



**HAL**  
open science

# Schéma directeur d'alimentation en eau potable de la commune de Seyssel (Ain)

Mathilde Bussard

► **To cite this version:**

Mathilde Bussard. Schéma directeur d'alimentation en eau potable de la commune de Seyssel (Ain). Sciences de l'ingénieur [physics]. 2020. dumas-03576601

**HAL Id: dumas-03576601**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03576601v1>**

Submitted on 16 Feb 2022

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

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

# Schéma directeur d'alimentation en eau potable de la commune de Seyssel (Ain)

*Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'ENGEES*

*13 Août 2020*



*Réservoir de Kinsmen, Seyssel, Ain*

## **Mathilde BUSSARD**

PROMOTION BRETAGNE 2017 - 2020 | Spécialité Hydraulique Urbaine

***TFE réalisé à IRH Ingénieur Conseil, Sérézin-du-Rhône (69), du 13/01/2020 au 11/09/2020***

Référent école : Jean-Bernard BARDIAUX

Maître de stage : Marine FEUARDENT

## Résumé

### **Schéma directeur d'alimentation en eau potable de la commune de Seyssel (Ain)**

Cette étude porte sur la réalisation du schéma directeur d'alimentation en eau potable d'une petite commune rurale du département de l'Ain, Seyssel. Elle a pour objectif de rendre compte de la performance actuelle du réseau, de sa capacité à assurer la continuité de distribution de l'eau en quantité et en qualité suffisante pour répondre aux besoins futurs et de présenter des solutions pour pallier les éventuelles faiblesses. Une modélisation du réseau est développée sous WaterGEMS et calée à partir des données obtenues lors de la campagne de mesures. Des propositions d'aménagements sont ensuite étudiées afin de corriger les dysfonctionnements mis en lumière par le diagnostic hydraulique. Ainsi, il est suggéré d'installer plusieurs stabilisateurs avals afin de réduire les fortes pressions présentes sur certains secteurs du réseau et qui favorisent l'apparition de casses et de fuites. Une interconnexion de secours est également proposée pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable de la commune, qui se fait actuellement via une seule et unique ressource, parfois non conforme aux limites et références de qualité pour les paramètres microbiologiques et la turbidité. Un chiffrage et un programme pluriannuel des travaux, intégrant le renouvellement patrimonial des ouvrages et conduites, sont établis et priorisent les différents enjeux. Enfin, l'impact de ces aménagements sur le prix de l'eau est calculé.

## Abstract

### **Drinking water master plan of Seyssel, Ain, France**

This study deals with the development of a drinking water supply master plan of Seyssel, Ain, France. Its objective is to report on the current efficiency of the network, its capacity to provide a continuous supply of water in sufficient quantity and quality to meet future needs and to present solutions to overcome any weaknesses. A model of the network is developed using WaterGEMS and calibrated using the data gathered during the measurement campaign. Then, proposals for improvements are studied in order to correct the problems highlighted by the hydraulic diagnosis. Thus, it is recommended to install several pressure reducing valves in order to reduce the high pressures existing on some sectors of the network and which promote the occurrence of breaks and leaks. An emergency interconnection is also proposed to secure the drinking water supply, which is currently provided by a single resource, sometimes not complying with quality limits and references for microbiological parameters and turbidity. A cost estimate and a multi-year programme of works, including the renewal of the heritage of the structures and pipelines, are established and give priority to the various issues. Finally, the impact of these developments on the water price are calculated.

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier ma tutrice de stage, Marine FEUARDENT, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage très enrichissant tant au niveau professionnel que personnel. Ses conseils ont été essentiels à la réussite du projet et à la rédaction de ce mémoire.

J'aimerais également adresser mes remerciements à tout le personnel d'IRH Ingénieur Conseil de l'implantation de Sérézin-du-Rhône (69) pour leur accueil, leur soutien et leur bonne humeur durant ces huit mois de stage, ainsi que pour leur réactivité à me proposer un nouveau sujet de stage après l'ordre d'arrêt du premier projet lié à la crise de la COVID-19.

Je suis particulièrement reconnaissante envers Laurie OLIVIER, Virginie SARDAINE et Julien DESCOURS, pour leur patience et leurs réponses à mes nombreuses questions. Nos divers échanges m'ont permis d'avancer dans ma réflexion.

Je souhaite aussi remercier tout le personnel de l'ENGEES, administration et professeurs, pour la qualité de l'enseignement et du suivi des élèves qu'ils mettent en œuvre, et notamment à Jean-Bernard BARDIAUX, mon maître de stage, qui a su être réactif lors de mes sollicitations et a pris de mes nouvelles dans le contexte difficile du confinement.

Enfin, je voudrais exprimer ma reconnaissance à ma famille et à mes amis, qui m'ont soutenue durant ce stage et plus généralement tout au long de mes études, et qui ont notamment participé à la relecture de ce mémoire.

## Table des matières

Liste des figures .....	5
Liste des tableaux .....	6
Liste des abréviations et sigles .....	7
Introduction.....	8
1. Contexte général de l'étude.....	9
1.1. Présentation de l'organisme d'accueil .....	9
1.2. Problématiques et objectifs .....	9
1.3. Zone d'étude.....	10
2. Description du système d'alimentation en eau potable .....	13
2.1. Organisation générale .....	13
2.2. La production.....	13
2.3. La distribution .....	16
2.4. Indicateurs de performance des réseaux et services .....	22
2.5. Bilan des besoins actuels .....	24
2.6. Estimation des besoins futurs.....	25
2.7. Bilan besoins/ressources/réserves.....	28
3. Diagnostic hydraulique du réseau .....	29
3.1. Logiciel de modélisation .....	29
3.2. Campagne de mesures .....	31
3.3. Construction du modèle.....	39
3.4. Calage du modèle .....	41
3.5. Bilan du fonctionnement actuel .....	43
3.6. Bilan du fonctionnement futur.....	48
4. Étude de solutions .....	51
4.1. Qualité de l'eau / traitement.....	51
4.2. Amélioration des pressions .....	51
4.3. Sécurisation de la ressource .....	53
4.4. Renouvellement patrimonial .....	55
5. Programmation pluriannuelle de travaux.....	61
5.1. Hiérarchisation.....	61
5.2. Impact sur le prix de l'eau.....	62
Conclusion.....	64
Bibliographie.....	65
Annexes .....	68

## Liste des figures

Figure 1 : Etat des diagnostics eau potable des communes de la CCUR (Source : CCTP)..	10
Figure 2 : Localisation de la commune de Seyssel, Ain (source : Géoportail).....	11
Figure 3 : Évolution démographique depuis 1968 (source : INSEE).....	11
Figure 4 : Synoptique du réseau .....	13
Figure 5 : Évolution des volumes produits .....	15
Figure 6 : Pyramide des âges du parc compteurs abonnés.....	18
Figure 7 : Évolution du nombre de fuites réparées .....	19
Figure 8 : Évolution des volumes consommés.....	20
Figure 9 : Répartition des tranches de consommation en nombre de compteurs.....	20
Figure 10 : Répartition des tranches de consommation en volume .....	20
Figure 11 : Evolution du rendement et des pertes en eau .....	23
Figure 12 : Localisation des points de mesure.....	32
Figure 13 : Évolution du niveau du réservoir de Péclette, cuve Bourg .....	35
Figure 14 : Évolution du niveau du réservoir de Péclette, cuve Écartis.....	35
Figure 15 : Évolution de la pression mesurée au point 6 (Chantemerle) .....	36
Figure 16 : Évolution de la pression mesurée au point 7 (Bourg) .....	37
Figure 17 : Localisation des Permalog et résultats de la recherche de fuites .....	38
Figure 18 : Secteur contrôlé par corrélation acoustique .....	39
Figure 19 : Courbe de consommation du secteur Bourg .....	41
Figure 20 : Courbe de consommation du secteur Écartis .....	41
Figure 21 : Courbe de consommation du secteur La Tour.....	41
Figure 22 : Niveau mesuré et simulé au réservoir de Péclette .....	42
Figure 23 : Débit mesuré et simulé à l'entrée du réservoir de Péclette .....	43
Figure 24 : Débit mesuré et simulé à l'entrée du secteur Écartis .....	43
Figure 25 : Débit mesuré et simulé en sortie du réservoir de Morey .....	43
Figure 26 : Pressions mesurées et simulées au Bourg.....	43
Figure 27 : Pressions mesurées et simulées à Chantemerle.....	43
Figure 28 : Pressions minimales simulées lors du jour moyen – situation actuelle .....	44
Figure 29 : Pressions minimales simulées lors du jour de pointe – situation actuelle .....	44
Figure 30 : Vitesses maximales simulées lors du jour moyen – situation actuelle.....	46
Figure 31 : Vitesses maximales simulées lors du jour de pointe – situation actuelle.....	46
Figure 32 : Age de l'eau moyen en situation actuelle .....	47
Figure 33 : Pressions minimales simulées lors du jour moyen – situation future.....	48
Figure 34 : Pressions minimales simulées lors du jour de pointe – situation future.....	48
Figure 35 : Vitesses maximales simulées lors du jour moyen – situation future .....	49
Figure 36 : Vitesses maximales simulées lors du jour de pointe – situation future .....	49
Figure 37 : Age de l'eau moyen en situation future.....	50
Figure 38 : Pressions modélisées sur le réseau après ajout des stabilisateurs avals .....	52
Figure 39 : Aménagements à prévoir pour l'interconnexion des réseaux .....	54
Figure 40 : Pressions modélisées en situation future dans le cadre de l'interconnexion .....	54
Figure 41 : Cartographie des priorités de renouvellement – canalisations de distribution .....	58

## Liste des tableaux

Tableau 1 : État des ouvrages de production .....	14
Tableau 2 : Caractéristiques des réservoirs.....	16
Tableau 3 : État des ouvrages de stockage .....	16
Tableau 4 : Liste des organes du réseau .....	18
Tableau 5 : Caractéristiques des compteurs.....	19
Tableau 6 : Liste des gros consommateurs .....	21
Tableau 7 : Evolution de l'indice linéaire de consommation .....	22
Tableau 8 : Valeurs guides (hors branchements) pour l'indice linéaire de consommation ....	22
Tableau 9 : Évolution de l'indice linéaire de pertes .....	24
Tableau 10 : Évaluation de la performance du réseau par l'ILP – valeurs guides .....	24
Tableau 11 : Définition des besoins journaliers moyen et de pointe .....	25
Tableau 12 : Hypothèses d'évolution de la population.....	26
Tableau 13 : Hypothèses d'évolution de la consommation domestique .....	27
Tableau 14 : Besoins journaliers futurs – jour moyen et de pointe .....	27
Tableau 15 : Couverture des besoins vis-à-vis des ressources.....	28
Tableau 16 : Couverture des besoins vis-à-vis des réserves .....	28
Tableau 17 : Liste des points de mesure .....	32
Tableau 18 : Récapitulatif des volumes produits .....	33
Tableau 19 : Débits mesurés par compteur .....	34
Tableau 20 : Débits mesurés par secteur .....	34
Tableau 21 : Récapitulatif des mesures de marnage.....	35
Tableau 22 : Récapitulatif des mesures de pression .....	37
Tableau 23 : Propriétés à renseigner pour chaque élément du modèle .....	40
Tableau 24 : Catégorisation des gammes de pression.....	44
Tableau 25 : Catégorisation des gammes de vitesse .....	45
Tableau 26 : Catégorisation des gammes d'âge de l'eau .....	47
Tableau 27 : Chiffrage travaux – protection du réseau .....	52
Tableau 28 : Comparaison des besoins futurs et de la capacité de la ressource.....	53
Tableau 29 : Chiffrage travaux – mise en place d'une interconnexion .....	55
Tableau 30 : Critères et pondération pour les réseaux .....	56
Tableau 31 : Chiffrage travaux – conduites d'adduction .....	57
Tableau 32 : Chiffrage travaux par priorité – conduites d'adduction.....	57
Tableau 33 : Chiffrage travaux – conduites de distribution .....	57
Tableau 34 : Chiffrage travaux par priorité – canalisations de distribution .....	58
Tableau 35 : Chiffrage travaux – compteurs .....	59
Tableau 36 : Chiffrage travaux – compteurs supplémentaires.....	59
Tableau 37 : Chiffrage travaux – compteurs abonnés .....	60
Tableau 38 : Chiffrage travaux - ouvrages .....	89
Tableau 39 : Programmation pluriannuelle des travaux.....	61
Tableau 40 : Décomposition du prix de l'eau actuel .....	62
Tableau 41 : Calcul de l'évolution du prix de l'eau .....	63

## Liste des abréviations et sigles

AEP	Alimentation en eau potable
ASTEE	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
BJM	Besoin journalier moyen
BJP	Besoin journalier de pointe
CCTP	Cahier des clauses techniques particulières
CCUR	Communauté de Communes Usses et Rhône
CJM	Consommation journalière moyenne
COT	Carbone organique total
CVM	Chlorure de vinyle monomère
DN	Diamètre nominal
DSP	Délégation de service public
DUP	Déclaration d'utilité publique
HT	Hors taxes
ICGP	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale
ILC	Indice linéaire de consommation
ILP	Indice linéaire de perte
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
MNT	Modèle numérique de terrain
NFU	Unités néphélogométriques
NGF	Nivellement général de la France
OAP	Orientations d'aménagement et de programmation
PEHD	Polyéthylène haute densité
pH	Potentiel hydrogène
PLUi	Plan local d'urbanisme intercommunal
PPC	Périmètre de protection des captages
PPE	Périmètre de protection éloignée
PPI	Périmètre de protection immédiate
PPR	Périmètre de protection rapprochée
PRV	Vanne de réduction de pression
PVC	Polychlorure de vinyle
RAD	Rapport annuel du délégataire
SDAEP	Schéma directeur d'alimentation en eau potable
SIG	Système d'information
SMECRU	Syndicat de rivières des Usses
TH	Titre hydrotimétrique
UDI	Unité de distribution d'eau potable
ZNIEFF	Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique

## Introduction

En France, les réseaux de distribution d'eau potable sont composés d'environ un million de kilomètres de conduites et desservent 99% de la population [1]. Leur performance est évaluée sur leur capacité à distribuer en continu de l'eau en quantité et en pression, avec une qualité conforme à la réglementation. Pérenniser cet objectif nécessite, pour les collectivités, de parvenir à une gestion durable de leur ressource en eau, par ailleurs engagement du Grenelle de l'Environnement [2].

Le décret n°2012-97 du 27 janvier 2012, issu des lois Grenelle I et Grenelle II, impose aux collectivités d'avoir un descriptif détaillé de leurs ouvrages de transport et de distribution d'eau potable, de disposer d'un programme pluriannuel de travaux d'amélioration du réseau, ou encore de respecter différents indicateurs de performance du service, tels que le rendement [3]. Ces dispositions réglementaires peuvent donner lieu à des incitations financières de la part de l'Agence de l'eau et de l'Office de l'eau, mais aussi à des pénalités si elles ne sont pas respectées.

Le Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable (SDAEP), généralement réalisé par un bureau d'études, s'inscrit dans ce contexte. C'est un outil de programmation et de gestion qui doit permettre à la collectivité d'avoir une vision globale des besoins et des solutions envisageables afin d'assurer leur cohérence avec les documents d'urbanisme [4].

Ses objectifs sont tout d'abord de décrire le fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable, du prélèvement de la ressource à la distribution aux abonnés, à la fois sur les plans réglementaires, techniques, quantitatifs et qualitatifs. Des bilans besoins/ressource en situation actuelle mais aussi future doivent également être établis. Des scénarios sont ensuite proposés afin de répondre aux différents problèmes identifiés lors des phases précédentes. Enfin, le dernier point consiste à élaborer un programme de travaux à court, moyen et long termes, qui doit répondre aux besoins et contraintes des collectivités au niveau technique mais aussi financier [4].

Le Syndicat de Rivières des Usses (SMECRU) et la Communauté de Communes Usses et Rhône (CCUR), ont confié la réalisation d'une étude globale de gestion intégrée de la ressource en eau à Antea (mandataire) et à IRH Ingénieur Conseil (cotraitant). Elle porte sur le bassin versant des Usses et le territoire de la CCUR, qui sont situés à cheval sur la frontière entre les départements de l'Ain (01) et de la Haute-Savoie (74). Cette étude complexe s'articule autour de différentes missions et comporte notamment la réalisation de 17 SDAEP pour les communes de la CCUR qui en sont dépourvus.

Ce travail de fin d'études présente spécifiquement le SDAEP réalisé pour Seyssel, petite commune rurale située dans l'Ain. L'étude du fonctionnement de son système d'alimentation en eau potable, notamment par la modélisation hydraulique réalisée sur le logiciel WaterGEMS, a permis de mettre en évidence différentes problématiques. Les points faibles relevés sur le réseau concernent par exemple de fortes disparités de pressions dues à des altitudes très hétérogènes (zone montagnarde), des temps de séjour trop importants pouvant altérer la qualité de l'eau distribuée, ou encore l'absence d'interconnexion permettant de sécuriser la ressource en eau.

Ce mémoire est divisé en cinq parties. Tout d'abord, il présente le contexte général de l'étude. Ensuite, une description complète du système d'alimentation en eau potable et de son fonctionnement est réalisée. Puis, les différentes étapes permettant la création du modèle du réseau sont explicitées, ainsi que le diagnostic hydraulique qui en découle. Par la suite, une étude de solutions répondant aux problèmes soulevés est proposée. Enfin, la dernière partie traite de la programmation pluriannuelle des travaux et de son impact sur le prix de l'eau.

## 1. Contexte général de l'étude

### 1.1. Présentation de l'organisme d'accueil

Ce travail de fin d'études s'est déroulé au sein de la société IRH Ingénieur Conseil, sur le site de Sérézin-du-Rhône (69). Elle est spécialisée dans la gestion et le traitement de l'eau. Ses clients sont très variés : industriels, sociétés de services, institutionnels ou encore collectivités locales. IRH Ingénieur Conseil a rejoint Antea Group en 2015. Ce groupe international d'ingénierie et de conseil possède également deux autres filiales : ICF et Géo-Hyd. Il compte plus de 3 200 collaborateurs et est basé sur 90 implantations à travers le monde. Antea France est organisé selon quatre grands groupes de métiers :

- Environnement : due diligence et conseil stratégique, dossiers réglementaires et risques industriels, sites et sols pollués, études aérauliques ;
- Eau : gestion intégrée des ressources en eau, exploitation et valorisation des eaux, géothermie et transition énergétique, infrastructures eau potable et assainissement, traitement des eaux industrielles, aménagements hydrauliques et restauration de la biodiversité, gestion des services publics ;
- Infrastructures : aménagement urbain, génie civil, géotechnique, travaux fluviaux et maritimes, déconstruction, gestion des déchets et valorisation des matériaux ;
- Acquisition et valorisation des données environnementales : mesures qualité (eau et air), modélisation numérique et spatialisation, gestion des données...

Les projets sont traités à l'échelle régionale par le biais d'une trentaine d'agences, réparties sur toute la France métropolitaine et les DOM/TOM, et organisées en quatre grands pôles régionaux : Ile-de-France-Centre-Nord, Nord-Est, Grand-Ouest et Sud. Le service Grands Projets Eau et Assainissement, dans lequel ce stage s'est déroulé, s'occupe quant à lui des projets d'envergure nationale mais aussi internationale. Il comprend deux équipes :

- une équipe « études », qui réalise les études diagnostiques et les schémas directeurs eaux usées, eaux pluviales et eau potable ;
- une équipe « maîtrise d'œuvre » qui gère la création et le dimensionnement des stations d'épuration, unités de digestion, méthanisation et valorisation du biogaz, usines de production d'eau potable, traitement des eaux pluviales...

### 1.2. Problématiques et objectifs

Dans le cadre de ses activités, IRH Ingénieur Conseil a remporté l'appel d'offre lancé par le SMECRU et la CCUR. Le projet consiste en une étude globale de gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant des Usses et du territoire de la CCUR. Il est découpé en cinq missions principales :

- Mission 1 : études diagnostiques locales des systèmes d'alimentation en eau potable ;
- Mission 2 : réalisation du schéma territorial pour l'économie et la gestion de la ressource en eau sur le bassin versant des Usses ;
- Mission 3 : définition et mise en œuvre d'un dispositif de type « base de données » et observatoire des usages pour le suivi des prélèvements sur la ressource et la prise de décision des élus, pour le SMECRU ;
- Mission 4 : schéma directeur d'alimentation communautaire en eau potable, pour la CCUR ;
- Mission 5 : étude du transfert de la compétence « eau potable », pour la CCUR.

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la première mission. 16 communes de la CCUR (Bassy, Challonges, Chaumont, Chêne-en-Semine, Chessenaz, Clermont, Corbonod, Desingy, Droisy, Eloise, Franciens, St-Germain-sur-Rhône, Seyssel (01), Seyssel (74), Usinens, Vanzy) et un syndicat de production/adduction/transport (Syndicat Intercommunal des Eaux de la Semine), ont entrepris une étude diagnostique de leurs réseaux d'eau potable afin de disposer des données permettant une gestion optimale de leurs systèmes d'alimentation en eau potable, d'améliorer le rendement de leur réseau et prioriser les travaux. Ce rapport présente exclusivement le SDAEP réalisé pour la commune de Seyssel (Ain). La Figure 1 ci-dessous illustre l'état du diagnostic AEP des différentes communes de la CCUR.

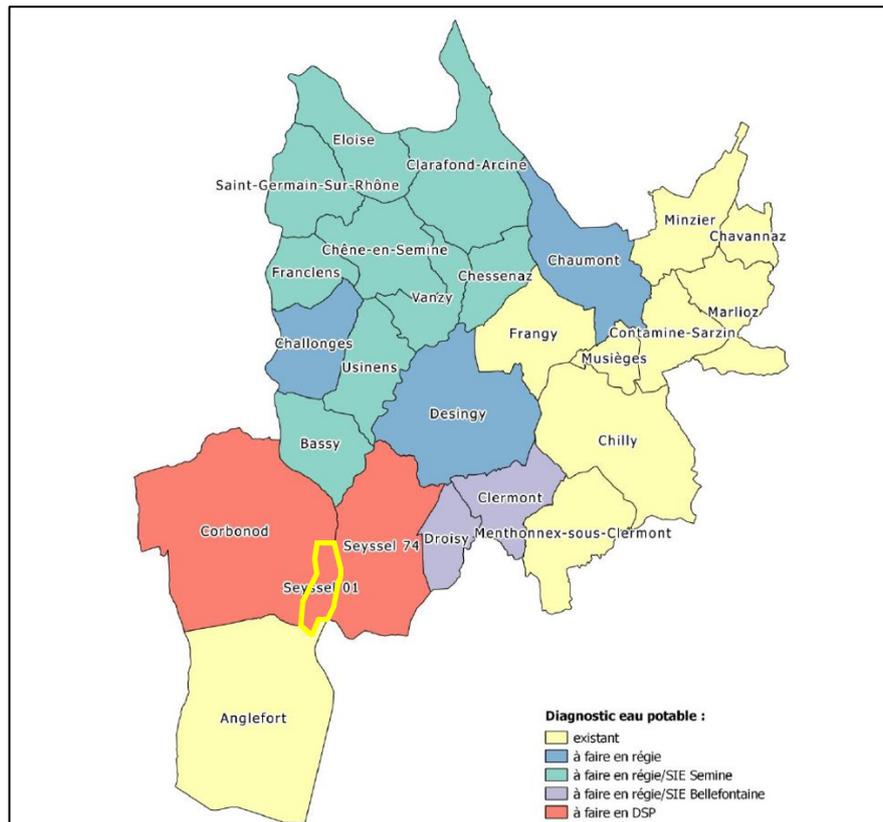


Figure 1 : Etat des diagnostics eau potable des communes de la CCUR (Source : CCTP)

Les objectifs visent notamment à effectuer un bilan patrimonial des réseaux, des équipements et des ouvrages ; établir un bilan hydraulique complet du système ; appréhender les besoins en alimentation en eau potable à court, moyen et long termes ; modéliser les ouvrages principaux de façon à disposer d'un diagnostic des situations actuelles et futures, et de tester des propositions de restructuration, modification, renforcement des réseaux et sécurisation de la ressource ; et présenter les solutions techniques, hiérarchisées en fonction des enjeux de la collectivité.

