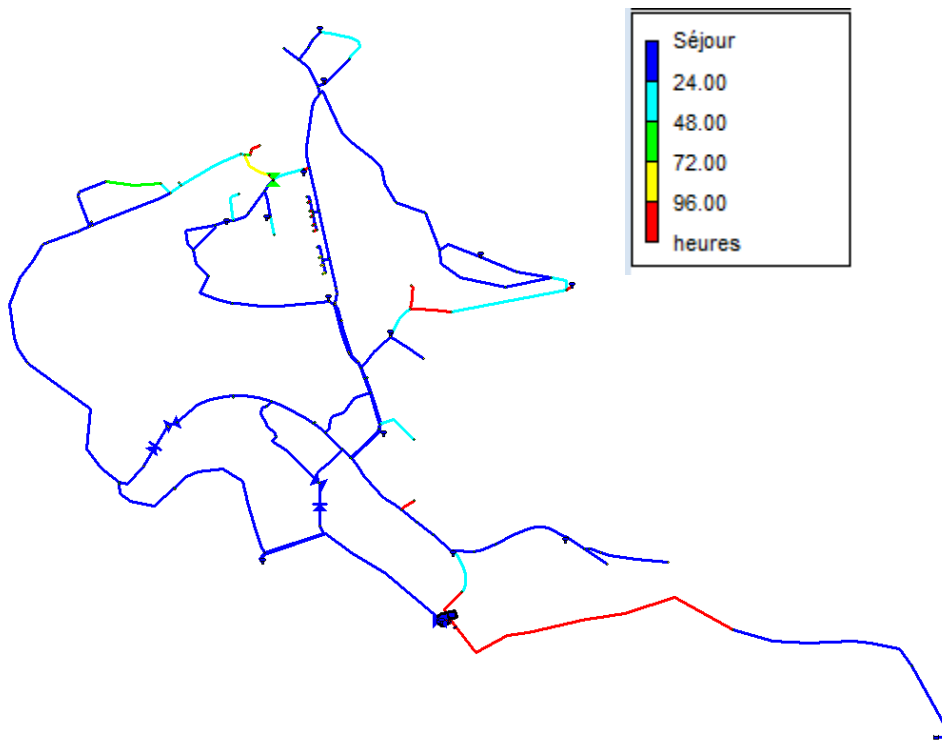
Les conduites rue d'Esch et rue de l'hôpital sont ici ouvertes



Source : G2C Ingénierie
Figure 11 : Temps de séjour (h) – phase 1 – bouclage ouvert

SITUATION ALIMENTATION UNIQUEMENT PAR LA RUE DE L'HOPITAL

La conduite rue d'Esch est ici fermée :

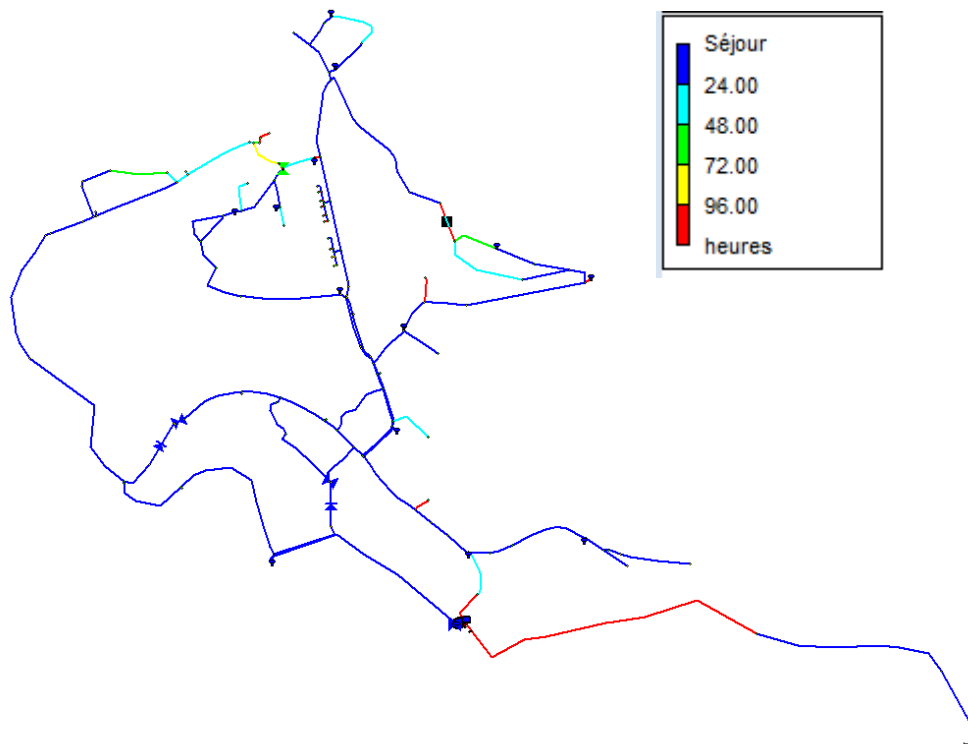


Source : G2C Ingénierie
Figure 12 : Temps de séjour (h) – phase 1 – Rue d'Esch fermée



SITUATION ALIMENTATION UNIQUEMENT PAR LA RUE D'ESCH

La conduite rue de l'Hôpital est ici fermée :



Source : G2C Ingénierie

Figure 13 : Temps de séjour (h) – phase 1 – Rue de l'Hôpital fermée

Les temps de séjour au sein du réseau sont globalement inférieurs à 72h dans l'ensemble du secteur nouvellement urbanisé, quel que soit le schéma hydraulique.

PROBLEMATIQUE QUALITE

La création de ce nouveau secteur de consommation ne présente pas de problème de temps de séjour et ne nécessite donc aucun traitement secondaire.

Ces consommations ont même un effet bénéfique pour le réseau existant, par l'abaissement global du temps de séjour.



4.6. Les pressions de distribution

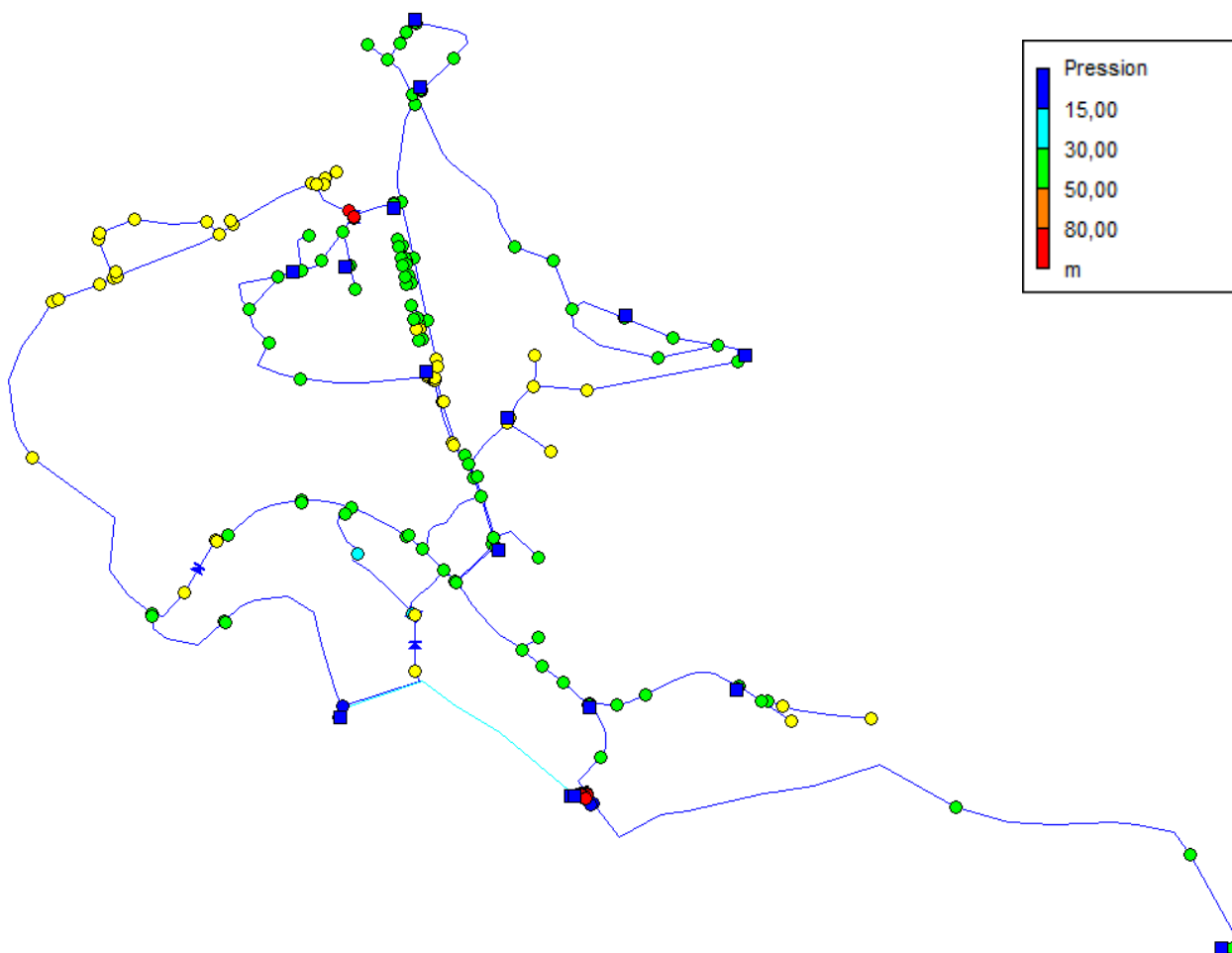
Le Décret n°2007-49 du Code de la Santé Publique relatif aux eaux destinées à la consommation humaine indique que "La hauteur piézométrique de l'eau distribuée par les réseaux intérieurs mentionnés au 3° de l'article R.1321-43 doit, pour chaque réseau et en tout point de mise à disposition, être au moins égale à trois mètres, à l'heure de pointe de consommation." Cela correspond à une pression minimale de 0,3 bars.

Le texte précise en outre que "cette hauteur piézométrique est exigible pour tous les réseaux ; lorsque ceux-ci desservent des immeubles de plus de six étages, des surpresseurs et des réservoirs de mise sous pression, conformes aux dispositions de l'article R. 1321-55, peuvent être mis en œuvre."

En ce qui concerne les réseaux de distribution étudiés, on associera

- les zones de faible pression comme ayant une pression disponible inférieure à 15 mCE (valeur limite pour assurer une pression de distribution suffisante),
- les zones de forte pression comme ayant une pression disponible supérieure à 80mCE.

La carte suivante présente les pressions de service (en mCE) en chaque point du réseau :



Source : G2C Ingénierie
Figure 14 : Pressions minimales de distribution – phase 1

A l'issue de la phase 1, l'intégralité des logements créés bénéficieront d'une pression de service satisfaisante (entre 3.8 et 4.8 bars).



