



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



G2C ingénierie

9 rue Paul Langevin

Parc d'Activités Saint Jacques II

54320 Maxéville

Tél : 03 83 96 14 57

Fax : 03 83 95 15 74



COMMUNE DE REDANGE
DEPARTEMENT DE LA MOSELLE (57)

DIAGNOSTIC DU RESEAU D'EAU POTABLE

PHASE 2 : DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU D'EAU POTABLE





Identification du document

Élément	
Titre du document	Rapport de phase 2
Nom du fichier	15275EPS_RÉDANGE_PHASE2_CHG .DOC
Version	20/05/2016 14:09:00
Rédacteur	CHG
Vérificateur	AHR
Chef d'agence	AHR



Sommaire

1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU SCHEMA DIRECTEUR	6
1.1. Vulnérabilité quantitative des ressources : Bilan besoin ressource	7
1.1.1. Définition des besoins	7
1.1.2. Définition des ressources disponibles	9
1.1.3. Bilan besoin / ressource	9
1.2. Vulnérabilité qualitative des ressources	10
1.3. Vulnérabilité du système d'alimentation	10
1.3.1. Evaluation du risque de rupture de la conduite d'adduction	11
1.3.2. Conséquence sur la consommation de la rupture de la conduite d'adduction	11
1.3.3. Estimation de l'approvisionnement pour le maintien du service	12
1.4. Synthèse de l'étude de vulnérabilité	12
2. CAMPAGNE DE MESURES HYDRAULIQUES CONTINUE (10 JOURS)	13
2.1. Contexte et objectifs de la campagne de mesures	13
2.2. Méthodologie de choix des points de mesure	13
2.3. Incidents sur les mesures	14
2.4. Résultats des mesures	14
3. CAMPAGNE DE SECTORISATION DES FUITES (NOCTURNE)	17
3.1. Organisation des investigations	17
3.2. Principe de la localisation des fuites par sectorisation nocturne	17
3.3. Déroulement de la sectorisation	18
3.4. Résultats	19
3.5. Synthèse et analyse	20
4. MODELISATION – FONCTIONNEMENT DU RESEAU	21
4.1. Objectifs de la modélisation	21
4.2. Construction du modèle	21
4.2.1. Logiciel de modélisation utilisé : EPANET	21
4.2.2. Description du réseau modélisé	21
4.2.3. Etude des consommations	22
4.3. Calage du modèle	24
4.3.1. Choix des journées de calage	24
4.3.2. Définition, procédure et résultats de calage	24
5. ANALYSE HYDRAULIQUE DE LA DEFENSE INCENDIE	27
5.1. Etat actuel de la défense incendie	27
5.2. Mise au point fine du modèle hydraulique	28
6. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU EN SITUATION ACTUELLE : DIAGNOSTIC DE L'HYDRAULIQUE	30
6.1. Fonctionnement du réseau en mode dynamique	30



6.2. Coefficient de pointe	30
6.3. Les vitesses d'écoulement	31
6.4. Les temps de séjour	32
6.5. Les pressions de distribution	35
6.6. Analyse de la capacité de stockage des réservoirs	36
7. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU EN SITUATION FUTURE – HORIZON 2020 (80 LOGEMENTS SUPPLEMENTAIRES) : DIAGNOSTIC DE L'HYDRAULIQUE	37
7.1. Fonctionnement du réseau en mode dynamique	37
7.2. Coefficient de pointe	37
7.3. Aménagement du modèle hydraulique	38
7.4. Les vitesses d'écoulement	39
7.5. Les temps de séjour	40
7.6. Les pressions de distribution	42
7.7. Analyse de la capacité de stockage des réservoirs	43
7.8. Conclusion quant au fonctionnement du réseau à l'horizon 2020	43
8. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU EN SITUATION FUTURE – HORIZON 2035 (800 LOGEMENTS SUPPLEMENTAIRES) : DIAGNOSTIC DE L'HYDRAULIQUE	44
8.1. Fonctionnement du réseau en mode dynamique	44
8.2. Coefficient de pointe	44
8.3. Aménagement du modèle hydraulique	45
8.4. Les vitesses d'écoulement	46
8.5. Les temps de séjour	47
8.6. La pression de service	49
8.7. Analyse de la capacité de stockage des réservoirs	50
SYNTHESE DE LA PHASE 2	51



Table des illustrations

Figure 1 : Zones d'urbanisation à l'horizon 2020	8
Figure 2 : zones d'urbanisation à l'horizon 2035.....	8
Figure 3 : conduite d'adduction présentant un risque d'interruption de l'alimentation.....	10
Figure 4 : Schéma d'implantation des points de mesure.....	14
Figure 5 : Résultat de la mesure de niveau de la bêche de la Sprett (N1)	14
Figure 6 : Résultat de la mesure de niveau du réservoir (N2)	15
Figure 7 : Résultat de la mesure de débit au compteur d'achat à Russange (Q1).....	15
Figure 8 : Résultat de la mesure de débit au compteur de refoulement de la Sprett vers le Réservoir (Q2) ..	16
Figure 9 : Résultat de la mesure de débit au compteur de distribution général (Q3).....	16
Figure 10 : Secteurs de recherche de fuite.....	18
Figure 11 : localisation de la fuite quantifiée à 18 m3/j.....	19
Figure 12 : localisation de la fuite quantifiée à 25 m3/j.....	20
Figure 13 : Courbe de calage en débit Q2 (Sprett vers réservoir).....	25
Figure 14 : Courbe de calage en débit Q3 (distribution).....	25
Figure 15 : Courbe de calage en niveau N1 (bêche de la Sprett).....	26
Figure 16 : Courbe de calage en niveau N2 (réservoir).....	26
Figure 17 : DFCI, débits sous 1bar en situation actuelle.....	27
Figure 18 : DFCI, débits sous 1bar théoriques.....	27
Figure 19 : Vannes tiercées suspectées	28
Figure 20 : Tronçon obstrué.....	29
Figure 21 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) en situation actuelle.....	31
Figure 22 : Age de l'eau en situation actuelle.....	33
Figure 23 : Conduites concernées par le risque CVM.....	34
Figure 24 : Age de l'eau en situation actuelle.....	34
Figure 25 : Pressions minimales de distribution en situation actuelle.....	35
Figure 26 : Zones d'urbanisation à l'horizon 2020.....	38
Figure 27 : aménagement du modèle - horizon 2020.....	38
Figure 28 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) à l'horizon 2020.....	39
Figure 29 : Age de l'eau à l'horizon 2020.....	41
Figure 30 : Pressions minimales de distribution à l'horizon 2020.....	42
Figure 31 : Zones d'urbanisation à l'horizon 2035.....	45
Figure 32 : aménagement du modèle - horizon 2035.....	45
Figure 33 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) à l'horizon 2035.....	46
Figure 34 : Age de l'eau à l'horizon 2020.....	48
Figure 35 : Pressions minimales de distribution à l'horizon 2020.....	49
Tableau 1 : Bilan Besoin Ressource.....	9
Tableau 2: Types de points de mesures disponibles/mis en place.....	13
Tableau 3 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage.....	32
Tableau 4 : Autonomie des ouvrages de stockages.....	36
Tableau 5 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage.....	40
Tableau 6 : Autonomie des ouvrages de stockages.....	43
Tableau 7 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage.....	47
Tableau 8 : Autonomie des ouvrages de stockages.....	50



1. Introduction et objectifs du schéma directeur

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

- Le **Décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012** relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable.
- Le **Décret et Arrêté du 2 mai 2007** relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement : indicateurs de performance, de connaissance patrimoniale etc.
- **L'article 161 de la Loi Grenelle II** modifiant l'article L.2224-7-1 du Code général des Collectivités territoriales qui veut désormais que les communes exerçant la compétence de distribution d'eau potable mettent en place avant le 1er janvier 2014 un schéma de distribution d'eau potable déterminant les zones desservies par le réseau de distribution et un descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable.
- La **note DGS/EA4/2012/366** concernant un inventaire spécifique des canalisations en PVC posées avant 1980 avec corrélation des temps de séjours de l'eau.
- Le **Décret n°95-363** du 5 avril 1995 qui interdit la pose des canalisations en Plomb (article 28)

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

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

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

La mission se déroulera en trois phases :

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

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

La phase 2 ici présentée a pour objet le diagnostic du fonctionnement du réseau d'eau potable avec :

- L'étude de la vulnérabilité des ressources et du système d'alimentation en eau potable
- La réalisation d'une campagne de mesure continue sur 10 jours
- La recherche de fuites par sectorisation nocturne
- La création d'un modèle hydraulique représentatif du réseau
- L'analyse de la défense incendie via le modèle hydraulique
- L'analyse du fonctionnement du réseau grâce au modèle hydraulique pour les situations actuelles et futures



Etude de la Vulnérabilité

1.1. Vulnérabilité quantitative des ressources : Bilan besoin ressource

L'analyse de la production et de la consommation réalisée en phase 1 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.

1.1.1. 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

La présente étude aboutira à l'établissement d'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 80 logements de type pavillonnaire.

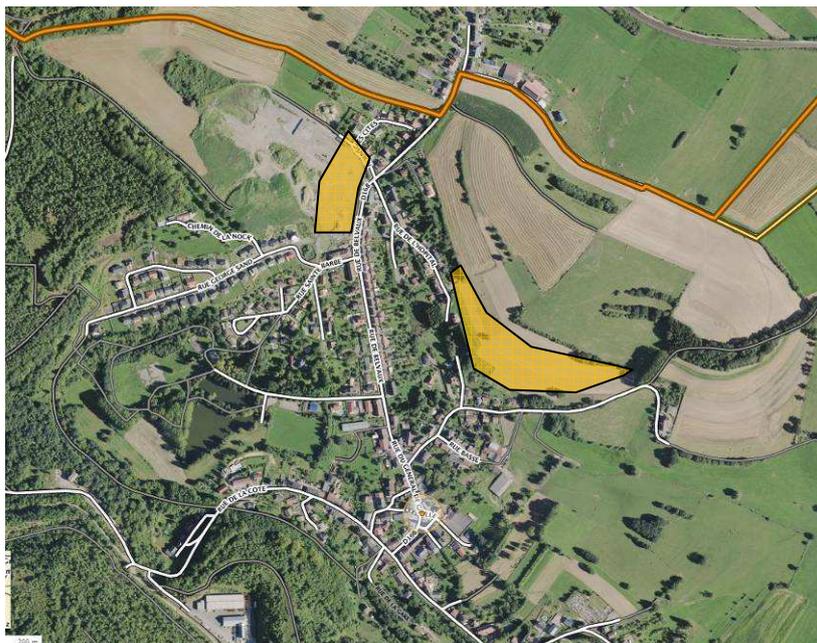
- Estimation de la consommation induite par ce supplément de population, à l'horizon 2020 :

Avec rendement à 70% : 80 logements x (56 500 m³/an / 472 branchements) = **9 600 m³/an soit 26.3 m³/j**

Avec rendement à 85% : 80 logements x (46 500 m³/an / 472 branchements) = **7 900 m³/an soit 21.6 m³/j**



La figure ci-dessous présente les zones d'urbanisation qui accueilleront les 80 logements :



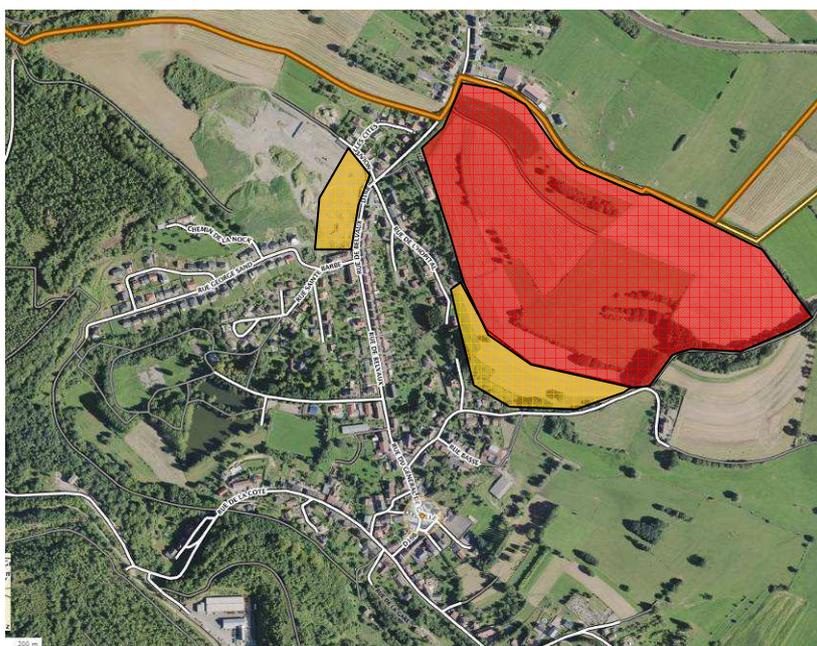
Source : G2C Ingénierie

Figure 1 : Zones d'urbanisation à l'horizon 2020

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

- Estimation de la consommation induite par ce supplément de population, à l'horizon 2035 :
Avec rendement à 70% : 800 logements x (56 500 m³/an / 472 branchements) = **96 000 m³/an soit 263 m³/j**
Avec rendement à 85% : 800 logements x (46 500 m³/an / 472 branchements) = **79 000 m³/an soit 216 m³/j**

La figure ci-dessous présente les zones d'urbanisation qui accueilleront les 800 logements :



Source : G2C Ingénierie

Figure 2 : zones d'urbanisation à l'horizon 2035



1.1.2. Définition des ressources disponibles

SOURCE DE LA SPRETT

Le débit autorisé de prélèvement dans la source de la Sprett 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.

1.1.3. Bilan besoin / ressource

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

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

Source : G2C Ingénierie

Tableau 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.



1.2. Vulnérabilité qualitative des ressources

La ressource principale de Rédange, constituée par le captage de la Sprett, est située dans un environnement extrêmement boisé avec quelques prairies et pâtures. Quelques terres labourées sont présentes au Sud-Ouest de la commune, mais étant en aval du cheminement de la source, elles ne présentent aucun risque pour la ressource.

Enfin, le captage étant clôturé et équipé de capot verrouillé, le dépôt intensionnel de polluant est peu probable.

La pollution accidentelle du captage de la Sprett est donc très peu probable.