### 1.3. Zone d'étude

#### 1.3.1. Situation géographique

La commune de Seyssel est située dans le département de l'Ain, en région Auvergne-Rhône-Alpes, à environ 25 kilomètres à l'ouest d'Annecy et 40 kilomètres au sud-ouest de Genève (Figure 2). Seyssel fait partie de la CCUR, qui regroupe 26 communes dont 23 communes de Haute-Savoie et 3 communes de l'Ain. La commune s'étend sur une superficie de 2,4 km<sup>2</sup> et son altitude est comprise entre 250 m et 332 m.

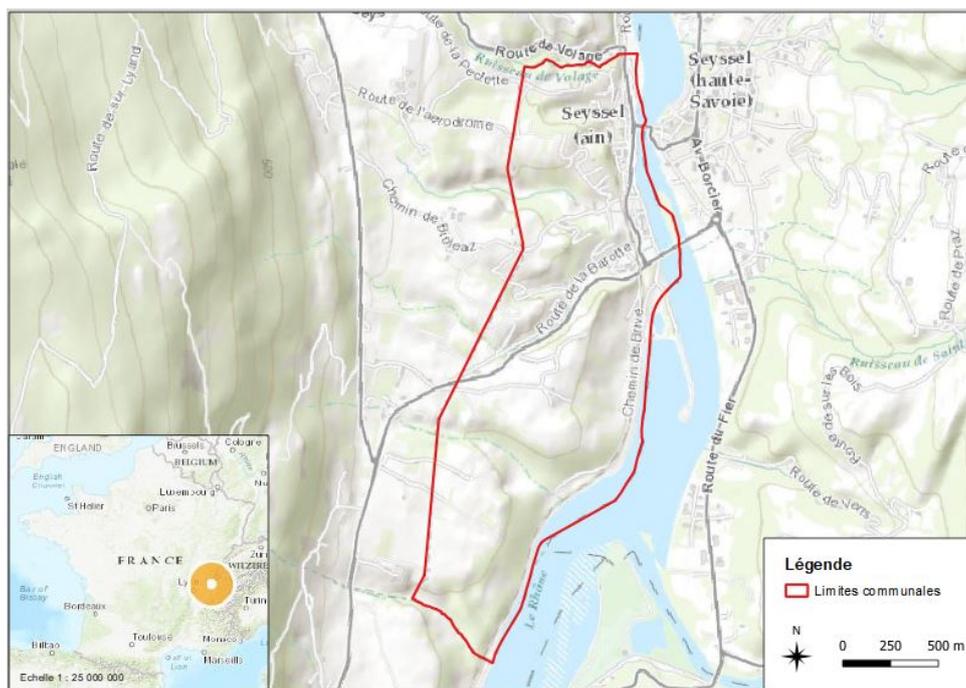


Figure 2 : Localisation de la commune de Seyssel, Ain (source : Géoportail)

### 1.3.2. Contexte géomorphologique et hydrographique

La commune de Seyssel (Ain) est implantée en rive droite du Rhône, face à son homologue Seyssel (Haute-Savoie) implantée en rive gauche. Ces deux communes distinctes partagent le même nom, mais sont séparées par le Rhône qui matérialise la frontière entre les deux départements. Le territoire communal est marqué par trois unités topographiques [5] :

- A l'ouest, le rebord du plateau, culminant aux environs de 330 m et constitué de molasse ;
- Le coteau, qui correspond à la pente descendant dans la vallée du Rhône, entaillé par plusieurs ruisseaux ;
- A l'est, les berges du Rhône, formées par les alluvions déposées par le fleuve.

### 1.3.3. Démographie, urbanisme et activités

#### Évolution de la population

La Figure 3 ci-dessous présente l'évolution de la population entre 1968 et 2017.

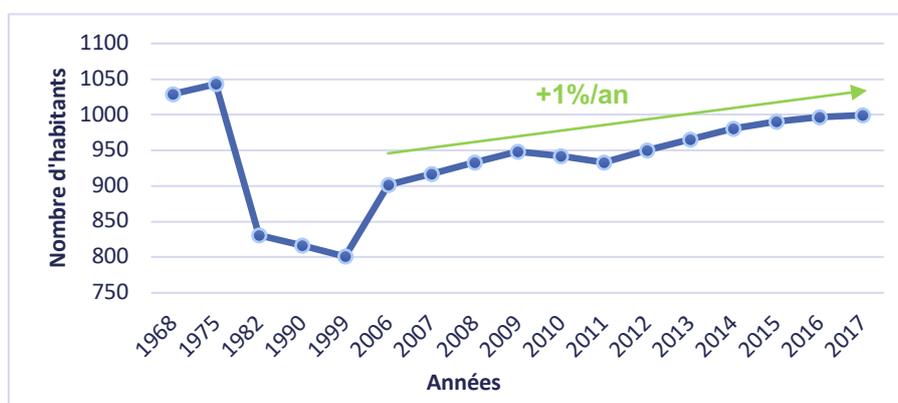


Figure 3 : Évolution démographique depuis 1968 (source : INSEE)

Entre 1968 et la fin des années 90, la population de Seyssel a diminué d'environ 20%, passant de plus de 1 000 habitants à seulement 800. Cependant, depuis les années 2000, la tendance s'est inversée. La population a augmenté jusqu'à atteindre près de 1 000 habitants en 2017. Le taux de variation annuel moyen sur les dernières années (2006 – 2017) est de l'ordre de + 1%/an.

### Activités

Une soixantaine d'activités sont recensées sur la commune :

- 3 industries ;
- 5 entreprises de construction ;
- 24 commerces, entreprises de transport, hébergement et restauration ;
- 9 services aux entreprises ;
- 19 services aux particuliers.

### Projets et zones urbanisables

La commune dispose d'un Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi du Pays de Seyssel), approuvé le 25 février 2020 [6]. Les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) concernant la commune de Seyssel sont présentées en Annexe 1. La commune prévoit près de 100 logements supplémentaires à l'horizon 2040. Ceux-ci devront être intégrés dans l'analyse des besoins futurs.

#### 1.3.4. Contraintes

### Zones naturelles

Deux Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) et une zone NATURA 2000 sont recensées sur la commune [7], [8]. Ces zones sont détaillées et localisées en Annexe 2.

### Risques naturels

La commune est soumise à trois types de risques [9] :

- Inondation par crue à débordement lent de cours d'eau (Rhône) ;
- Rupture de barrage (Génissiat, situé à moins de 20 km) ;
- Séisme (sismicité de niveau 3 – modérée).

De plus, des arrêtés portant reconnaissance de catastrophes naturelles ont été pris sur la commune, ils concernent des phénomènes de coulées de boues.

## 2. Description du système d'alimentation en eau potable

### 2.1. Organisation générale

La commune de Seyssel exerce les compétences de production, de transfert et de distribution de l'eau potable. Cependant, le service est géré par AQUALTER dans le cadre d'un contrat de Délégation de Service Public (DSP). Le nombre d'agents affectés au contrat est de 0,31 équivalent agent. Les interventions réalisées concernent principalement la gestion des ouvrages, la gestion des abonnés, les fuites, etc.

Le réseau est constitué d'une seule unité de distribution d'eau potable (UDI). Il peut être scindé en trois secteurs distincts : le secteur du Bourg, correspondant au centre ville de Seyssel et les secteurs La Tour et Ecartis qui sont des secteurs plus ruraux. La Figure 4 ci-dessous présente le synoptique du réseau.

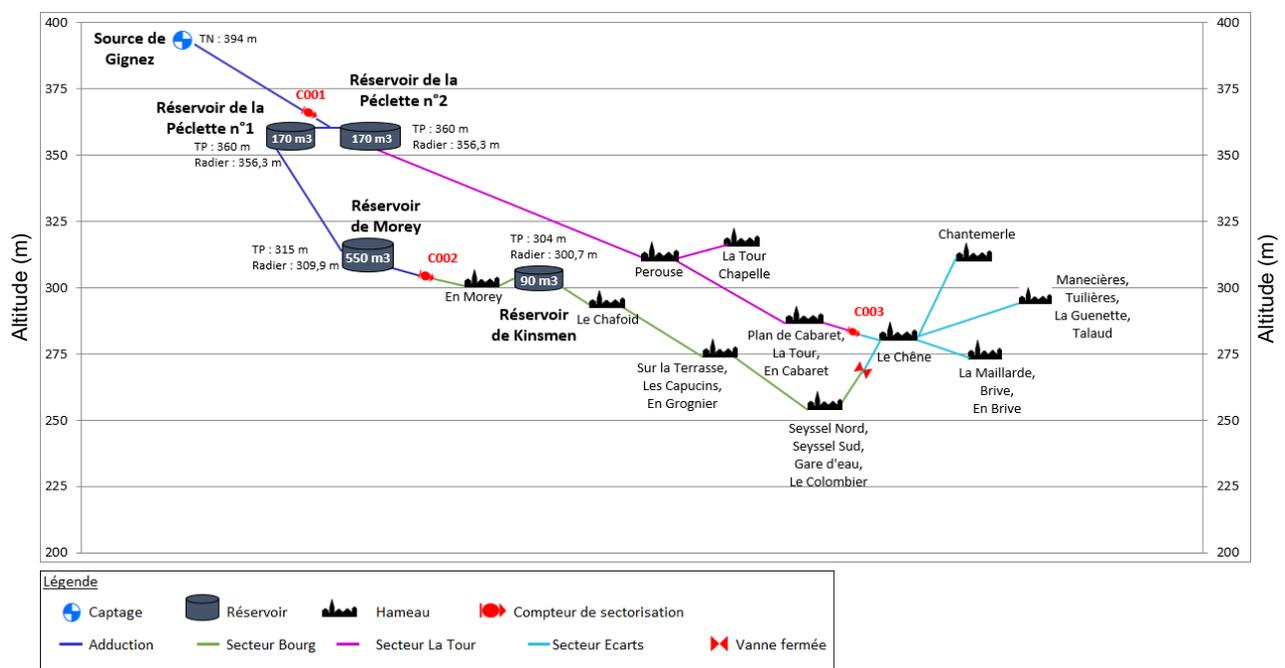


Figure 4 : Synoptique du réseau

L'eau provenant de la source de Gignez est répartie via un bac répartiteur entre les deux cuves du réservoir de Péclette, qui est le réservoir de tête du réseau. Ce dernier alimente directement les secteurs La Tour et Ecartis. Le secteur du Bourg est quant à lui desservi via l'intermédiaire du réservoir de Morey puis du réservoir de Kinsmen.

### 2.2. La production

Tout le secteur est alimenté gravitairement par une seule et unique ressource : la Source de Gignez, propriété de la commune de Seyssel mais située sur la commune voisine, Corbonod (Ain). Cette source assure également l'alimentation d'une partie de la commune de Corbonod.

#### 2.2.1. Réglementation des captages

L'article L1321-2 du Code de la santé publique rend obligatoire la mise en place de Périmètres de Protection des Captages (PPC) [10]. Cette réglementation assure la protection

des captages et leur environnement proche, vis-à-vis des pollutions ponctuelles ou diffuses. Les PPC sont définis par arrêté préfectoral de Déclaration d'Utilité Publique (DUP).

Trois périmètres de protection sont à définir :

- le Périmètre de Protection Immédiate (PPI),
- le Périmètre de Protection Rapprochée (PPR),
- le Périmètre de Protection Eloignée (PPE), facultatif.

Chaque type de périmètre énonce des prescriptions relatives aux installations et aux activités réglementées ou interdites qui lui sont propres, ayant valeur de servitudes.

### 2.2.2. Caractéristiques de la ressource

La Source de Gignez est autorisée par DUP (arrêté du 25/03/1998). La zone d'alimentation du captage correspond à l'étendue du PPE : ce sont les zones boisées et de pâturages du versant oriental de la Montagne du Grand-Colombier, où la pression anthropique est faible. D'un point de vue quantitatif, aucun débit d'étiage n'est connu. Toutefois par convention, en période d'étiage, le débit réservé pour la commune de Seyssel est de 469 m<sup>3</sup>/j. La commune n'a jamais connu de manque d'eau (pas d'assèchement de la source pour l'instant), cependant sa capacité est de plus en plus faible. Il est donc judicieux de rechercher une éventuelle sécurisation de l'adduction en eau potable.

### 2.2.3. Ouvrage de production

L'unique ouvrage de production du réseau est le captage de la Source de Gignez. Une fiche détaillée de l'ouvrage est présentée en Annexe 3. L'état de l'ouvrage est présenté dans le Tableau 1 ci-dessous. Il est établi sur la base de quatre critères : l'état du génie civil, l'état des canalisations, l'état des équipements et le niveau de sécurisation.

Tableau 1 : État des ouvrages de production

	Etat du génie civil	Etat des canalisations	Etat des équipement	Niveau de sécurisation
	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>	<b>Mauvais</b>
<b>Source de Gignez</b>	Extérieur : toiture à réhabiliter	Corrosion	Corrosion	Clôture souple, hauteur insuffisante
	Intérieur : fissures, traces de calcification		Absence de compteur de production	Porte en état dégradé
				Absence d'alarme anti-intrusion
				Végétation à maîtriser

### 2.2.4. Volumes produits

La Figure 5 ci-dessous présente l'évolution des volumes produits. Le volume moyen produit sur la période 2014 – 2018 est de 69 472 m<sup>3</sup> soit 190 m<sup>3</sup>/j. Ces volumes sont en augmentation (+11 % sur les cinq dernières années).



Figure 5 : Évolution des volumes produits

### 2.2.5. Qualité de l'eau

#### Contexte réglementaire

De nombreux textes de loi existent dont le décret du 20 décembre 2001, complété par l'arrêté du 11 janvier 2007, relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R.1321-2, R.1321-3, R.1321-7 et R.1321-38 du code de la santé publique [11].

Ces textes fixent les limites et références de qualité pour les eaux de consommation et les eaux brutes destinées à la production d'eau à partir de paramètres biologiques et chimiques. Ils reprennent pour l'essentiel les dispositions de la directive européenne 9883CE. Les limites et références de qualité pour chaque paramètre étudié sont rappelées dans les tableaux des résultats d'analyse en Annexe 4, Annexe 5 et Annexe 13.

#### Eau brute

L'eau est minéralisée et plutôt dure. La qualité de la source présente une sensibilité microbiologique : des contaminations ponctuelles bactériennes ont été mesurées à plusieurs reprises (*Escherichia coli*, bactéries coliformes et entérocoques), tout en restant conformes aux limites de qualité des eaux brutes. La turbidité est globalement faible. Les concentrations en matières organiques, fer, nitrates, sulfates et chlorures restent faibles et bien inférieures aux limites de qualité. Enfin, le paramètre pesticides n'a pas été mesuré. Les résultats des analyses de la qualité de l'eau brute sont détaillés en Annexe 4.

#### Eau traitée

Un traitement par chloration gazeuse est réalisé. Une injection de chlore est effectuée dans le bac répartiteur entre les deux cuves du réservoir de Péclette, via un asservissement au compteur d'eau d'arrivée. Les limites de qualité sont toujours respectées concernant les paramètres microbiologiques, cependant il est à noter des dépassements des références de qualité pour les bactéries aérobies revivifiables. Au niveau de la turbidité, 7 mesures sur 21 dépassent la limite de qualité de l'eau traitée (soit 30 %) sur la période 2008 – 2018. Par ailleurs, les concentrations en nitrates, sulfates, chlorures et ammonium restent faibles et toujours inférieures aux limites et références de qualité des eaux traitées. Les résultats des analyses de la qualité de l'eau traitée sont détaillés en Annexe 5.

## 2.3. La distribution

### 2.3.1. Patrimoine

#### Ouvrages de stockage

Le réseau de Seyssel possède trois réservoirs, offrant un volume total de stockage de 980 m<sup>3</sup>. Les caractéristiques des différents ouvrages sont présentées dans le Tableau 2 suivant. Des fiches détaillées sur les ouvrages sont présentées en Annexe 6, Annexe 7 et Annexe 8.

Tableau 2 : Caractéristiques des réservoirs

Nom du réservoir		Volume total (m <sup>3</sup> )	Réserve incendie (m <sup>3</sup> )	Année	Télégestion
Péclette	Cuve Ecartis	170	60	-	Oui
	Cuve Bourg	170	60	-	
Morey		550	60	-	Non
Kinsmen		90	-	-	Non

L'état général de chacun des ouvrages de stockage est présenté dans le Tableau 3 ci-dessous. Il est établi sur la base de quatre critères : l'état du génie civil, l'état des canalisations, l'état des équipements et le niveau de sécurisation.

Tableau 3 : État des ouvrages de stockage

	Etat du génie civil	Etat des canalisations	Etat des équipements	Niveau de sécurisation
Réservoir de Péclette Cuves 1 et 2	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>
	Toitures réhabilitées	Canalisations oxydées	Compteur sur arrivée - débits distribués par cuve non mesurés	Gardes corps / échelles à sécuriser Absence d'anti-intrusion et de détecteur de fuite pour le chlore
Réservoir de Morey	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>
	Toitures réhabilitées	Canalisations oxydées	Compteur sur arrivée - débits distribués non mesurés	Gardes corps / échelles à sécuriser Absence d'anti-intrusion
Réservoir de Kinsmen	<b>Mauvais</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>	<b>Moyen</b>
	Présence de fissures à l'intérieur de la cuve	Canalisations oxydées	Absence de comptage	Gardes corps / échelles à sécuriser Absence d'anti-intrusion Végétation à maîtriser

Il est à noter que la commune de Seyssel possède également une réserve incendie de 120 m<sup>3</sup> sur Chantemerle.

#### Réseaux

Le réseau de Seyssel est constitué d'un linéaire global de 15,2 km de conduites, dont 1,1 km dédiés à l'adduction et 14,1 km dédiés à la distribution. La répartition des matériaux, des diamètres et des années de pose des conduites est étudiée par la suite.

Le réseau est majoritairement constitué de canalisations en fonte (80 %). Le matériau des conduites est inconnu pour environ 11 % du réseau. La répartition des matériaux est présentée en Annexe 9.

Le linéaire de conduites en PVC est très réduit (69 ml, soit moins de 0,5 % du réseau), il n'y a donc a priori pas de risque concernant le Chlorure de Vinyle Monomère (CVM). Pour rappel, le CVM est un produit chimique synthétique qui est principalement employé dans la fabrication du PVC, utilisé comme composant pour les canalisations. La présence de CVM dans l'eau du robinet peut donc résulter soit d'une pollution de la ressource en eau, principalement du fait de rejets d'industries du PVC, soit d'un contact prolongé (supérieur à 48h) entre l'eau et les canalisations en PVC posées avant 1980. En France, l'analyse du CVM sur le réseau de distribution est obligatoire depuis 2007. La limite de qualité pour l'eau du robinet est fixée à 0,5 µg/L de CVM, en application de la directive européenne 98/83/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine [12].

Le diamètre est connu pour la quasi-totalité des conduites, il varie entre 25 et 150 mm. Environ 1 km de réseaux est de diamètre inconnu, soit 8 % du linéaire. La répartition des diamètres est présentée en Annexe 10.

L'âge du réseau est très peu connu (seulement 4% du réseau). Cette absence d'information peut traduire un réseau plutôt vieillissant. La répartition des années de pose est présentée en Annexe 11.

D'autre part, la commune recense un total de 823 branchements, dont 110 branchements en plomb (principalement Quai Serrulaz, Rue de Grognez, Rue du Verger, Boulevard Bonnivard, Rue Churchill et Quai de Gaulle). La directive européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine fixe des concentrations maximales à respecter pour les paramètres microbiologiques, chimiques et radiologiques. Depuis le 25 décembre 2013, la limite de qualité pour la teneur en plomb a été diminuée de 25 µg/L à 10 µg/L, conformément à la valeur guide recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Le remplacement des branchements en plomb n'est donc pas imposé directement par la réglementation, mais il est nécessaire afin de respecter cette nouvelle limite de qualité. Ainsi, Seyssel doit prévoir de remplacer les 110 branchements en plomb présents sur son territoire dans sa politique de renouvellement patrimonial [13].

#### Parc compteurs abonnés

En 2018, la commune recensait 700 compteurs abonnés. La majorité des compteurs est en diamètre 15 mm (98 % du parc). La Figure 6 ci-dessous présente la répartition des années de fabrication des compteurs.

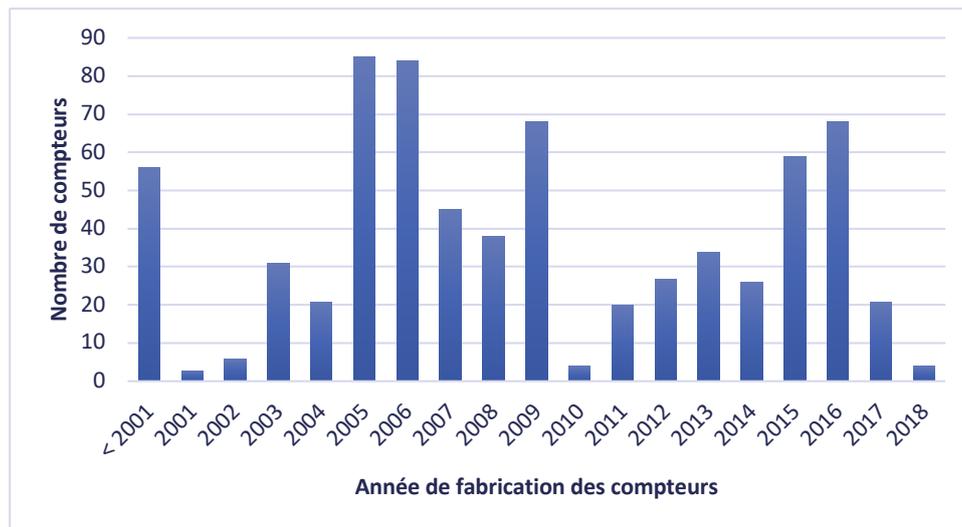


Figure 6 : Pyramide des âges du parc compteurs abonnés

L'âge du parc compteurs se répartit de la façon suivante :

- Inférieur à 10 ans : 37 % du parc ;
- Entre 10 et 20 ans : 55 % du parc ;
- Supérieur à 20 ans : 8 % du parc.