4.7. La défense incendie

L'analyse dynamique de la défense incendie réalisée dans le cadre de l'étude diagnostique avait mis en évidence plusieurs problèmes :

- Présence potentielle de vannes « tiercées » au carrefour des rue d'Audun et De Gaulle
- La forte réduction de section de la conduite rue d'Esch

Dans ce paragraphe, la modélisation hydraulique a été réalisée en supposant que les vannes tiercées avaient été repérées et réparées.

Il a ensuite été simulé l'ouverture d'un poteau incendie au cœur du secteur nouvellement urbanisé.

Pour rappel, la circulaire interministérielle du 10/12/1951 impose un débit disponible sous 1 bar aux appareils de lutte contre l'incendie d'au moins 60 m³/h.

Le schéma départemental de lutte contre l'incendie en cours de rédaction devrait confirmer cette valeur pour les secteurs urbanisés comme celui dont il est question ici.

Dans un premier temps, le modèle hydraulique donne les débits suivants :

- Bouclage ouvert : 28 m³/h
- Conduite rue d'Esch fermée : 25 m³/h
- Conduite rue de l'Hôpital fermée : 4 m³/h

Il a ensuite été apporté des modifications au réseau afin d'atteindre un débit disponible sous 1 bar de 60 m³/h. Ces modifications sont les suivantes :

- Mise en place d'un réducteur de pression rue Jean Jaurès et ouverture de la maille
- Remplacement de la conduite existante rue d'Esch (250mm) par une conduite de diamètre intérieur 110mm au moins.

Le maintien en position ouverte des deux conduites alimentant le secteur d'urbanisation est impératif alors pour atteindre le débit nécessaire à la défense incendie.

La défense incendie sur le secteur bâti à l'issue de la phase 1 ne peut être assurée que par l'aménagement d'un stabilisateur de pression rue Jean Jaurès et le renouvellement de la conduite rue d'Esch à un diamètre supérieur.



4.8. Analyse de la capacité de stockage des réservoirs

Il n'existe pas de loi réglant le dimensionnement des réservoirs. Néanmoins, on trouve des conseils sur les volumes stockés dans deux circulaires du ministère de la reconstruction datées de 1946.

Elles proposent le stockage d'un volume dédié à la défense incendie (120 m³) auquel on ajoute un volume correspondant à 24h d'autonomie pour la consommation en zone rurale.

Plutôt que de volume de consommation, on parlera de volume à mettre en distribution.

La capacité de stockage (autonomies) du réservoir principal donne les autonomies suivantes :

Réservoir	Autonomie (h) (hors volume incendie)	Autonomie (h) (avec volume incendie)	Nb de cuves utilisées / Nb cuves total	Commentaires
Réservoir Principal	24h (28h*)	40h (46h*)	1/1	Autonomie satisfaisante

*Autonomie avec rendement global = 85%

Source G2C Ingénierie

Tableau 3 : Autonomie des ouvrages de stockages

Cet ouvrage de stockage présente une autonomie satisfaisante au regard des recommandations de gestion de l'autonomie des ouvrages de stockage, et ce même dans le cas présent tenant compte de l'augmentation de la consommation à l'issue de la phase 1.

4.9. Conclusion quant au fonctionnement du réseau à l'issue de la phase 1

L'analyse du fonctionnement du réseau à l'horizon 2020, soit après raccordement de 104 logements supplémentaires, montre que sa structure et son dimensionnement sont adaptés à ce projet d'urbanisation.

En effet, les vitesses d'écoulement restent faibles et les pressions de service sont contenues.

Seul la défense incendie impose de modifier ponctuellement le dimensionnement et le fonctionnement du réseau.



5. Analyse du fonctionnement du réseau en situation future – phase 2 (275 logements supplémentaires) : diagnostic de l'hydraulique

Cette partie de l'étude présente une synthèse du fonctionnement de réseau observé en situation future à l'issu de l'extension démographique relative à la phase 2 du projet en cours. L'approche est réalisée de façon dynamique.

5.1. Fonctionnement du réseau en mode dynamique

La résolution des équations d'hydraulique en mode dynamique permet de mettre en évidence le mode de vidange/remplissage des réservoirs, le fonctionnement des organes de régulation (stabilisateurs, réducteurs...), la variabilité des pressions, des débits et des vitesses au cours d'une période de simulation donnée.

Ce type de simulation nécessite, outre les paramètres nécessaires à une simulation en mode statique, des données d'entrée additionnelles :

- les usages de consommation,
- les informations détaillées des ouvrages de stockage (niveaux de trop plein, vidange...),
- les consignes de régulation des organes particuliers (stabilisateurs et réducteurs de pression, stations de pompage...).

Mais également le paramétrage initial de calcul :

- l'heure de début de simulation (définie par les jours référentiels de calage),
- la durée de simulation (24h ou 500h selon le paramètre observé),
- le pas de temps de résolution des équations hydrauliques (1h).

Pour le réseau étudié, l'analyse des mesures de suivi du réseau a permis d'évaluer les variations de débit et d'établir le profil de consommation. Ce profil de puisage a été renseigné sur une durée de 24 h pour le réseau.

Etant donné que la simulation hydraulique d'un réseau en dynamique est la résultante d'une suite d'événements en statique, nous avons effectué des simulations sur une durée totale de 24 heures consécutives pour un pas de temps de résolution de 1 heure. Le logiciel calcule donc à chaque période (de 0 à 1 h, de 1 à 2h etc....) les valeurs et l'état hydraulique de tous les éléments constitutifs du réseau.

5.2. Coefficient de pointe

Le calage du modèle, ci-avant détaillé a été réalisé sur des valeurs de consommation moyennes.

Dans cette partie d'analyse dynamique du fonctionnement du réseau, un coefficient de pointe a été appliqué afin d'en appréhender les différentes faiblesses.

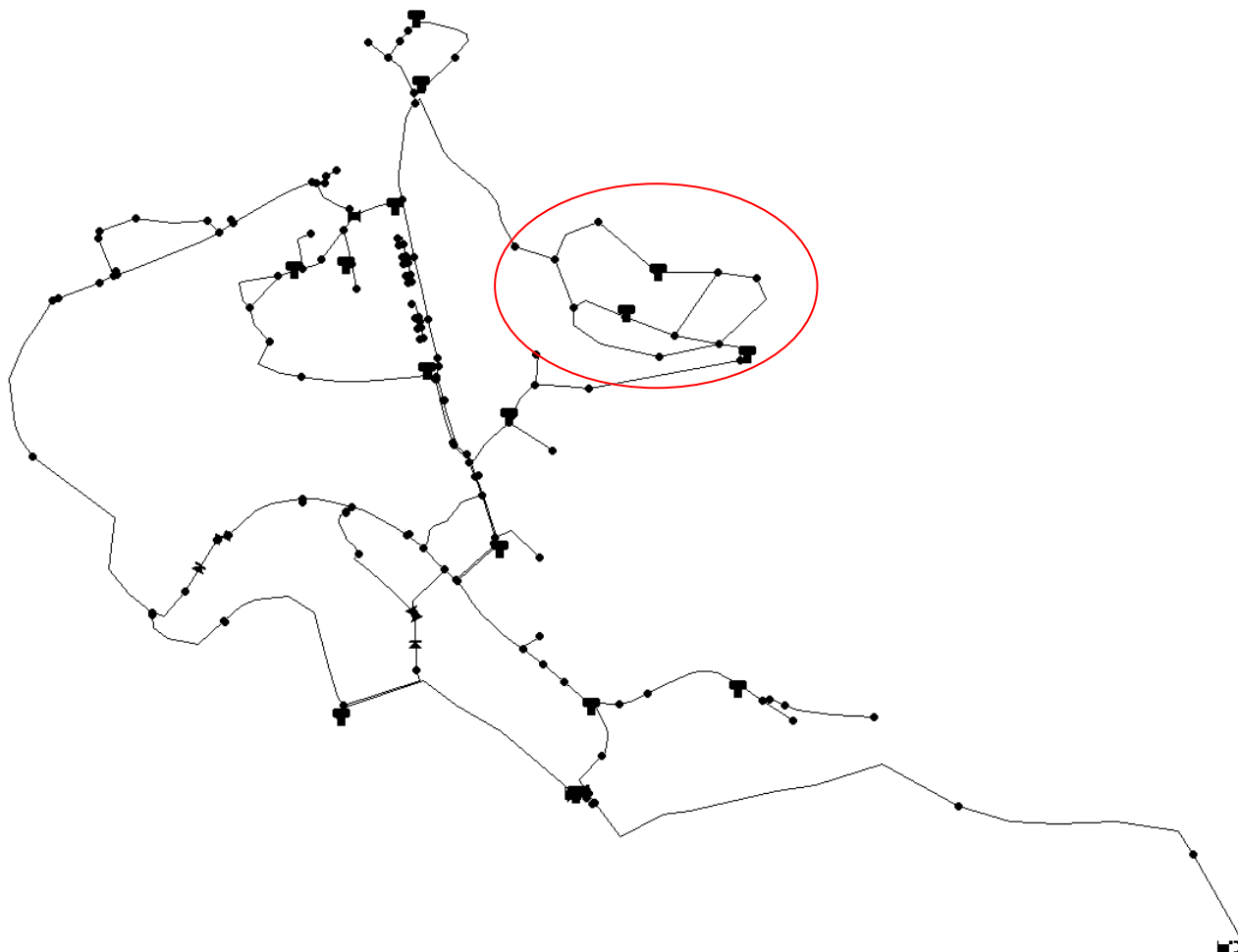
Une partie des enregistrements ayant été réalisés sur une période de 1 mois, il a pu être observé des périodes de consommation de pointe avec un coefficient maximal de 1.1. Ce coefficient sera appliqué pour l'observation de certains paramètres.



5.3. Aménagement du modèle hydraulique

L'extension du réseau de distribution a été simulée par création de conduite de diamètre interne 100mm, au droit des voiries projetées.

Ces conduites sont présentées ci-après :



Source : G2C Ingénierie

Figure 15 : aménagement du modèle – phase 1

La consommation représentée par ces nouveaux logements estimée à 74 m³/j au paragraphe 2.1.1 a été uniformément répartie sur ces 10 nœuds de consommation supplémentaires, implanté altimétriquement grâce aux courbes de niveau présentées dans le rapport de Egis.

Ce secteur est raccordé hydrauliquement au réseau de distribution existant par la rue d'Esch et par le rue de l'Hôpital au moyen de conduite de diamètre 100mm.