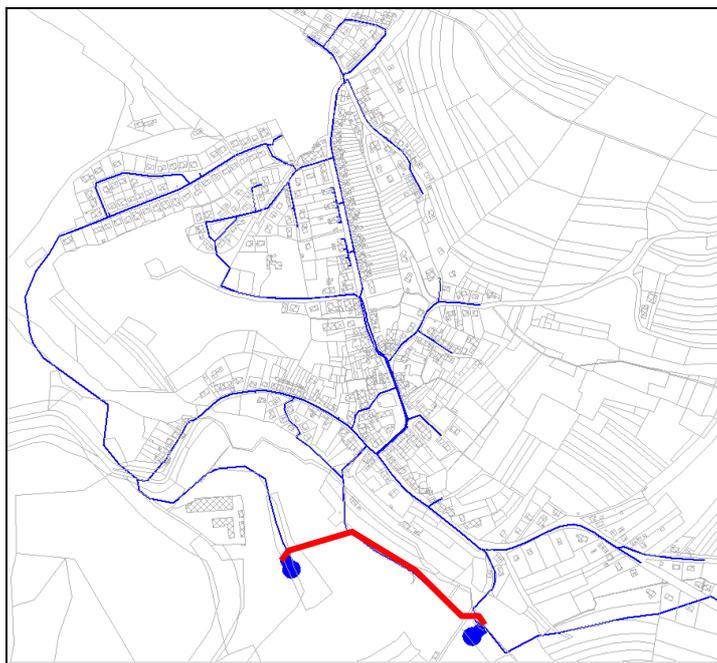
La vulnérabilité qualitative du captage de la Sprett est jugé extrêmement faible

1.3. Vulnérabilité du système d'alimentation

Le réseau de distribution de Rédange présente de nombreuses mailles (bouclages) est ce dès la sortie du réservoir. Cette configuration du réseau permet d'alimenter un même secteur par plusieurs conduites.

De ce fait, la rupture de l'alimentation du village de Rédange est exclue dans le cas de la rupture de l'une de ses canalisations de distribution.

Cependant, l'adduction du captage au réservoir est effectuée via une unique conduite. Elle présente donc un risque potentiel d'interruption de l'alimentation sur le village si le sinistre se poursuivait après la consommation du volume total du réservoir. Cette conduite est identifiée en rouge sur le schéma ci-dessous :



Source : G2C Ingénierie

Figure 3 : conduite d'adduction présentant un risque d'interruption de l'alimentation



1.3.1. Evaluation du risque de rupture de la conduite d'adduction

Différents facteurs peuvent entrer en compte dans la probabilité de la rupture des conduites d'adduction :

- Leur longueur ;
- Leur matériau constitutif ;
- Leur âge ;
- Leur environnement et les risques naturels auxquels elles peuvent être exposées ;
- Le nombre de casses recensées.

La conduite d'adduction est une canalisation de diamètre 125mm en fonte ductile de la gamme « tout-terrain » posé en terrain boisé. Elle mesure moins de 500 ml, longueur relativement restreinte pour une conduite d'adduction.

Les conduites de cette nature présente une résistance élevée aux contraintes ponctuelles et sont totalement adapté à une pose dans ce type de terrain, le risque de rupture lié à l'environnement de la conduite est donc faible.

Par ailleurs cette conduite a été posée en 1998, lors de la création du nouveau réservoir. Ce type de conduite à une durée de vie minimal d'environ 50 ans. Elle peut donc être qualifié de récente et à ce titre elle ne présente pas de risque de rupture lié à son âge.

Aucune fuite ou casse n'est à déplorer depuis sa création.

Enfin, la commune dispose désormais d'un compteur au départ du captage vers le réservoir et d'un second compteur en sortie de réservoir ce qui lui permet de suivre les volumes transitant dans cette conduite. Son service technique dispose donc des outils lui permettant de déceler l'apparition d'une éventuelle fuite sur cette conduite et donc d'agir dès sa découverte. Il est donc exclu tout risque de rupture de l'alimentation lié à l'évolution d'une fuite sur cette canalisation.

Le risque de rupture de la conduite d'adduction est donc très faible.

1.3.2. Conséquence sur la consommation de la rupture de la conduite d'adduction

La méthode Inter-Agences de l'Eau est utilisée couramment pour estimer l'impact d'un tel incident.

Cette méthode prend comme hypothèse que **les réserves au niveau du stockage doivent pouvoir compenser un arrêt du service d'au moins 4 jours**. Par ailleurs, les réserves ne sont probablement pas pleines au moment de l'incident. Ainsi, seul le volume disponible dépassant 24 h de consommation peut être considéré comme une réserve de secours. L'apport de stockage en tant que ressource de secours est donc évalué en divisant le volume de réserve d'eau potable dépassant 24 heures de consommations par 4 jours. Les volumes normalement consacrés à la défense incendie sont admis mobilisés pour effectuer ce calcul.

La suite de ce paragraphe s'attache à l'étude du maintien de l'alimentation en cas de la rupture de cette conduite.

ÉTAT DES RESERVES DISPONIBLE APRES DETECTION DE LA RUPTURE DE LA CONDUITE, SOIT 24H APRES LA SURVENANCE DE L'INCIDENT :

Le réservoir de Rédange construit en 1998 constitue l'unique réserve disponible dans le cas de la rupture de la conduite d'adduction. Initialement conçu pour contenir 250 m³, nos mesures réalisées dans le cadre de la présente étude ont mis en évidence que le volume était maintenu aux environ de 330 m³.

Le besoin actuel de la commune de Rédange étant estimé à 155 m³/j, il est donc calculé que le volume disponible après 24h de consommation, c'est-à-dire après détection du sinistre, serait de 175 m³.

CONSEQUENCE DE LA RUPTURE DE LA CONDUITE D'ADDUCTION SUR LA CONTINUTE DU SERVICE

Dans ces conditions, l'interruption totale du service interviendrait à partir de la 27^{ème} heure après détection de l'incident.

La méthode inter-agence prévoyant une durée de l'incident de 4 jours après sa détection, il serait nécessaire de recourir à l'alimentation de Rédange par un moyen de secours pendant les 69 dernières heures.



1.3.3. Estimation de l'approvisionnement pour le maintien du service

Deux solutions peuvent être envisagées pour approvisionner le réseau de Rédange et ainsi permettre la continuité totale du service :

- Raccordement du réseau de Belvaux au réseau de Rédange grâce à la pose d'une conduite souple posée au sol entre deux hydrants (le coût de cette solution est difficile à estimer étant donnée qu'aucune convention n'a été établie dans ce sens, néanmoins, cette solution a déjà été mise en œuvre par le passé.)
- Acheminement d'eau jusqu'au réservoir par camion citerne, cette solution est chiffrée ci-après

ESTIMATION DU COUT DE L'ACHEMINEMENT D'EAU JUSQU'AU RESERVOIR PAR CAMION CITERNE

- Achat d'eau : 0 €, puisage dans la bêche de stockage de la Sprett
- Volume d'apport nécessaire : $69h \times 155m^3/j / 24h \pm 450 m^3$;
- Transport en camion-citerne moyen (20 m³/camion, 0.25h de trajet A/R, 2h de remplissage/vidange soit 3 rotations par jour) : 3 camions en rotation par jour (pour jour 2 et 3) puis 2 camions en rotation pour jour 4.

Coût d'un camion citerne 20m³ spécialisé pour terrain accidenté avec chauffeur : 1500 € / jour

Soit $(2 j \times 3 camions \times 1500 \text{ €}) + (1 j \times 2 camions \times 1500 \text{ €}) = 12\,000 \text{ €}$.

Le maintien total du service assuré par approvisionnement routier est alors estimé à 12 000 € mais permet un maintien quasi normal du service.

1.4. Synthèse de l'étude de vulnérabilité

Le bilan besoin / ressource a montré la nécessité pour Rédange d'exploiter une nouvelle ressource dans un futur proche pour envisager la réalisation de son projet d'urbanisation. Par ailleurs il est nécessaire à court terme d'améliorer la performance de son réseau afin de s'affranchir de l'achat d'eau auprès de Russange (dont la disponibilité n'est pas garantie).

La qualité de la ressource de Rédange constituée par la source de la Sprett présente une vulnérabilité très faible.

Le risque de rupture de l'alimentation de la commune est porté uniquement par la conduite d'adduction et reste faible étant donné la nature et l'âge récent de celle-ci.



2. Campagne de mesures hydrauliques continue (10 jours)

2.1. Contexte et objectifs de la campagne de mesures

Dans le cadre du présent diagnostic, nous avons réalisé une campagne de mesures intégrant l'ensemble des mesures nécessaires à la compréhension du fonctionnement actuel du réseau et à son calage informatique.

La campagne de mesures a donc pour objectifs majeurs :

- le suivi en continu du réseau (débit, niveau)
- l'analyse du fonctionnement actuel du système de distribution,
- la mise en évidence des dysfonctionnements/anomalies du réseau.

2.2. Méthodologie de choix des points de mesure

Pour répondre aux objectifs ci-dessus, les points de mesures sont donc choisis de manière à obtenir une image représentative du fonctionnement du réseau. Ils ont été présentés et validés par le comité de pilotage au cours de la réunion tenue le 5 Novembre 2015.

Les différents points de mesures mis en place sont présentés ci-dessous :

Ouvrage	Type d'information	Mesures disponibles	Mesures complémentaires
Adduction	Les débits	Pas de mesure télégérée	2 mesures : <ul style="list-style-type: none"> ▪ compteur d'achat à Russange (Q1) ▪ compteur de refoulement vers le réservoir (Q2)
Réservoirs	Le niveau d'eau	mesure télégérée au pas de temps 1h au niveau du réservoir	2 mesures : <ul style="list-style-type: none"> ▪ bêche de la Sprett (N1) ▪ réservoir (N2)
Distribution	Les débits	Pas de mesure télégérée	1 mesure : <ul style="list-style-type: none"> ▪ compteur sortie de réservoir (Q3)
	La courbe des consommations des consommateurs atypiques	Pas de mesure télégérée	Pas de mesure complémentaire déployée au niveau de gros consommateurs. (pas de consommateurs caractéristiques et courbes de consommation similaires à de la consommation domestique)

Source : G2C Ingénierie

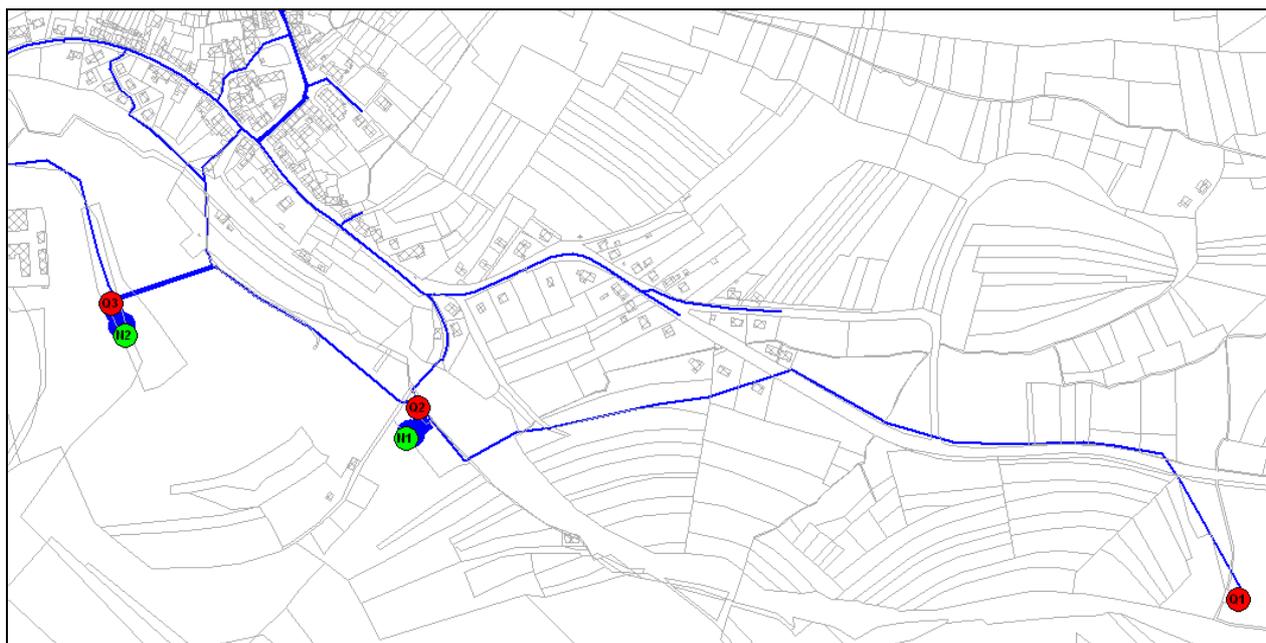
Tableau 2: Types de points de mesures disponibles/mis en place

• Organisation de la campagne de mesure

Les 5 points de mesures ont été posés à partir du Vendredi 8 Avril 2016. Leur relève était prévue le Mardi 26 Avril mais un incident technique sur une mesure (Q3) a imposé leur maintien en place jusqu'au Lundi 2 Mai 2016.



● Localisation géographique des mesures



Source : G2C Ingénierie

Figure 4 : Schéma d'implantation des points de mesure

2.3. Incidents sur les mesures

Sur la période du 8 au 26 Avril 2016, 1 mesure s'est révélée inexploitable :

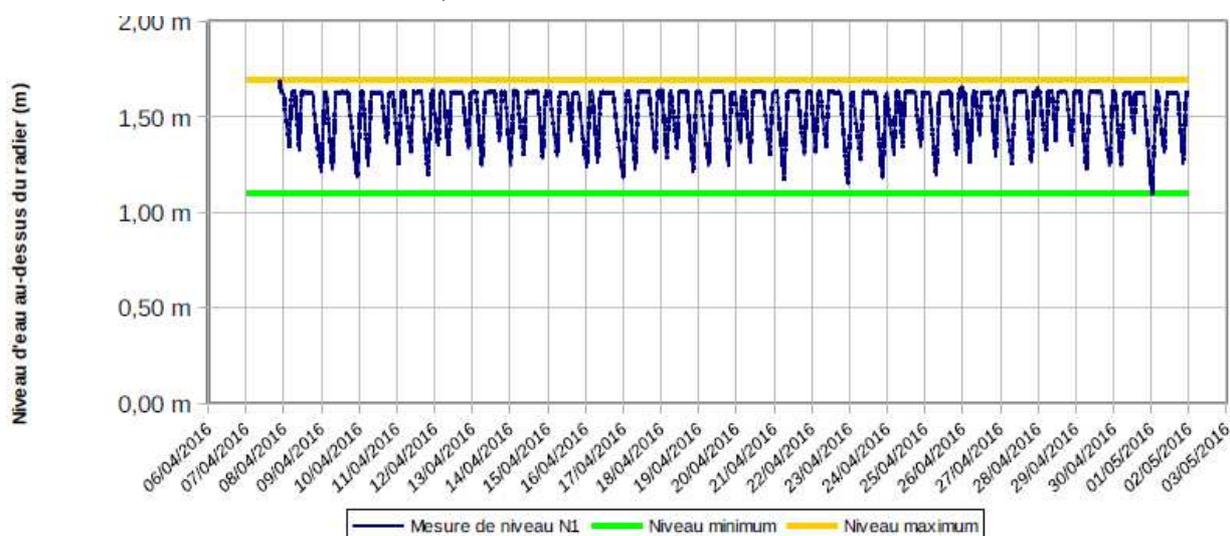
- La mesure de débit Q3 au niveau du compteur général installé en sortie de réservoir, a posé problème lors de l'archivage des données. Il semble que ce problème soit d'ordre logiciel.