La fiabilité des données de comptage des compteurs de moins de 10 ans est assurée (37 % du parc). Pour les compteurs âgés de plus de 10 ans (63 % du parc), il est nécessaire de poursuivre les efforts de renouvellement afin d'assurer la fiabilité des données de comptage. Le taux de renouvellement actuel (moyenne 2014 – 2018) est d'environ 36 compteurs par an. Dans cette optique, des vérifications périodiques doivent être réalisées tous les 7 ans pour tous les compteurs (arrêté du 06/03/2007 relatif au contrôle des compteurs d'eau froide en service), afin de s'assurer de leur conformité [14]. Les instruments non conformes doivent obligatoirement être mis hors service.

### Appareillage

Les différents appareillages recensés sur le réseau sont récapitulés dans le Tableau 4 suivant. Il est à noter que le réseau de Seyssel ne possède pas d'organe de régulation de pression.

Tableau 4 : Liste des organes du réseau

Type d'appareillage	Nombre total
Vannes de sectionnement	98
Vannes de branchement	437
Vannes de poteau incendie	19
Ventouses	12
Vidanges	26
Régulateurs de pression	0
Compteurs de sectorisation – distribution	3
Poteaux incendie	19

Le Tableau 5 ci-après détaille les caractéristiques principales des organes de comptage. Trois compteurs sont présents sur le réseau. Ces appareils sont notamment représentés sur le synoptique (Figure 4).

Tableau 5 : Caractéristiques des compteurs

Nom	Fonction	DN (mm)	Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	Année	Localisation
<b>Compteur C001</b>	Production	65	63	2011	Entrée du réservoir de Péclette
<b>Compteur C002</b>	Distribution	80	-	-	Entrée du réservoir de Morey
<b>Compteur C003</b>	Distribution	80	-	2015	Bourg (cimetière)

### Historique des incidents

Le délégataire détaille les principales interventions ainsi que le taux d'interruption du service dans son rapport annuel (RAD). La Figure 7 ci-dessous présente le nombre de fuites réparées par année, très variable d'une année sur l'autre.

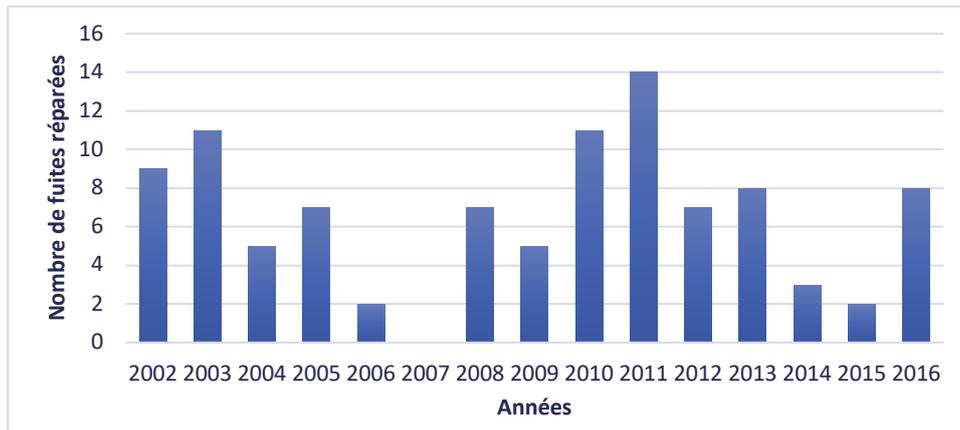


Figure 7 : Évolution du nombre de fuites réparées

D'après le compte-rendu annuel, ces fuites sont principalement des fuites sur branchements, liées à de fortes pressions. Les secteurs récemment sensibles aux casses sont les suivants :

- Canalisation en fonte de 60 mm vers Brive ;
- Canalisation en fonte de 60 mm vers Chantemerle ;
- Canalisation en fonte de 40, 60 et 80 mm située Rue de Grogner.

Le taux d'interruption non programmée du service reste très faible (0,0001‰).

### Indice de connaissance et de gestion patrimoniale

L'indice de connaissance et de gestion patrimoniale (ICGP) est défini par l'arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement [15]. Cet indicateur évalue, sur une échelle de 0 à 120, à la fois le niveau de connaissance du réseau et des branchements, et l'existence d'une politique de renouvellement pluriannuelle du service d'eau potable [16].

Lors du diagnostic, l'ICGP du réseau de Seyssel était médiocre (28/120), la troisième partie des points n'étant pas comptabilisée en l'absence de l'obtention des points requis sur les deux premières parties. Le calcul de l'ICGP est détaillé en Annexe 12.

### 2.3.2. Analyse de la consommation et des usages

#### Volumes consommés

Le volume consommé comprend le volume facturé, le volume des abonnés sans comptage et le volume de service du réseau. Les données ont été fournies par le service d'eau de la commune. La Figure 8 ci-dessous présente l'évolution des volumes consommés.

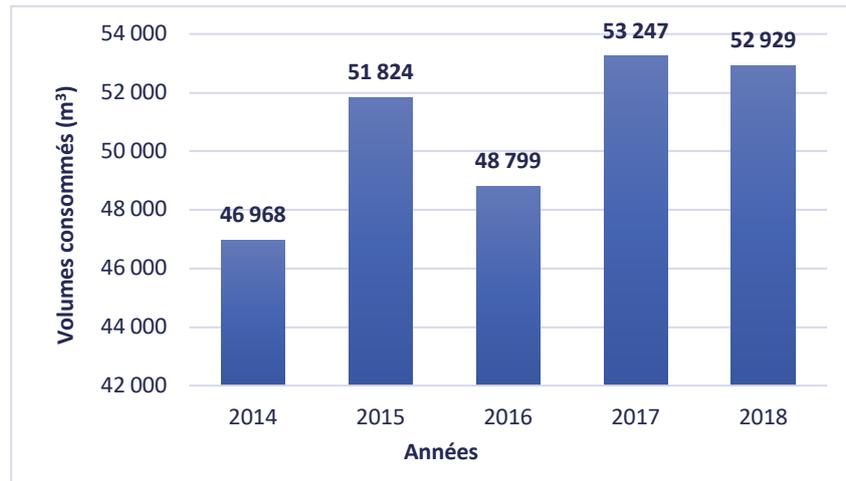


Figure 8 : Évolution des volumes consommés

Le volume moyen consommé sur la période 2014 – 2018 est d'environ 51 000 m<sup>3</sup>/an, soit 139 m<sup>3</sup>/j. Ces volumes sont en augmentation (+ 13 % sur les cinq dernières années).

#### Composition de la consommation

Les répartitions des consommations par nombre de compteurs et par volume consommé sont présentées sur les Figure 9 et Figure 10 . Les abonnés ont majoritairement des consommations comprises entre 0 et 500 m<sup>3</sup>/an.

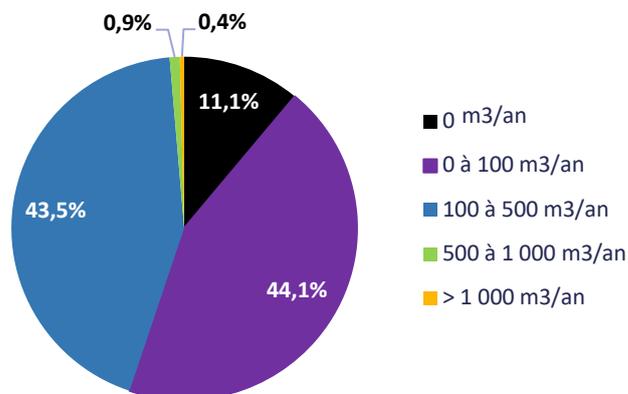


Figure 9 : Répartition des tranches de consommation en nombre de compteurs

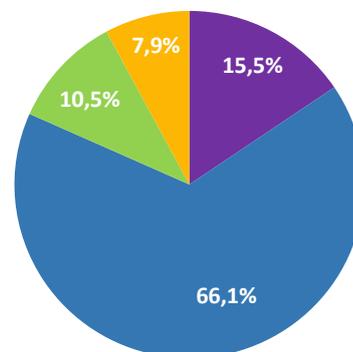


Figure 10 : Répartition des tranches de consommation en volume

Pour cette étude, le seuil de consommation des abonnés dits « gros consommateurs » a été fixé à 500 m<sup>3</sup>/an. Ces derniers représentent environ 1,3 % des abonnés mais près de 20 % de la consommation totale. D'après les rôles de l'eau 2016 – 2018, il existe 10 gros consommateurs, détaillés dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Liste des gros consommateurs

Abonnés	Adresse	Type d'activité	Conso 2016 (m <sup>3</sup> )	Conso 2017 (m <sup>3</sup> )	Conso 2018 (m <sup>3</sup> )	Conso annuelle moyenne (m <sup>3</sup> )	Tendance
<b>Communauté de Communes</b>	La Maillarde	Loisirs	247	274	909	477	↗
<b>Camping</b>	La Barotte	Touristique	847	923	969	913	↔
<b>Copropriété Les Quais de la Gare d'Eau</b>	1 rue F. Broisin	Domestique	77	24	1 821	641	↗
<b>M. Ducrot</b>	105 impasse du Château Les Seychalles	Domestique	250	238	789	426	↗
<b>INSOGNA</b>	Lotissement La Tour	Domestique	17	52	657	242	↗
<b>M. Jakob</b>	La Pécellette	Domestique	22	58	1 138	406	↗
<b>Les Terrasses</b>	Lotissement Les Terrasses	Domestique	369	374	1 139	627	↗
<b>SAGI Syndic</b>	1 quai De Gaulle	Domestique	598	465	658	574	↗
<b>SEMCODA</b>	359 En Cabaret	Domestique	194	366	940	500	↗
<b>SEMCODA</b>	16 rue Churchill	Domestique	611	539	549	566	↔
<b>Total (m<sup>3</sup>/an)</b>			<b>3 232</b>	<b>3 313</b>	<b>9 569</b>	<b>5 371</b>	
<b>Total (m<sup>3</sup>/j)</b>			<b>9</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	

La majorité des abonnés « gros consommateurs » sont des abonnés domestiques (essentiellement des lotissements / copropriétés avec compteur d'eau en commun). Les fortes consommations de la copropriété des Quais de la Gare d'Eau, du lotissement La Tour, de M. Jakob et du lotissement Les Terrasses en 2018 sont probablement dues à des fuites d'eau. Les deux gros consommateurs non domestiques correspondent à un camping et une base de loisirs aquatiques appartenant à la CCUR.

#### Dotation hydrique unitaire

La dotation hydrique unitaire correspond à la consommation d'eau par habitant et par jour. En considérant la consommation globale de tous les abonnés, elle est en moyenne de 140 L/j/hab sur la période 2014 – 2018. En déduisant les consommations non domestiques (municipales, gros consommateurs...), la dotation hydrique unitaire s'abaisse à 127 L/j/hab.

#### 2.3.3. Qualité de l'eau distribuée

Les pics de turbidité détectés au niveau de l'eau traitée se retrouvent également pour l'eau distribuée : certaines valeurs sont supérieures à la limite de qualité, mais restent inférieures à la référence de qualité (2 NFU). Concernant la qualité microbiologique, des bactéries coliformes et E. coli sont ponctuellement présentes (environ 5 % des valeurs sont supérieures à la limite de qualité). Par ailleurs, la concentration en chlore libre est en moyenne de 0,24 mg/L. Une seule mesure est très supérieure aux autres (1,16 mg/L en 2017), il s'agit d'une situation exceptionnelle qui peut provenir d'une erreur au niveau de la mesure, de l'analyse, ou d'une erreur de chloration. Aucune autre donnée n'est disponible pour le réseau

sur cette journée, il est donc impossible de vérifier ces hypothèses. Les résultats des analyses de la qualité de l'eau distribuée sont détaillés en Annexe 13.

## 2.4. Indicateurs de performance des réseaux et services

### 2.4.1. Indice linéaire de consommation

L'Indice Linéaire de consommation (ILC) en réseau est égal au volume consommé dans les réseaux par jour et par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements) :

$$ILC = \frac{\text{Volumes consommés autorisés}}{365 \times \text{Linéaire}}$$

L'évolution des ILC, ainsi que les valeurs guides considérées comme acceptables par l'Agence de l'Eau Seine Normandie, sont présentées dans les Tableau 7 et Tableau 8 ci-dessous.

Tableau 7 : Evolution de l'indice linéaire de consommation

Année	2014	2015	2016	2017	2018	Nature du réseau
ILC (m <sup>3</sup> /j/km)	9,1	10,1	9,5	10,4	10,3	<b>RURAL</b>

Tableau 8 : Valeurs guides (hors branchements) pour l'indice linéaire de consommation  
(Source : Document Agence de l'Eau Seine Normandie – Diagnostic des réseaux d'eau potable)

Nature du réseau	ILC en m <sup>3</sup> /j/km
<b>Rural</b>	ILC < 10
<b>Intermédiaire</b>	10 < ILC < 30
<b>Urbain</b>	ILC > 30

L'ILC moyen entre 2014 et 2018 est de 9,9 m<sup>3</sup>/j/km, le réseau est donc considéré de type rural selon le barème de l'Agence de l'Eau Seine Normandie.

### 2.4.2. Rendement

Le rendement du réseau est un indicateur des pertes et fuites du réseau. Il est obtenu en effectuant le rapport entre le volume consommé et le volume distribué (volume produit + volume acheté à d'autres services d'eau potable) :

$$\text{Rendement} = \frac{V \text{ facturé} + V \text{ consommé autorisé non compté} + V \text{ vendu en gros}}{V \text{ produit} + V \text{ acheté}}$$

Les pertes en eau et le rendement moyen annuels du réseau de Seyssel sont présentés sur la Figure 11 ci-dessous.

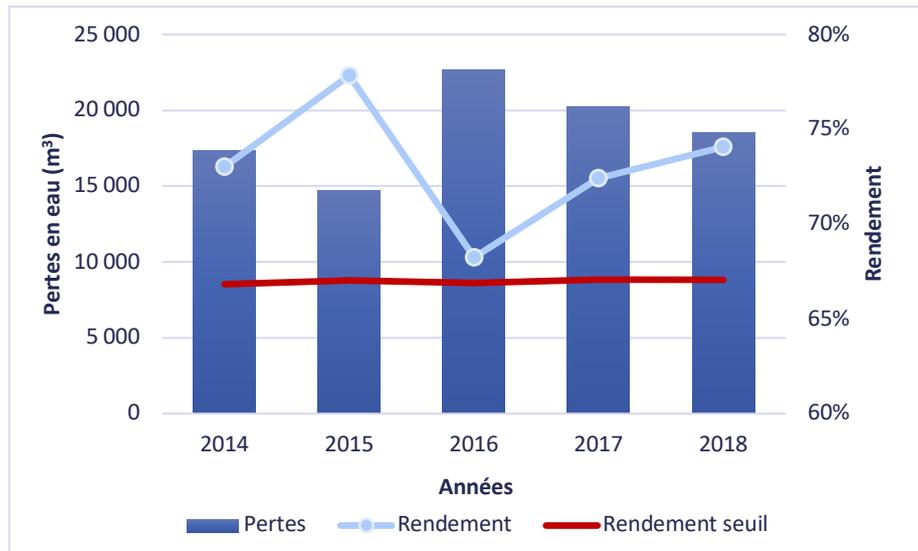


Figure 11 : Evolution du rendement et des pertes en eau

Le rendement moyen sur la période 2014 – 2018 est de 73,1 %. Après une diminution importante du rendement en 2016 (68 %) due à de fortes pertes en eau sur le réseau, le rendement est en augmentation et atteint la valeur de 74,1 % en 2018.

Le décret 2012-97 du 27 janvier 2012 dit décret "fuites" issu de l'engagement 111 du Grenelle de l'environnement a pour objet d'inciter les collectivités en charge de services d'eau à améliorer leur rendement d'eau potable. L'objectif du Grenelle est d'atteindre un rendement de réseau de 85%. Si cette valeur n'est pas atteinte, alors le rendement seuil est fixé à 65 + 0,2 x ILC, soit 67 % pour le réseau de Seyssel [17].

Le rendement du réseau de Seyssel est supérieur au seuil du décret de janvier 2012 et inférieur à l'objectif de 85 % du Grenelle, qui reste atteignable. Le rendement du réseau est donc à pérenniser afin d'éviter un doublement de la redevance prélèvement de l'Agence de l'eau.

#### 2.4.3. Indice linéaire de perte

L'Indice Linéaire de Pertes (ILP) en réseau est égal au volume perdu dans les réseaux par jour et par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements). Cette perte est calculée par différence entre le volume mis en distribution et le volume consommé autorisé. Il est exprimé en m<sup>3</sup>/j/km.

$$ILP = \frac{V \text{ mis en distribution} - V \text{ consommé autorisé}}{365 \times \text{Linéaire}}$$

L'ILP est donc un indicateur plus fiable que le rendement de réseau pour caractériser les pertes sur un secteur. En effet, il représente les pertes d'eau au kilomètre et permet de faire disparaître l'augmentation artificielle d'un rendement de réseau sur les communes qui ont des gros consommateurs.

L'évolution des ILP, ainsi que les valeurs guides considérées comme acceptables (hors branchements) de l'ASTEE et de l'Agence de l'eau Seine Normandie, sont présentées dans les Tableau 9 et Tableau 10 ci-dessous.

Tableau 9 : Évolution de l'indice linéaire de pertes

Année	2014	2015	2016	2017	2018	Nature du réseau
ILP (m <sup>3</sup> /j/km)	3,4	2,9	4,4	3,9	3,6	RURAL

Tableau 10 : Évaluation de la performance du réseau par l'ILP – valeurs guides

(Source : ASTEE, Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement)

Nature du réseau	ILP en m <sup>3</sup> /j/km			
	Bon	Acceptable	Médiocre	Mauvais
Rural	ILP < 1,5	1,5 < ILP < 2,5	2,5 < ILP < 4	4 < ILP
Intermédiaire	ILP < 3	3 < ILP < 5	5 < ILP < 8	8 < ILP
Urbain	ILP < 7	7 < ILP < 10	10 < ILP < 16	16 < ILP

(Source : Document Agence de l'eau Seine Normandie – Diagnostic des réseaux d'eau potable)

Nature du réseau	ILP en m <sup>3</sup> /j/km
Rural	1 < ILP < 3
Intermédiaire	3 < ILP < 7
Urbain	7 < ILP

L'ILP moyen entre 2014 et 2018 est de 3,6 m<sup>3</sup>/j/km et en diminution depuis 2017. Pour un réseau de type rural, l'ILP sur le réseau de Seyssel est considéré comme médiocre à mauvais, selon le barème de l'ASTEE, sur la période 2014 – 2018.

## 2.5. Bilan des besoins actuels

Le besoin moyen journalier (BJM) correspond à la somme de la consommation journalière moyenne (CJM) et des pertes, les pertes étant calculées par différence entre les volumes mis en distribution et les volumes consommés :

$$BJM = CJM + Pertes$$

avec  $Pertes = Volume\ distribué - Volume\ consommé$

Le besoin journalier de pointe (BJP) est ensuite déterminé par application d'un coefficient de pointe :

$$BJP = BJM \times Coef\ pointe$$

En l'absence de données sur l'historique des volumes journaliers mis en distribution, le coefficient de pointe journalier choisi est de 1,7 (valeur couramment admise pour des communes rurales).

Tableau 11 : Définition des besoins journaliers moyen et de pointe

Années	Volumes mis en distribution (m <sup>3</sup> /j)	Volumes consommés (m <sup>3</sup> /j)	Pertes (m <sup>3</sup> /j)	BJM (m <sup>3</sup> /j)	Coefficient de pointe	BJP (m <sup>3</sup> /j)
2018	196	145	51	196	1,7	333
2017	201	146	55	201	1,7	342
2016	196	134	62	196	1,7	333
2015	182	142	40	182	1,7	310
2014	176	129	47	176	1,7	300
<b>Moyenne</b>	<b>190</b>	<b>139</b>	<b>51</b>	<b>190</b>	<b>1,7</b>	<b>324</b>

Le besoin en eau actuel (en moyenne sur les 5 dernières années) est ainsi de 190 m<sup>3</sup>/j en situation moyenne et 324 m<sup>3</sup>/j en situation de pointe.

## 2.6. Estimation des besoins futurs

### 2.6.1. Méthodologie

Les besoins futurs correspondent à la somme de la consommation future et des pertes futures :

$$B_{\text{futurs}} = C_{\text{future}} + P_{\text{futures}}$$

Afin d'estimer la consommation future en eau, les consommations domestiques et non domestiques sont étudiées séparément puisqu'elles sont susceptibles d'évoluer de manière indépendante. La consommation future en eau correspond ainsi à la somme des consommations domestiques et non domestiques futures :

$$C_{\text{future}} = C_{\text{domestique, future}} + C_{\text{non domestique, future}}$$

La consommation domestique future peut être divisée en deux parties, la consommation future de la population actuelle et la consommation de la population future supplémentaire :

$$\begin{aligned} C_{\text{domestique, future}} &= C_{\text{unitaire domestique, future}} \\ &\times (\text{Population}_{\text{actuelle}} + \text{Population}_{\text{future supplémentaire}}) \end{aligned}$$

De même, la consommation non domestique future peut être scindée en deux parties, la consommation future des activités existantes et la consommation future des nouvelles activités :

$$C_{\text{non domestique, future}} = C_{\text{future, activités existantes}} + C_{\text{future, nouvelles activités}}$$

Les pertes correspondent à la somme des fuites et des volumes non comptés :

$$Pertes = Fuites + Volumes \text{ non comptés}$$

Les volumes non comptés comprennent le défaut de comptage des compteurs anciens, les consommations autorisées sans comptage, les volumes de service et les volumes détournés. Afin de simplifier, les pertes seront déterminées à partir de l'évolution du rendement du réseau.

## 2.6.2. Estimation de la population future

### Projections à l'horizon 2040

Pour estimer l'évolution de la population d'ici à 2040, deux hypothèses ont été prises en compte, à partir des données de population de l'INSEE (cf. 1.3.3) :

- Une hypothèse basse, correspondant à une évolution homogène à l'évolution actuellement observée (données INSEE), soit + 1 %/an ;
- Une hypothèse haute, considérant que tous les projets urbains de la commune seront développés, soit + 2 %/an.

Les deux hypothèses et leurs conséquences sur l'évolution de la population sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Hypothèses d'évolution de la population

Hypothèse	Taux de croissance (%/an)	Population actuelle - 2017 (hab)	Population supplémentaire en 2040 (hab)	Population totale en 2040 (hab)
<b>Basse</b>	1	999	230	1 229
<b>Haute</b>	1,3		299	1 298

Les projections de population future à l'horizon 2040 sur le secteur d'étude sont donc comprises entre 1 229 et 1 298 habitants. Ces hypothèses sont en corrélation avec le PLUi qui prévoit une population de 1 278 habitants en 2035 (soit 1 300 habitants en 2040 en conservant le même taux de croissance).