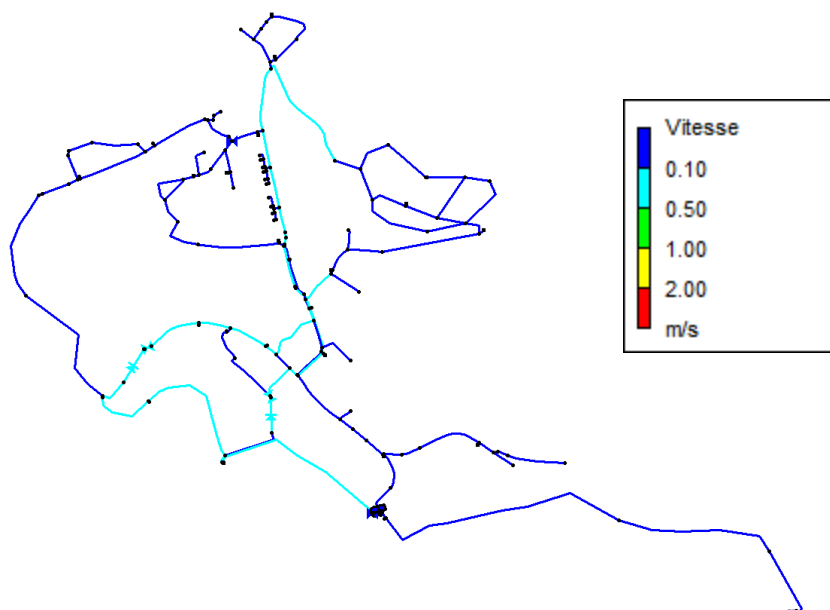
5.4. Les vitesses d'écoulement

On identifie les zones de distribution soumises à de forte vitesse comme ayant une valeur supérieure à 1 m/s. Ces zones sont celles où le réseau est le plus sollicité, et donc où les risques d'apparition de fuites ou de vieillissement prématuré des canalisations sont les plus importants. Les vitesses maximales admissibles sur les tronçons de transit (refoulement par pompage) sont comprises entre 2 et 5 m/s.

La carte présentée page suivante représente les vitesses maximales pour chaque canalisation du réseau COEF 1.1

SITUATION BOUCLAGE OUVERT

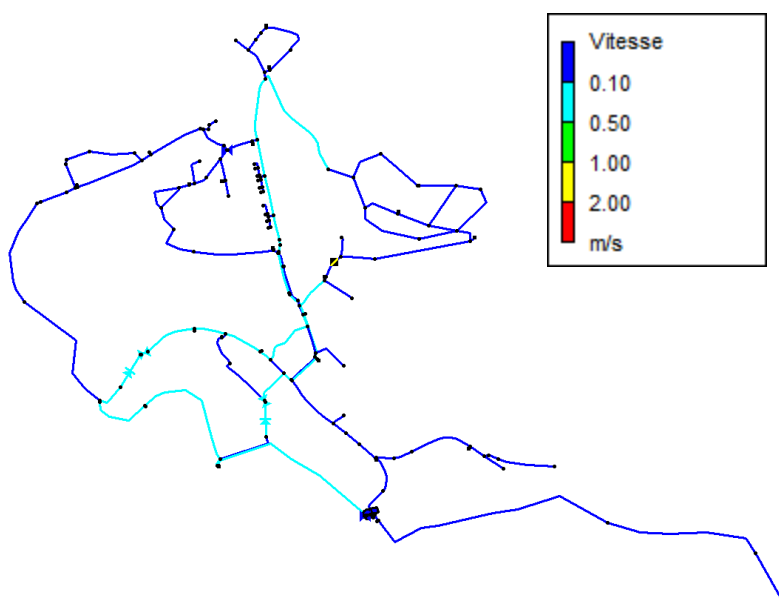
Les conduites rue d'Esch et rue de l'hôpital sont ici ouvertes



Source : G2C Ingénierie
Figure 16 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 2 – bouclage ouvert

SITUATION ALIMENTATION UNIQUEMENT PAR LA RUE DE L'HOPITAL

La conduite rue d'Esch est ici fermée :

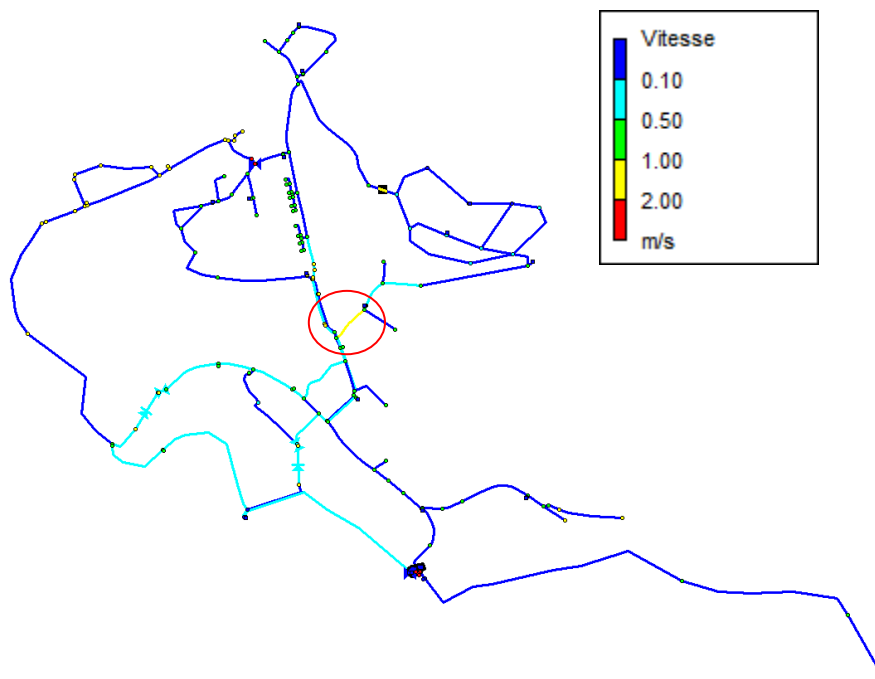


Source : G2C Ingénierie
Figure 17 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 2 – Rue d'Esch fermée



SITUATION ALIMENTATION UNIQUEMENT PAR LA RUE D'ESCH

La conduite rue de l'Hôpital est ici fermée :



Source : G2C Ingénierie

Figure 18 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) – phase 2 – Rue de l'Hôpital fermée

La situation où les vitesses sont maximales dans le réseau correspond à l'heure à laquelle la consommation est maximale et le remplissage du réservoir est en cours (12h).

La carte des vitesses maximales dans les réseaux à cet instant permet de valider que l'intégralité du réseau de distribution est concerné par des vitesses de pointe inférieures à 2 m/s sauf au sein de la conduite rue d'Esch dont le diamètre intérieur est fortement réduit.

Des vitesses de circulation élevées dans cette conduite fragilisée sont à proscrire.

En termes de vitesse dans les canalisations, le réseau est largement dimensionné pour satisfaire le fonctionnement à l'issue de la phase 2, même en situation de pointe horaire (les vitesses restent dans les normes habituellement admises) et durant les phases de refoulement.

Seul la conduite fragilisée rue d'Esch présente un risque accru de rupture vis-à-vis des vitesses de circulation



5.5. Les temps de séjour

Dans le réservoir

Le temps de séjour de l'eau dans les réservoirs est régi par deux facteurs déterminants :

- le dimensionnement de la capacité de stockage : il doit être proportionnel au volume mis en distribution en sortie de l'ouvrage,
- la conception intrinsèque de l'ouvrage : défini en fonction des ouvrages d'alimentation et de distribution (mode de remplissage/vidange).

Le module de calcul utilisé sous EPANET intègre des données de conception des ouvrages (mode FIFO, LIFO, nombre de cuves...) et permet de définir le temps de séjour de l'eau dans les réservoirs en fonction des caractéristiques amont / aval de l'ouvrage.

Les résultats issus de la modélisation (modélisation portant sur 500 heures, pas de temps de simulation de 1 heure) des temps de séjour permettent d'établir les éléments suivants.

Réservoir	Tps séjour moyen (h)	Nb de cuves utilisées / Nb cuves total	Commentaires
Réservoir	38	1/1	Temps de séjour important. De plus la chloration étant faite en amont au niveau de la bache de la Sprett, elle nécessite d'être fortement concentrée afin de permettre un taux de chlore dissout suffisant en sortie de réservoir.

Source G2C Ingénierie

Tableau 4 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage

Hypothèse de modélisation

L'étude diagnostique ayant identifié une problématique de temps de séjour à la sortie même du réservoir, il est considéré ici que l'opération de mise en place d'une désinfection en sortie de celui-ci à été mise en œuvre.

Âge de l'eau dans les réseaux (temps de séjour cumulé)

Comme nous l'avons mentionné dans l'introduction de ce chapitre, la conservation de la qualité de l'eau est facilitée par une réduction du temps de séjour (ou temps de stagnation).

Les facteurs prépondérants dans les phénomènes de stagnation de l'eau sont :

- le maillage trop dense des conduites créant des zones d'équilibre,
- le surdimensionnement des conduites pour les besoins des services (incendie par exemple),
- les antennes isolées à faible densité de consommateurs,
- les bras morts alimentant les hydrants,
- le rythme de consommation lié aux périodes exceptionnelles (vacances scolaires par exemple).

Il est certain que la réduction du temps de séjour de l'eau dans les réseaux de distribution passe par:

- la suppression des bras morts en aval du dernier consommateur,
- l'installation de dispositif de purge au bout de la conduite (bras mort),
- la purge périodique des bras morts.
- la création de mailles.

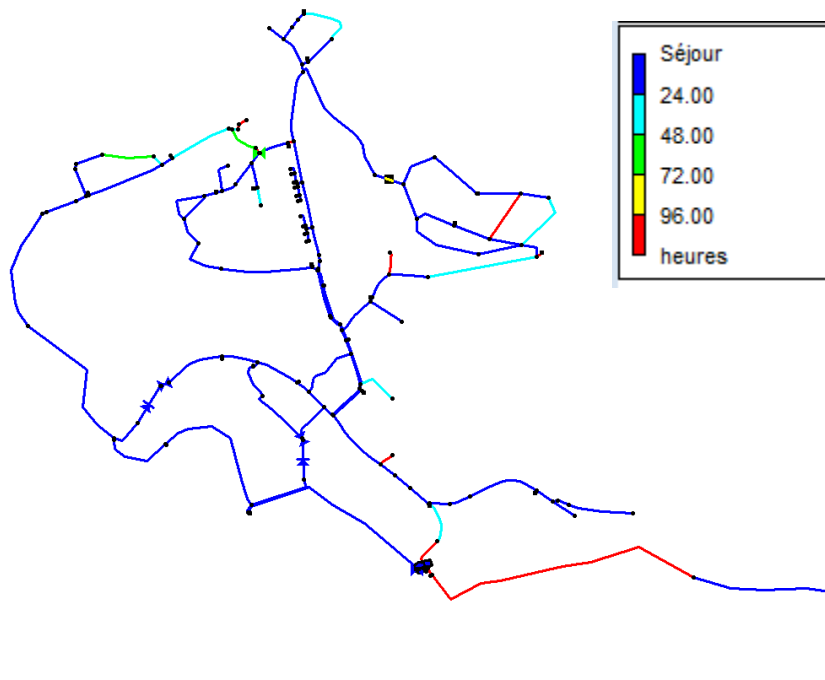
Il est usuellement admis qu'un temps de séjour n'excédant pas 48h permet la garantie d'un taux de chlore suffisant en tout point du réseau sans imposer une surdose de chlore aux premiers nœuds du réseau.