Cet incident ayant été détecté sur site, la campagne a été prolongée jusqu'au 2 Mai 2016. Les résultats alors relevés à cette date sont complet et tout à fait exploitables pour réaliser l'analyse fonctionnelle du réseau.

2.4. Résultats des mesures

Les résultats des enregistrements sont présentés sommairement ci-dessous et font l'objet d'une présentation plus complète au sein de fiches mesures à l'annexe 1.

- Mesure de Niveau N1 – bache de la Sprett

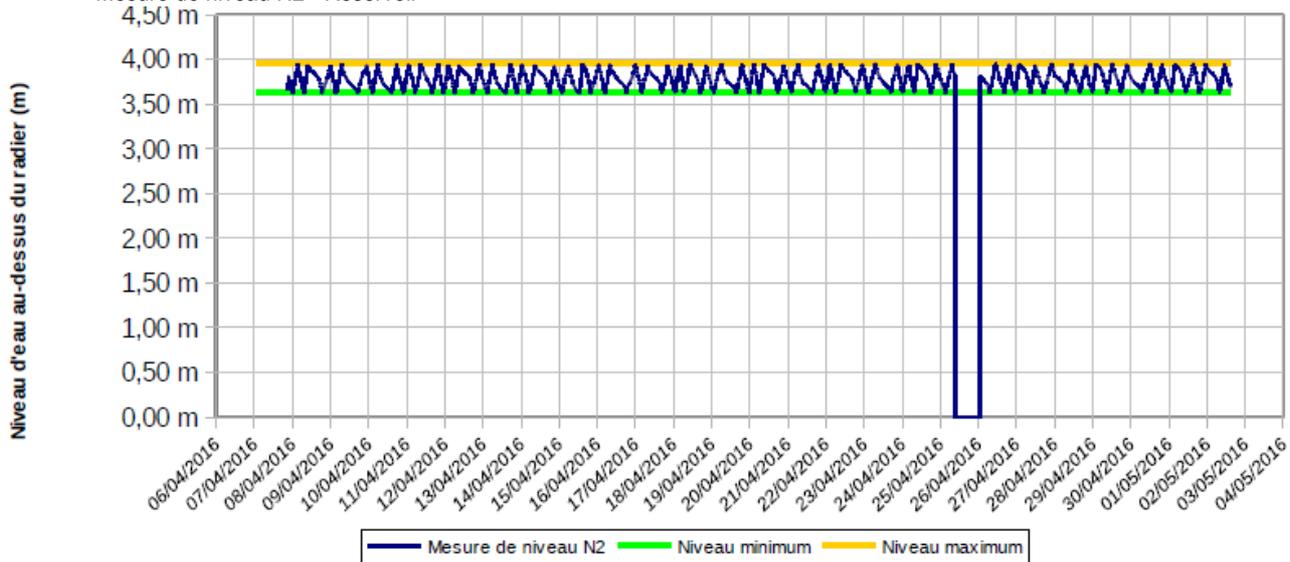


Source : G2C Ingénierie

Figure 5 : Résultat de la mesure de niveau de la bache de la Sprett (N1)



- Mesure de niveau N2 - Réservoir

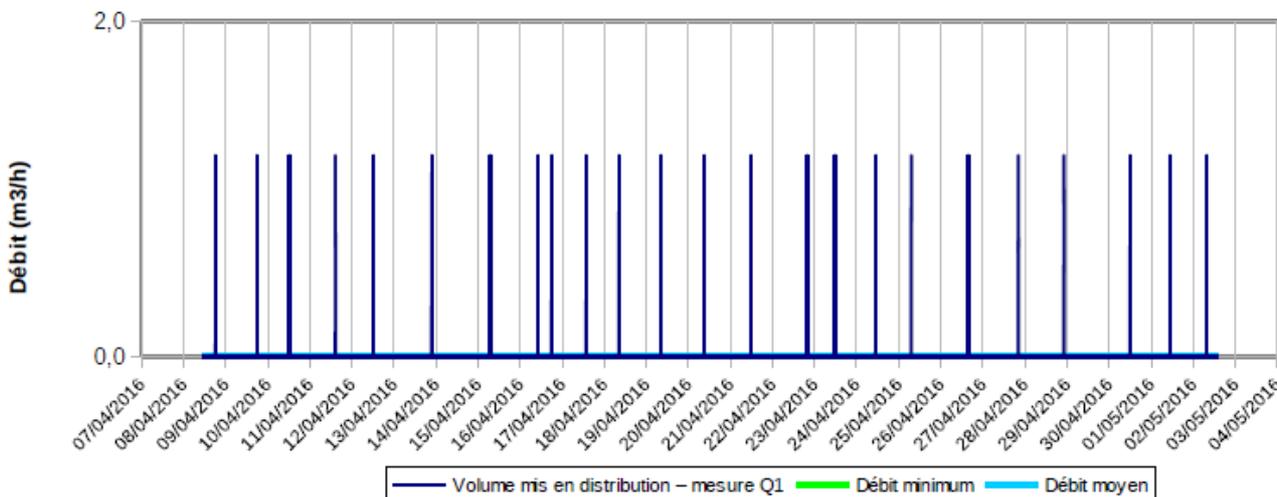


Source : G2C Ingénierie

Figure 6 : Résultat de la mesure de niveau du réservoir (N2)

On remarque ici un décrochage des mesures lors de la nuit du 26 Avril. Il correspond à la nuit de sectorisation pendant laquelle la sonde a été déposée momentanément avant d'être réinstallée pour prolonger la campagne de mesures.

- Mesure de débit Q1 – compteur d'achat à Russange :

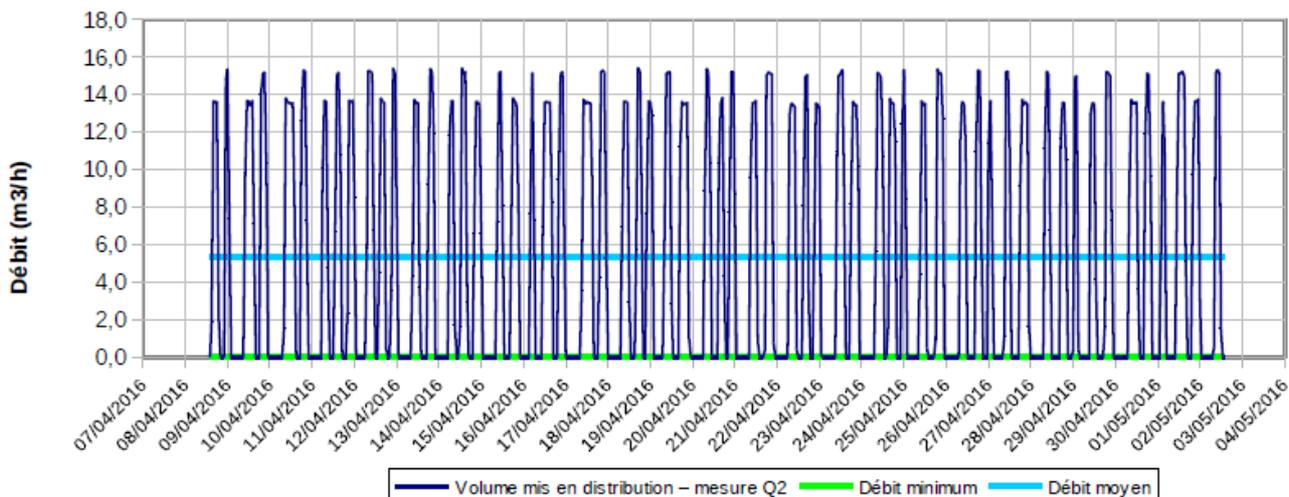


Source : G2C Ingénierie

Figure 7 : Résultat de la mesure de débit au compteur d'achat à Russange (Q1)



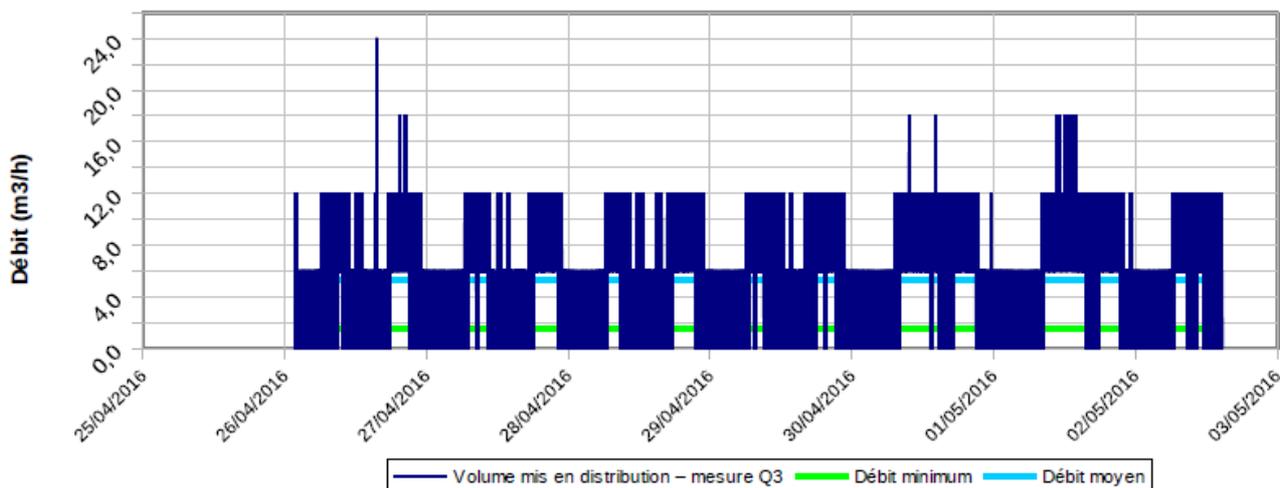
- Mesure de débit Q2 – compteur de pompage de la Sprett vers le réservoir



Source : G2C Ingénierie

Figure 8 : Résultat de la mesure de débit au compteur de refoulement de la Sprett vers le Réservoir (Q2)

- Mesure de débit Q3 – compteur de distribution général en sortie de réservoir



Source : G2C Ingénierie

Figure 9 : Résultat de la mesure de débit au compteur de distribution général (Q3)



3. Campagne de sectorisation des fuites (nocturne)

3.1. Organisation des investigations

Une nuit de sectorisation a été réalisée le Mardi 26 Avril 2016, pendant la campagne de mesure instrumentée. Cette prestation a été réalisée par M. GARNIER de G2C ingénierie avec l'assistance de Messieurs SBAGLIA et JACOB.

Cette campagne nocturne a donc été réalisée sur l'ensemble du réseau de distribution.

3.2. Principe de la localisation des fuites par sectorisation nocturne

Principe de quantification des fuites : les débits réguliers et continus transitant dans le réseau au cœur de la nuit (00h00-5h00) sont dus aux fuites. En l'absence de consommation de la part des abonnés, ces volumes sont mesurables par lecture du compteur.

Principe de sectorisation des fuites : les vannes sont manœuvrées successivement de manière à fermer des tronçons de réseaux, la différence entre le débit de fuite global et le débit lu lorsqu'un tronçon est fermé représente le débit de fuite qui peut être associé à ce tronçon.

Le succès d'une telle campagne repose sur la parfaite connaissance du réseau et des vannes de sectorisation. Il a donc été réalisé au préalable (Février 2016) par le service technique une manœuvre de toutes les vannes de sectorisations afin d'écarter celles qui pourraient être HS ou fuyardes. La sectorisation a donc pu se dérouler en manœuvrant des vannes dont le fonctionnement était certain.

Procédure appliquée :

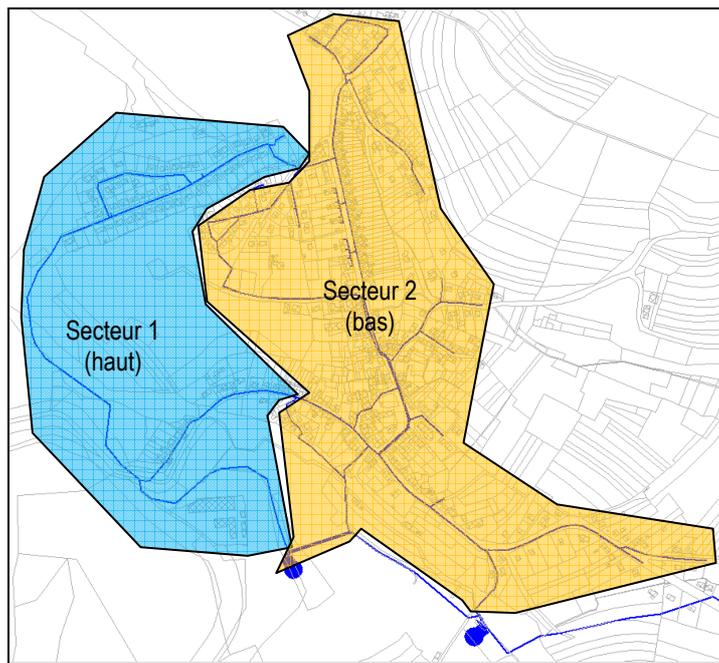
- Fermeture d'une vanne (ou d'un jeu de vannes) afin d'isoler un secteur
- Stabilisation du débit (1 à 2 min) avant mesure
- 3 mesures successives de débit par lecture du volume transitant par le compteur selon un temps chronométré (l'affichage du compteur permet une lecture du volume au litre près)
- Déduction du débit de fuite du secteur fermé
- Réouverture du secteur avant passage au suivant.



3.3. Déroulement de la sectorisation

L'intervention a donc démarré vers 23h30 le Mardi 26 Avril.