## 2.6.3. Évolution des consommations

### Consommations domestiques

Pour rappel, la dotation hydrique unitaire à Seyssel est de 127 L/j/hab (moyenne sur la période 2014 – 2018), ce qui est cohérent avec la moyenne actuellement observée en France (130 L/j/hab) [18]. A l'échelle nationale, il est observé une tendance à la baisse des consommations unitaires domestiques en eau potable (politique d'économie d'eau auprès de la population et appareils pensés plus économes). Il est ainsi possible d'estimer une dotation hydrique future de 110 L/j/hab à l'horizon 2040.

En situation future, deux hypothèses sont donc considérées :

- Hypothèse haute : la dotation hydrique n'évolue pas, soit 127 L/j/hab ;
- Hypothèse basse : diminution de la dotation hydrique à l'horizon 2040, soit 110 L/j/hab (baisse d'environ 13 %).

Ces hypothèses permettent d'estimer les consommations domestiques futures à l'aide des projections de population étudiées précédemment. L'hypothèse basse d'évolution du ratio de consommation est croisée avec l'hypothèse basse d'évolution de la population, et inversement pour l'hypothèse haute, afin d'obtenir les conditions les plus défavorables. Les résultats obtenus sont présentés dans le .

Tableau 13.

Tableau 13 : Hypothèses d'évolution de la consommation domestique

Hypothèse	Ratios de consommation futurs (L/j/hab)	Évolution future de la consommation actuelle (m <sup>3</sup> /j)	Consommation supplémentaire future (m <sup>3</sup> /j)	Consommation domestique future totale (m <sup>3</sup> /j)
<b>Basse</b>	110 L/j/hab	110	25	135
<b>Haute</b>	127 L/j/hab	127	33	160

En prenant en compte ces deux hypothèses, la consommation domestique future sera donc comprise entre 135 m<sup>3</sup>/j et 160 m<sup>3</sup>/j.

#### Consommations non domestiques

Parmi les consommations non domestiques, les activités industrielles et agricoles sont les activités les plus susceptibles d'engendrer une augmentation de la consommation d'eau potable. Pour rappel, la commune dispose de 10 gros consommateurs (cf. 2.3.2). Parmi eux, seuls deux abonnés sont de type non domestique : la base de loisirs et le camping international de Seyssel. Le camping a une capacité d'hébergement de 45 emplacements et de 15 mobile homes en location.

Aucune tendance en termes d'évolution de consommation n'est prévue pour ces abonnés. Par défaut, les consommations non domestiques à l'horizon 2040 sont estimées similaires au maximum observé sur les dernières années, soit 9 569 m<sup>3</sup>/an (26 m<sup>3</sup>/j).

#### 2.6.4. Évolution du rendement des réseaux

Deux hypothèses sont considérées pour évaluer l'évolution du rendement des réseaux à l'horizon 2040 (l'hypothèse haute correspond aux besoins les plus élevés et donc au rendement le plus faible, et inversement) :

- Hypothèse basse : le rendement atteint l'objectif du Grenelle de l'environnement, qui est d'obtenir un rendement minimum de 85 % sur l'ensemble des communes françaises) ;
- Hypothèse haute : d'après l'analyse des rendements sur la période 2014 – 2018, il est proposé un rendement plus modéré de 80 % en situation future, valeur intermédiaire entre le rendement imposé par le décret et celui du Grenelle de l'environnement (difficilement atteignable en milieu rural). Cet objectif doit être atteint grâce aux aménagements proposés par la suite (cf. 4. Etude de solutions).

#### 2.6.5. Bilan des besoins futurs en eau

Les résultats sont présentés dans le Tableau 14 ci-dessous.

Tableau 14 : Besoins journaliers futurs – jour moyen et de pointe

	Situation actuelle	Hypothèse basse	Hypothèse haute
<b>Consommation domestique (m<sup>3</sup>/j)</b>	119	135	160
<b>Consommation non domestique (m<sup>3</sup>/j)</b>	26	26	26
<b>Consommation totale (m<sup>3</sup>/j)</b>	145	161	186
<b>Rendement (%)</b>	74	85	80
<b>Besoins journaliers moyens (m<sup>3</sup>/j)</b>	196	189	233

<b>Coefficient de pointe</b>	1,7	1,7	1,7
<b>Besoins journaliers de pointe (m<sup>3</sup>/j)</b>	333	321	396

Les besoins futurs sont quasiment identiques aux besoins actuels pour l'hypothèse basse, mais supérieurs pour l'hypothèse haute. L'écart relatif entre l'hypothèse haute et l'hypothèse basse est d'environ 28 %.

## 2.7. Bilan besoins/ressources/réserves

Le bilan besoins/ressources/réserves se traduit par le calcul de deux coefficients. Le coefficient de sécurité à la production permet d'effectuer un bilan besoins/ressources, en déterminant si la capacité de la ressource est suffisante pour répondre aux besoins du secteur. Le coefficient de stockage permet quant à lui d'effectuer le bilan besoins/réserves, en déterminant si les réserves utiles des réservoirs sont suffisantes.

### 2.7.1. Bilan besoins/ressources

Le Tableau 16 ci-dessous présente les coefficients de sécurité à la production, actuels et futurs. La production en période d'étiage et l'hypothèse haute pour la situation future ont été utilisées puisqu'elles sont les plus défavorables.

Tableau 15 : Couverture des besoins vis-à-vis des ressources

Situation	Débit produit (m <sup>3</sup> /j)	Jour moyen		Jour de pointe	
		BJM (m <sup>3</sup> /j)	Coefficient de sécurité à la production (j)	BJP (m <sup>3</sup> /j)	Coefficient de sécurité à la production (j)
<b>Actuelle</b>	469	190	<b>2,5</b>	324	<b>1,4</b>
<b>Future</b>		233	<b>2,0</b>	396	<b>1,2</b>

La capacité de production actuelle à l'étiage sur l'ensemble de la commune est suffisante, même lors du jour de pointe en hypothèse haute de la situation future. La couverture des besoins vis-à-vis de la capacité de la ressource est donc assurée sur le long terme.

### 2.7.2. Bilan besoins/réserves

Le Tableau 16 ci-dessous présente les coefficients de stockage actuels et futurs. Pour la situation future, l'hypothèse haute a été utilisée puisqu'elle est la plus défavorable.

Tableau 16 : Couverture des besoins vis-à-vis des réserves

Situation	Volume utile des réservoirs (m <sup>3</sup> )	Jour moyen		Jour de pointe	
		BJM (m <sup>3</sup> /j)	Coefficient de stockage (j)	BJP (m <sup>3</sup> /j)	Coefficient de stockage (j)
<b>Actuelle</b>	800	190	<b>4,2</b>	324	<b>2,5</b>
<b>Future</b>		233	<b>3,4</b>	396	<b>2,0</b>

Les capacités de stockage actuelles et futures sur l'ensemble de la commune sont suffisantes. En effet, le stockage couramment admis est de l'ordre de 1 à 3 journées de consommation en milieu rural. La couverture des besoins vis-à-vis du volume des réservoirs est donc assurée sur le long terme. Néanmoins, il est à noter que les réservoirs sont légèrement surdimensionnés par rapport aux besoins, ce qui augmente le temps de séjour de l'eau et les risques de défauts de chloration pour les réservoirs non équipés de traitement.

### 3. Diagnostic hydraulique du réseau

La modélisation du réseau constitue une phase de réflexion faisant directement suite aux conclusions des premières phases d'investigations. Elle a pour but de simuler le fonctionnement du réseau dans la situation actuelle puis en tenant compte des évolutions futures (extensions, variations de la consommation...) et de tester les modifications techniques à apporter au réseau afin d'éliminer les problèmes existants ou à venir. La commune de Seyssel n'ayant pas souhaité intégrer l'analyse de la concentration en chlore et de la défense incendie à l'étude, seuls les paramètres hydrauliques et les temps de séjour sont étudiés.

#### 3.1. Logiciel de modélisation

La modélisation a été réalisée à l'aide de WaterGEMS version 10.03, logiciel développé par la société Bentley Systems et utilisé par IRH pour les études hydrauliques.

##### 3.1.1. Description générale de WaterGEMS

WaterGEMS est un outil d'aide à la décision permettant de simuler spécifiquement le fonctionnement des réseaux de distribution d'eau. Il comprend de nombreuses fonctionnalités, dont l'analyse hydraulique du réseau (débits, vitesses, pressions, marnages...), mais aussi l'analyse qualité (temps de séjour, concentrations en chlore...), la capacité de défense incendie ou encore l'analyse des coûts énergétiques et de criticité. Les simulations peuvent être effectuées à l'état stationnaire mais également sur des périodes prolongées afin de pouvoir suivre l'évolution du système au cours du temps. Le logiciel permet également de modéliser la demande dépendant de la pression [19].

Dans le logiciel, les éléments du réseau sont organisés dans différentes catégories. Tout d'abord, les conduites transportent l'eau d'un nœud à un autre. Les nœuds et jonctions sont des points spécifiques du système où un événement d'intérêt se produit : intersections de conduites, poteaux incendie, demandes d'abonnés, points bas/hauts, présence d'un organe de régulation, etc. Les ressources et réservoirs sont des nœuds frontière dont le niveau piézométrique est connu et qui constituent les conditions initiales utilisées pour déterminer l'évolution du système durant la période simulée. Les pompes, représentées comme des nœuds, fournissent de l'énergie au système et augmentent la pression de l'eau. Enfin les vannes, également représentées comme des nœuds, permettent de contrôler le débit ou la pression dans les conduites, en amont et/ou en aval, et entraînent une perte d'énergie.

##### 3.1.2. Principes hydrauliques / équations utilisées

###### Principes de conservation de la masse et de l'énergie

WaterGEMS utilise les principes de conservation de la masse et de conservation de l'énergie pour effectuer les calculs hydrauliques [19].

Le principe de conservation de la masse impose, à tout point d'un système contenant un fluide incompressible, que le flux entrant soit égal au flux sortant, moins la variation du stockage le cas échéant. L'expression du débit est la suivante :

$$\sum Q_{entrant} \Delta t = \sum Q_{sortant} \Delta t + \Delta V_{stockage}$$

Avec :

- $Q_{entrant}$  : Débit total entrant dans le nœud ( $m^3/s$ )
- $Q_{sortant}$  : Débit total sortant du nœud ( $m^3/s$ )
- $\Delta t$  : variation du temps (s)
- $\Delta V_{stockage}$  : variation de volume de stockage ( $m^3$ )

Le principe de conservation de l'énergie stipule que les pertes de charge du système doivent s'équilibrer en chaque point. Ainsi, la perte de charge totale entre deux points du système doit être identique, quel que soit le chemin emprunté. La charge est l'addition de trois composantes : la pression, l'énergie potentielle et l'énergie cinétique :

$$H = \frac{p}{\rho g} + z + \frac{v^2}{2g}$$

Ainsi, en appliquant le principe de conservation de l'énergie, l'équation suivante pour un écoulement du point 1 vers le point 2 est obtenue :

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_p = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

Avec :

- $H$  : charge hydraulique (m)
- $p$  : pression (Pa)
- $\rho$  : masse volumique ( $kg.m^{-3}$ )
- $z$  : altitude (m)
- $v$  : vitesse d'écoulement (m/s)
- $g$  : accélération de la pesanteur ( $m.s^{-2}$ )
- $h_p$  : charge apportée par une pompe (m)
- $h_L$  : pertes de charge totales (m)

### Pertes de charge linéaires

WaterGEMS offre plusieurs possibilités pour le calcul des pertes de charge dans les conduites : l'équation d'Hazen-Williams, l'équation de Manning et l'équation de Darcy-Weisbach [19]. L'équation de Manning, basée sur l'équation de Chezy, est plutôt utilisée pour les écoulements à surface libre. En raison de ses origines non empiriques, l'équation de Darcy-Weisbach est souvent considérée comme la méthode la plus précise pour modéliser les pertes par frottement. Elle est la plus utilisée en Europe et s'applique à tous les régimes d'écoulement [20]. L'équation retenue pour le modèle est donc celle de Darcy-Weisbach, dont la formule est la suivante :

$$h_L = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

Avec :

- $h_L$  : perte de charge (m)
- $f$  : coefficient de perte de charge de Darcy-Weisbach (sans unité)
- $L$  : longueur de la conduite (m)
- $D$  : diamètre de la conduite (m)
- $v$  : vitesse d'écoulement (m/s)
- $g$  : accélération de la pesanteur ( $m.s^{-2}$ )

Le coefficient de perte de charge de Darcy-Weisbach est calculé itérativement à partir de l'équation de Colebrook-White, donnée ici pour un écoulement en charge :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Cette équation complexe à résoudre est approximée par l'équation de Swamee-Jain, définie par :

$$f = \frac{1,325}{\left[ \ln \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Avec :

- $f$  : coefficient de perte de charge de Darcy-Weisbach (sans unité)
- $k$  : rugosité (m)
- $D$  : diamètre de la conduite (m)
- $Re$  : nombre de Reynolds (sans unité)

### Pertes de charge singulières

Les pertes de charge singulières sont générées par des singularités présentes sur le réseau : changements de diamètre, coudes, té, etc. Toutes ces pertes de charge peuvent être représentées dans WaterGEMS. Néanmoins, ces dernières sont nombreuses et parfois difficiles à estimer. Il est donc usuel de ne pas les ajouter dans le modèle et de les compenser via les pertes de charge linéaires lors du calage.

## 3.2. Campagne de mesures

### 3.2.1. Présentation

#### Objectifs

La campagne de mesures permet d'évaluer l'état des réseaux de distribution, de détecter, localiser et quantifier les pertes et de récupérer l'ensemble des données nécessaires au calage dynamique du modèle hydraulique. Ainsi, des mesures de débit, de marnage et de pression sont réalisées sur l'ensemble du réseau, avec pour objectif de :

- Sectoriser l'ensemble de la zone modélisée, et disposer de l'ensemble des informations propres à définir le comportement hydraulique de chaque zone hydraulique ;
- Valider les pertes de charge linéaires dans l'ensemble des tronçons à travers les mesures de pression ;
- Maîtriser les débits entrant et sortant des secteurs.

#### Période de mesure

La période de mesures a été choisie en accord avec la CCUR et la mairie de Seyssel. La campagne de mesures a été réalisée sur une période de 4 semaines, du jeudi 24 Octobre 2019 au mercredi 20 Novembre 2019.

### Localisation des points de mesures

Les points de mesures suivants ont été mis en œuvre :

- Mesures de débit : 3 points ;
- Mesures de pression : 2 points ;
- Mesures de marnage : 2 points ;

Par décision de la commune, aucun tirage sur poteau incendie n'a été effectué durant la campagne de mesures. Il en est de même pour les analyses de concentration en chlore.

Le Tableau 17 et la Figure 12 ci-dessous récapitulent les caractéristiques et la localisation des différents points de mesure.

Tableau 17 : Liste des points de mesure

Nom du point	Localisation	Type de mesure	Commentaire
<b>Point 1</b>	Réservoir de Pécellette	Débit (C001)	Télégestion
<b>Point 2</b>	Réservoir de Morey	Débit (C002)	Mesure IRH
<b>Point 3</b>	Ecarts – regard vers cimetière	Débit (C003)	Télégestion
<b>Point 4</b>	Réservoir de Pécellette – Ecarts	Marnage	Télégestion
<b>Point 5</b>	Réservoir de Pécellette – Bourg	Marnage	Télégestion
<b>Point 6</b>	Chantemerle	Pression (PI)	Mesure IRH
<b>Point 7</b>	Bourg	Pression (PI)	Mesure IRH

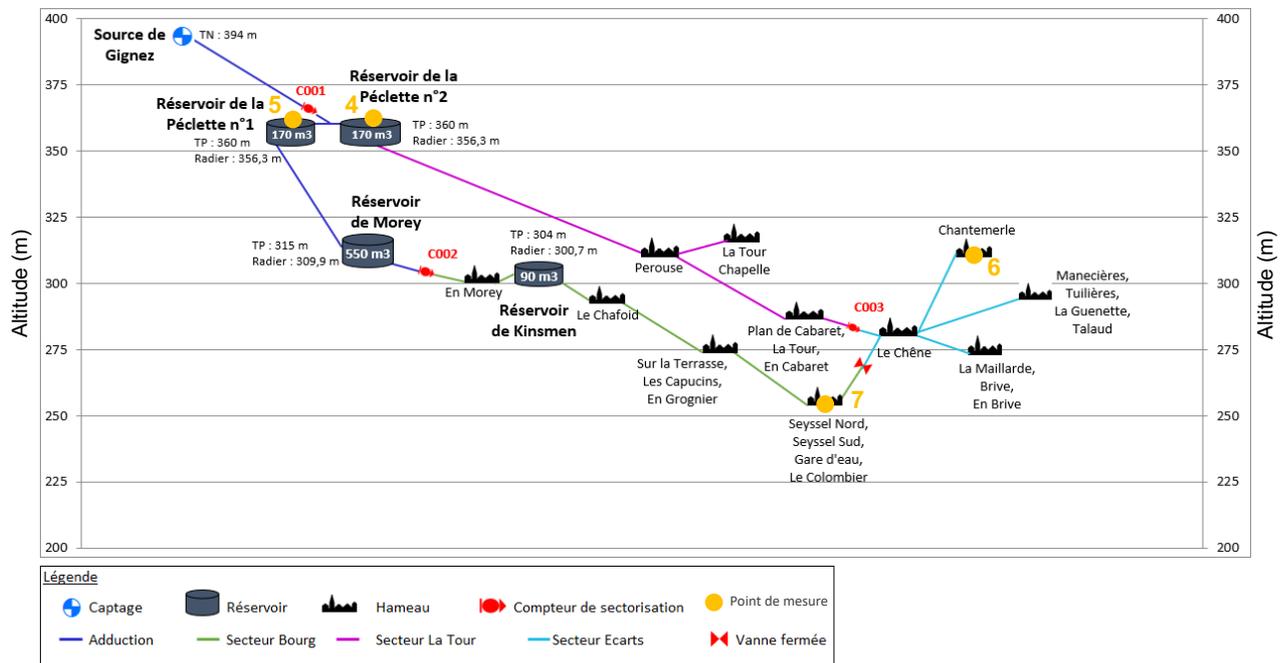


Figure 12 : Localisation des points de mesure

### 3.2.2. Mesures de débit

#### Objectif et mise en œuvre

Les mesures de débits permettent de suivre l'ensemble des volumes prélevés dans la ressource et les volumes livrés aux réseaux AEP. Elles permettent notamment d'identifier les débits nocturnes et donc les zones hydrauliques où des fuites sont présentes. Au total, trois mesures de débit ont été effectuées lors de la campagne de mesures.

Ces mesures au niveau des compteurs permettent d'appréhender les volumes transitant par secteurs et le débit de fuite. Ce dernier correspond au débit minimum nocturne moyen enregistré (généralement entre minuit et 5 h) auquel est appliqué un coefficient de 85 % (il est donc considéré que 15 % du débit transitant la nuit correspond à de la consommation).

#### Résultats sur les volumes produits

Les débits provenant de la Source de Gignez ont été mesurés. Ils correspondent aux débits mesurés au niveau du point 1 situé en entrée du réservoir de Péclette. A noter toutefois que ces mesures sont effectuées au droit des ouvrages de stockage et n'intègrent pas les éventuelles pertes au niveau des canalisations d'adduction. Les volumes journaliers produits durant la campagne de mesures sont détaillés en Annexe 14.

Le Tableau 18 ci-dessous récapitule les volumes prélevés à la Source de Gignez lors de la campagne de mesures.

*Tableau 18 : Récapitulatif des volumes produits*

Source de Gignez	Volume journalier (m <sup>3</sup> /j)
Minimum	193,0
Maximum	221,2
Moyenne	206,8
Moyenne semaine	206,1
Moyenne week-end	214,0

Les volumes issus du captage de Gignez sont assez réguliers au cours de la campagne de mesures. Le volume total provenant de la source est en moyenne de 206,8 m<sup>3</sup>/j. La différence de prélèvement entre les jours de semaine et de week-end est de 5 %. De plus, en comparant ces mesures avec les données antérieures annuelles de 2012 à 2018 (données moyennées en m<sup>3</sup>/j), il résulte que la Source de Gignez a été sollicitée normalement durant la campagne de mesures.

#### Résultats sur les volumes distribués

Le volume total distribué correspond au volume enregistré au niveau du compteur situé en entrée du réservoir de Péclette (C001). Il intègre le volume consommé et le volume de fuite (le volume de service est considéré comme nul). Les volumes journaliers distribués durant la campagne de mesures sont détaillés en Annexe 15.

Le Tableau 19 ci-dessous récapitule l'ensemble des résultats de la campagne de mesures au niveau de chaque compteur de sectorisation. Les trois dernières colonnes indiquent le débit moyen journalier calculé, en distinguant les fuites de la consommation d'eau potable. Ce débit moyen a été calculé sur l'ensemble des jours de la campagne de mesures, avec calcul d'une courbe de consommation moyenne basée sur la moyenne arithmétique pour tous les points. La consommation d'eau potable est calculée par déduction des fuites au débit moyen journalier.

Tableau 19 : Débits mesurés par compteur

Point de mesures	Numéro de compteur	Localisation	Débit moyen calculé (m <sup>3</sup> /j)	Dont fuites (m <sup>3</sup> /j)	Dont consommation (m <sup>3</sup> /j)
Point 1	C001	Réservoir de Péclette (entrée)	206,8	94,0	112,8
Point 2	C002	Réservoir de Morey (sortie)	142,0	79,0	63,0
Point 3	C003	Écarts – regard vers cimetière	22,2	0	22,2

Le Tableau 20 suivant récapitule l'ensemble des résultats de la campagne de mesure au niveau de chaque secteur, ainsi que les formules de calcul utilisées.

Tableau 20 : Débits mesurés par secteur

Secteur	Formule de calcul	Débit moyen calculé (m <sup>3</sup> /j)	Dont fuites (m <sup>3</sup> /j)	Dont consommation (m <sup>3</sup> /j)
La Tour	C001 - C002 - C003	42,6	7,0	35,6
Bourg de Seyssel	C002	142,0	79,0	63,0
Les Écarts	C003	22,2	0	22,2
<b>TOTAL SEYSSEL</b>	<b>C001</b>	<b>206,8</b>	<b>86,0</b>	<b>120,8</b>

Durant la campagne de mesures, le rendement était de 58 %, ce qui est bien inférieur aux valeurs annuelles calculées précédemment et au rendement seuil fixé par le Grenelle, soit 67 % pour le réseau de Seyssel (cf. 2.4.2.). L'ILP est également médiocre (6,1 m<sup>3</sup>/j/km).

### 3.2.3. Mesures de marnage

#### Objectif et mise en œuvre

Le suivi des niveaux d'eau dans les cuves des réservoirs permet de diagnostiquer le fonctionnement des ouvrages. Il permet notamment d'identifier les réservoirs sur lesquels le marnage serait trop ou pas assez important mais aussi de comprendre les contrôles de remplissage et d'arrêt qui sont indispensables pour la modélisation.