Les simulations réalisées permettent de calculer en tout point du réseau le temps de séjour (modélisation portant sur 500 heures, pas de temps de simulation de 1 heure). Les données issues de la modélisation sont représentées sur la carte suivante ci-après.



SITUATION BOUCLAGE OUVERT

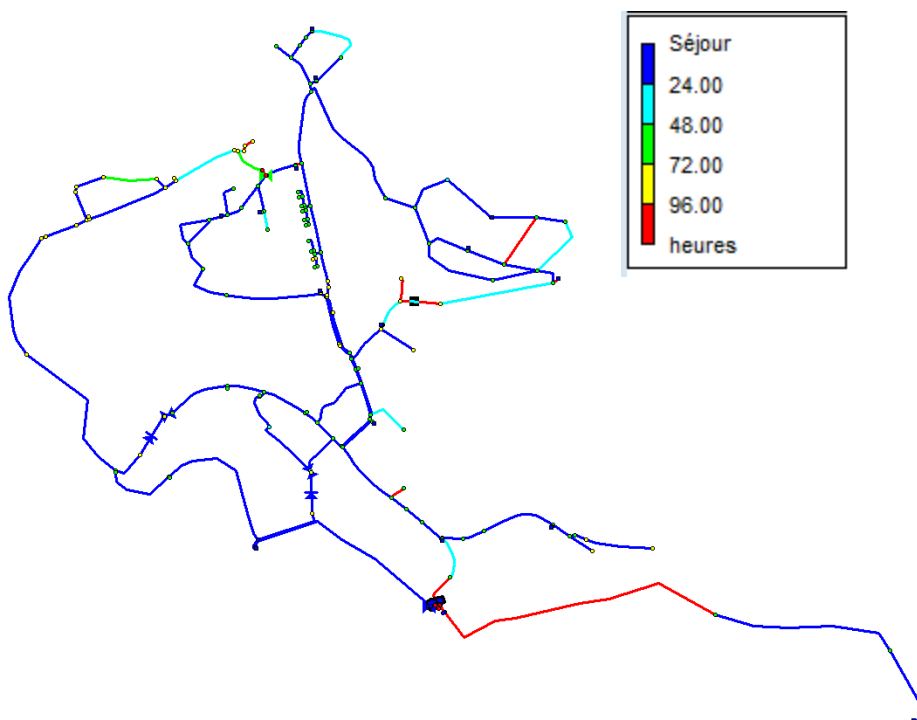
Les conduites rue d'Esch et rue de l'hôpital sont ici ouvertes



Source : G2C Ingénierie
Figure 19 : Temps de séjour (h) – phase 2 – bouclage ouvert

SITUATION ALIMENTATION UNIQUEMENT PAR LA RUE DE L'HOPITAL

La conduite rue d'Esch est ici fermée :

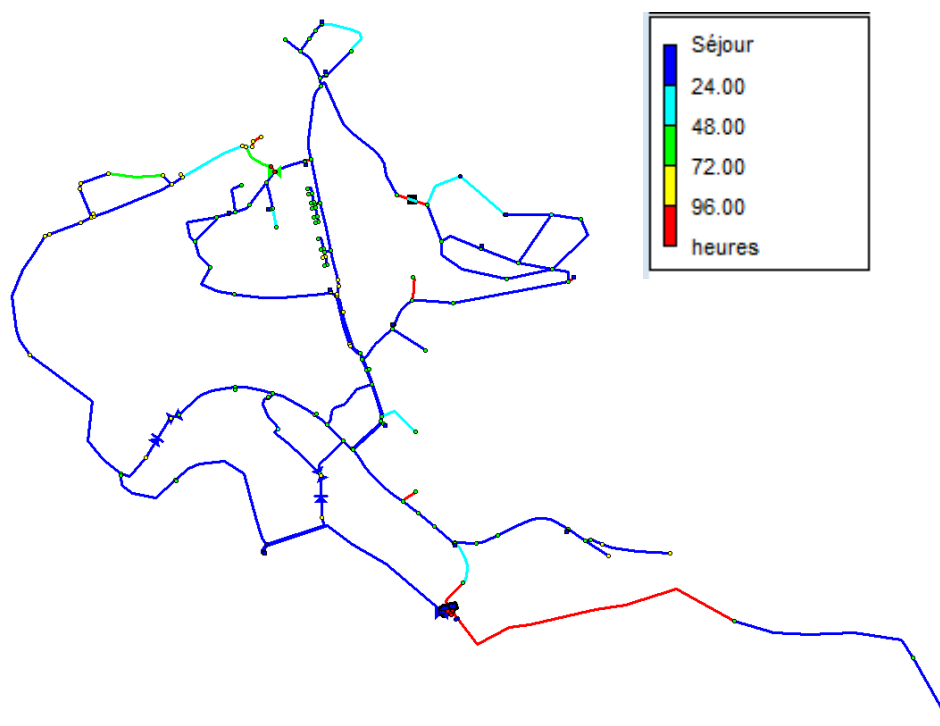


Source : G2C Ingénierie
Figure 20 : Temps de séjour (h) – phase 2 – Rue d'Esch fermée



SITUATION ALIMENTATION UNIQUEMENT PAR LA RUE D'ESCH

La conduite rue de l'Hôpital est ici fermée :



Source : G2C Ingénierie

Figure 21 : Temps de séjour (h) – phase 2 – Rue de l'Hôpital fermée

Les temps de séjour au sein du réseau sont globalement inférieurs à 72h dans l'ensemble du secteur nouvellement urbanisé, quel que soit le schéma hydraulique.

PROBLEMATIQUE QUALITE

La création de ce nouveau secteur de consommation ne présente pas de problème de temps de séjour et ne nécessite donc aucun traitement secondaire.

Ces consommations ont même un effet bénéfique pour le réseau existant, par l'abaissement global du temps de séjour.



5.6. Les pressions de distribution

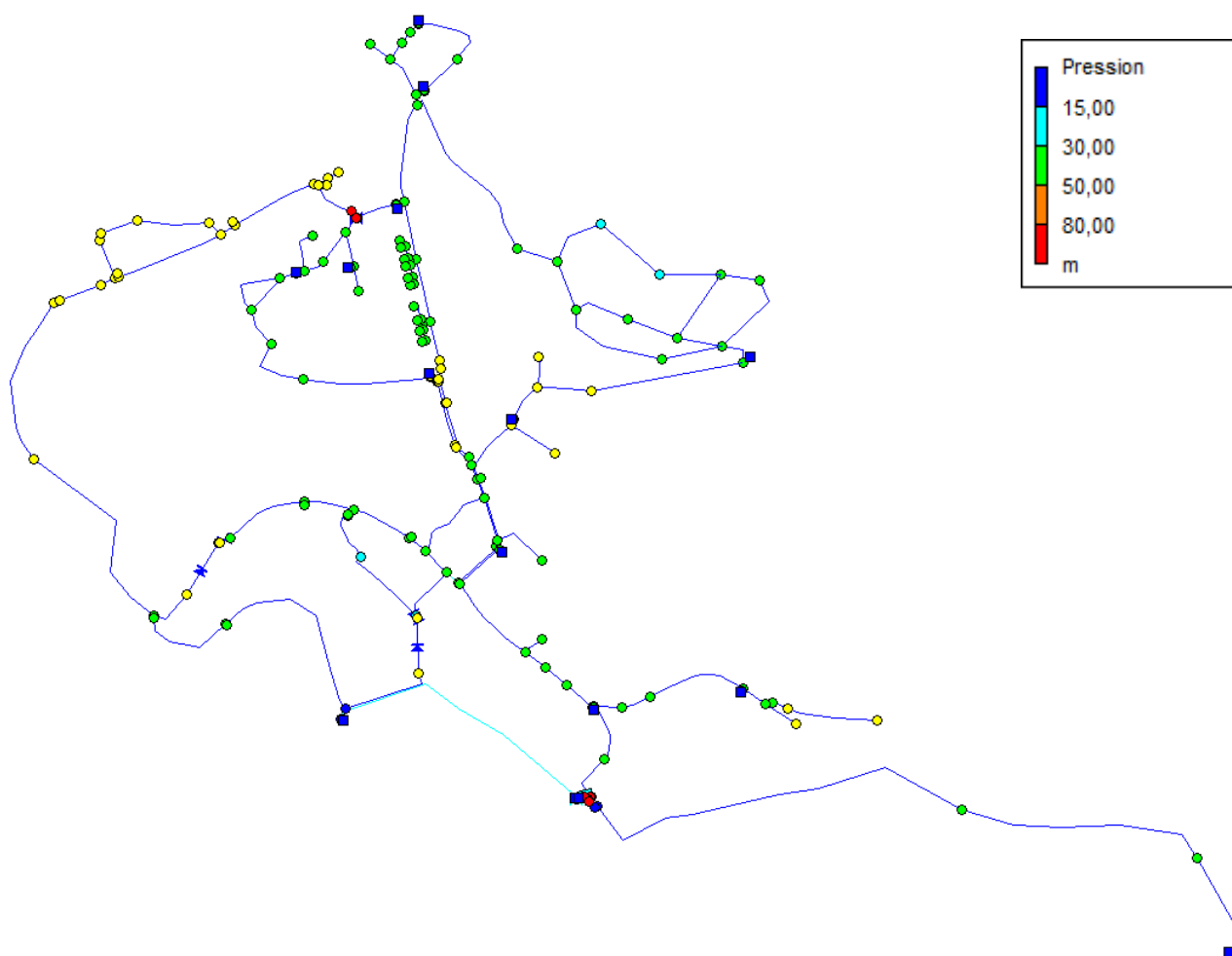
Le Décret n°2007-49 du Code de la Santé Publique relatif aux eaux destinées à la consommation humaine indique que "La hauteur piézométrique de l'eau distribuée par les réseaux intérieurs mentionnés au 3° de l'article R.1321-43 doit, pour chaque réseau et en tout point de mise à disposition, être au moins égale à trois mètres, à l'heure de pointe de consommation." Cela correspond à une pression minimale de 0,3 bars.

Le texte précise en outre que "cette hauteur piézométrique est exigible pour tous les réseaux ; lorsque ceux-ci desservent des immeubles de plus de six étages, des surpresseurs et des réservoirs de mise sous pression, conformes aux dispositions de l'article R. 1321-55, peuvent être mis en œuvre."