- De 23h30 à 01h00, le réseau a été mis en situation favorisant l'investigation :
 - Coupure des mailles
 - Le réseau de Rédange a été scindé en 2 secteurs par la fermeture de vannes.
 - Secteur 1 (Haut)
 - Secteur 2 (bas)



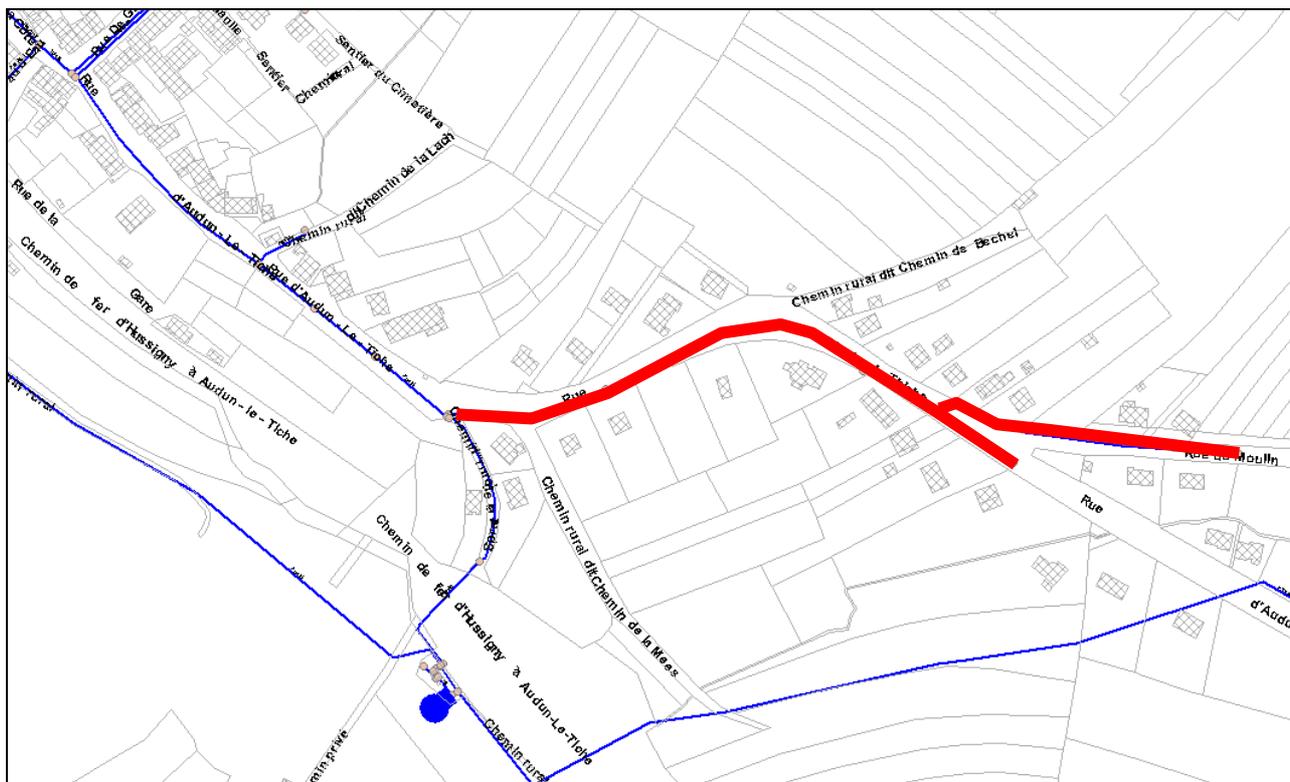
Source G2C ingénierie

Figure 10 : Secteurs de recherche de fuite

- A partir de 01h00, la phase de prélocalisation et de quantification des pertes a été engagée avec la méthodologie présentée ci-dessus.



La seconde fuite a été quantifiée à 25 m³/j. Elle est localisée sur l'extrémité de la rue d'Audun-le-Tiche en direction de Russange. Le secteur incriminé est représenté ci-dessous :



Source G2C ingénierie

Figure 12 : localisation de la fuite quantifiée à 25 m³/j

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

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

Il n'a pas été possible de rechercher les 5 m³/j de fuite restants étant donné l'impossibilité de s'affranchir de la fuite de 18m³/j se trouvant sur le tronçon principal.

3.5. Synthèse et analyse

Cette campagne de prélocalisation des fuites a permis de situer 90% des pertes et de les circonscrire à un linéaire de 900ml représentant 10% du linéaire de réseau de Rédange.

Il convient désormais de mener des opérations de recherche de fuite fines (écoute des branchements puis corrélation acoustique) afin de trouver précisément les fuites et alors engager les travaux de réparation.

Nota : la réparation de ces fuites permettra la réduction des volumes mis en distribution (et donc les volumes produits) de 43 m³/j, ce qui ramènerait le rendement à près de 95%



4. Modélisation – Fonctionnement du réseau

4.1. Objectifs de la modélisation

Pour répondre aux objectifs du diagnostic du réseau, en complément de la campagne de mesures, un modèle hydraulique de fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable a été construit afin :

- d'analyser le fonctionnement actuel du réseau,
- de détecter les zones de faibles et fortes pressions (zones de distribution),
- d'analyser le marnage des réservoirs,
- d'analyser les capacités de transit,
- d'évaluer les pertes de charge dans chaque secteur de distribution,
- d'identifier les secteurs vulnérables.
- d'étudier la fiabilité du service grâce à l'étude de scénarios mobilisant la ressource ou des interconnexions de réseau.

4.2. Construction du modèle

4.2.1. 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...)

4.2.2. 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).



4.2.3. 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).



4.3. Calage du modèle

4.3.1. 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

4.3.2. 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.

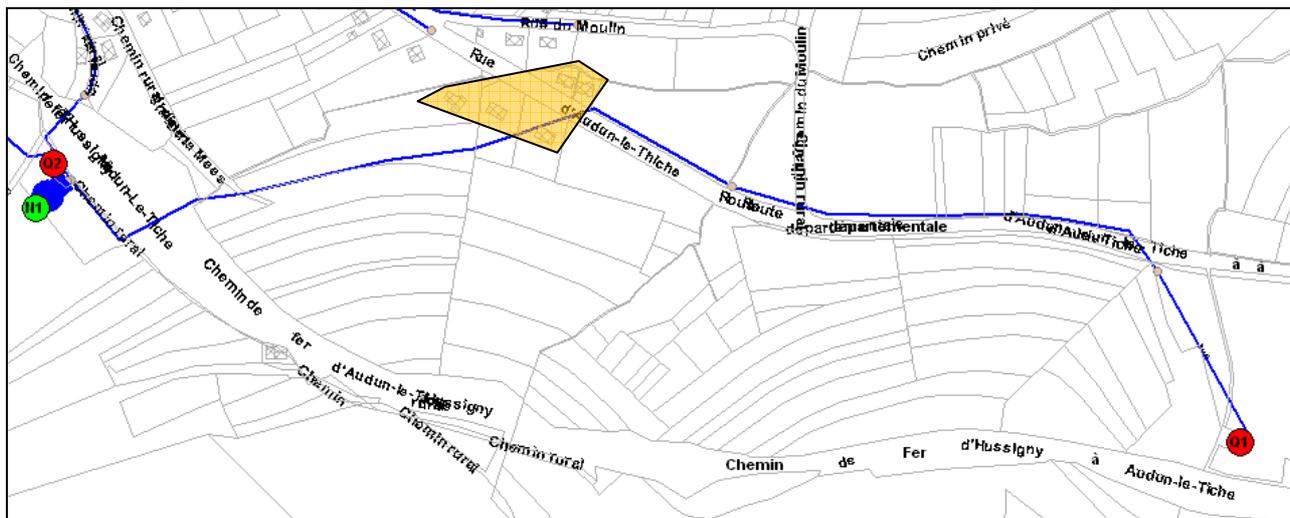
Le fonctionnement du réseau a donc été simulé en dynamique en tenant compte des asservissements régulations de niveau des réservoirs.

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.

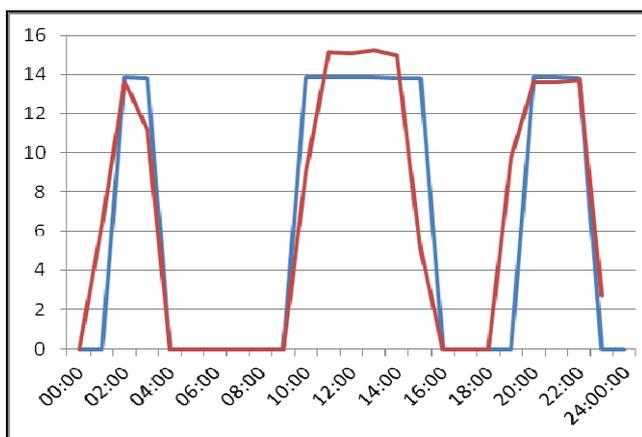
LES COURBES DE CALAGE SONT PRESENTES CI-DESSOUS :

Les débits

Légende :

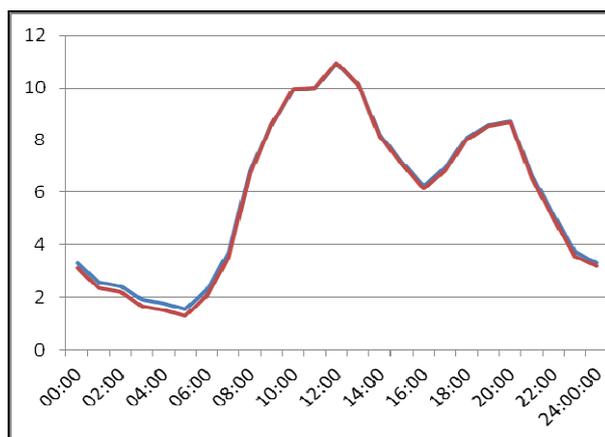
— Débit modélisé (m³/h)

— Débit mesuré (m³/h)



Source : G2C Ingénierie
Figure 13 : 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 14 : Courbe de calage en débit Q3 (distribution)

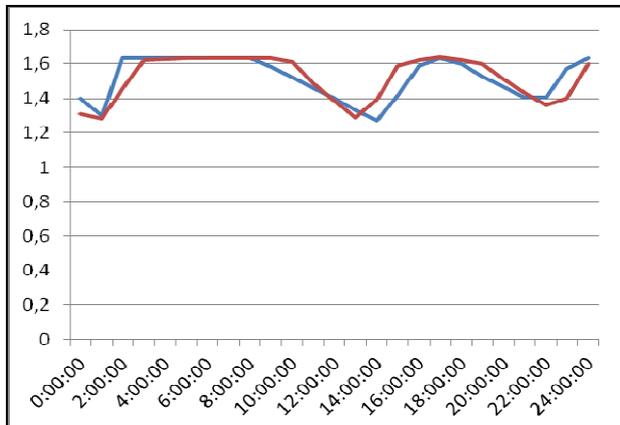
Le calage du compteur Q3 correspondant à la distribution en sortie de réservoir présente un excellent synchronisme avec un écart en volume moyen de 1.1%.



Les niveaux

Légende :

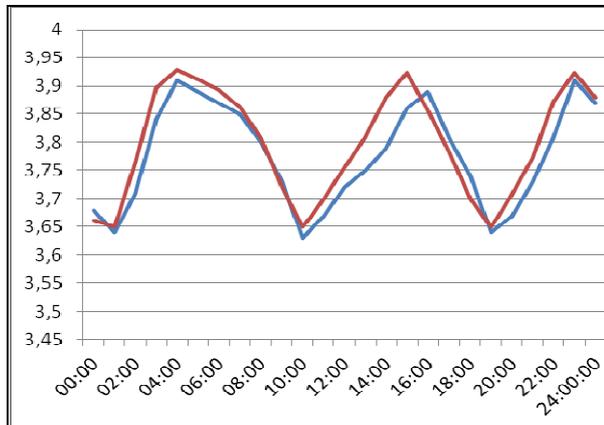
- Niveau modélisé (m)
- Niveau mesuré (m)



Source : G2C Ingénierie

Figure 15 : 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 16 : 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%.

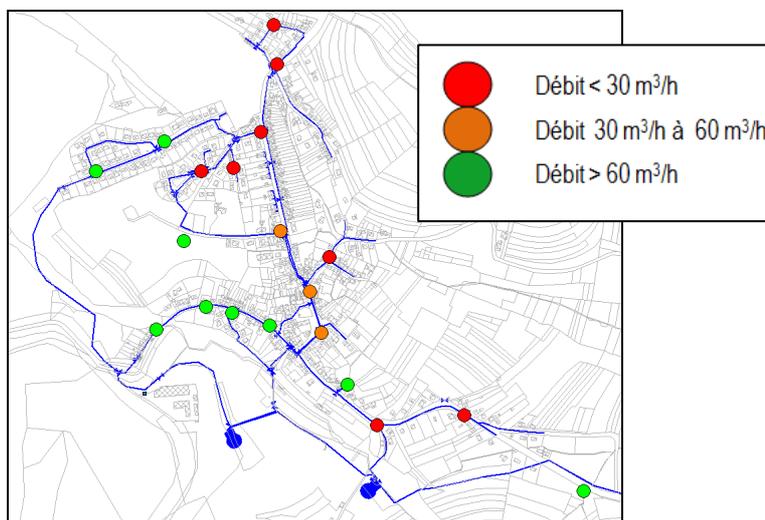
Le calage est satisfaisant et donc parfaitement représentatif du fonctionnement réel. Le modèle permet donc la représentation des différents scénarii nécessaires à l'étude du fonctionnement de ce réseau.