Dans le cadre de cette étude, deux marnages de réservoir ont été suivis. En effet, tous les réservoirs de Seyssel sont gérés par flotteur. Ainsi, seuls les réservoirs principaux (à savoir les deux cuves du réservoir de Péclette) ont été équipés.

#### Résultats des mesures

Les Figure 13 et Figure 14 ci-dessous rendent compte du marnage des cuves Bourg et Écarts du réservoir de Péclette sur une journée de la campagne de mesures. Les courbes vertes et jaunes représentent respectivement les niveaux minimum et maximum mesurés au cours de la campagne de mesures. Les résultats détaillés de la période complète de mesures sont présentés en Annexe 16 et Annexe 17.

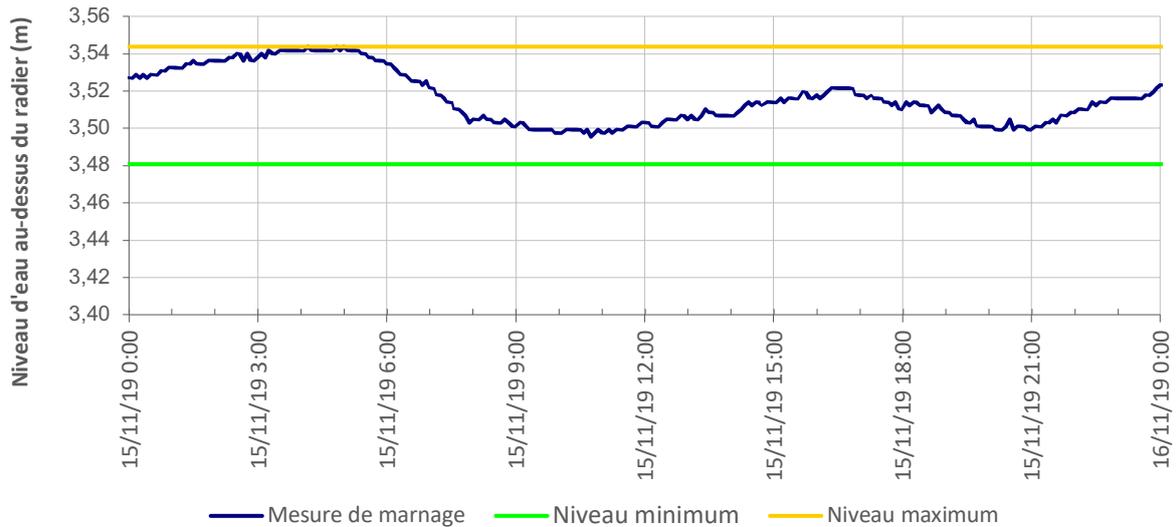


Figure 13 : Évolution du niveau du réservoir de Péclette, cuve Bourg

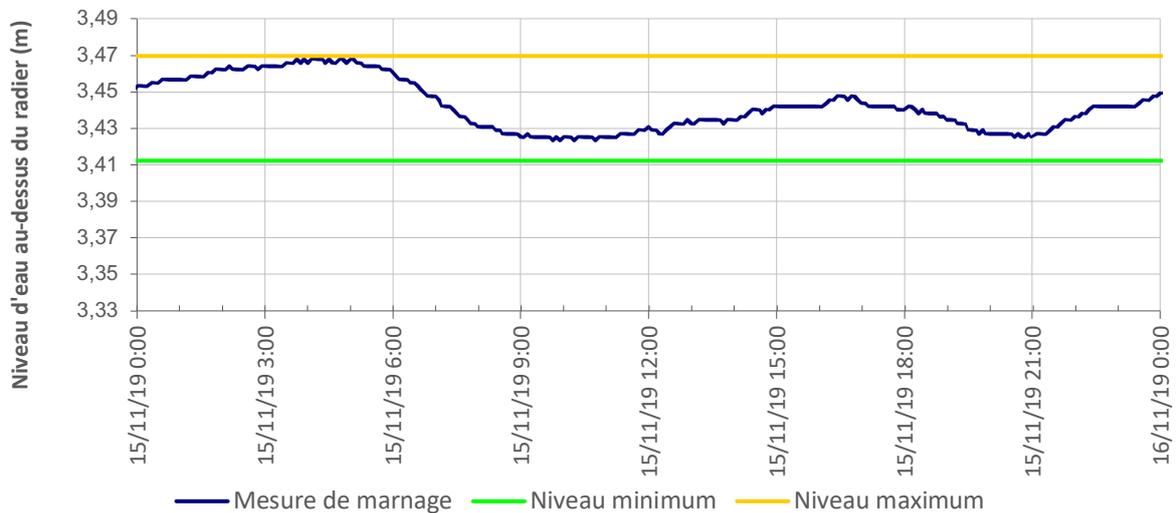


Figure 14 : Évolution du niveau du réservoir de Péclette, cuve Écart

Les marnages des deux cuves du réservoir Péclette sont plutôt réguliers. Le réservoir fonctionne de manière répétitive tous les jours, avec une variation de niveau liée à la variation de la demande :

- Remplissage maximum vers 4h du matin ;
- Diminution du niveau jusqu'aux alentours de 10h (pic de consommation en matinée) ;
- Remplissage intermédiaire jusque vers 15h ;
- A nouveau diminution du niveau jusqu'aux alentours de 20h (pic de consommation en soirée).

Le Tableau 21 ci-dessous récapitule les hauteurs de marnage minimales, moyennes et maximales mesurées lors de la campagne de mesures.

Tableau 21 : Récapitulatif des mesures de marnage

Réservoir	Hauteur minimale (m)	Hauteur moyenne (m)	Hauteur maximale (m)	Marnage (cm)
Cuve Bourg	3,48	3,51	3,54	6
Cuve Écart	3,41	3,44	3,47	6

Le marnage des deux cuves est identique, ce qui s'explique par le fait que les deux cuves sont à l'équilibre via le bac répartiteur qui assure leur alimentation. La différence de hauteur de 7 cm provient probablement d'une imprécision de pose ou de mesure des capteurs.

La variation maximale de hauteur d'eau dans les deux cuves du réservoir de Péclette est de 6 cm, ce qui représente un volume de marnage de l'ordre de 3 m<sup>3</sup>, soit 2 % du volume de stockage (cuves de 170 m<sup>3</sup> chacune). Ce faible marnage est cohérent avec un remplissage par flotteur.

### 3.2.4. Mesure de pression

#### Objectif et mise en œuvre

Les mesures de pression permettent de s'assurer du bon fonctionnement du réseau. En effet, la pression reflète la capacité du réseau à satisfaire la demande en eau, tout en restant dans des gammes de confort.

Dans le cadre de cette étude, deux mesures de pression ont été réalisées au niveau de poteaux incendie.

#### Résultats des mesures

Les Figure 15 et Figure 16 suivantes présentent les variations de pressions mesurées sur une journée de la campagne de mesures à Chantemerle et au Bourg (données 2 minutes lissées sur un pas de temps 10 minutes). Les résultats détaillés de la période complète de mesures sont présentés en Annexe 18 et Annexe 19.

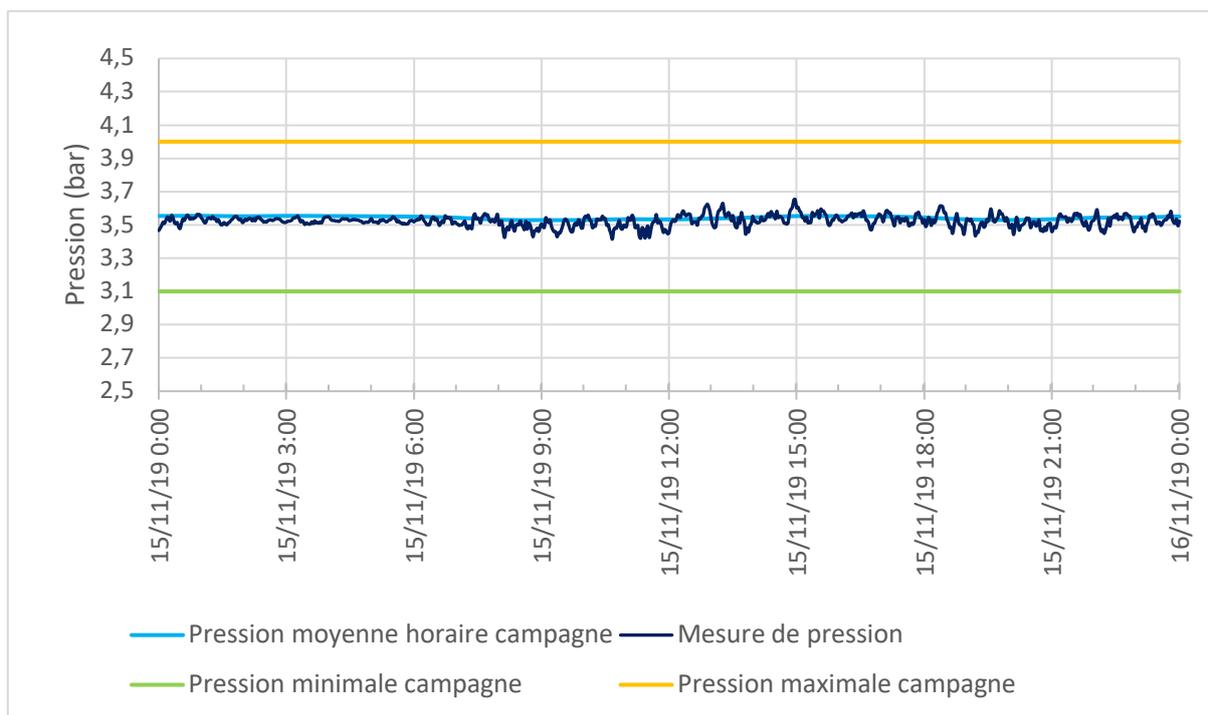


Figure 15 : Évolution de la pression mesurée au point 6 (Chantemerle)

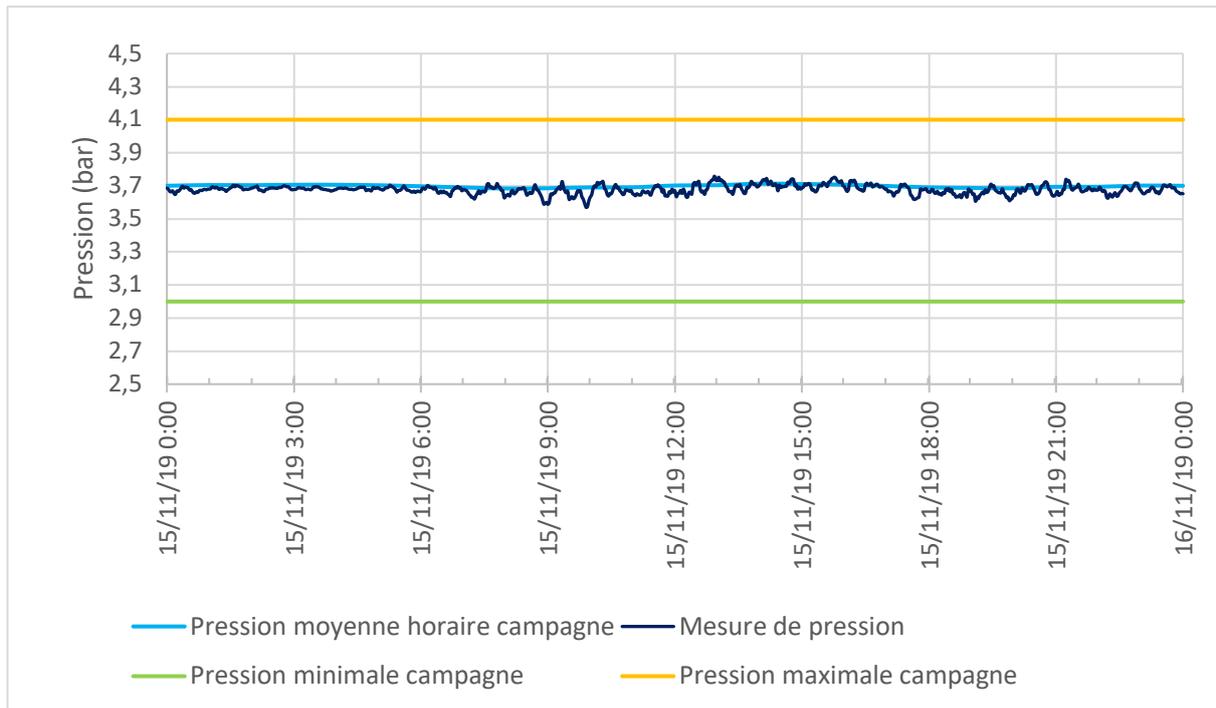


Figure 16 : Évolution de la pression mesurée au point 7 (Bourg)

Le Tableau 22 ci-dessous récapitule les pressions minimales, moyennes et maximales observées à chaque point de mesure.

Tableau 22 : Récapitulatif des mesures de pression

Point de mesure	Localisation	Pression minimum (bar)	Pression moyenne (bar)	Pression maximum (bar)
6	Chantemerle	3,1	3,5	4,0
7	Bourg	3,0	3,7	4,1

Les champs de pression sur les deux points de mesure varient entre 3,0 et 4,1 bars en fonction de la consommation des abonnés. En termes d'évolution de champs des pressions, aucune variation importante de pression n'a été constatée durant la campagne de mesures. Il est tout de même à noter quelques faibles baisses de pression inexplicables (pas de tirage sur poteau incendie ni autre manœuvre connue sur le réseau) au niveau du point 7 (Bourg) les 4, 6, 11 et 18 novembre 2019.

### 3.2.5. Recherche de fuites

#### Présentation de la démarche

En accord avec la commune de Seyssel, la recherche de fuite a été effectuée par Permalog. Les Permalog sont des capteurs acoustiques capables de déterminer les tronçons fuyards sur les réseaux de distribution d'eau potable grâce aux bruits qu'ils enregistrent. En effet, les fuites d'eau génèrent des bruits caractéristiques qui varient en fonction du débit, de la pression, du matériau de la conduite ou encore du type de casse. La recherche de fuite est réalisée de préférence la nuit pour limiter les bruits parasites. Les Permalog permettent de pré-localiser les tronçons fuyards et ne constituent donc pas une recherche de fuites fine. Les fuites identifiées par cette méthode doivent être par la suite localisées plus précisément, par exemple par corrélation acoustique.

Avant d'effectuer les recherches de fuites, une analyse des résultats de la campagne de mesure a été réalisée. Cela a permis d'identifier les secteurs présentant des fuites et les secteurs non (ou très peu) fuyards. Les deux secteurs présentant des fuites étaient le secteur du Bourg de Seyssel et le secteur de la Tour. Les fuites étant très majoritairement localisées au niveau du secteur du Bourg (92% du volume total), l'intégralité des 36 Permalog a donc été posée par IRH sur le réseau de ce secteur.

### Résultats de la méthode par Permalog

Chaque Permalog est équipé de deux diodes :

- Si le Permalog ne détecte aucune fuite, alors sa lumière est verte ;
- Si une fuite est mise en évidence, le Permalog émet une lumière rouge.

La Figure 17 ci-dessous présente la localisation des différents Permalog ainsi que les résultats obtenus pour chacun d'entre eux.

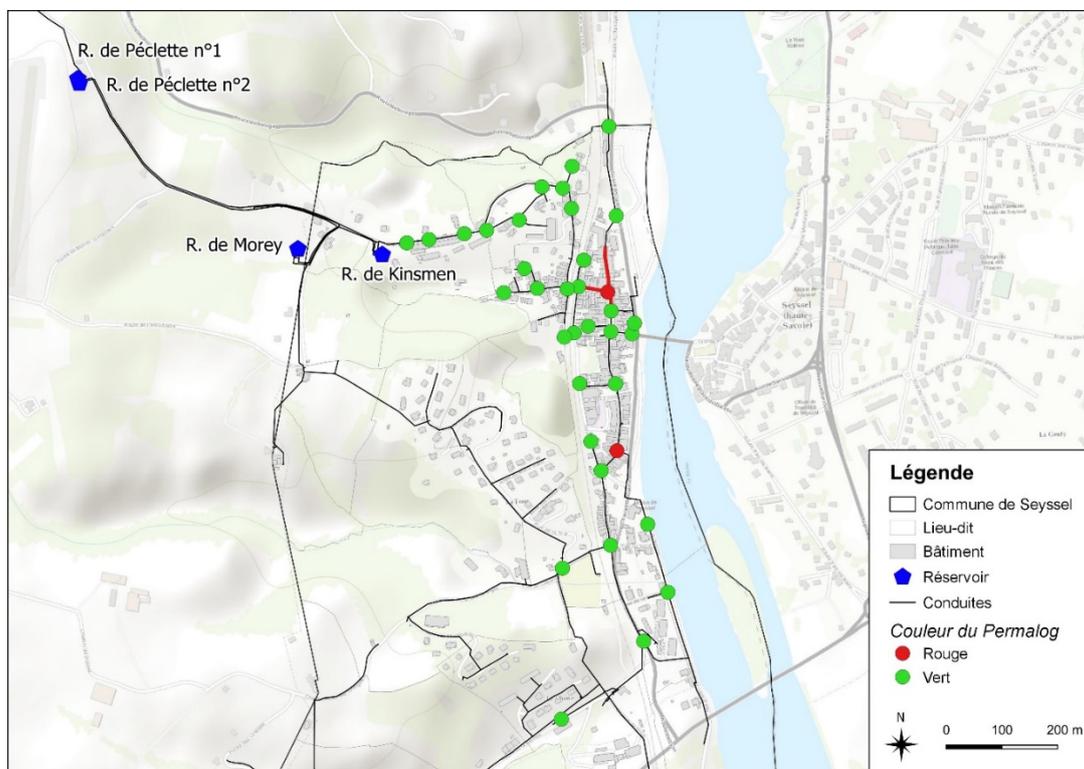


Figure 17 : Localisation des Permalog et résultats de la recherche de fuites

Comme le montre la précédente carte, deux Permalog ont identifié la présence potentielle d'une fuite :

- 1 sur le secteur de Seyssel Nord (rue Tiersot, de Gérin ou place de la République) ;
- 1 sur le secteur de Seyssel Sud (rue Winston Churchill, quai Charles De Gaulle ou quai du Rhône).

Pour rappel, les points sur la carte correspondent uniquement à la localisation des Permalog, qui indiquent si le secteur est fuyard ou non. Les deux fuites identifiées doivent être localisées plus précisément, par exemple par corrélation acoustique.

### Résultat de la méthode par corrélation acoustique

La corrélation acoustique repose sur le même principe que les Permalog : une fuite génère une onde acoustique qui se propage dans la conduite. Deux capteurs sont positionnés de part et d'autre de la fuite afin d'enregistrer les bruits présents sur le réseau. Si un bruit caractéristique d'une fuite est identifié, il est ensuite possible de déterminer sa position à partir de la distance séparant les deux capteurs et la vitesse de propagation de l'onde.

La société Ax'eau a été mandatée pour réaliser la recherche de fuites sur le secteur de Seyssel Nord ; cette recherche a été effectuée le 05/03/2020. Un linéaire de 0,18 km de réseau a été contrôlé (canalisations en rouge sur la carte ci-dessous). Le secteur Seyssel Sud n'a pas été contrôlé car l'exploitant avait déjà fait une recherche de fuite.

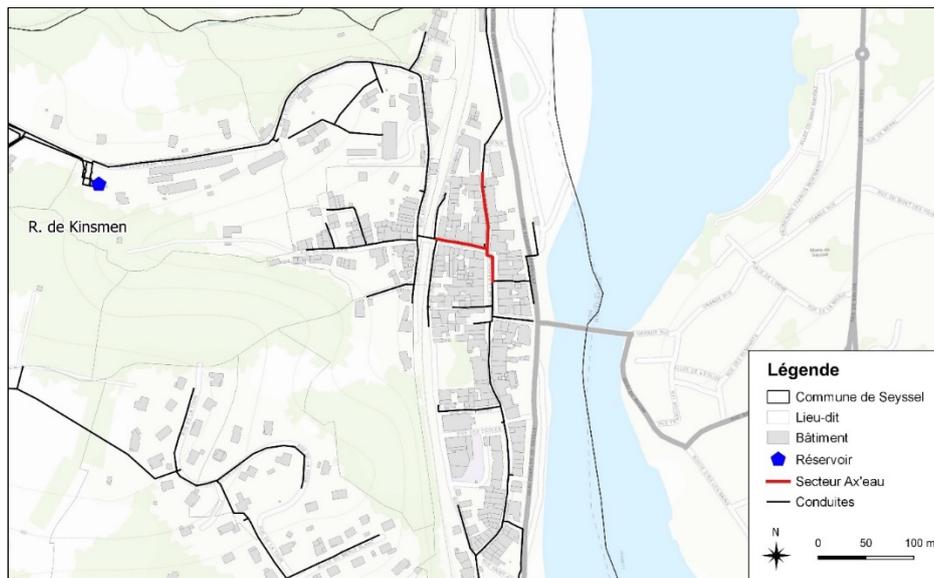


Figure 18 : Secteur contrôlé par corrélation acoustique

Aucune fuite n'a été détectée sur le secteur. Cette différence de résultat avec la méthode précédente peut s'expliquer par une erreur ou une défaillance du Permalog.

## 3.3. Construction du modèle

### 3.3.1. Structure du réseau

Pour créer le modèle hydraulique, il faut tout d'abord construire le réseau. La construction se fait sur la base des fichiers du Système d'Information Géographique (SIG) des réseaux, transmis par la commune. Le fichier SIG des conduites (incluant les diamètres intérieurs, longueurs, matériaux et secteurs) est importé dans WaterGEMS. Le logiciel crée alors automatiquement les noeuds.

Les différents ouvrages et appareils présents et ayant un impact hydraulique sur le réseau sont ensuite ajoutés. Dans ce cas, il s'agit principalement des réservoirs et des vannes fermées, puisque le réseau de Seyssel ne possède pas de pompe ni de stabilisateur de pression.

Enfin, le modèle nécessite des profils de besoins, qui traduisent l'évolution de la demande des abonnés en fonction de l'heure de la journée. Ces courbes permettent notamment de tenir compte de la variabilité inter-secteurs et du type de consommation (domestique ou industriel).

Les différentes caractéristiques qui doivent être renseignées pour chaque élément du modèle sont présentées dans le Tableau 23 ci-dessous.

Tableau 23 : Propriétés à renseigner pour chaque élément du modèle

Eléments	Caractéristiques nécessaires
<b>Nœuds</b>	Altitude Demande des abonnés Profil de besoins
<b>Tronçons</b>	Longueur Diamètre Rugosité
<b>Réservoirs</b>	Forme Volume Niveau du radier Niveau du trop plein Niveau en début de simulation
<b>Vannes</b>	Altitude Etat (ouvert/fermé)

Les données d'altitude proviennent des relevés topographiques effectués sur le terrain au niveau des différents ouvrages et appareillages du réseau, complétés d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) d'une résolution de 25 m. Le module « TRex » de WaterGEMS permet d'affecter une altitude à chaque nœud par interpolation.