En ce qui concerne les réseaux de distribution étudiés, on associera

- les zones de faible pression comme ayant une pression disponible inférieure à 15 mCE (valeur limite pour assurer une pression de distribution suffisante),
- les zones de forte pression comme ayant une pression disponible supérieure à 80mCE.

La carte suivante présente les pressions de service (en mCE) en chaque point du réseau :



Source : G2C Ingénierie
Figure 22 : Pressions minimales de distribution – phase 2

A l'issue de la phase 2, l'intégralité des logements créés bénéficieront d'une pression de service satisfaisante (entre 2.2 et 4.8 bars).



5.7. La défense incendie

L'analyse dynamique de la défense incendie réalisée dans le cadre de l'étude diagnostique avait mis en évidence plusieurs problèmes :

- Présence potentielle de vannes « tiercées » au carrefour des rue d'Audun et De Gaulle
- La forte réduction de section de la conduite rue d'Esch

Dans ce paragraphe, la modélisation hydraulique a été réalisée en supposant que les aménagements nécessaires à la délivrance de débit conformes aux normes de défense incendie ont été réalisés pour la phase d'urbanisation n°1.

Pour rappel :

- Mise en place d'un réducteur de pression rue Jean Jaurès et ouverture de la maille
- Remplacement de la conduite existante rue d'Esch (250mm) par une conduite de diamètre intérieur 110mm au moins.

Il a alors été simulé l'ouverture d'un poteau incendie au point le plus haut des voiries implantées en phase 2. Le débit ainsi obtenu ne pourrait excéder les 30 m³/h.

Cette valeur ne peut être améliorée par le sur dimensionnement du réseau étant donné que le paramètre limitant est constitué par la ligne de charge du réseau (liée à l'altimétrie).

Deux solutions pourront être alors envisagées :

- Création d'une réserve incendie de 120 m³
- Création d'un surpresseur dédié à la défense incendie

La défense incendie sur le secteur bâti à l'issue de la phase 2 ne peut être assurée que par l'aménagement d'une réserve incendie ou d'un surpresseur dédié à la défense incendie.



5.8. Analyse de la capacité de stockage des réservoirs

Il n'existe pas de loi réglant le dimensionnement des réservoirs. Néanmoins, on trouve des conseils sur les volumes stockés dans deux circulaires du ministère de la reconstruction datées de 1946.

Elles proposent le stockage d'un volume dédié à la défense incendie (120 m³) auquel on ajoute un volume correspondant à 24h d'autonomie pour la consommation en zone rurale.

Plutôt que de volume de consommation, on parlera de volume à mettre en distribution.

La capacité de stockage (autonomies) du réservoir principal donne les autonomies suivantes :

Réservoir	Autonomie (h) (hors volume incendie)	Autonomie (h) (avec volume incendie)	Nb de cuves utilisées / Nb cuves total	Commentaires
Réservoir Principal	19h (22h*)	32h (36h*)	1/1	Autonomie limitée

*Autonomie avec rendement global = 85%

Source G2C Ingénierie

Tableau 5 : Autonomie des ouvrages de stockages

Cet ouvrage de stockage présente une autonomie limitée au regard des recommandations de gestion de l'autonomie des ouvrages de stockage dans le cas présent tenant compte de l'augmentation de la consommation à l'issue de la phase 2. Une attention particulière devra être portée à la conduite d'adduction.

La construction d'une cuve supplémentaire deviendra impérative si l'urbanisation évolue encore.

5.9. Conclusion quant au fonctionnement du réseau à l'issue de la phase 2

L'analyse du fonctionnement du réseau à l'issue de la phase 2, soit après raccordement de 275 logements supplémentaires, montre que sa structure et son dimensionnement sont globalement adaptés à ce projet d'urbanisation.

En effet, les vitesses d'écoulement restent faibles et les pressions de service sont contenues. Seule la conduite existante rue d'Esch, au diamètre fortement réduit, présente un problème en termes de vitesse de circulation et de limitation du débit de défense incendie.



6. Synthèse

A l'issue de cette étude, plusieurs problématiques se dégagent :

BILAN BESOIN / RESSOURCE (CF. CHAPITRE 2.1)

Les ressources actuellement disponibles sont exploitées à 100% et ne permettent pas de couvrir les besoins induit par les projets d'urbanisation de la commune sans opérations supplémentaires de réduction des pertes pour atteindre un rendement de 85%.

A l'issue de la phase 2, la réduction des pertes ne sera plus suffisante pour équilibrer les besoins par rapport aux ressources.

Il sera alors nécessaire de recourir à l'augmentation de celles-ci (création d'une nouvelle ressource ou révision de la DUP).

PROBLEMATIQUE DEFENSE INCENDIE

Il est nécessaire, pour assurer une défense incendie conforme au sein du lotissement créé en phase 1 de mettre en œuvre deux aménagements sur el réseau :

- Remplacer la conduite rue d'Esch sur 250ml par une conduite de diamètre 110mm intérieur
- Mettre en place une régulation de pression au niveau de la rue Jean-Jaurès afin d'ouvrir cette maille.

Concernant la défense incendie au niveau du lotissement créé en phase 2, il n'est pas possible de délivrer une défense incendie conforme par l'aménagement du réseau existant. Seules 2 solutions sont envisageables :

- Création d'une réserve incendie de 120 m³
- Création d'un surpresseur dédié à la défense incendie

CAS DE LA CONDUITE EXISTANTE RUE DE L'HOPITAL

La modélisation hydraulique de la conduite rue de l'Hôpital n'a pu être calée avec certitude, dans l'absence de mesure de débit et de pression à son extrémité (pas de poteau incendie dans ce secteur).

Il n'est pas exclu qu'elle soit touchée par le même phénomène que la conduite rue d'Esch (fort encrassement).

Les résultats de la modélisation de ce secteur sont donc à nuancer.

Dans le cas où sa section serait réduite, elle devrait recevoir le même traitement que la conduite de la rue d'Esch : son renouvellement sur une longueur de 300ml.



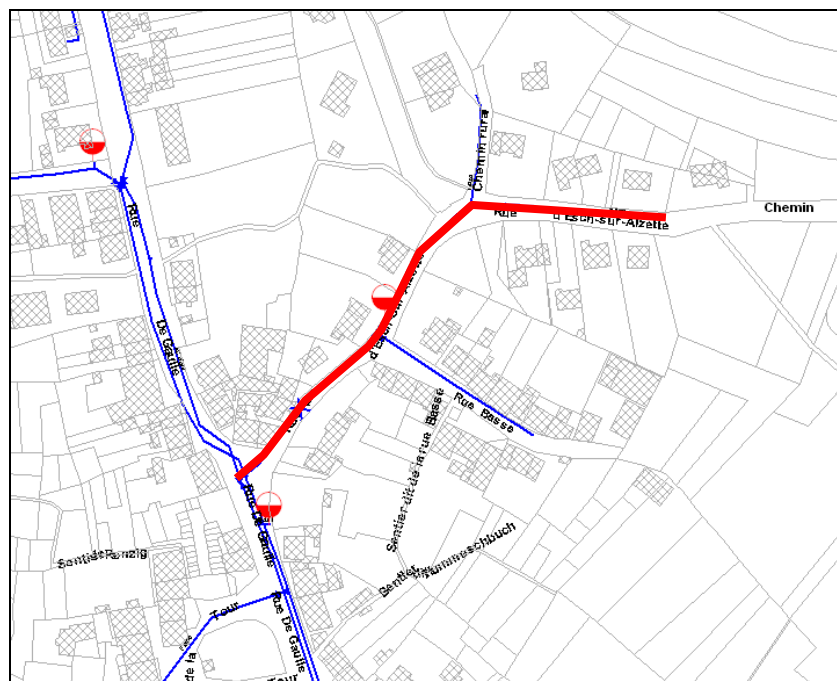
7. Propositions de travaux

7.1. Remplacement de la conduite de la rue d'Esch

Nous proposons de renouveler cette conduite en fonte de diamètre 80mm posée dans les années 1960 de 250ml par une conduite en PEHD de diamètre 125mm.

Plusieurs raisons viennent appuyer cette proposition :

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



Source : G2C Ingénierie

Figure 23 : renouvellement de la conduite rue d'Esch

ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le devis estimatif détaillé pour ces travaux est présenté ci-dessous :



DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF

Numéro	Désignation	U	Quantité	Prix H.T.	TOTAL H.T.
1	TITRE I - PREPARATION DE CHANTIER				
11	CHAPITRE 11 – INSTALLATION ET PREPARATION				
1101	<u>IMPLANTATION DU CHANTIER ET DES TRAVAUX</u>				
110101	Préparation du chantier				
11010104	Plus-value au prix n°11010101 pour préparation de chantier – opération B3	FFT	1	500,00 €	500,00 €
110102	Installation, protection et repli du chantier				
11010204	Plus-value au prix n°11010201 pour installation, protection et repli du chantier – opération B3	FFT	1	1 000,00 €	1 000,00 €
110103	Signalisation de chantier - Déviation de la circulation				
11010304	Plus-value au prix n°11010301 pour Signalisation de chantier - Déviation de la circulation – opération B3	FFT	1	250,00 €	250,00 €
110104	Panneau de chantier	FFT	1	500,00 €	500,00 €
110105	Sondage de reconnaissance, y compris réfection à l'identique	U	3	250,00 €	750,00 €
2	TITRE II – TRAVAUX PREPARATOIRES				
21	CHAPITRE 21 – TRAVAUX PREALABLES AUX TRAVAUX				
2101	<u>TRAVAUX PREPARATOIRES</u>				
210110	Découpage de revêtement de chaussée ou trottoir	ML	500	5,00 €	2 500,00 €
210111	Démolition de chaussées et trottoirs	M2	225	5,00 €	1 125,00 €
210116	Continuité de service alimentation en eau potable	FFT	1	5 000,00 €	5 000,00 €
3	TITRE III – TERRASSEMENT ET REMBLAIS				
31	CHAPITRE 31 – TERRASSEMENT				
3101	<u>TERRASSEMENT EN TRANCHEE</u>				
310102	Fouille en tranchée jusqu'à une profondeur de 1,30 m y compris évacuation des déblais	ML	250	20,00 €	5 000,00 €
3102	<u>PLUS-VALUE DE TERRASSEMENT</u>				
310205	Plus-value aux prix 3101 pour longement de conduites ou câbles	ML	50	45,00 €	2 250,00 €
310206	Plus-value aux prix 3101 pour pour croisements d'ouvrages existants				
31020603	- Croisement d'ouvrage existant 0,50 m < Ø extérieur <ou= 1,00 m	U	5	100,00 €	500,00 €
32	CHAPITRE 32 - REMBLAIEMENT DES FOUILLES				
3201	<u>MATERIAUX DE REMBLAIEMENT</u>				
320102	Matériaux de remplacement				
32010202	Gravette 6/15	M3	68	30,00 €	2 040,00 €
32010205	GNT0/31,5 calcaire	M3	224	26,00 €	5 824,00 €
3202	<u>FOURNITURE ET DIVERS</u>				
320201	Mise en place d'une enveloppe en géotextile	ML	250	2,00 €	500,00 €
320204	Mise en place d'un grillage avertisseur	ML	250	1,00 €	250,00 €
5	TITRE V – REGARDS ET FONTE DE VOIRIE				
51	CHAPITRE 51 - REGARD DE VISITE				
5103	<u>REGARD POUR OUVRAGE EN BETON ARMEE</u>				
510301	Regard circulaire profondeur < ou = 2 m				
51030102	De Ø 1000 mm	U	1	570,00 €	570,00 €
52	CHAPITRE 52 - TAMPON POUR REGARD DE VISITE				
54201	<u>FOURNITURE ET POSE DE TAMPON FONTE CLASSE 400</u>				
520101	Tampon fonte hydraulique Ø 600 mm	U	1	300,00 €	300,00 €