5. Analyse hydraulique de la défense incendie

5.1. Etat actuel de la défense incendie

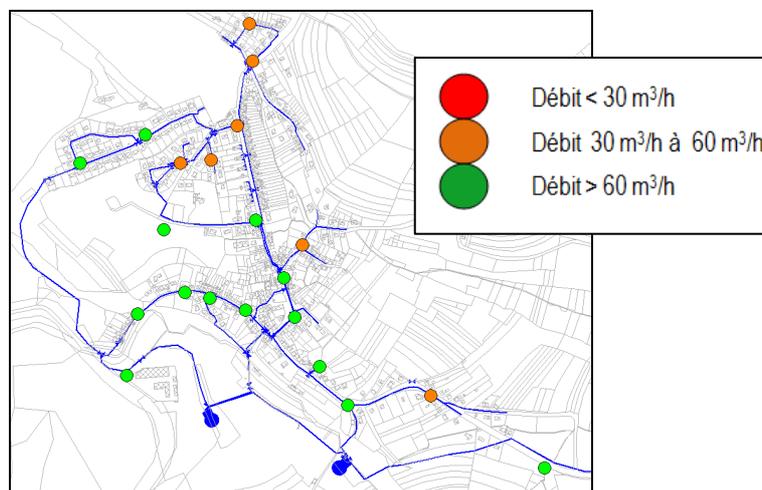
La carte suivante présente les débits disponibles sous une pression résiduelle de 1 bar, mesurés par le SDIS :



Source : G2C Ingénierie

Figure 17 : DFCI, débits sous 1bar en situation actuelle

La carte suivante présente les débits théoriques qui devraient être mesurés avec un fonctionnement correct du réseau, selon la modélisation hydraulique :



Source : G2C Ingénierie

Figure 18 : DFCI, débits sous 1bar théoriques

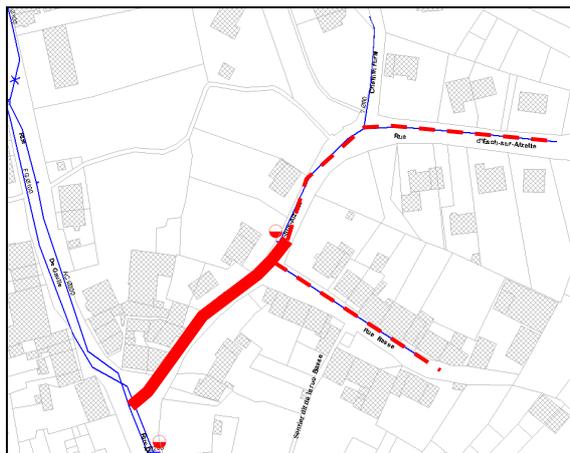
On observe clairement par rapport à la modélisation un abaissement des débits sous 1 bar pour tous les poteaux incendie du bas village.

Une problématique particulière vient perturber le fonctionnement normal du réseau. Il s'agit d'un abaissement global de la ligne de charge sur cette portion du réseau, deux phénomènes peuvent être envisagés :

- La présence de vannes tiercées (faiblement ouverte) ou fermées
- Une obstruction importante des conduites (réduction de la section) due au dépôt de calcaire, à la corrosion...



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



Source : G2C Ingénierie
Figure 20 : Tronçon obstrué

Remarque : Ces hypothèses s'appuient sur la connaissance actuelle du réseau : état des conduites, méthode d'exploitation par le service des eaux... Avant toute intervention sur le réseau, il conviendra de confirmer ses résultats par des mesures de terrain.

Le remplacement de la conduite dont la section est réduite ainsi que la réparation des vannes tiercées sera chiffrée dans la phase d'étude finale.

Ces réparations permettront d'optimiser la défense incendie sur le village. On remarque que 7 hydrants présenteront malgré tout un débit inférieur à 60 m³/h, cependant, l'arrêté du 30 décembre 2015 fixant le nouveau référentiel national de la défense extérieure contre l'incendie tend vers l'adoption d'un débit de 30m³/h pour les milieux résidentiels ruraux. Dans ce cas, l'intégralité des éléments de la défense incendie seraient considérés comme conformes.



6. Analyse du fonctionnement du réseau en situation actuelle : diagnostic de l'hydraulique

Cette partie de l'étude présente une synthèse du fonctionnement de réseau observé en situation actuelle sur chacun des secteurs hydrauliques. L'approche est réalisée de façon dynamique.

6.1. 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.

6.2. 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.

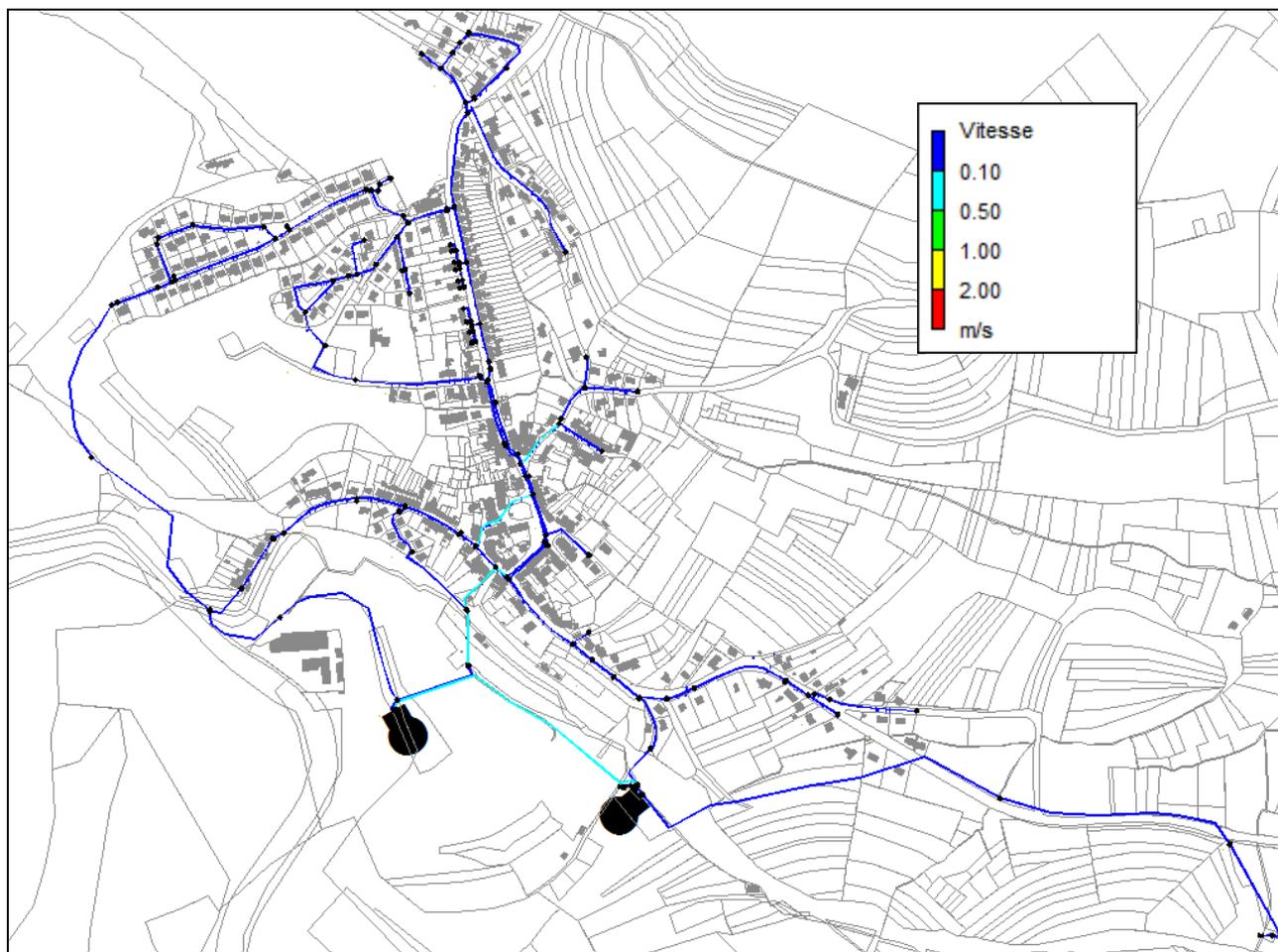
Une partie des enregistrements ayant été réalisés sur une période de 1 mois, il a pu être observé des périodes de consommation de pointe avec un coefficient maximal de 1.1. Ce coefficient sera appliqué pour l'observation de certains paramètres.



6.3. 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



Source : G2C Ingénierie

Figure 21 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) en situation actuelle

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 (13h).

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 terme de vitesse dans les canalisations, le réseau est largement dimensionné pour satisfaire le fonctionnement actuel et ce, même en situation de pointe horaire (les vitesses restent dans les normes habituellement admises) et durant les phases de refoulement.



6.4. 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, coefficient 1.0) des temps de séjour permettent d'établir les éléments suivants.

Réservoir	Tps séjour moyen (h)	Nb de cuves utilisées / Nb cuves total	Commentaires
Réservoir	63	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 3 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage

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 :

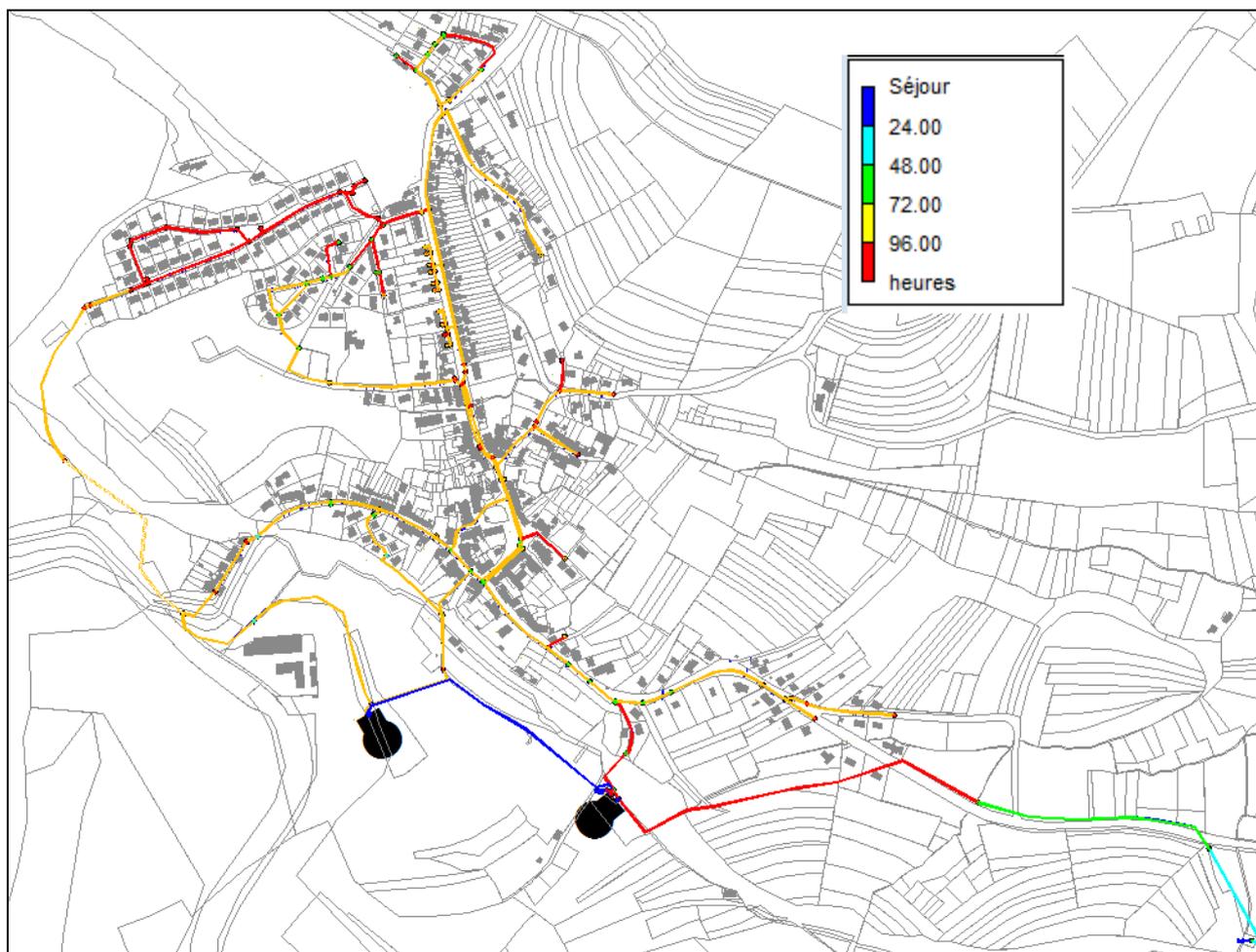
- le maillage trop dense des conduites créant des zones d'équilibre,
- le surdimensionnement des conduites pour les besoins des services (incendie par exemple),
- les antennes isolées à faible densité de consommateurs,
- les bras morts alimentant les hydrants,
- le rythme de consommation lié aux périodes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



Source : G2C Ingénierie
Figure 22 : Age de l'eau en situation actuelle

Les temps de séjour au sein du réseau sont :

- **compris entre 72h et 96h** pour la quasi-totalité du village.
- **Supérieurs à 96h** pour tous les secteurs desservis en antenne ou dont les mailles sont fermées ainsi que pour le secteur des 5 maisons alimentées par le conduite de Russange.

PROBLEMATIQUE QUALITE

La chloration réalisée au niveau de la bache de la Sprett est sans doute très forte étant donné que les analyse de l'ARS montre un taux de chlore dissout presque suffisant dans des secteurs dont le temps de séjour atteint jusqu'à 80 heures.

Pour certains abonnés, localisés sur les zones dont l'eau présente un temps de séjour > 96h, la présence de chlore est sans doute faible voire inexistante.

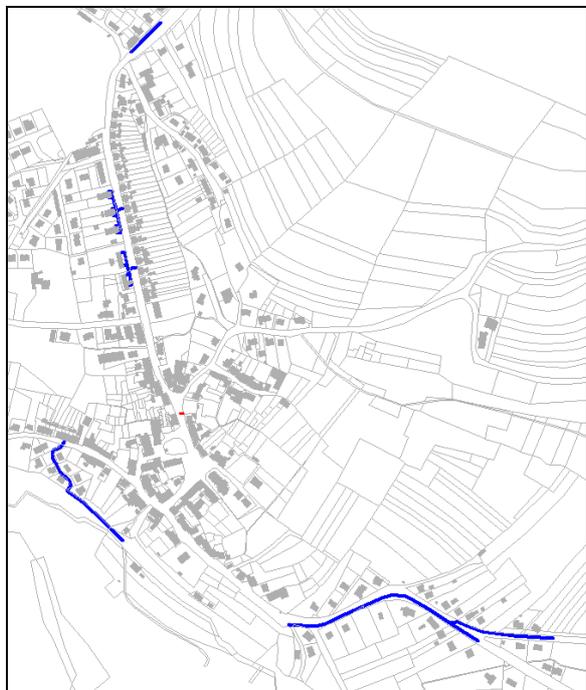


PROBLEMATIQUE CVM

La présence de conduites en PVC posées avant 1980 présentant des risques de relargage de Chlorure de Vinyle Monomère a été abordée au cours de la phase d'étude n°1.