Les demandes des abonnés proviennent des données de consommation des rôles de l'eau, référencées par adresse (compteurs abonnés). Elles sont affectées à des points définis en (X, Y) via une macro Excel, qui utilise comme champ commun le nom des rues de la base de données « Adresses » dans laquelle à un point défini (X, Y) est attribué un nom de rue et éventuellement un numéro. Le module « LoadBuilder » de WaterGEMS permet ensuite d'affecter chaque consommation au nœud le plus proche. Les consommations des abonnés dits gros consommateurs ont été affectées manuellement (elles ont un impact plus important sur le fonctionnement hydraulique du réseau et doivent donc être localisées avec précision).

Les conduites ont été modélisées en considérant dans un premier temps les coefficients de rugosité de Darcy-Weisbach suivants :

- Fonte et inconnu : 0,4 mm ;
- PVC, PEHD et plomb : 0,1 mm.

### 3.3.2. Profils de besoins

Les profils ont été déterminés à partir des débits mis en distribution sur chaque secteur (calculés à partir des débits mesurés). Au total, trois courbes de consommations, illustrées sur les Figure 19, Figure 20 et Figure 21, ont été définies (une pour chaque secteur). Il s'agit de modèles domestiques, présentant un pic de consommation en matinée et en soirée. Aucun modèle de type industriel n'a été créé pour les deux abonnés non domestiques, car aucune information n'était disponible concernant leur profil de consommation.

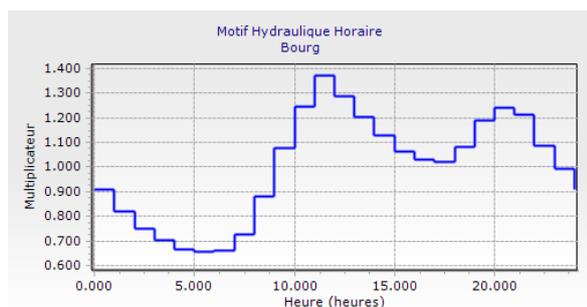


Figure 19 : Courbe de consommation du secteur Bourg

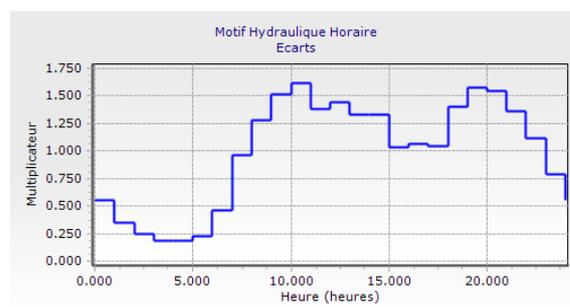


Figure 20 : Courbe de consommation du secteur Écart

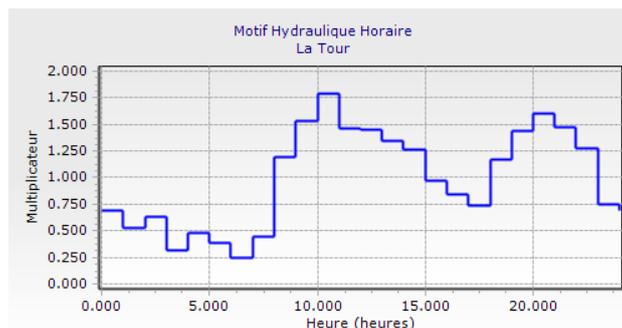


Figure 21 : Courbe de consommation du secteur La Tour

### 3.4. Calage du modèle

#### 3.4.1. Méthodologie et choix du jour de calage

Afin de pouvoir se fier aux résultats d'un modèle, il est essentiel de le caler par rapport à des données observées dans la réalité. Le calage du modèle consiste donc à comparer les résultats de simulations avec les données recueillies sur le terrain durant la campagne de mesures, à identifier les points de divergence et à ajuster certains paramètres descriptifs du réseau ou des ouvrages d'alimentation en eau potable afin de reproduire le plus fidèlement possible le fonctionnement réel du système [21].

Le jour de calage doit être, de préférence, un jour pour lequel l'ensemble des mesures ont fonctionné ; un jour de semaine, les consommations le week-end étant souvent différentes de celles de la semaine ; et un jour sans « perturbation » du réseau, comme les tirages sur poteau incendie ou autres manœuvres sur le réseau. Le jour de calage retenu pour cette étude est le vendredi 15 novembre 2019, qui remplit les conditions précédentes et représente un jour moyen de fonctionnement. Plusieurs paramètres doivent être ajustés selon les résultats des mesures de débit, marnage et pression, effectuées sur cette journée.

Tout d'abord, les contrôles de remplissage des réservoirs sont déterminés à partir des marnages observés. Ici, tous les réservoirs fonctionnent avec un système à flotteur. Dans WaterGEMS, il n'y a pas la possibilité de représenter directement un flotteur. Il est nécessaire de créer une vanne de régulation qui impose une perte de charge variable en fonction du niveau du réservoir.

Ensuite, il est nécessaire de régler les asservissements des différents organes hydrauliques, tels que les pompes. Le réseau n'est pas concerné par ces éléments.

Enfin, les rugosités des conduites doivent être ajustées afin de reproduire les pertes de charge. Pour cela, il faut tout d'abord déterminer les canalisations qui ont le plus d'impact,

c'est-à-dire celles où la vitesse est la plus importante, puisqu'elles génèrent des pertes de charge élevées - d'après l'équation de Darcy-Weisbach (cf. 3.1.3). Des rugosités comprises entre 0,4 et 1,5 mm ont été affectées aux conduites en fonte et en matériau inconnu. La rugosité des conduites en PVC, PEHD et plomb a été laissée à la valeur initiale, soit 0,1 mm.

Les résultats obtenus sont présentés dans les paragraphes suivants. Les courbes en bleu représentent les résultats des simulations et les courbes en rouge, les mesures.

### 3.4.2. Marnage des réservoirs

La Figure 22 présente le résultat du calage des réservoirs. Le niveau d'eau modélisé dans le réservoir de Péclette est sensiblement le même que le niveau d'eau mesuré. Il est à noter quelques décalages au niveau des pics, cependant le faible marnage du réservoir dû au remplissage par flotteur est bien représenté par le modèle.

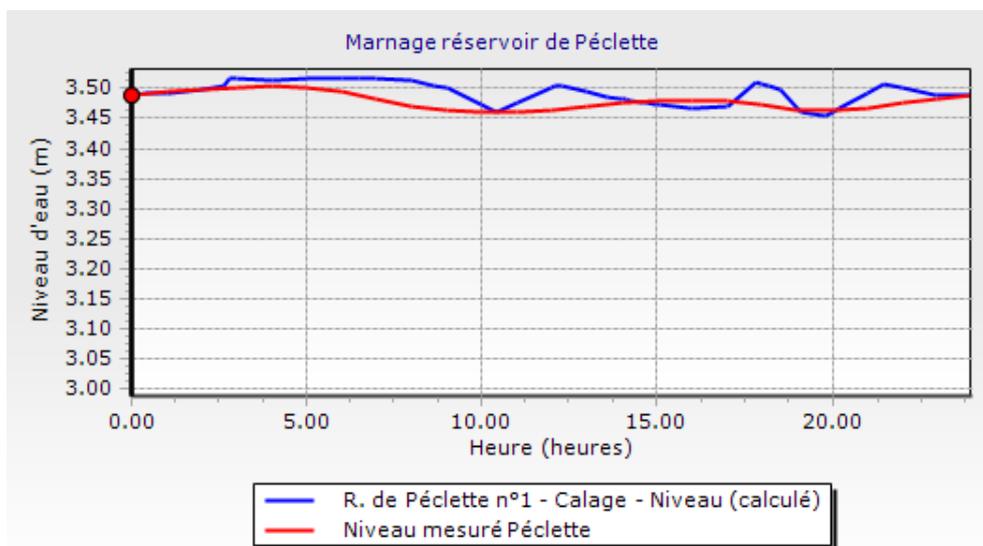


Figure 22 : Niveau mesuré et simulé au réservoir de Péclette

### 3.4.3. Débits

Les courbes des débits horaires mesurés et simulés ont été comparées afin de vérifier leur corrélation. Les résultats sont reportés en Figure 23, Figure 24 et Figure 25. Pour les trois points étudiés (compteurs C001, C002 et C003), les débits simulés sont très proches de ceux mesurés.

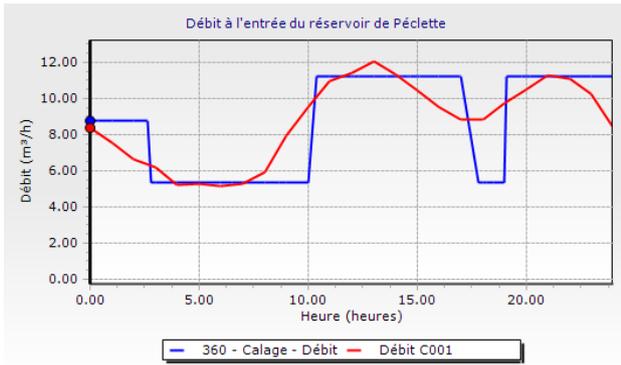


Figure 23 : Débit mesuré et simulé à l'entrée du réservoir de Pécellette

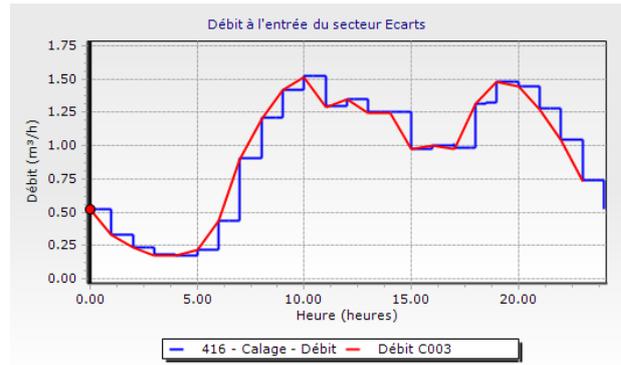


Figure 24 : Débit mesuré et simulé à l'entrée du secteur Écarts

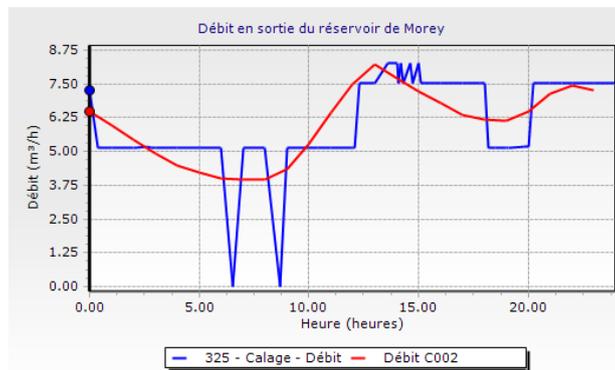


Figure 25 : Débit mesuré et simulé en sortie du réservoir de Morey

### 3.4.4. Pressions

Les Figure 26 et Figure 27 suivantes reprennent les pressions simulées et mesurées sur le réseau. La corrélation est bonne pour les deux points étudiés (Bourg et Chantemerle).

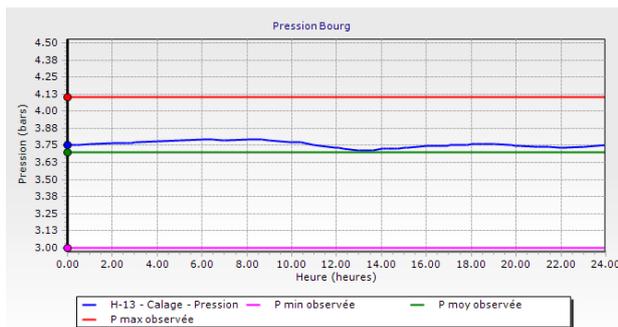


Figure 26 : Pressions mesurées et simulées au Bourg

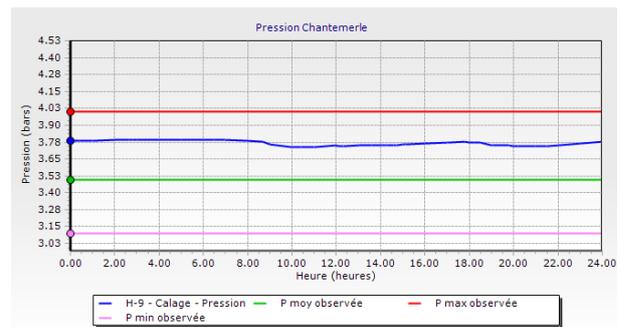


Figure 27 : Pressions mesurées et simulées à Chantemerle

### 3.5. Bilan du fonctionnement actuel

Pour rappel, en situation actuelle, la demande moyenne sur le réseau est 196 m<sup>3</sup>/j en jour moyen et de 333 m<sup>3</sup>/j en jour de pointe.

### 3.5.1. Analyse des pressions

La structure de distribution doit être dimensionnée pour garantir aux zones de desserte un niveau de pression satisfaisant les usages. Des pressions trop importantes ou trop faibles peuvent poser certains problèmes, comme l'explique le Tableau 24 ci-dessous.

Tableau 24 : Catégorisation des gammes de pression

Gammes de pression dans les réseaux		
	> 8 bars (80 mCE)	Pression très élevée nécessitant des réducteurs de pression : risques accrus de fuites sur les réseaux.
	6 à 8 bars (60 à 80 mCE)	Pression élevée nécessitant des réducteurs de pression au niveau des habitations
	4 à 6 bars (40 à 60 mCE)	Pression élevée
	2 à 4 bars (20 à 40 mCE)	Pression correcte hormis immeubles de grande hauteur : surpression interne nécessaire
	1,5 à 2 bars (15 à 20 mCE)	Pression faible : risque de défauts de débit/pression dans certaines conditions ou sur les étages d'habitations
	< 1,5 bars (15 mCE)	Pression très faible : risque d'insuffisance de débit/pression au niveau des habitations
	0 bar (0 mCE)	Risque de dégradation de la qualité de l'eau par aspiration d'éléments extérieurs...

Les Figure 28 et Figure 29 ci-dessous illustrent les pressions minimales simulées sur le réseau de Seyssel, respectivement pour un jour moyen et un jour de pointe.

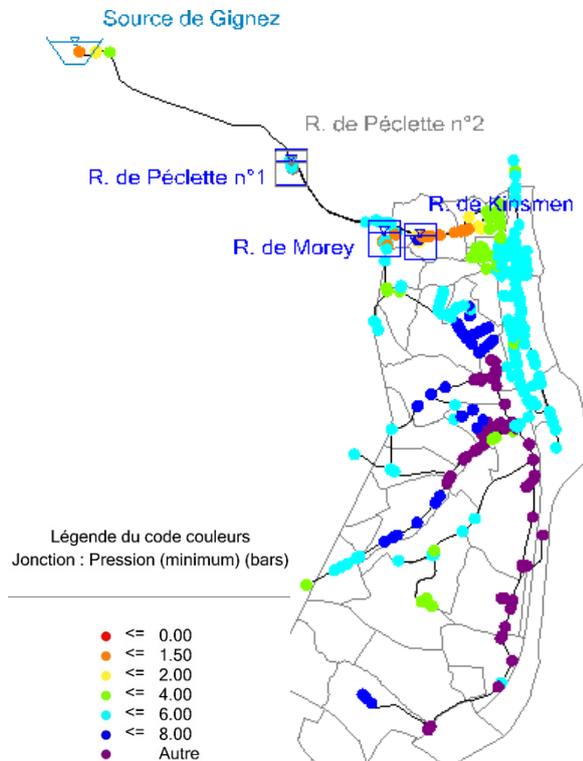


Figure 28 : Pressions minimales simulées lors du jour moyen – situation actuelle

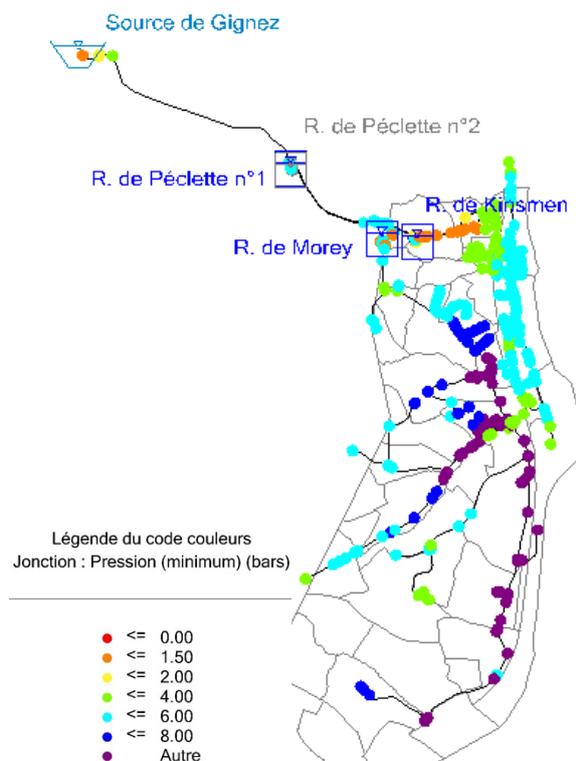


Figure 29 : Pressions minimales simulées lors du jour de pointe – situation actuelle

Lors du jour moyen, les pressions minimales sont comprises entre 0,6 et 10,2 bars et les pressions maximales entre 0,6 et 10,3 bars. Les pressions les plus fortes concernent le secteur Écart (extrémité de réseau, faible consommation), dont la majorité dépasse les 8 bars et nécessite la présence de réducteurs de pression individuels. Le secteur La Tour présente des pressions correctes à élevées. Au niveau du Bourg de Seyssel, les pressions sont globalement correctes à élevées. Des pressions plus faibles (inférieures à 1,5 bars) se retrouvent juste à l'aval du réservoir de Kinsmen (différence altimétrique faible) : la commune a indiqué la présence d'une dizaine de surpresseurs individuels sur le réseau.

Les variations de pression entre le jour moyen et le jour de pointe sont peu marquées. Lors du jour de pointe, les pressions minimales sont comprises entre 0,4 et 10,1 bars et les pressions maximales entre 0,6 et 10,2 bars. La répartition des pressions est identique à celle du jour moyen.

Pour conclure, les pressions sont globalement correctes à élevées, avec des pressions plus faibles aux droits des captages et des réservoirs (fonctionnement gravitaire, peu de différence altimétrique), et des pressions très élevées aux extrémités du réseau. Il serait ainsi judicieux de placer des stabilisateurs de pression avals, notamment au niveau du secteur des Écart, afin de limiter les contraintes qui s'appliquent sur les réseaux. Les abonnés en déficit de pression sont déjà équipés au niveau individuel.

### 3.5.2. Analyse des vitesses

Des vitesses trop faibles entraînent un risque accru de dépôt et de corrosion et augmentent le temps de séjour de l'eau dans les réseaux. Le Tableau 25 ci-après qualifie les différentes gammes de vitesse d'écoulement.

Tableau 25 : Catégorisation des gammes de vitesse

Gamme de vitesse dans les réseaux		
	> 2 m/s	Vitesses d'écoulement excessives
	1 à 2 m/s	Vitesses d'écoulement correctes à élevées
	0,5 à 1 m/s	Vitesses d'écoulement correctes
	0,1 à 0,5 m/s	Vitesses d'écoulement correctes à faibles
	< 0,1 m/s	Vitesses d'écoulement très faibles : risques de dépôts et de corrosion en particulier pour les vitesses inférieures à 0,01 m/s

Les Figure 30 et Figure 31 ci-dessous illustrent les vitesses maximales simulées sur le réseau de Seyssel, respectivement pour un jour moyen et un jour de pointe.

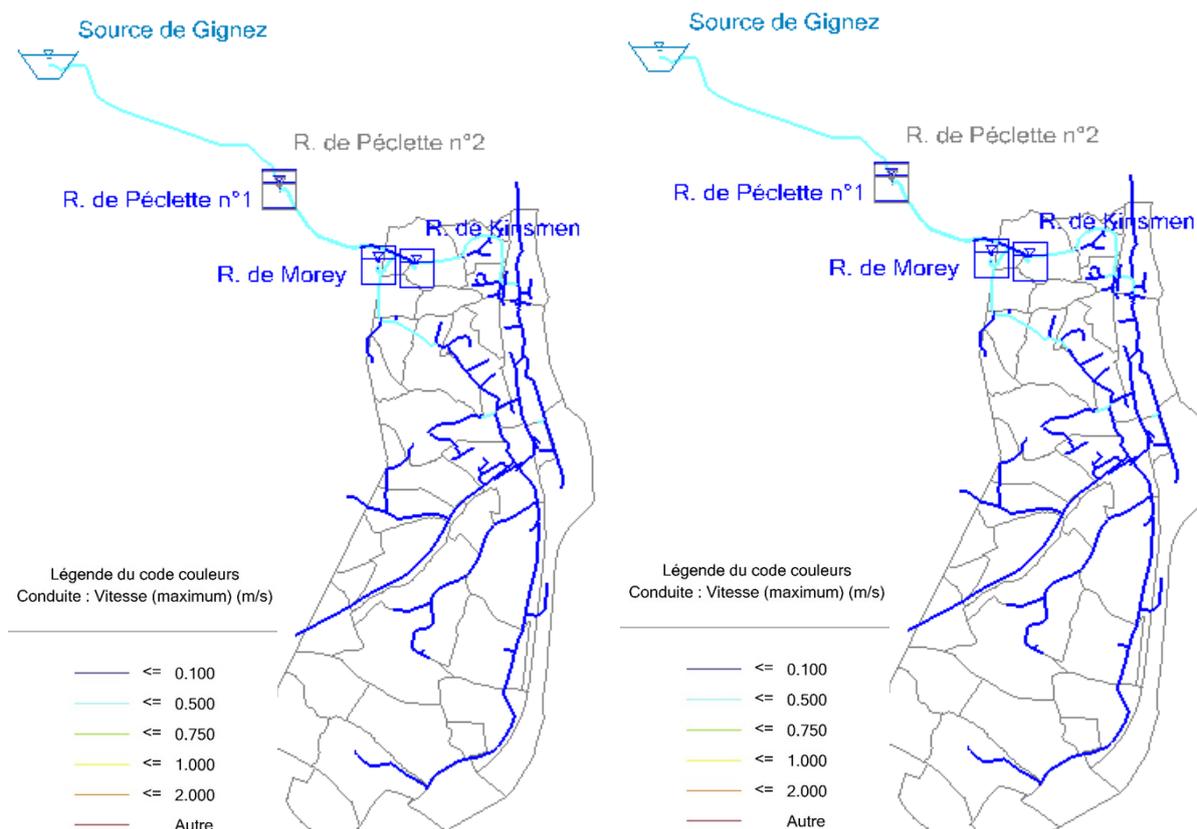


Figure 30 : Vitesses maximales simulées lors du jour moyen – situation actuelle

Figure 31 : Vitesses maximales simulées lors du jour de pointe – situation actuelle

Lors du jour moyen, les vitesses maximales sont comprises entre 0 et 0,5 m/s. La majorité du réseau est concernée par des vitesses inférieures à 0,1 m/s. Les vitesses les plus élevées sont relevées sur la partie amont du réseau. Aux extrémités, les vitesses descendent en dessous de 0,01 m/s et concernent près de 41 % du linéaire de conduites.