7	TITRE VII - CANALISATIONS				
71	CHAPITRE 71 - CANALISATIONS				
7104	<u>CANALISATIONS EN FONTE AEP</u>				
710401	Canalisation en fonte type à joint standard				
71040103	Fonte standard Ø 100 mm	ML	250	47,00 €	11 750,00 €
73	CHAPITRE 73 - PIECES ET RACCORDS				
7301	<u>PIECES EPOXY POUR CANALISATION FONTE</u>				
730101	Coude à emboîtements				
73010103	De Ø 100 mm	U	10	176,00 €	1 760,00 €
730105	Té à 3 brides				
73010504	De Ø 125 x 40 à 125 mm	U	3	152,00 €	456,00 €
730110	Plaque pleine				
73011004	De Ø 125 mm	U	1	25,00 €	25,00 €
8	TITRE VIII – ROBINETTERIE ET EQUIPEMENTS RESEAUX				
81	CHAPITRE 81 – ROBINETTERIES				
8101	<u>ROBINETTERIE EAU POTABLE</u>				
810101	Robinet-vanne à opercule PN 16 bars				
81010101	De Ø 50 mm	U	1	150,00 €	150,00 €
81010104	De Ø 100 mm	U	8	250,00 €	2 000,00 €
83	CHAPITRE 83 – COMPTAGE				
8301	<u>COMPTEURS EAU POTABLE</u>				
830102	Compteur général à hélice verticale classe B				
83010203	De Ø 80 mm	U	1	580,00 €	580,00 €
84	CHAPITRE 84 – FONTAINERIE				
8401	<u>FONTAINERIE AEP</u>				
840106	Bouche à clé				
84010601	fixe	U	29	45,00 €	1 305,00 €
9	TITRE IX – BRANCHEMENTS EU ET AEP				
92	CHAPITRE 92 - BRANCHEMENT AEP				
9201	<u>REGARD, COMPTEUR</u>				
920101	Regard préfabriqué isolé				
92010101	Couvercle polyéthylène	U	20	320,00 €	6 400,00 €
920105	Compteur de volume				
92010502	De Ø 20 mm	U	20	65,00 €	1 300,00 €
920106	Remplacement d'un compteur par un by-pass	U	20	13,00 €	260,00 €
9202	<u>CANALISATION DE BRANCHEMENT</u>				
920205	Branchement PEHD accotement ou voirie communale				
92020501	Pour un Ø de 25 mm	ML	160	70,00 €	11 200,00 €
920207	Dispositif de branchement neuf				
92020701	Pour un Ø de 25 mm	U	20	230,00 €	4 600,00 €



11	TITRE XI- REFECTIONS ET AMENAGEMENTS				
111	CHAPITRE 111 – VOIRIES				
11101	<u>PREPARATION FOUILLE THEORIQUE</u>				
1110103	pour mise à la cote en vue de la mise en œuvre d'une assise (avant enrobé ou enduit superficiel)				
111010309	Structure VC type A conforme au CCTP	M2	300	32,00 €	9 600,00 €
11104	<u>REFECTION DEFINITIVE</u>				
1110402	Réfection en BBSG 0/10 sur 5 cm d'épaisseur	M2	300	16,00 €	4 800,00 €
12	TITRE XII - OPERATIONS PARTICULIERES				
122	CHAPITRE 122 - OPERATIONS RESEAU				
12202	<u>ALIMENTATION EN EAU POTABLE</u>				
1220204	Raccordement y compris main d'oeuvre, pièces et sujétions particulières pour raccordement de conduite sur canalisation Amianté DN200	FFT	1	3 000,00 €	3 000,00 €
14	TITRE XIV – RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT				
141	CHAPITRE 141 – RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT				
14101	<u>RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT</u>				
1410101	Contrôle et essais internes / externes				
141010104	Plus-value au prix n°141010101 pour Contrôles et essais internes – opération B3	FFT	1	500,00 €	500,00 €
1410102	Dossier de récolement				
141010204	Plus-value au prix n°141010201 pour Plan de récolement – Notices des ouvrages exécutés – opération B3	FFT	1	500,00 €	500,00 €
TOTAL en euros Hors Taxe					89 045,00 €
T.V.A. 20,0%					17 809,00 €
TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises					106 854,00 €

Source : G2C Ingénierie

Tableau 6 : Récapitulatif des coûts de travaux liés au remplacement de la conduite rue d'Esch

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

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

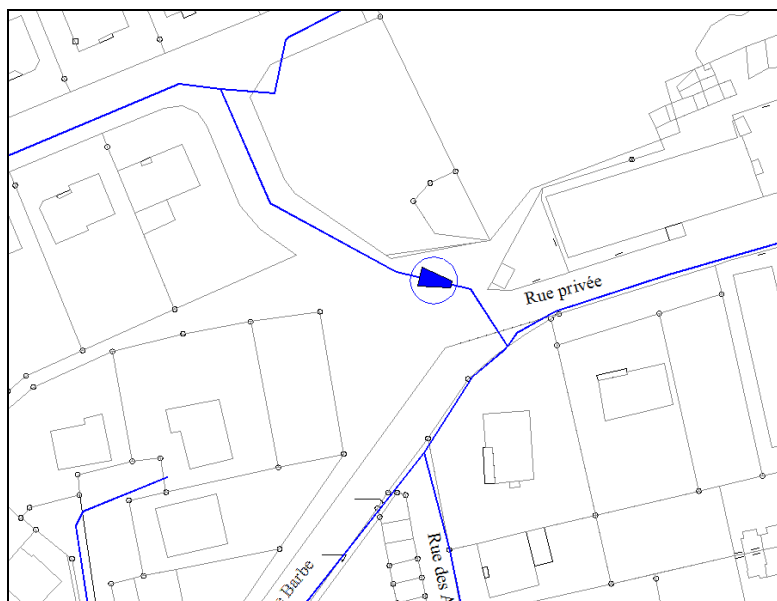
Le coût des travaux lié à cette proposition est estimé à 89 000 €HT.

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



7.2. Mise en place d'un stabilisateur / régulateur de pression

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



Source G2C Ingénierie

Figure 24 : implantation du réducteur de pression

ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le devis estimatif détaillé pour ces travaux est présenté ci-dessous :

Numéro	Désignation	U	Quantité	Prix H.T.	TOTAL H.T.
1	TITRE I - PREPARATION DE CHANTIER				
11	CHAPITRE 11 – INSTALLATION ET PREPARATION				
1101	<u>IMPLANTATION DU CHANTIER ET DES TRAVAUX</u>				
110101	Préparation du chantier				
11010101	Préparation du chantier – opération A	FFT	1	250 €	250,00 €
110102	Installation, protection et repli du chantier				
11010201	Installation, protection et repli du chantier – opération A	FFT	1	500 €	500,00 €
2	TITRE II – TRAVAUX PREPARATOIRES				
21	CHAPITRE 21 – TRAVAUX PREALABLES AUX TRAVAUX				
2101	<u>TRAVAUX PREPARATOIRES</u>				
210107	Dépose et stockage de bordure et caniveau	ML	4	18 €	72,00 €
210110	Découpage de revêtement de chaussée ou trottoir	ML	10	5 €	50,00 €
210111	Démolition de chaussées et trottoirs	M2	5	5 €	25,00 €
3	TITRE III – TERRASSEMENT ET REMBLAIS				
31	CHAPITRE 31 – TERRASSEMENT				
3103	<u>TERRASSEMENT EN MASSE</u>				
310301	Terrassements pour ouvrage par engin mécanique				
31030101	Jusqu'à une profondeur de 1,3 m	M3	6	12 €	72,00 €
31030102	Entre une profondeur de 1,3 m à 2,5 m	M3	2	25 €	50,00 €
32	CHAPITRE 32 - REMBLAIEMENT DES FOUILLES				
3201	<u>MATERIAUX DE REMBLAIEMENT</u>				
320102	Matériaux de remplacement				
32010202	Gravette 6/15	M3	2	30 €	60,00 €
32010205	GNT0/31,5 calcaire	M3	4	26 €	104,00 €



5	TITRE V – REGARDS ET FONTE DE VOIRIE				
51	CHAPITRE 51 - REGARD DE VISITE				
5103	<u>REGARD POUR OUVRAGE EN BETON ARMEE</u>				
510301	Regard circulaire profondeur < ou = 2 m				
51030102	De Ø 1000 mm	U	1	570 €	570,00 €
52	CHAPITRE 52 - TAMPON POUR REGARD DE VISITE				
5202	<u>FOURNITURE ET POSE DE TAMPON FONTE CLASSE 250</u>				
520202	Tampon fonte hydraulique Ø 800 mm	U	1	380 €	380,00 €
7	TITRE VII - CANALISATIONS				
73	CHAPITRE 73 - PIECES ET RACCORDS				
7301	<u>PIECES EPOXY POUR CANALISATION FONTE</u>				
730113	Adaptateur à bride - souple				
73011305	De Ø 150 mm	U	2	56 €	112,00 €
730114	Adaptateur à bride – verrouillé				
73011405	De Ø 150 mm	U	3	96 €	288,00 €
8	TITRE VIII – ROBINETTERIE ET EQUIPEMENTS RESEAUX				
81	CHAPITRE 81 – ROBINETTERIES				
8101	<u>ROBINETTERIE EAU POTABLE</u>				
810101	Robinet-vanne à opercule PN 16 bars				
81010106	De Ø 150 mm	U	2	430 €	860,00 €
82	CHAPITRE 82 – PROTECTION DES RESEAUX				
8202	<u>REGULATION DE PRESSION RESEAUX EAU POTABLE</u>				
820204	Régulateur de pression aval PN 16				
82020405	De Ø 150 mm	U	1	2 700 €	2 700,00 €
11	TITRE XI- REFECTIONS ET AMENAGEMENTS				
112	CHAPITRE 112 -TROTTOIRS				
11201	<u>AIRES DE TROTTOIRS</u>				
1120101	Réfection en GNT 0/20 mm	M2	5	7 €	35,00 €
1120103	Réfection définitive en BBSG 0/6 dosé à 80 kg/m², y compris préparation	M2	5	20 €	100,00 €
11202	<u>BORDURES OU CANIVEAUX</u>				
1120202	Bordures de trottoirs normalisées en béton				
112020201	Bordure de trottoirs type AC 1	ML	4	32 €	128,00 €
14	TITRE XIV – RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT				
141	CHAPITRE 141 – RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT				
14101	<u>RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT</u>				
1410101	Contrôle et essais internes / externes				
141010101	Contrôles et essais internes – opération A	FFT	1	250 €	250,00 €
1410102	Dossier de récolement				
141010201	Plan de récolement – Notices des ouvrages exécutés – opération A	FFT	1	250 €	250,00 €
TOTAL en euros Hors Taxe					6 856,00 €
T.V.A. 20,0%					1 371,20 €
TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises					8 227,20 €

Source : G2C Ingénierie

Tableau 7 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à la mise en place d'un stabilisateur de pression.