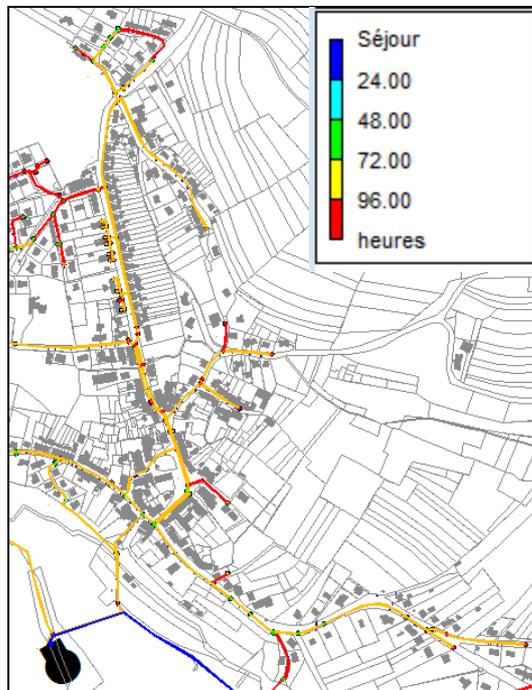
La gravité de ce phénomène est liée au temps de séjour : en effet, plus l'eau reste au contact du PVC incriminé, plus le risque de relargage est grand.

Les illustrations suivantes permettent donc d'observer en parallèle les secteurs concernés par des conduites en PVC à risque CVM avec les secteurs à fort temps de séjour :



Source : G2C Ingénierie

Figure 23 : Conduites concernées par le risque CVM



Source : G2C Ingénierie

Figure 24 : Age de l'eau en situation actuelle

On remarque que le temps de séjour est acceptable dans les conduites en PVC à risque CVM. De plus ces conduites représentent un linéaire assez faible et réparti dans plusieurs secteurs.

Cette problématique impacte donc peu le réseau de Rédange.



6.5. Les pressions de distribution

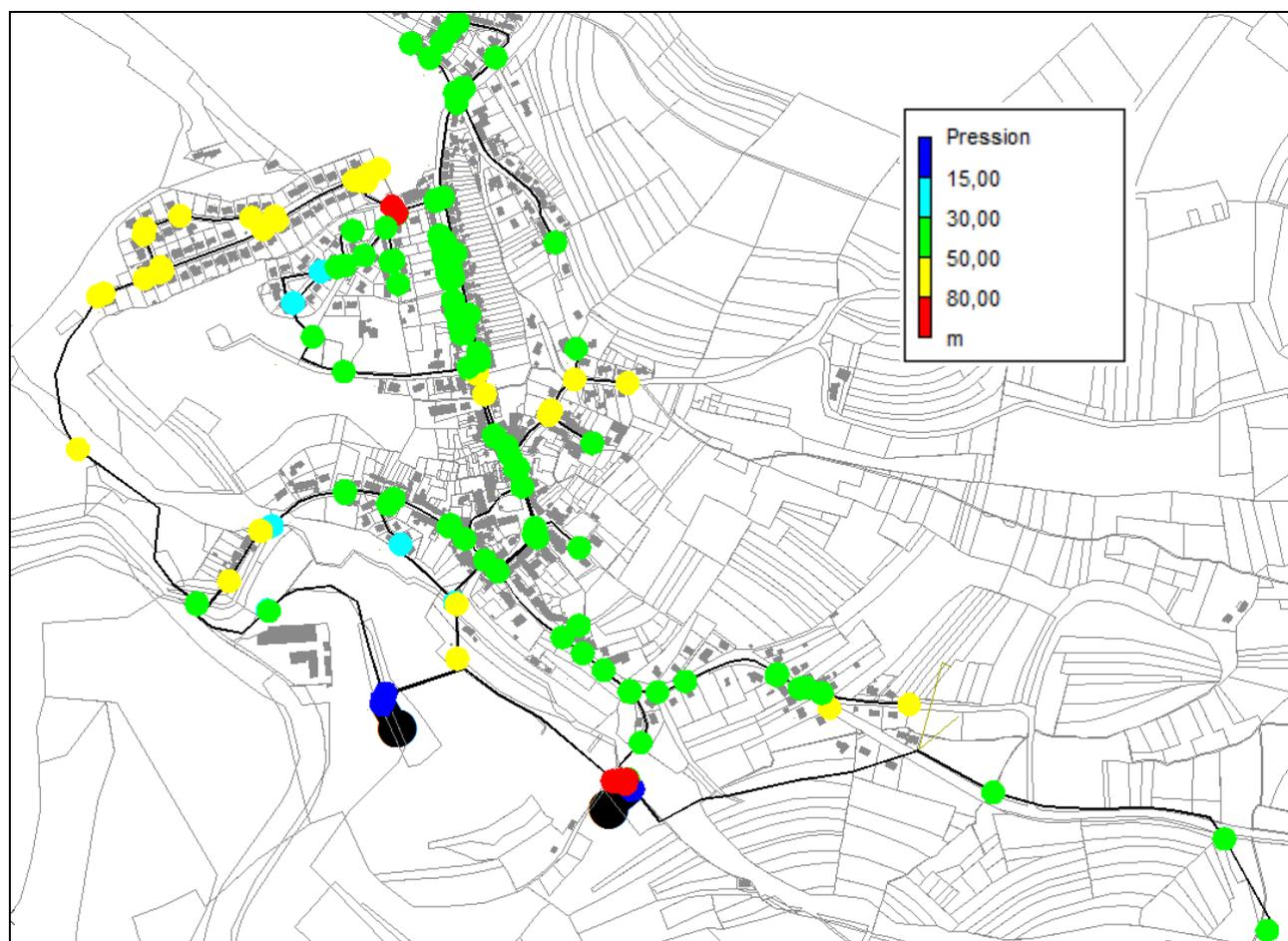
Le Décret n°2007-49 du Code de la Santé Publique relatif aux eaux destinées à la consommation humaine indique que "La hauteur piézométrique de l'eau distribuée par les réseaux intérieurs mentionnés au 3° de l'article R.1321-43 doit, pour chaque réseau et en tout point de mise à disposition, être au moins 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 25 : Pressions minimales de distribution en situation actuelle

Les pressions de distribution sont globalement bien étagées avec des valeurs comprises entre 2 et 6 bars. Il apparaît quelques fortes pressions sur le réseau (supérieures à 6 bar) sur le quartier récent (Jean Jaurès) et sur la rue d'Esch et le bas de la rue du Général De Gaulle.

Il est évident que sans l'installation de réducteur de pression dans le bas de la rue Georges Sand, il est impératif de laisser la maille fermée afin de maintenir une pression convenable dans le reste du réseau. Pourtant ce fonctionnement contrarie la bonne gestion du temps de séjour dans ce secteur.



6.6. 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.

Les capacités de stockage (autonomies) du réservoir principal et de la bêche de la Sprett présentent en situation actuelle les autonomies suivantes :

Réservoir	Autonomie (h) (hors volume incendie)	Autonomie (h) (avec volume incendie)	Nb de cuves utilisées / Nb cuves total	Commentaires
Réservoir Principal	40h	63h	1/1	Autonomie satisfaisante
Bêche de la Sprett	19h	19h	1/1	Autonomie supplémentaire

Source G2C Ingénierie

Tableau 4 : Autonomie des ouvrages de stockages

Ces deux ouvrages de stockage présentent une autonomie satisfaisante au regard des recommandations de gestion de l'autonomie des ouvrages de stockage.



7. Analyse du fonctionnement du réseau en situation future – horizon 2020 (80 logements supplémentaires) : diagnostic de l'hydraulique

Cette partie de l'étude présente une synthèse du fonctionnement de réseau observé en situation future à l'horizon 2020 sur chacun des secteurs hydrauliques. L'approche est réalisée de façon dynamique.

7.1. 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.

7.2. Coefficient de pointe

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

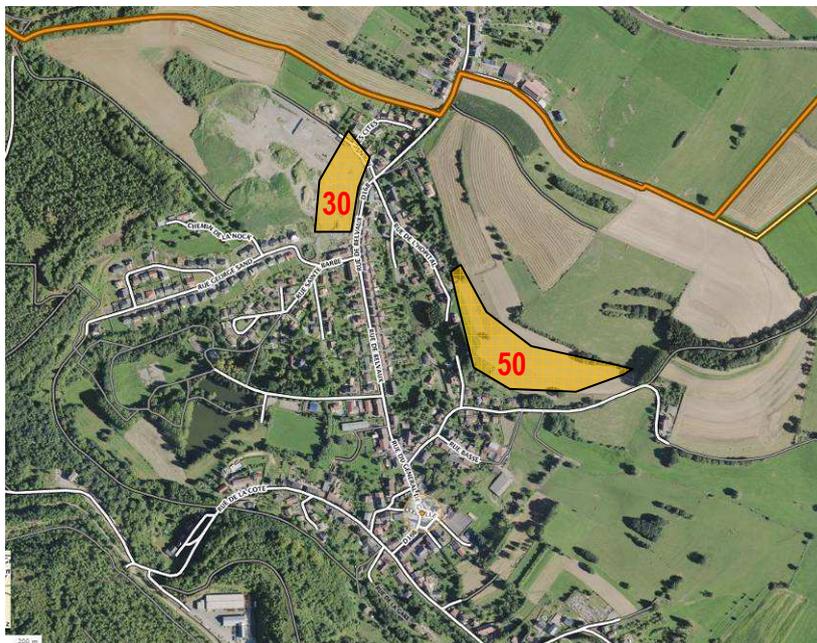
Dans cette partie d'analyse dynamique du fonctionnement du réseau, un coefficient de pointe a été appliqué afin d'en appréhender les différentes faiblesses.

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.



7.3. Aménagement du modèle hydraulique

La figure ci-dessous présente la répartition des 80 logements supplémentaires :



Source : G2C Ingénierie
Figure 26 : Zones d'urbanisation à l'horizon 2020

Deux extensions du réseau ont été simulées dans le modèle hydraulique. Elles sont présentées ci-après :



Source : G2C Ingénierie
Figure 27 : aménagement du modèle - horizon 2020

La consommation représentée par ces nouveaux logements estimée à 26 m³/j au paragraphe 2.1.1 a été uniformément répartie sur ces 8 nœuds de consommation supplémentaires.

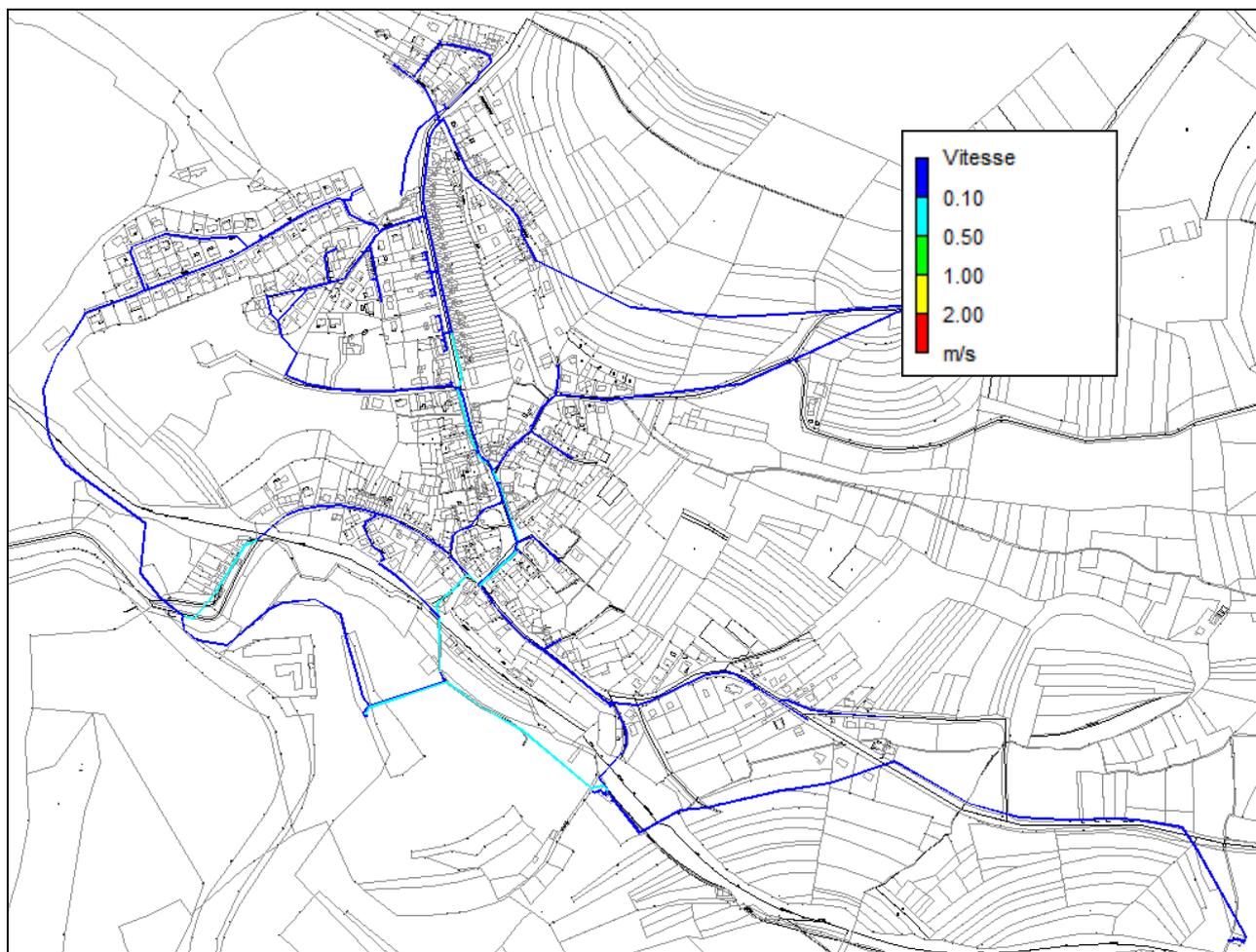
Enfin, la conduite suspectée d'obstruction rue d'Esch a été remplacée par une conduite de diamètre 100mm.



7.4. 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



Source : G2C Ingénierie

Figure 28 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) à l'horizon 2020

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'horizon 2020, même en situation de pointe horaire (les vitesses restent dans les normes habituellement admises) et durant les phases de refoulement.