Les variations de vitesse entre le jour moyen et le jour de pointe sont peu marquées. Lors du jour de pointe, elles sont comprises en 0 m/s et 0,57 m/s. Comme précédemment, la majorité du réseau est concernée par des vitesses inférieures à 0,1 m/s et 34 % du linéaire est en dessous de 0,01 m/s.

Les vitesses sur le réseau d'eau potable de Seyssel sont donc relativement faibles, ce qui est typique des réseaux ruraux. Elles sont les plus élevées au droit de la source et des réservoirs et plus faibles aux extrémités du réseau (faible consommation). Plus d'un tiers du réseau est sujet à un risque accru de dépôt et de corrosion.

### 3.5.3. Age de l'eau dans les réseaux

Le calcul de l'âge de l'eau a été établi sur dix jours, avec calcul de l'âge moyen sur le dixième jour. Les résultats obtenus par modélisation sont présentés sur la Figure 32 ci-dessous.

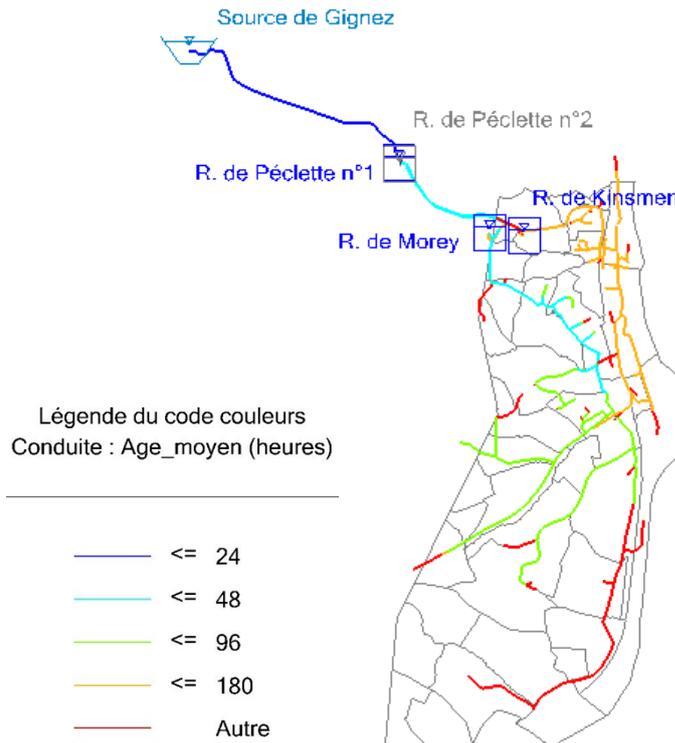


Figure 32 : Age de l'eau moyen en situation actuelle

L'âge moyen de l'eau sur la commune est compris entre 24 et 48 heures sur le secteur La Tour, entre 48 et 96 heures aux Écartis ; supérieur à 96 heures au niveau du Bourg et supérieur à 180 heures sur certaines antennes avec peu de consommations (extrémités du réseau). L'âge de l'eau est donc globalement trop élevé sur le réseau.

Un âge de l'eau élevé ne signifie pas forcément une mauvaise qualité d'eau, mais augmente les risques sanitaires par diminution du chlore libre résiduel ou interactions avec certaines conduites, comme l'explique le Tableau 26 ci-dessous. La qualité de l'eau doit être surveillée plus attentivement sur les zones où l'âge de l'eau est élevé (supérieur à 48 heures).

Tableau 26 : Catégorisation des gammes d'âge de l'eau

Age de l'eau relatif dans les réseaux		Incidence sanitaire	
< 24 heures	Temps de séjour faible	Pas d'incidence	
24 à 48 heures	Temps de séjour correct	Pas d'incidence	
48 à 96 heures	Temps de séjour correct à élevé	Risques d'apparition : - De défauts de chloration - D'interactions avec certains réseaux PVC datant d'avant 1980 et formation de chlorure de vinyle monomère (réseau non concerné)	
> 96 heures	Temps de séjour élevé		
> 180 heures	Temps de séjour très élevé : consommation quasiment nulle		

### 3.6. Bilan du fonctionnement futur

La modélisation du fonctionnement futur a été réalisée pour l'hypothèse haute, puisque l'hypothèse basse reste très proche de la situation actuelle. Pour cette hypothèse, en situation future, la demande moyenne sur le réseau est 233 m<sup>3</sup>/j en jour moyen et de 396 m<sup>3</sup>/j en jour de pointe, soit 19 % de plus qu'en situation actuelle.

#### 3.6.1. Analyse des pressions

Les Figure 33 et Figure 34 ci-dessous illustrent les pressions minimales simulées sur le réseau, respectivement pour un jour moyen et un jour de pointe en situation future.

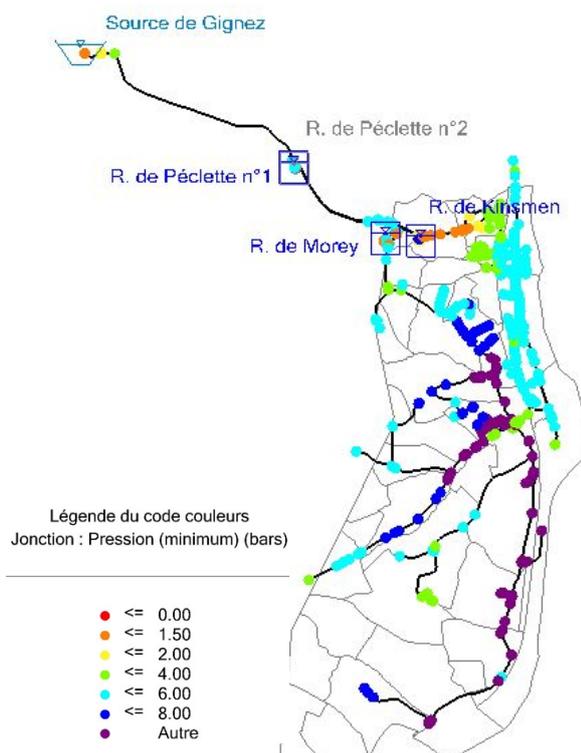


Figure 33 : Pressions minimales simulées lors du jour moyen – situation future

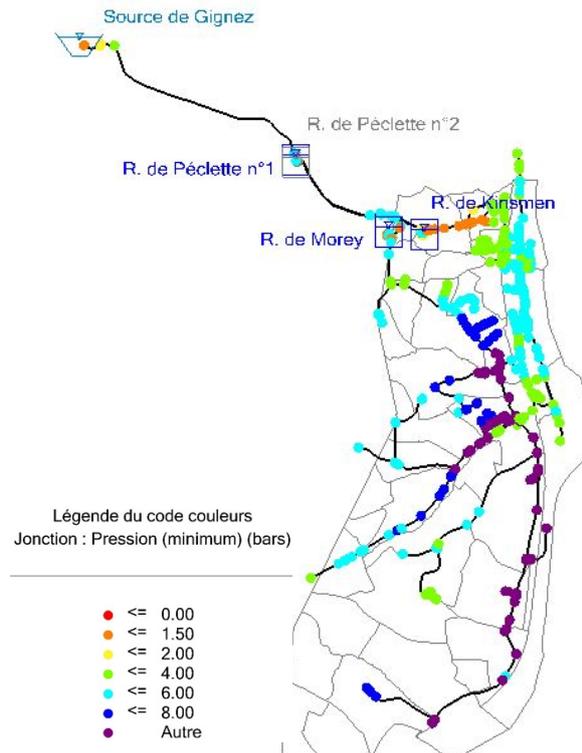


Figure 34 : Pressions minimales simulées lors du jour de pointe – situation future

Les variations de pression entre le jour moyen et le jour de pointe sont peu marquées. Les pressions minimales sont comprises entre 0,5 et 10,1 bars et les pressions maximales entre 0,6 et 10,3 bars.

Les conclusions sont identiques à celles de la situation actuelle : les pressions sont plutôt faibles au droit des réservoirs et élevées aux extrémités du réseau, en particulier sur le secteur des Écart. L'installation de stabilisateurs de pression avals est donc recommandée.

### 3.6.2. Analyse des vitesses

Les Figure 35 et Figure 36 ci-dessous illustrent les vitesses maximales simulées sur le réseau de Seyssel, respectivement pour un jour moyen et un jour de pointe en situation future.

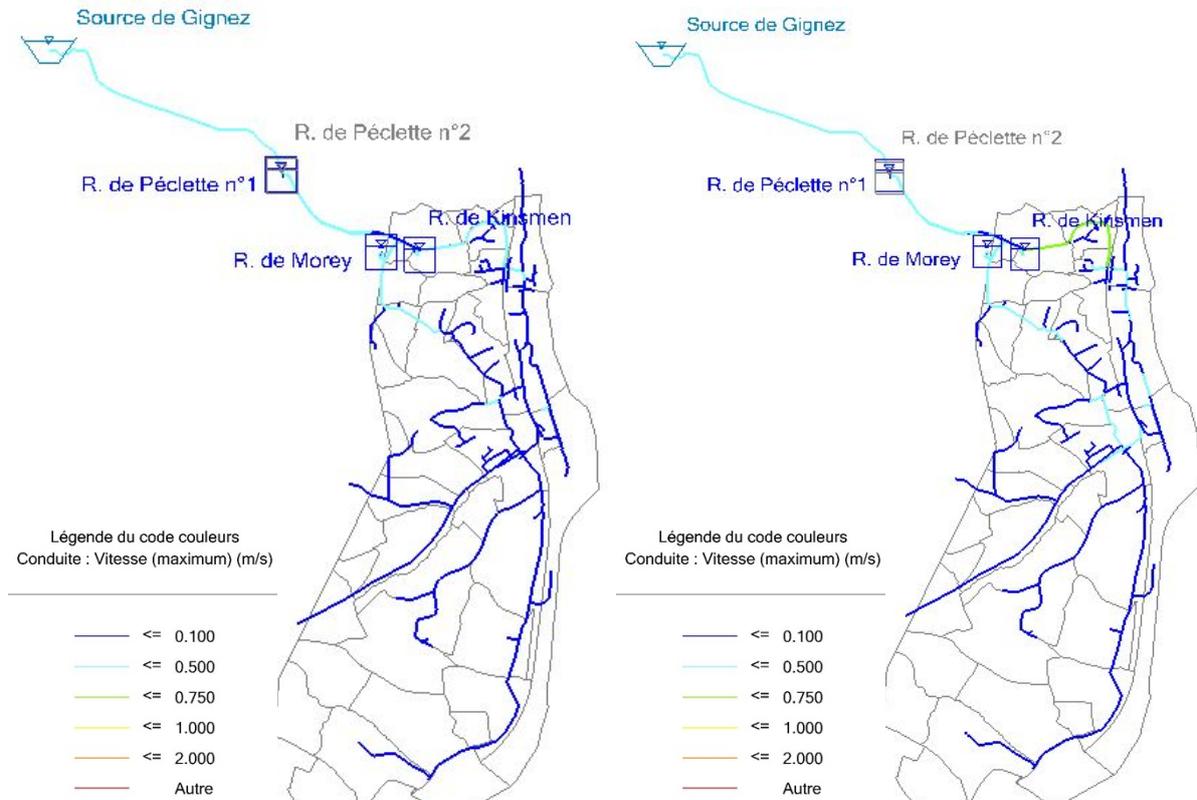


Figure 35 : Vitesses maximales simulées lors du jour moyen – situation future

Figure 36 : Vitesses maximales simulées lors du jour de pointe – situation future

Les variations de vitesse entre le jour moyen et le jour de pointe sont peu marquées. Les vitesses maximales sont comprises entre 0 et 0,75 m/s.

Les conclusions sont identiques à celles de la situation actuelle : la majorité du réseau est concernée par des vitesses inférieures à 0,1 m/s. 39 % du linéaire est concerné par des vitesses inférieures à 0,01 m/s en jour moyen et 31 % en jour de pointe. Plus d'un tiers du réseau est donc sujet à un risque accru de dépôt et de corrosion.

### 3.6.3. Age de l'eau dans les réseaux

Le calcul de l'âge de l'eau a été établi sur dix jours, avec calcul de l'âge moyen sur le dixième jour. Les résultats obtenus par modélisation en situation future sont présentés sur la Figure 37 ci-dessous.

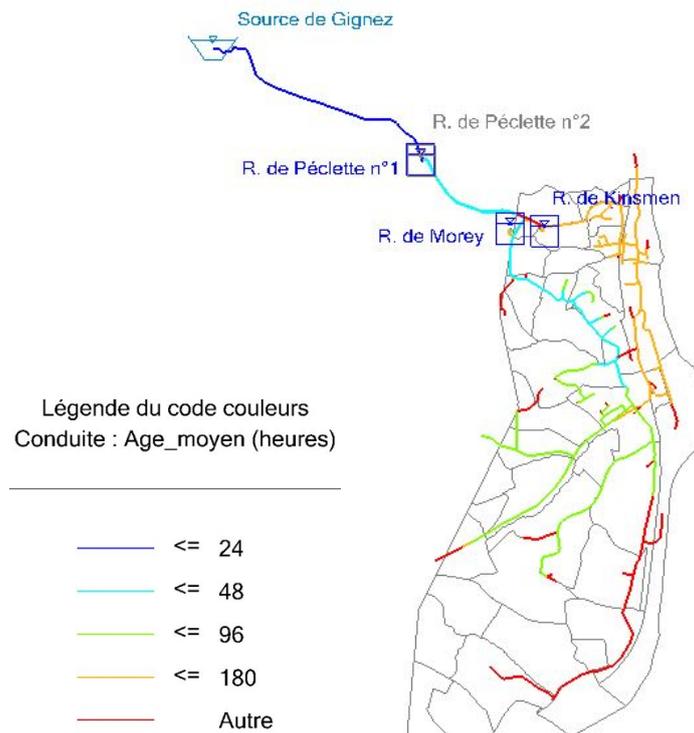


Figure 37 : Age de l'eau moyen en situation future

En situation future, les conclusions sont encore une fois similaires à la situation actuelle. L'âge moyen de l'eau sur la commune est compris entre 24 et 48 heures sur le secteur La Tour, entre 48 et 96 heures aux Écartis ; supérieur à 96 heures au niveau du Bourg et supérieur à 180 heures sur certaines antennes avec peu de consommations (extrémités du réseau). L'âge de l'eau est donc globalement trop élevé sur le réseau.

Les faibles vitesses et les temps de séjour élevés mis en évidence sont caractéristiques des réseaux ruraux avec de faibles consommations. En effet, ces réseaux ont été dimensionnés pour assurer la défense incendie, qui répond à des besoins en eau plus importants (60 m<sup>3</sup>/h pendant 2 heures à 1 bar de pression minimum). Les canalisations sont donc globalement surdimensionnées. Pour résoudre cette problématique, il faudrait réduire le diamètre des canalisations. Ceci impliquerait la déconnexion de la défense incendie du réseau AEP et la création de réserves incendie (bâches), et doit résulter d'un choix de la collectivité.

## 4. Étude de solutions

L'objectif de cette partie est de présenter des propositions d'aménagements permettant de résoudre les différentes problématiques du réseau qui ont précédemment été mises en lumière (qualité de l'eau, pressions trop élevées sur certains secteurs, absence de sécurisation de la ressource, etc.). Pour chaque point, les solutions techniques sont présentées et chiffrées.

*Les prix indiqués dans cette partie sont les prix standards constatés par IRH Ingénieur Conseil. Les colonnes « Total avec imprévus » incluent une marge de sécurité de 15 % correspondant aux éventuels imprévus et études préalables.*

### 4.1. Qualité de l'eau / traitement

Actuellement, l'eau est traitée uniquement au niveau du réservoir de Péclette par chloration (chlore gazeux asservi au compteur d'arrivée). La phase de modélisation a montré un âge de l'eau élevé dans le réseau (surtout dans le secteur du Bourg), ce qui implique des risques de défaut de chloration. Pour rappel, la circulaire DGS/SD7A n° 2003-524/DE/19-03 du 7 novembre 2003 relative aux mesures à mettre en œuvre en matière de protection des systèmes d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, y compris les eaux conditionnées, dans le cadre de l'application du plan Vigipirate, recommande un taux d'au moins 0,3 mg/L de chlore libre « en sortie des réservoirs » et de 0,1 mg/L « en tout point du réseau de distribution » [22]. La mise en place d'un traitement supplémentaire n'est pas nécessaire puisque les différentes analyses réalisées à ce jour n'ont pas montré de problème particulier. Néanmoins, il est recommandé d'effectuer un suivi bactériologique plus attentif et de prévoir des purges en extrémité de réseau en cas de nécessité.

### 4.2. Amélioration des pressions

Seyssel ne possède actuellement pas de régulateurs de pression. Néanmoins, suite aux conclusions de la phase de modélisation, il s'avère judicieux de placer différents stabilisateurs sur le réseau afin de maintenir une gamme de pression adaptée aux besoins des abonnés. La réduction des pressions permet également de diminuer les contraintes sur les réseaux et donc les risques de fuites et de casses. Ceci contribue à maintenir la pérennité des réseaux mais aussi à éviter des surcoûts (canalisations avec des pressions nominales plus faibles).

L'amélioration des pressions a été testée sur le modèle. Il est suggéré l'installation de trois stabilisateurs avals (PRV dans WaterGEMS, pour Pressure Reducing Valve) :

- PRV-1 : localisé juste à l'amont de la rue de la Tour, avec une pression de consigne de 3 bars ;
- PRV-2 : situé à l'aval de la rue de la Tour, avant le cimetière, avec une pression de consigne de 5,5 bars ;
- PRV-3 : placé juste à l'aval de la conduite desservant le Chêne, avec une pression de consigne de 4,9 bars.

La Figure 38 suivante présente les résultats obtenus pour les pressions après ajout des trois stabilisateurs.

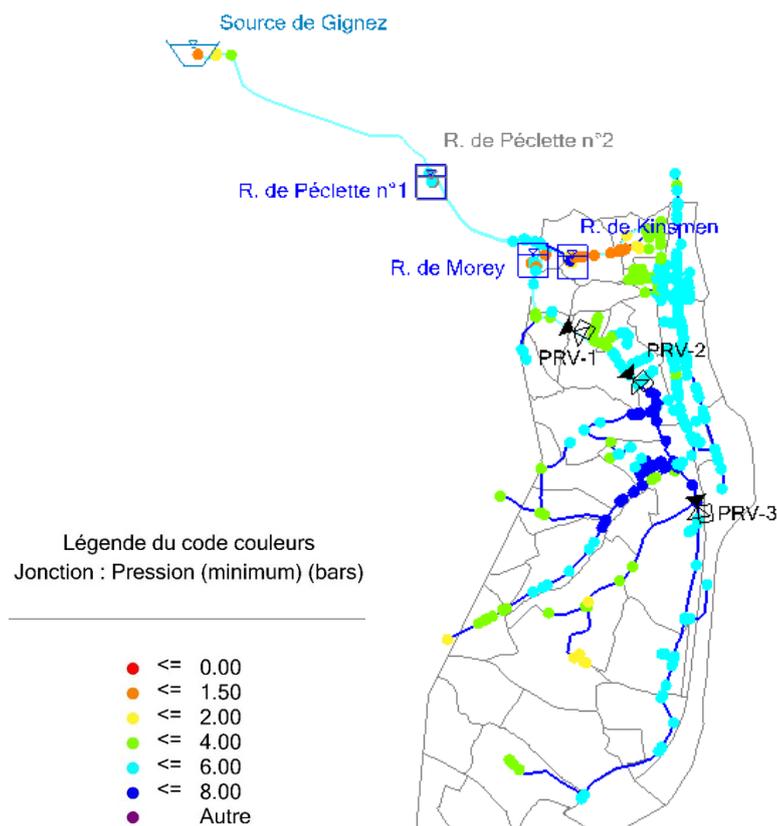


Figure 38 : Pressions modélisées sur le réseau après ajout des stabilisateurs avals

Les trois stabilisateurs installés permettent de maintenir une gamme de pressions correctes sur l'ensemble de la commune. L'amélioration est bien visible au niveau des secteurs La Tour et Ecart, avec des pressions limitées à 7,5 bars contre plus de 10 bars précédemment. Il n'est pas possible de diminuer plus ces pressions sans affecter les abonnés des branches remontant à l'ouest de la commune (pressions comprises entre 1,5 et 2 bars dans cette configuration pour les abonnés situés aux altitudes les plus élevées).

Le coût des travaux pour l'installation des stabilisateurs est estimé à environ 13 000 € et est détaillé dans le Tableau 27 ci-après.

Tableau 27 : Chiffrage travaux – protection du réseau

Désignation	Nombre d'unités	P.U.H.T.€	Montant HT €	Total avec imprévus (15%)
<b>Protection du réseau</b>				
<b>Stabilisateurs de pression supplémentaires</b>				
Installation d'un stabilisateur aval DN 100 mm	2 u	3 500 €/u	7 000 €	8 050 €
Installation d'un stabilisateur aval DN 150 mm	1 u	4 000 €/u	4 000 €	4 600 €
<b>Total</b>				<b>12 650 €</b>

### 4.3. Sécurisation de la ressource

Actuellement, la commune possède une seule ressource et aucune interconnexion avec les réseaux voisins. Son approvisionnement en eau potable est donc vulnérable à un risque de pollution (naturelle / accidentelle ou non). Une interconnexion serait éventuellement possible avec la commune limitrophe, Seyssel (Haute-Savoie).

La commune de Seyssel (Haute-Savoie) est composée de deux UDI, chacune alimentée par sa propre ressource :

- Le captage de Vencières (source), autorisé par DUP (1998). Cette ressource est partagée avec la commune de Desingy et peut atteindre de faibles débits en période d'étiage (environ 6 m<sup>3</sup>/h). L'eau est de bonne qualité mais elle présente une sensibilité bactériologique.
- Le captage du Fier (puits), autorisé par DUP (2005). Le débit est de 80 m<sup>3</sup>/h environ et l'eau est de bonne qualité.

L'UDI de Vencières ne semble pas intéressante au vu des problématiques qualitatives et quantitatives de la ressource. Concernant l'UDI du Fier, une comparaison avec les besoins des abonnés en situation future a été effectuée pour vérifier si le captage peut couvrir les besoins des deux communes, comme le montre le Tableau 28.

Tableau 28 : Comparaison des besoins futurs et de la capacité de la ressource

	BJM futur (m <sup>3</sup> /j) Hypothèse haute	BJP futur (m <sup>3</sup> /j) Hypothèse haute	Débit journalier autorisé Captage du Fier (m <sup>3</sup> /j)
<b>Seyssel (Ain)</b>	233	396	<b>1 920</b>
<b>Seyssel (Haute-Savoie)</b>	470	800	
<b>Total</b>	<b>703</b>	<b>1 196</b>	

Ainsi, le débit journalier autorisé du captage du Fier est suffisant pour assurer simultanément les besoins journaliers de pointe futurs (en hypothèse haute) des communes de Seyssel (Ain) et Seyssel (Haute-Savoie). Les paragraphes suivants détaillent les aménagements proposés.