Cette proposition permet donc dans l'immédiat d'améliorer les performances hydrauliques de la défense incendie. Ainsi que le temps de séjour global dans le réseau

La mise en place de cet équipement permettra la réouverture des mailles du réseau.

Le coût des travaux lié à cette proposition est estimé à 6 856 €HT.

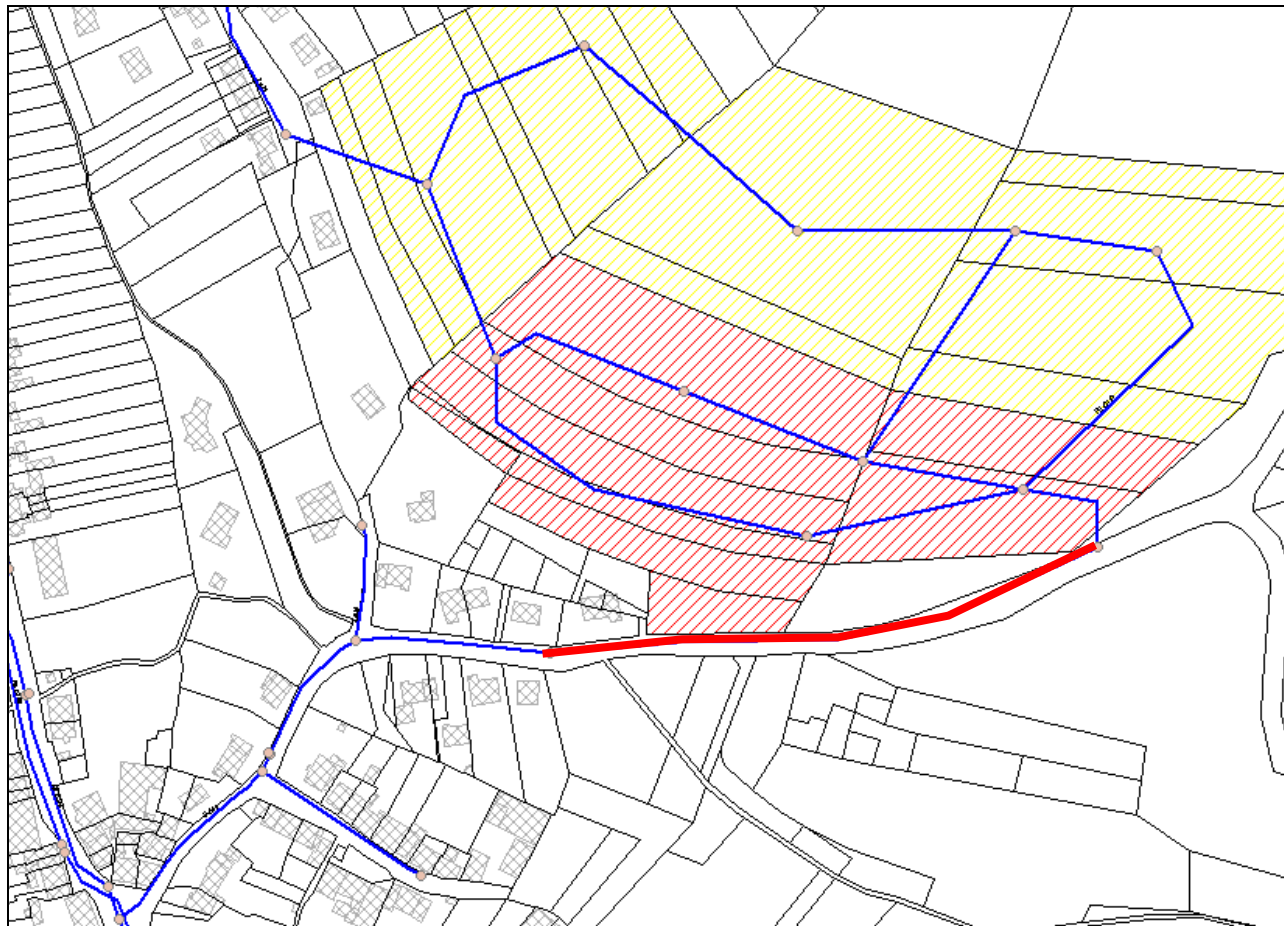
Nota : Le chiffrage des travaux a été réalisé à partir d'hypothèses contraignantes, notamment au niveau de l'implantation des conduites qui a été prévue strictement sous chaussée. Ce paramètre sera probablement amené à évoluer dans le cadre d'études PROjet avec la connaissance des différentes DICT. Les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



7.3. Extension du réseau de distribution rue d'Esch

Cette proposition a pour but de prolonger le réseau existant jusqu'à la limite du projet d'urbanisation. Elle consiste en la pose de 250ml de conduite en 125 mm PEHD.

Son implantation est projetée sous accotement. La figure suivante illustre cette opération :



Source : G2C Ingénierie

Figure 25 : extension du réseau existant

ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le coût des travaux lié à cette proposition est estimé à 29 300 €HT.

Le devis estimatif détaillé pour ces travaux est présenté ci-dessous :



DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF

Numéro	Désignation	U	Quantité	Prix H.T.	TOTAL H.T.
1	TITRE I - PREPARATION DE CHANTIER				
11	CHAPITRE 11 – INSTALLATION ET PREPARATION				
1101	<u>IMPLANTATION DU CHANTIER ET DES TRAVAUX</u>				
110101	Préparation du chantier				
11010106	<i>Plus-value au prix n°11010101 pour préparation de chantier – opération D</i>	FFT	1	500,00 €	500,00 €
110102	Installation, protection et repli du chantier				
11010206	<i>Plus-value au prix n°11010201 pour installation, protection et repli du chantier – opération D</i>	FFT	1	1 000,00 €	1 000,00 €
110103	Signalisation de chantier - Déviation de la circulation				
11010306	<i>Plus-value au prix n°11010301 pour Signalisation de chantier - Déviation de la circulation – opération D</i>	FFT	1	250,00 €	250,00 €
110105	Sondage de reconnaissance, y compris réfection à l'identique	U	2	250,00 €	500,00 €
2	TITRE II – TRAVAUX PREPARATOIRES				
21	CHAPITRE 21 – TRAVAUX PREALABLES AUX TRAVAUX				
2101	<u>TRAVAUX PREPARATOIRES</u>				
210114	Décapage et stockage de Terre Végétale	M2	500	1,50 €	750,00 €
3	TITRE III – TERRASSEMENT ET REMBLAIS				
31	CHAPITRE 31 – TERRASSEMENT				
3101	<u>TERRASSEMENT EN TRANCHEE</u>				
310102	Fouille en tranchée jusqu'à une profondeur de 1,30 m y compris évacuation des déblais	ML	250	20,00 €	5 000,00 €
32	CHAPITRE 32 - REMBLAIEMENT DES FOUILLES				
3201	<u>MATERIAUX DE REMBLAIEMENT</u>				
320102	Matériaux de remplacement				
32010202	Gravette 6/15	M3	70	30,00 €	2 100,00 €
32010205	GNT0/31,5 calcaire	M3	210	26,00 €	5 460,00 €
3202	<u>FOURNITURE ET DIVERS</u>				
320201	Mise en place d'une enveloppe en géotextile	ML	250	2,00 €	500,00 €
320204	Mise en place d'un grillage avertisseur	ML	250	1,00 €	250,00 €
7	TITRE VII - CANALISATIONS				
71	CHAPITRE 71 - CANALISATIONS				
7104	<u>CANALISATIONS EN FONTE AEP</u>				
710401	Canalisation en fonte type à joint standard				
71040103	Fonte standard Ø 100 mm	ML	250	47,00 €	11 750,00 €
11	TITRE XI- REFECTIONS ET AMENAGEMENTS				
113	CHAPITRE 113 - ACCOTEMENT ET TERRAIN NATUREL				
11301	<u>REFECTION</u>				
1130103	Réfection d'accollement ou de fossé	ML	250	3,00 €	750,00 €
14	TITRE XIV – RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT				
141	CHAPITRE 141 – RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT				
14101	<u>RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT</u>				
1410101	Contrôle et essais internes / externes				
141010106	<i>Plus-value au prix n°1410101 pour Contrôles et essais internes – opération D</i>	FFT	1	250,00 €	250,00 €
1410102	Dossier de récolement				
141010206	<i>Plus-value au prix n°141010201 pour Plan de récolement – Notices des ouvrages exécutés – opération D</i>	FFT	1	250,00 €	250,00 €
TOTAL en euros Hors Taxe					29 310,00 €
T.V.A. 20,0%					5 862,00 €
TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises					35 172,00 €