7.5. 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	52	1/1	Temps de séjour important. De plus la chloration étant faite en amont au niveau de la bêche 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 5 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage

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 :

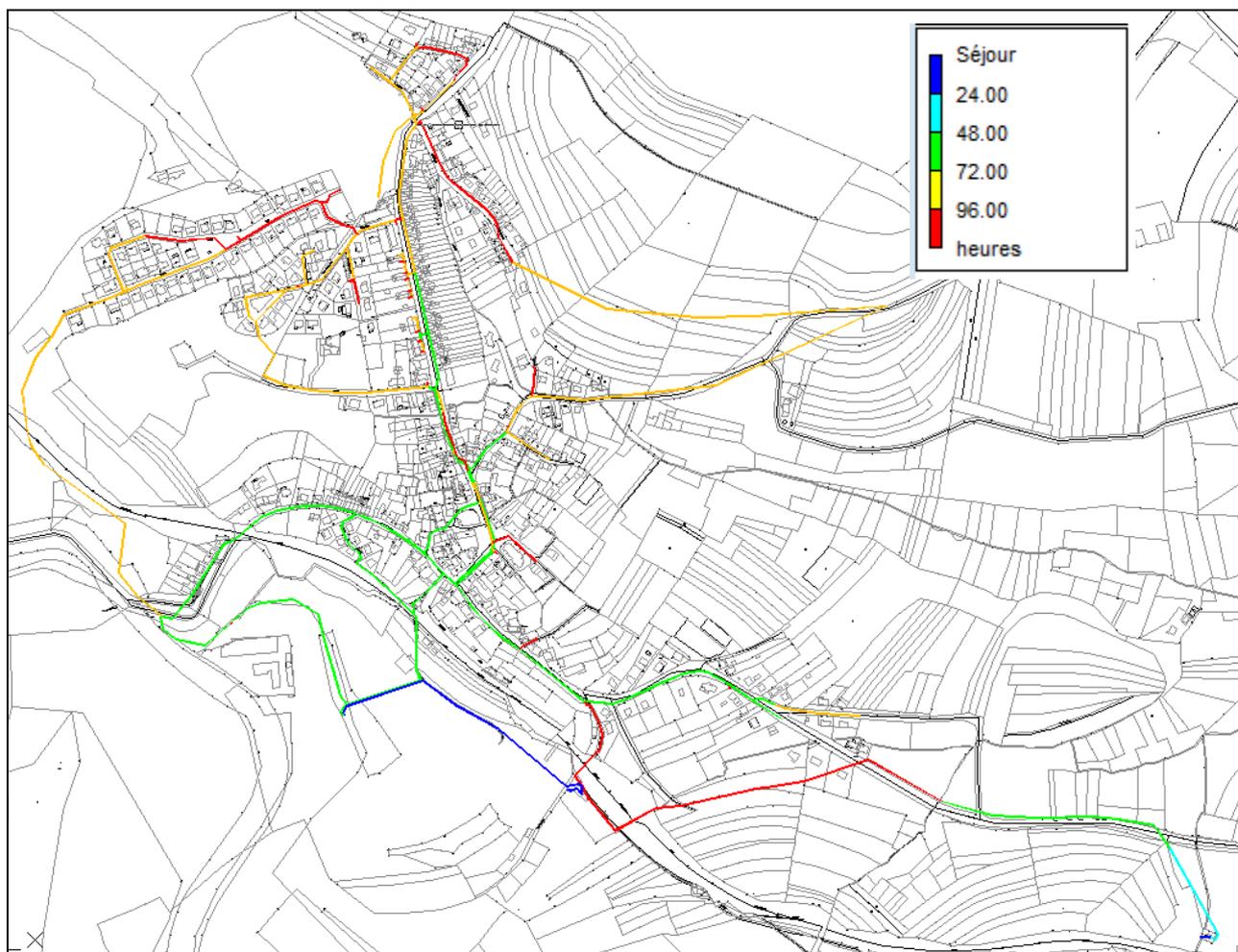
- le maillage trop dense des conduites créant des zones d'équilibre,
- le surdimensionnement des conduites pour les besoins des services (incendie par exemple),
- les antennes isolées à faible densité de consommateurs,
- les bras morts alimentant les hydrants,
- le rythme de consommation lié aux périodes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



Source : G2C Ingénierie
Figure 29 : Age de l'eau à l'horizon 2020

Les temps de séjour au sein du réseau sont :

- **inférieurs à 72h** pour les branches en aval immédiat du réservoir.
- **Proches ou Supérieurs à 96h** pour tous les secteurs desservis en antenne ou dont les mailles sont fermées ainsi que pour le secteur des 5 maisons alimentées par le conduite de Russange.

PROBLEMATIQUE QUALITE

La création de ces nouvelles zones de consommation décale le problème de temps de séjour. En effet, le temps de séjour dans le centre du village est quelque peu amélioré mais il persiste de nombreuses zones où ce paramètre dépasse les 72 heures (voir 96 heures). C'est d'ailleurs le cas des zones d'extension, particulièrement éloignées du point de chloration.



7.6. Les pressions de distribution

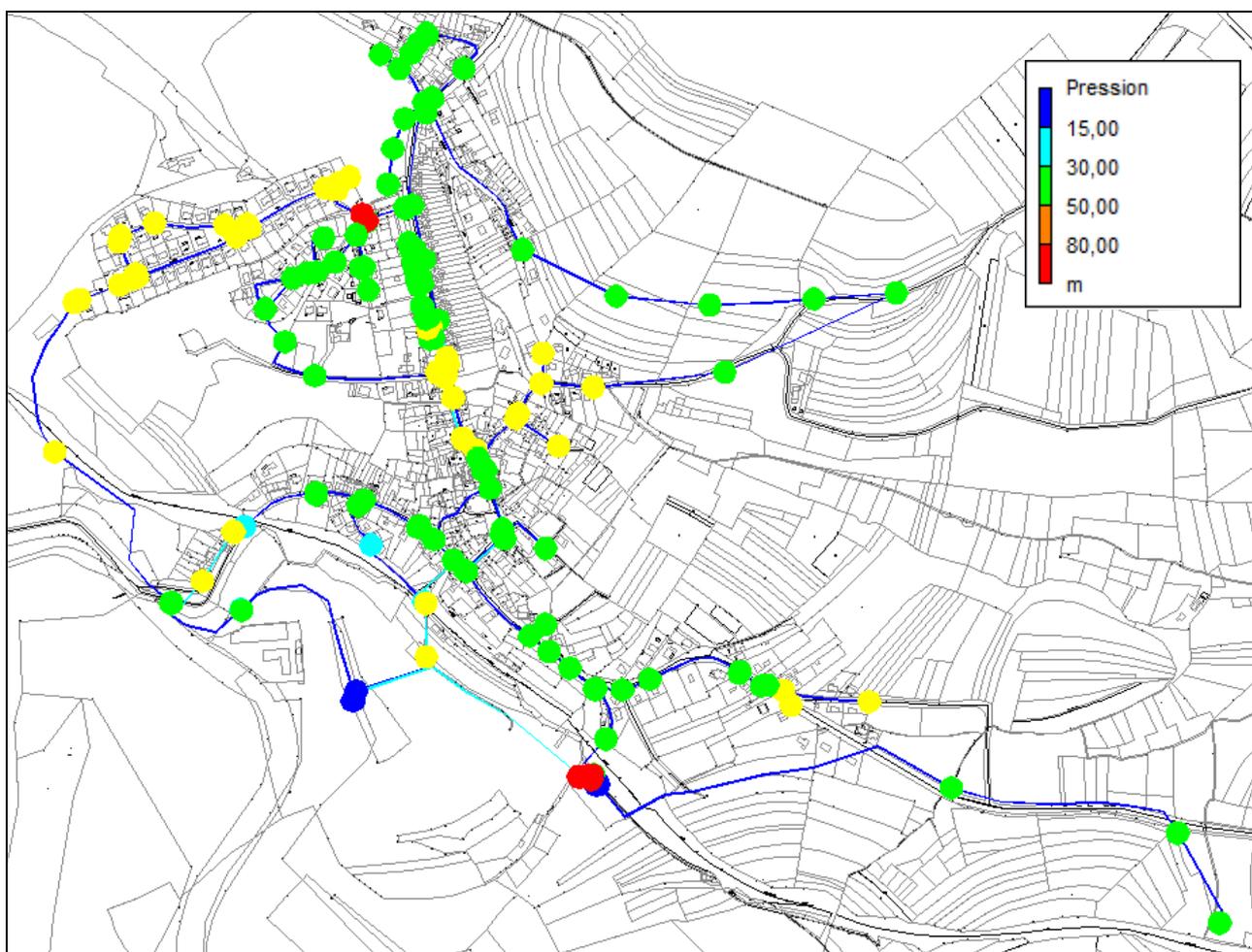
Le Décret n°2007-49 du Code de la Santé Publique relatif aux eaux destinées à la consommation humaine indique que "La hauteur piézométrique de l'eau distribuée par les réseaux intérieurs mentionnés au 3° de l'article R.1321-43 doit, pour chaque réseau et en tout point de mise à disposition, être au moins 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 30 : Pressions minimales de distribution à l'horizon 2020

Les zones d'extension, par leur situation altimétrique dispose d'une pression de service idéal (comprise entre 3 et 5 bars).



7.7. 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.

Les capacités de stockage (autonomies) du réservoir principal et de la bêche de la Sprett présentent en situation actuelle les autonomies suivantes :

Réservoir	Autonomie (h) (hors volume incendie)	Autonomie (h) (avec volume incendie)	Nb de cuves utilisées / Nb cuves total	Commentaires
Réservoir Principal	34h	52h	1/1	Autonomie satisfaisante
Bêche de la Sprett	16h	16h	1/1	Autonomie supplémentaire

Source G2C Ingénierie

Tableau 6 : Autonomie des ouvrages de stockages

Ces deux ouvrages de stockage présentent 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'horizon 2020.

7.8. Conclusion quant au fonctionnement du réseau à l'horizon 2020

L'analyse du fonctionnement du réseau à l'horizon 2020, soit après raccordement de 80 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 le temps de séjour est à améliorer. Des propositions d'aménagements seront présentées dans la suite de l'étude.



8. Analyse du fonctionnement du réseau en situation future – horizon 2035 (800 logements supplémentaires) : diagnostic de l'hydraulique

Cette partie de l'étude présente une synthèse du fonctionnement de réseau observé en situation future à l'horizon 2035 sur chacun des secteurs hydrauliques. L'approche est réalisée de façon dynamique.

8.1. 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.

8.2. Coefficient de pointe

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

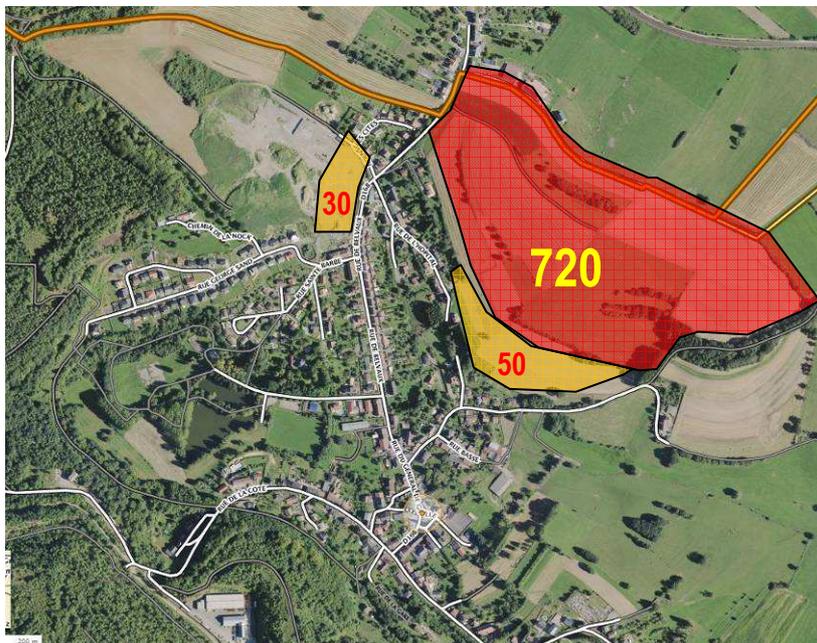
Dans cette partie d'analyse dynamique du fonctionnement du réseau, un coefficient de pointe a été appliqué afin d'en appréhender les différentes faiblesses.

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.



8.3. Aménagement du modèle hydraulique

La figure ci-dessous présente la répartition des 80 logements supplémentaires :



Source : G2C Ingénierie

Figure 31 : Zones d'urbanisation à l'horizon 2035

Deux extensions du réseau ont été simulées dans le modèle hydraulique. Elles sont présentées ci-après :



Source : G2C Ingénierie

Figure 32 : aménagement du modèle - horizon 2035

La consommation représentée par ces nouveaux logements estimée à 26 m³/j au paragraphe 2.1.1 a été uniformément répartie sur ces nouvelles zones de consommation supplémentaires.

Enfin, la conduite suspectée d'obstruction rue d'Esch a été remplacée par une conduite de diamètre 100mm.

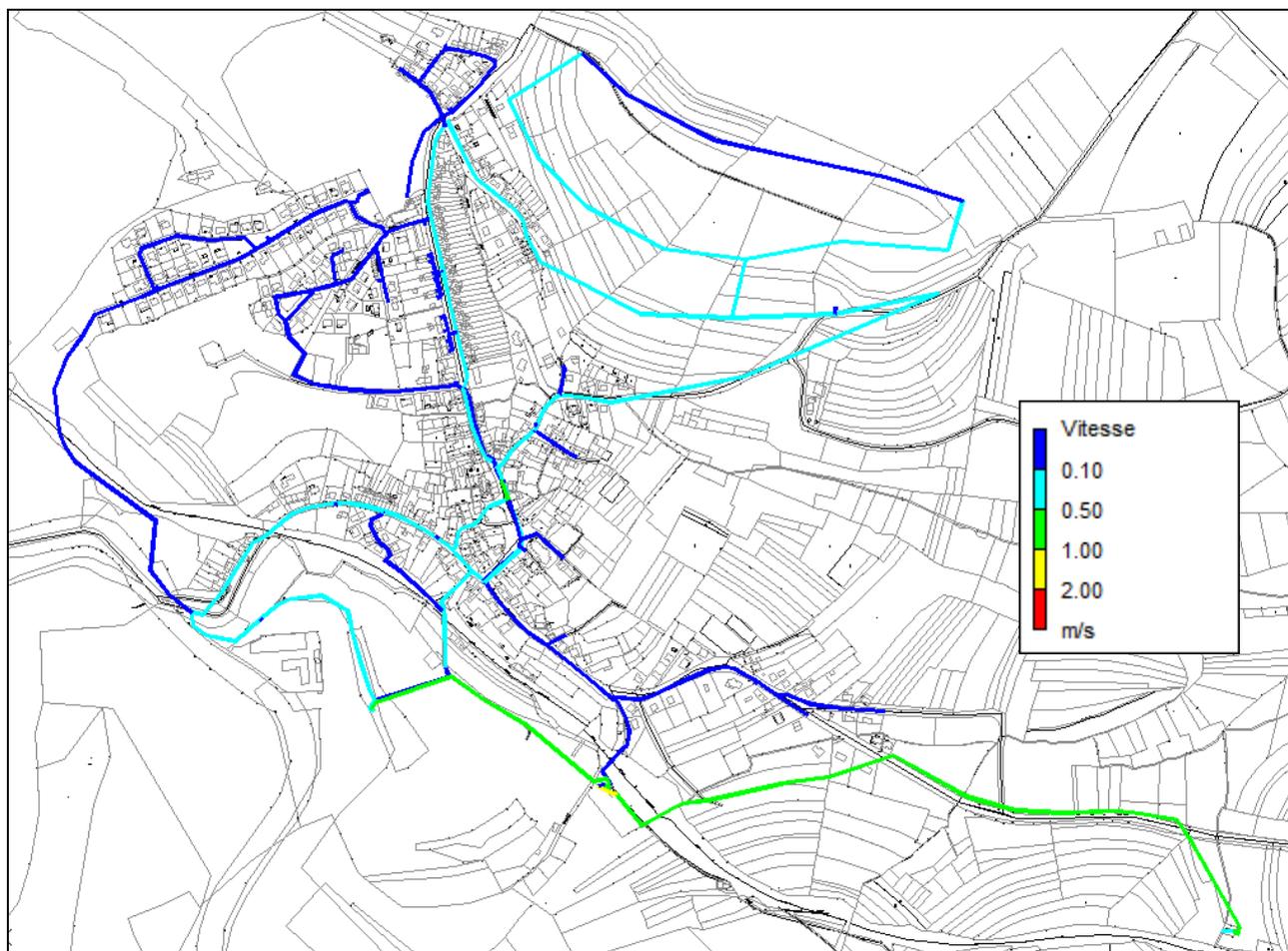
La groupe de surpression de la Sprett est équipé de pompe de 30m³/h.