Source : G2C Ingénierie

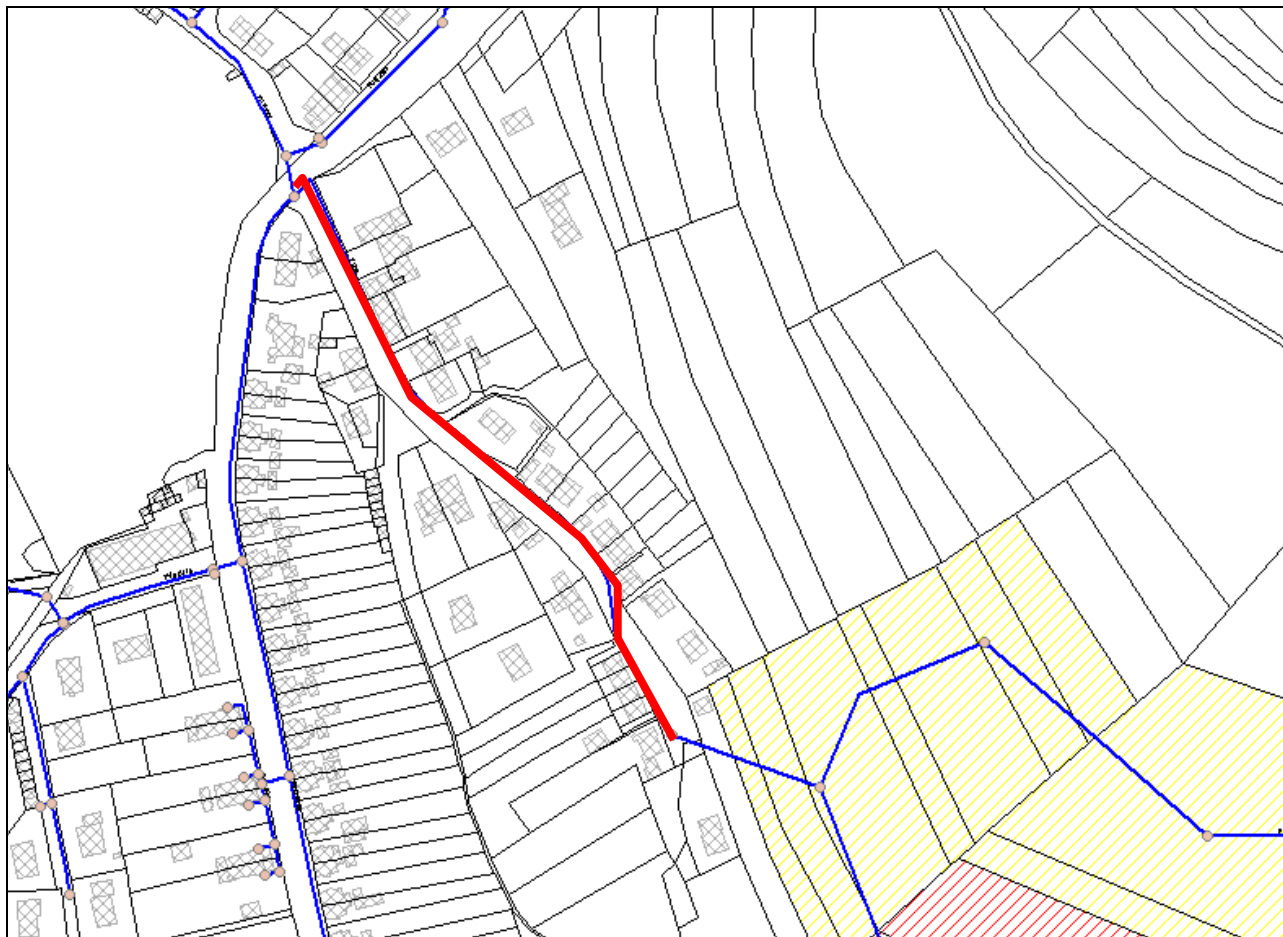
Tableau 8 : Récapitulatif des coûts de travaux liés à l'extension du réseau rue d'Esch.



7.4. Renouvellement de la conduite existante rue de l'Hôpital

Cette opération est chiffrée ici à titre indicatif. Sa réalisation pourrait s'avérer nécessaire si son état réel décelait une réduction de section telle que celle présente rue d'Esch. Il s'agirait alors de remplacer cette conduite sur 300ml par une canalisation de diamètre 125mm PEHD.

La figure suivante illustre cette opération :



Source : G2C Ingénierie

Figure 26 : remplacement de la conduite existante rue de l'Hôpital

ENVELOPPE FINANCIERE D'INVESTISSEMENT

Le devis estimatif détaillé pour ces travaux est présenté ci-dessous :



DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF

Numéro	Désignation	U	Quantité	Prix H.T.	TOTAL H.T.
1	TITRE I - PREPARATION DE CHANTIER				
11	CHAPITRE 11 – INSTALLATION ET PREPARATION				
1101	<u>IMPLANTATION DU CHANTIER ET DES TRAVAUX</u>				
110101	Préparation du chantier				
11010106	Plus-value au prix n°11010101 pour préparation de chantier – opération D	FFT	1	500,00 €	500,00 €
110102	Installation, protection et repli du chantier				
11010206	Plus-value au prix n°11010201 pour installation, protection et repli du chantier – opération D	FFT	1	1 000,00 €	1 000,00 €
110103	Signalisation de chantier - Déviation de la circulation				
11010306	Plus-value au prix n°11010301 pour Signalisation de chantier - Déviation de la circulation – opération D	FFT	1	250,00 €	250,00 €
110105	Sondage de reconnaissance, y compris réflexion à l'identique	U	10	250,00 €	2 500,00 €
2	TITRE II – TRAVAUX PREPARATOIRES				
21	CHAPITRE 21 – TRAVAUX PREALABLES AUX TRAVAUX				
2101	<u>TRAVAUX PREPARATOIRES</u>				
210107	Dépose et stockage de bordure et caniveau	ML	10	18,00 €	180,00 €
210110	Découpage de revêtement de chaussée ou trottoir	ML	300	5,00 €	1 500,00 €
210111	Démolition de chaussées et trottoirs	M2	400	5,00 €	2 000,00 €
210116	Continuité de service alimentation en eau potable	FFT	1	5 000,00 €	5 000,00 €
3	TITRE III – TERRASSEMENT ET REMBLAIS				
31	CHAPITRE 31 – TERRASSEMENT				
3101	<u>TERRASSEMENT EN TRANCHEE</u>				
310102	évacuation des déblais	ML	300	20,00 €	6 000,00 €
32	CHAPITRE 32 - REMBLAIEMENT DES FOUILLES				
3201	<u>MATERIAUX DE REMBLAIEMENT</u>				
320102	Matériaux de remplacement				
32010202	Gravette 6/15	M3	85	30,00 €	2 550,00 €
32010205	GNT0/31,5 calcaire	M3	255	26,00 €	6 630,00 €
3202	<u>FOURNITURE ET DIVERS</u>				
320201	Mise en place d'une enveloppe en géotextile	ML	300	2,00 €	600,00 €
320204	Mise en place d'un grillage avertisseur	ML	300	1,00 €	300,00 €
7	TITRE VII - CANALISATIONS				
71	CHAPITRE 71 - CANALISATIONS				
7104	<u>CANALISATIONS EN FONTE AEP</u>				
710401	Canalisation en fonte type à joint standard				
71040103	Fonte standard Ø 100 mm	ML	300	47,00 €	14 100,00 €
73	CHAPITRE 73 - PIECES ET RACCORDS				
7301	<u>PIECES EPOXY POUR CANALISATION FONTE</u>				
730101	Coude à emboîtements				
73010103	De Ø 100 mm	U	12	176,00 €	2 112,00 €
7306	<u>PIECES EN ACIER</u>				
730609	Plaque pleine				
73060904	De Ø 125 mm	U	1	0,00 €	0,00 €



8	TITRE VIII – ROBINETTERIE ET EQUIPEMENTS				
	RESEAUX				
81	CHAPITRE 81 – ROBINETTERIES				
8101	<u>ROBINETTERIE EAU POTABLE</u>				
810101	Robinet-vanne à opercule PN 16 bars				
81010104	De Ø 100 mm	U	2	250,00 €	500,00 €
84	CHAPITRE 84 – FONTAINERIE				
8401	<u>FONTAINERIE AEP</u>				
840106	Bouche à clé				
84010601	fixe	U	27	45,00 €	1 215,00 €
9	TITRE IX – BRANCHEMENTS EU ET AEP				
92	CHAPITRE 92 - BRANCHEMENT AEP				
9201	<u>REGARD, COMPTEUR</u>				
920101	Regard préfabriqué isolé				
92010101	Couvercle polyéthylène	U	25	320,00 €	8 000,00 €
920105	Compteur de volume				
92010501	De Ø 15 mm	U	25	55,00 €	1 375,00 €
9202	<u>CANALISATION DE BRANCHEMENT</u>				
920205	Branchement PEHD accotement ou voirie communale				
92020501	Pour un Ø de 25 mm	ML	200	70,00 €	14 000,00 €
920207	Dispositif de branchement neuf				
92020701	Pour un Ø de 25 mm	U	25	230,00 €	5 750,00 €
11	TITRE XI- REFECTIONS ET AMENAGEMENTS				
111	CHAPITRE 111 – VOIRIES				
11101	<u>PREPARATION FOUILLE THEORIQUE</u>				
1110103	enrobé ou enduit superficiel)	0		0,00 €	0,00 €
111010309	Structure VC type A conforme au CCTP	M2	450	32,00 €	14 400,00 €
11104	<u>REFECTION DEFINITIVE</u>				
1110402	Réfection en BBSG 0/10 sur 5 cm d'épaisseur	M2	450	16,00 €	7 200,00 €
14	TITRE XIV – RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT				
141	CHAPITRE 141 – RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT				
14101	<u>RECEPTION ET DOSSIER DE RECOLEMENT</u>				
1410101	Contrôle et essais internes / externes				
141010106	Plus-value au prix n°141010101 pour Contrôles et essais internes – opération D	FFT	1	250,00 €	250,00 €
1410102	Dossier de récolement				
141010206	Plus-value au prix n°141010201 pour Plan de récolement – Notices des ouvrages exécutés – opération D	FFT	1	250,00 €	250,00 €
TOTAL en euros Hors Taxe					98 162,00 €
T.V.A. 20,0%					19 632,40 €
TOTAL en euros Toutes Taxes Comprises					117 794,40 €

Source : G2C Ingénierie

Tableau 9 : Récapitulatif des coûts de travaux liés au remplacement de la conduite existante rue de l'Hôpital.

Le coût des travaux lié à cette proposition est estimé à 98 160 €HT.



Titre : COMMUNE DE REDANGE EPS 15275

Objet : Mise à jour de la modélisation du réseau d'eau potable

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



7.5. Synthèse des coûts d'opération

Les montants des travaux nécessaires à la distribution de l'eau potable dans les secteurs d'urbanisation correspondants aux phases 1 et 2 sont récapitulés ci-dessous.

Ces montants sont issus d'estimations niveau schéma directeur et seront à recadrer en phase de maîtrise d'œuvre suite à la réalisation d'études complémentaires (topographiques et géotechnique).

Opération	Montant (€ HT)
Remplacement de la conduite rue d'Esch	89 000 €HT
Mise en place d'un stabilisateur / régulateur de pression	7 000 €HT
Remplacement de la conduite rue de l'Hôpital	98 000 €HT
<i>Extension du réseau de distribution rue d'Esch</i>	<i>29 000 €HT</i>
SOUS-TOTAL TRAVAUX	223 000 €HT
Prestation de Topographie	1 500 €HT
Etude Géotechnique	4 500 €HT
Contrôleur Sécurité et Protection de la Santé	1 000 €HT
Contrôles extérieurs	2 000 €HT
Coût Maitrise d'Œuvre (Mission AVP/PRO/ACT/VISA/DET/AOR)	20 000 €HT
<u>MONTANT TOTAL D'OPERATION</u>	<u>252 000 €HT</u>