8.4. 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



Source : G2C Ingénierie
Figure 33 : Vitesses d'écoulement maximales (m/s) à l'horizon 2035

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 (13h).

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.

En termes de vitesses dans les canalisations, le réseau est suffisamment dimensionné pour satisfaire le fonctionnement à l'horizon 2035, même en situation de pointe horaire (les vitesses restent dans les normes habituellement admises) et durant les phases de refoulement.



8.5. 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	23	1/1	Temps de séjour faible.

Source G2C Ingénierie

Tableau 7 : Temps de séjour dans les ouvrages de stockage

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 :

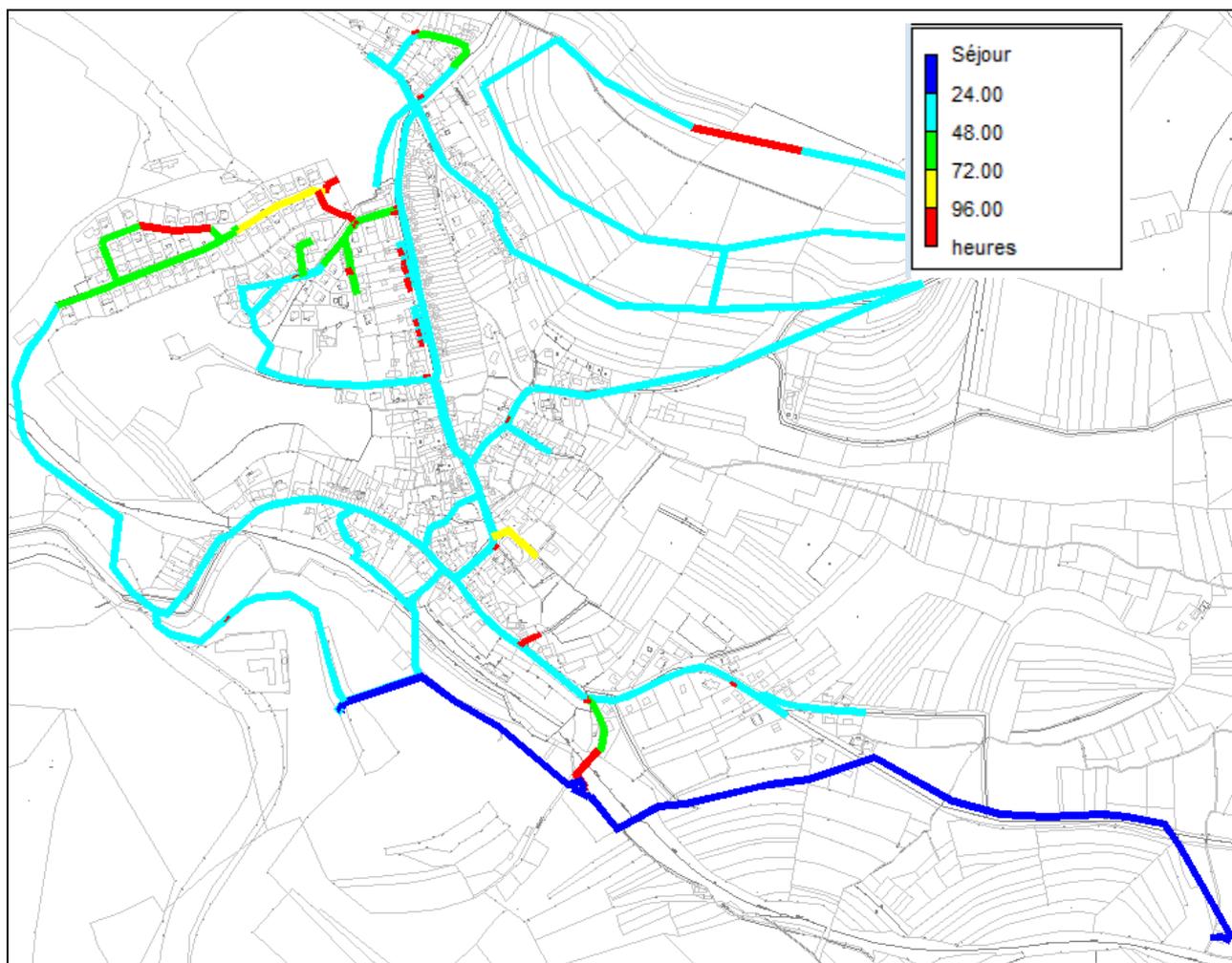
- le maillage trop dense des conduites créant des zones d'équilibre,
- le surdimensionnement des conduites pour les besoins des services (incendie par exemple),
- les antennes isolées à faible densité de consommateurs,
- les bras morts alimentant les hydrants,
- le rythme de consommation lié aux périodes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



Source : G2C Ingénierie
Figure 34 : Age de l'eau à l'horizon 2020

Les temps de séjour au sein du réseau sont quasiment en intégralité inférieures à 48h. Le Quartier de la frontière présente un temps de séjour élevé uniquement dû à la coupure de la maille au niveau de la rue George Sand.

PROBLEMATIQUE QUALITE

La création de ces nouvelles zones de consommation permet d'améliorer sensiblement le temps de séjour dans le réseau.

La qualité de l'eau dans l'intégralité du réseau est donc grandement améliorée.



8.6. La pression de service

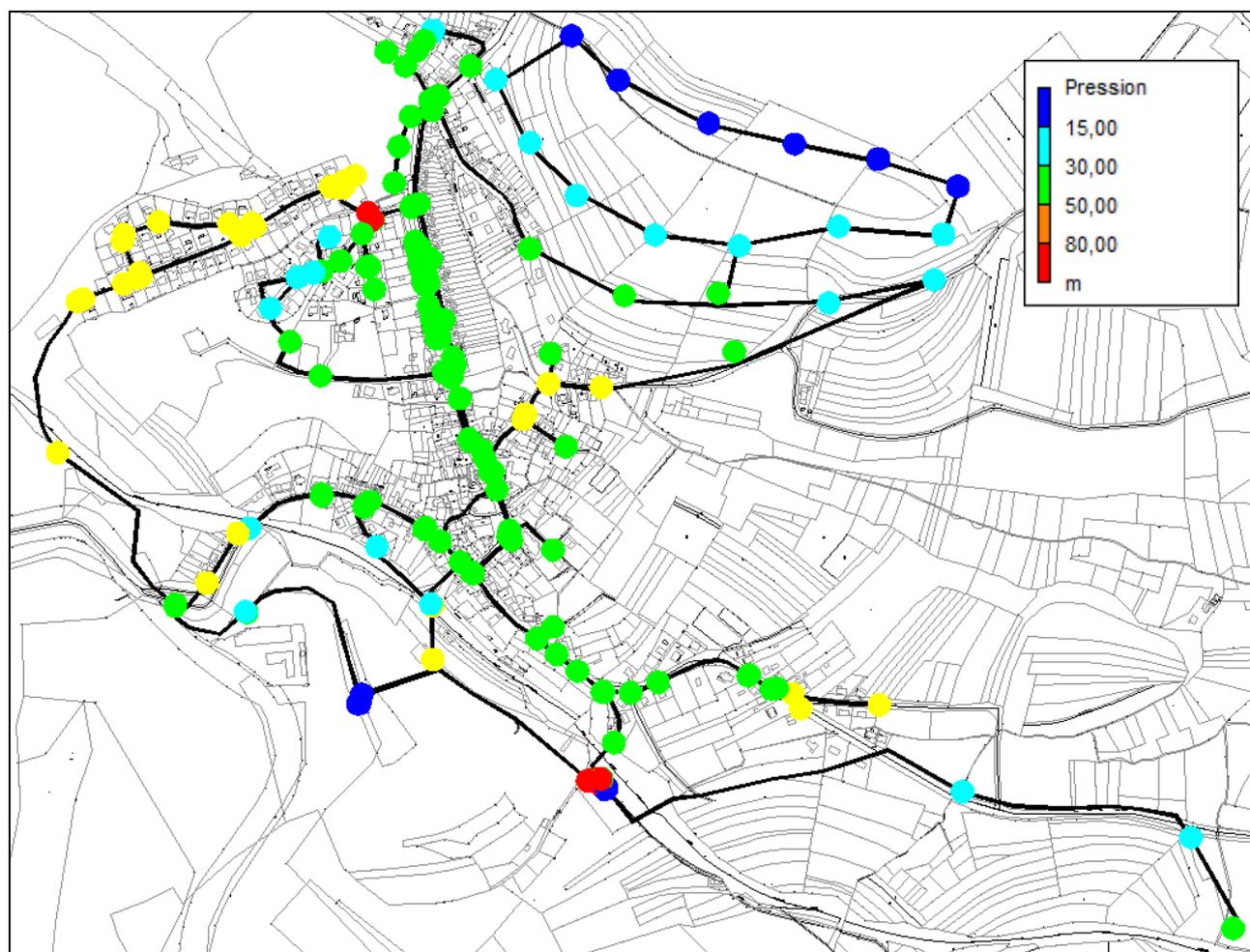
Le Décret n°2007-49 du Code de la Santé Publique relatif aux eaux destinées à la consommation humaine indique que "La hauteur piézométrique de l'eau distribuée par les réseaux intérieurs mentionnés au 3° de l'article R.1321-43 doit, pour chaque réseau et en tout point de mise à disposition, être au moins 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 35 : Pressions minimales de distribution à l'horizon 2020

La dernière zone d'extension, par sa situation altimétrique ne disposerait pas de pression de service suffisante (inférieure à 1bar au niveau du sol), de plus elle sera concernée par des constructions de type immeuble. Il semble donc qu'il sera impératif de recourir à la création d'un surpresseur.



8.7. 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.

Les capacités de stockage (autonomies) du réservoir principal et de la bâche de la Sprett présentent en situation actuelle les autonomies suivantes :

Réservoir	Autonomie (h) (hors volume incendie)	Autonomie (h) (avec volume incendie)	Nb de cuves utilisées / Nb cuves total	Commentaires
Réservoir Principal	14h	23h	1/1	Autonomie insuffisante, construction d'une seconde cuve (à minima) nécessaire
Bâche de la Sprett	7h	7h	1/1	Autonomie supplémentaire

Source G2C Ingénierie

Tableau 8 : Autonomie des ouvrages de stockages

Ces deux ouvrages de stockage présentent une autonomie insuffisante dans ce scénario au regard des recommandations de gestion de l'autonomie des ouvrages de stockage.

L'augmentation de la capacité de stockage sera nécessaire. Le réservoir a été conçu pour recevoir une seconde cuve sans modification notable de l'hydraulique.

L'analyse du fonctionnement du réseau à l'horizon 2035, soit après raccordement de 800 logements supplémentaires, montre que sa structure et son dimensionnement sont adaptés à ce projet d'urbanisation, à l'exception de la capacité du réservoir.

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

Seul le temps de séjour est à améliorer. Des propositions d'aménagements seront présentées dans la suite de l'étude.



Synthèse de la phase 2

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

BILAN BESOIN / RESSOURCE (CF. CHAPITRE 2.1.3)

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

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

PROBLEMATIQUE « FUITES » (CF. CHAPITRE 4)

Les fuites sectorisées sur différents tronçons du réseau de distribution sont responsables de 90% des pertes mesurables actuellement.

Il est impératif de mener les actions de recherche de fuite et de réparation afin d'atteindre les objectifs de rendement.

PROBLEMATIQUE « DYSFONCTIONNEMENT DU RESEAU / DEFENSE INCENDIE » (CF. CHAPITRE 6)

Il sera nécessaire de confirmer la présence des vannes tiercées supposées et de confirmer l'état de la conduite rue d'Esch afin de prévoir les interventions nécessaires à la remise en état du réseau pour qu'il fonctionne normalement. La défense incendie sera alors proche des performances attendues par le SDIS.

PROBLEMATIQUE « TEMPS DE SEJOUR » (CF. CHAPITRE 7.4, 8.5 ET 9.5)

- Etat actuel : la chloration étant réalisée au niveau de la Sprett, l'âge de l'eau atteint déjà 48h en sortie de réservoir. De plus, certaines mailles étant fermées à cause d'une gestion incomplète de la pression engendre des secteurs à fort temps de séjour
- Etat futur à l'horizon 2020 : situation comparable à l'état actuel.
- Etat futur à l'horizon 2035 : la forte hausse de la demande supprime toute problématique de temps de séjour dans le réseau.

PROBLEMATIQUE « PRESSION DE SERVICE » (CF. CHAPITRE 7.5, 8.6 ET 9.6)

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

PROBLEMATIQUE « AUTONOMIE DU STOCKAGE » (CF. CHAPITRE 9.7)

Etat futur à l'horizon 2035 : il sera nécessaire de créer une cuve supplémentaire au niveau du réservoir. (À minima)