L'alimentation de Seyssel (Ain) se ferait depuis le réservoir des Maillettes, réservoir de tête de l'UDI du Fier. La cote radier de ce réservoir est de 328 mNGF, il pourrait donc alimenter gravitairement l'ensemble des abonnés de Seyssel (Ain). Les deux communes étant séparées par le Rhône, il est nécessaire d'installer une canalisation en encorbellement au niveau du pont existant pour relier les réseaux, comme le montre la Figure 39 ci-dessous.

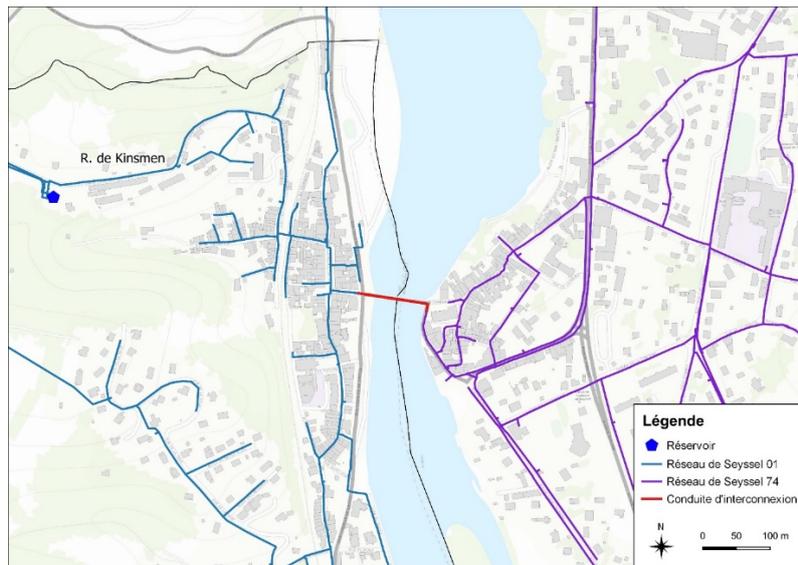


Figure 39 : Aménagements à prévoir pour l'interconnexion des réseaux

La conduite à installer possède les caractéristiques suivantes :

- Longueur de 120 mètres linéaires, dont 80 mètres linéaires en encorbellement et nécessitant un calorifugeage ;
- Diamètre de 100 mm (homogène aux conduites amont et aval).

Des vannes de sectionnement sont également placées de part et d'autre de la nouvelle canalisation, ainsi qu'un compteur permettant de suivre les volumes importés (achetés au service d'eau voisin).

Ces aménagements ont été modélisés afin d'étudier l'impact de l'interconnexion des deux communes sur le fonctionnement des réseaux. Les résultats obtenus concernant les pressions sont présentés sur la Figure 40 ci-dessous.

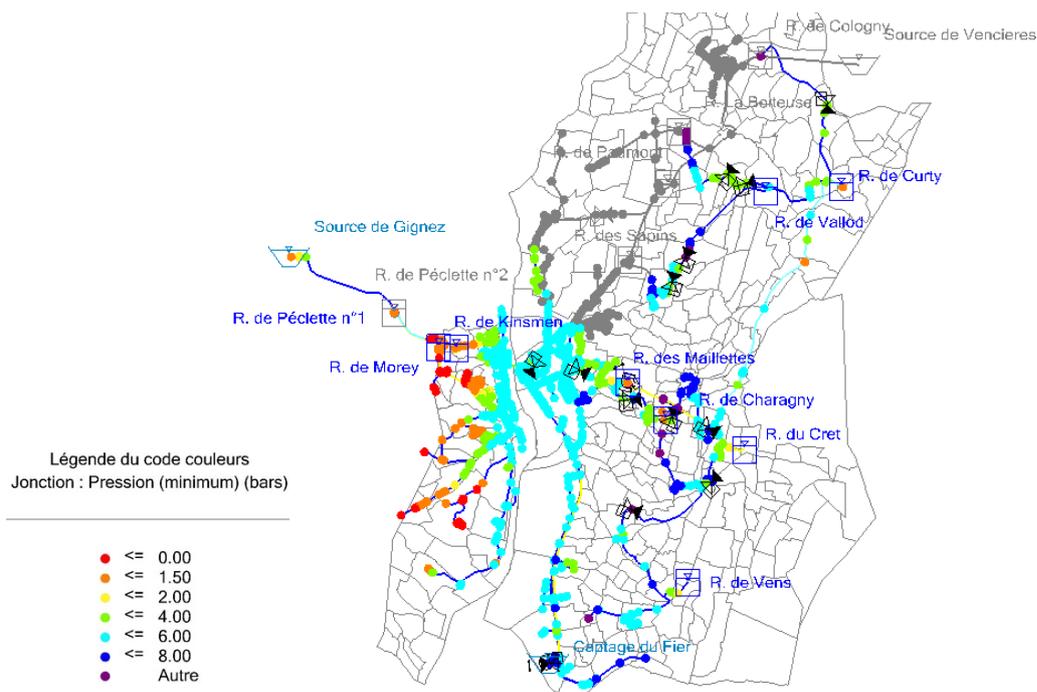


Figure 40 : Pressions modélisées en situation future dans le cadre de l'interconnexion

Les simulations en situation future montrent que l'interconnexion entre les deux réseaux permet d'alimenter la majorité mais pas la totalité des abonnés de Seyssel (Ain). Pour la partie ouest du réseau (altitude la plus élevée), les pressions sont très faibles et certains points ne sont plus desservis une fois le réservoir de Péclette vide : dans cette configuration, le réservoir des Maillettes permet de remplir les réservoirs de Kinsmen et de Morey gravitairement, mais pas le réservoir de Péclette qui est situé plus en altitude. Deux solutions sont alors envisageables :

- Création d'une station de pompage avec bête de reprise pour alimenter le réservoir de tête, qui desservira gravitairement les abonnés ;
- Installation de surpresseurs sur les quatre branches problématiques du réseau (réservoir de tête non utilisé pour l'interconnexion).

Les deux solutions semblent non réalistes, au niveau des contraintes budgétaires et d'exploitation, pour une interconnexion de secours et au vu du nombre d'abonnés desservis par le réseau. Une interconnexion à plus grande échelle sera étudiée lors de la mission 5 de cette étude (non traitée dans le cadre de ce rapport). Un chiffrage est tout de même proposé pour la solution des surpresseurs. Le coût des travaux est estimé à environ 100 000 € et est détaillé dans le Tableau 29 ci-dessous.

Tableau 29 : Chiffrage travaux – mise en place d'une interconnexion

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire H.T.	Montant H.T.	Total avec imprévus (15%)
Conduite en fonte - DN 100 mm + pose avec contraintes (encorbellement)	120 ml	210 €/ml	25 200 €	29 000 €
Supplément calorifugeage pour conduite - DN 100 mm	80 ml	110 €/ml	8 800 €	10 000 €
Regard / chambre à vannes / chambre de comptage	2 u	4 000 €/u	8 000 €	9 200 €
Compteur - DN 100 mm	1 u	1 000 €/u	1 000 €	1 150 €
Vanne de sectionnement avec purge DN 100 mm	2 u	500 €/u	1 000 €	1 150 €
Installation d'un surpresseur - hors contraintes foncières (achat du terrain) et raccordement électrique	4 u	10 000 €/u	40 000 €	46 000 €
<b>Total</b>				<b>96 500 €</b>

#### 4.4. Renouvellement patrimonial

La gestion patrimoniale renvoie à un processus de gestion et de prospective financière qui se décline en actions tactiques et opérationnelles. Ces actions concernent à la fois l'amélioration de la connaissance du patrimoine ainsi que son diagnostic, mais également son maintien en état de fonctionnement dans le but de garantir le service pour lequel il est dédié au niveau requis, le tout dans des conditions économiques et financières optimisées.

##### 4.4.1. Conduites

###### Méthodologie

L'objectif est de renouveler 100 % du réseau en 80 ans, soit 25 % du réseau en 20 ans (moyen terme, durée de validité du schéma directeur). La durée de vie des réseaux annoncée de 80 ans est une estimation générale. L'état réel des réseaux dépend d'un certain nombre de facteurs : conditions de pose, exploitation du réseau, qualité de l'eau circulant dans le réseau, environnement général (sol, routes/vibrations...).

Les durées de vie des conduites, selon leur matériau, sont généralement considérées comme les suivantes :

- Fonte ductile : jusqu'à 100 ans ;
- Fonte grise : durée de vie souvent beaucoup plus limitée selon les conditions de pose, la qualité d'eau (problèmes potentiels de casse, corrosion, ...) ;
- PVC : 40 ans en moyenne avec évolution à la hausse sur les nouveaux PVC, mais problèmes potentiels sur les PVC datant d'avant 1980 (fuites pour les PVC collés, relargage de CVM dans les réseaux si les temps de séjour sont supérieurs à 48 heures et la température de l'eau supérieure à 15°C) ;
- PEHD : réseaux plus récents, dégradation possible dans le cas de certains types de chlorations (bioxyde de chlore, commune non concernée).

Afin d'identifier et prioriser les renouvellements, quatre coefficients sont attribués sur la base des critères suivants : matériau, classe d'âge, fonction et pression maximale sur le réseau. Le critère du nombre de fuites n'a pas été pris en compte puisque la commune ne possède pas l'historique des casses sur son réseau. De même, les travaux prévus sur la voirie n'ont pas été communiqués, il n'a donc pas été possible de prévoir un renouvellement coordonné. Une note est ensuite attribuée pour chaque conduite par addition des 4 coefficients, avec les niveaux de priorité suivants :

- $\leq 14$  : secteurs prioritaires = priorité 1 ;
- $> 14$  et  $< 22$  : priorité 2 ;
- $\geq 22$  : priorité 3.

Tableau 30 : Critères et pondération pour les réseaux

Matériau	Coefficient
PVC d'avant 1980 ou d'année inconnue	1
Amiante ciment	3
Fontes grises ou inconnues	4
Fontes ductiles - PEHD - PVC d'après 1980	8
Inconnu	5
Date de pose	Coefficient
< 1930	1
1930 – 1960	2
1960 – 1990	4
1990 – 2010	5
> 2010	8
Non connue	2
Fonction	Coefficient
Réseau d'adduction	2
Réseau de distribution	3
Pression maximale sur le réseau	Coefficient
> 10 bar	2
< 10 bar	8

Concernant le prix des travaux, ce dernier est calculé au mètre linéaire de conduite à renouveler et selon la nature et le diamètre de la conduite. Ce prix est différencié en fonction des zones : zone avec contrainte (rue étroite, nombre de prises en charge pour les branchements important, etc.) et en zone sans contrainte (zone sans contrainte majeure). Les prix appliqués sont présentés en Annexe 20.

Adduction

Le Tableau 31 présente le renouvellement des canalisations d'adduction, qui est estimé à environ 158 000 € H.T.

Tableau 31 : Chiffrage travaux – conduites d'adduction

Désignation	Montant H.T.	Total travaux avec imprévu (15%)
<b>Conduites d'adduction</b>		
<b>Source de Gignez</b>		
Fonte 100 mm - environ 1147 ml - âge inconnu	137 640 €	158 000 €
<b>Total</b>		<b>158 000 €</b>

Le Tableau 32 présente la priorisation de renouvellement des conduites. Sur la base des pondérations évoquées dans le paragraphe précédent, la note attribuée varie de 16 à 17. Aucun secteur d'adduction n'est donc identifié comme prioritaire. La priorité 2 concerne 100% du linéaire et 100% de l'enveloppe budgétaire consacrée aux canalisations d'adduction.

Tableau 32 : Chiffrage travaux par priorité – conduites d'adduction

Désignation	Linéaire (ml)	Montant H.T.	Total travaux avec imprévu (15%)
<b>Conduites d'adduction</b>			
<b>Priorité 1 (≤ 14 : prioritaires)</b>	0	0 €	0 €
<b>Priorité 2 (entre 14 et 22)</b>	1147	137 640 €	158 000 €
<b>Priorité 3 (≥ 22)</b>	0	0 €	0 €
<b>Total</b>	1147		<b>158 000 €</b>

Distribution

Le Tableau 33 présente le renouvellement des canalisations de distribution, qui est estimé à environ 1 810 k€ HT.

Tableau 33 : Chiffrage travaux – conduites de distribution

Désignation	Montant H.T.	Total travaux avec imprévu (15%)
<b>Conduites de distribution</b>		
Secteur Bourg - environ 6000 ml	669 410 €	770 000 €
Secteur La Tour - environ 3100 ml	364 240 €	419 000 €
Secteur Ecart - environ 5400 ml	540 510 €	622 000 €
<b>Total</b>		<b>1 810 00 €</b>

Le Tableau 34 présente la priorisation de renouvellement des conduites. Sur la base des pondérations évoquées dans le paragraphe précédent, la note attribuée varie de 13 à 27. Les secteurs « prioritaires » sont ceux présentant une valeur faible.

Tableau 34 : Chiffrage travaux par priorité – canalisations de distribution

Désignation	Linéaire (ml)	Montant H.T.	Total travaux avec imprévu (15%)
<b>Conduites de distribution</b>			
<b>Priorité 1 (≤ 14 : secteurs prioritaires)</b>	1309	88 780 €	102 000 €
<b>Priorité 2 (entre 14 et 22)</b>	12 527	1 411 030 €	1 623 000 €
<b>Priorité 3 (≥ 22)</b>	655	74 350 €	85 000 €
<b>Total</b>			<b>1 810 000€</b>

Environ 9% du linéaire des réseaux de distribution sont considérés comme prioritaires, ils représentent 6% de l'enveloppe budgétaire consacrée aux canalisations de distribution.

La cartographie des zones à prioriser est présentée en Figure 36 ci-après.

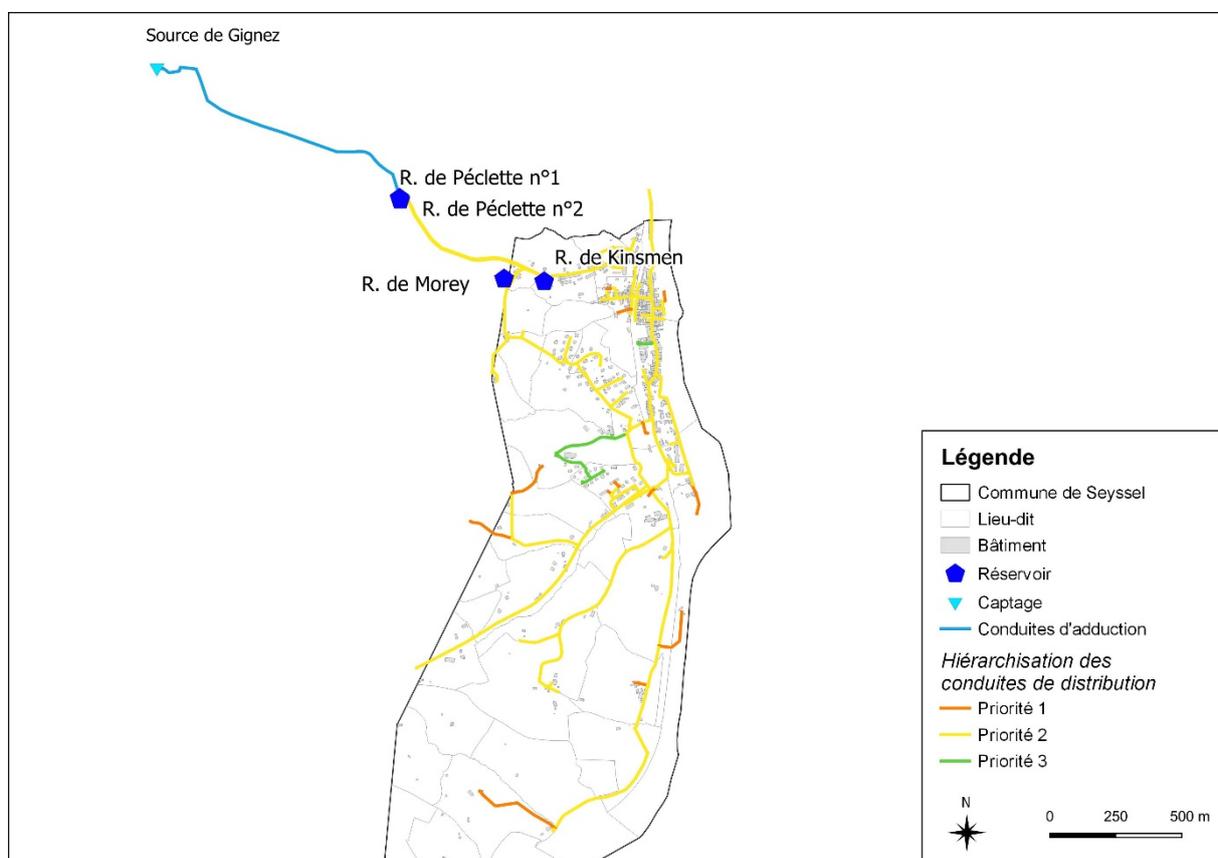


Figure 41 : Cartographie des priorités de renouvellement – canalisations de distribution

#### 4.4.2. Compteurs de production / distribution / sectorisation

Avec l'âge, un compteur perd de sa précision sur les volumes mesurés et cela a une incidence directe sur l'évaluation de la performance du réseau. La durée de vie moyenne d'un compteur a été estimée à 12 ans, correspondant à la durée de validité de la première vérification périodique (hypothèse classe B de l'arrêté du 6/03/2007) [14]. L'année de pose des compteurs n'est pas connue. Il a été considéré que les compteurs ont été posés en vue de la réalisation du schéma directeur donc aux environs de 2017. L'objectif de renouvellement des compteurs sur la période du schéma directeur (20 ans) est donc de 167 %.

Le coût des travaux est estimé à environ 1 750 € selon la décomposition présentée dans le Tableau 35 suivant :

Tableau 35 : Chiffrage travaux – compteurs

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire H.T.	Montant H.T.	Total travaux avec imprévu (15%)
<b>Compteurs généraux</b>				
<b>Renouvellement des compteurs DN 65 mm</b>	1,67 u	250 €/u	420 €	500 €
<b>Renouvellement des compteurs DN 80 mm</b>	1,67 u	300 €/u	500 €	580 €
<b>Renouvellement des compteurs DN 100 mm</b>	1,67 u	350 €/u	585 €	670 €
<b>Total</b>				<b>1 750 €</b>

Un compteur de production supplémentaire peut être envisagé sous regard à créer au niveau de la source de Gignez. Cet équipement permettrait de mesurer les volumes produits par la source et de détecter de potentielles fuites sur les conduites d'adduction.

Un compteur de sectorisation supplémentaire peut également être envisagé au niveau du réservoir de Kinsmen. Cet équipement permettrait de mesurer les volumes en sortie de réservoir et de détecter de potentielles fuites sur les conduites / l'ouvrage.

Le coût des travaux est estimé à environ 7 750 € selon la décomposition présentée dans le Tableau 36 suivant :

Tableau 36 : Chiffrage travaux – compteurs supplémentaires

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire H.T.	Montant H.T.	Total travaux avec imprévu (15%)
<b>Compteurs supplémentaires</b>				
<b>Chambre de comptage comprenant un ensemble de comptage DN 100 mm (Source de Gignez)</b>	1 u	4 500 €/u	4 500 €	5 200 €
<b>Compteur DN 100 mm (Réservoir de Kinsmen)</b>	1 u	1 000 €/u	1 000 €	1 150 €
<b>Renouvellement des compteurs</b>	3,34 u	350 €/u	1 200 €	1 400 €
<b>Total</b>				<b>7 750 €</b>

#### 4.4.3. Branchements / compteurs abonnés

Avec l'âge, un compteur perd de sa précision sur les volumes réellement consommés et cela a une incidence directe sur la facturation. La collectivité n'a pas statué sur sa politique de renouvellement (compteurs seuls ou renouvellement par secteur, intégré à la réhabilitation des réseaux). Ainsi pour l'étude, il a été considéré un renouvellement des compteurs en fonction de leur date de pose (cf. Figure 6). Concernant les futurs abonnés, l'hypothèse prise correspond à une installation progressive des 160 nouveaux compteurs prévus à l'horizon 2040, soit environ 8 compteurs supplémentaires par an.

La durée de vie moyenne d'un compteur abonné a été estimée à 12 ans, correspondant à la durée de validité de la première vérification périodique (hypothèse classe B de l'arrêté du 06/03/2007) [14]. Sur les 20 prochaines années (période du schéma directeur), 1 375 renouvellements de compteurs sont à prévoir (le réseau comporte 700 compteurs abonnés et 160 futurs compteurs sont prévus, soit un total de 860 compteurs et un taux de renouvellement moyen de 167 % sur 20 ans).

Le coût des travaux est estimé à environ 350 000 € selon la décomposition présentée dans le Tableau 37 suivant :

Tableau 37 : Chiffrage travaux – compteurs abonnés

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire H.T.	Montant H.T.	Total travaux avec imprévu (15%)
<b>Compteurs abonnés</b>				
<b>Installation des nouveaux compteurs abonnés</b>	160 u	1 000 €/u	160 000 €	184 000 €
<b>Renouvellement des compteurs abonnés DN 15 à 30 mm</b>	1 447 u	100 €/u	144 700 €	166 000 €
<b>Total</b>				<b>350 000 €</b>

#### 4.4.4. Réhabilitation des ouvrages

La durée de vie d'un ouvrage de génie civil est variable (comprise entre 40 et 100 ans), la valeur de 60 ans est couramment admise. A noter qu'un diagnostic génie civil est nécessaire à court terme pour les ouvrages antérieurs à 1980 et/ou présentant des défauts visibles.

Concernant la sécurité des ouvrages, le guide « Protections des installations d'eau potable vis-à-vis des actes de malveillance » de l'ASTEE recommande [23] :

- Une clôture en grillage de 2 m de hauteur sur l'ensemble de la parcelle, de préférence en panneaux rigides ou grillages à maille soudée avec mise en place d'un portail d'accès ;
- Un système de détection d'intrusion au niveau des trappes d'accès à l'eau avec transmission à l'exploitant 24h/24 ;
- Des panneaux précisant la restriction d'accès...

L'objectif des équipements de fermeture est avant tout de dissuader les intrus et de ralentir le processus d'intrusion.

Les différents travaux à réaliser ont été établis sur la base des défauts observés (cf. Fiches ouvrages des Annexe 3, Annexe 6, Annexe 7 et Annexe 8). Le coût des travaux est estimé à environ 300 000 €. Le Tableau 38 suivant présente le coût global des travaux par ouvrage. Une décomposition détaillée pour chaque ouvrage est également présentée en Annexe 21.

Tableau 38 : Chiffrage travaux – ouvrages

Nom de l'ouvrage	Total travaux avec imprévu (15%)
Source de Gignez	93 600 €
Réservoir de Pécellette	66 300 €
Réservoir de Morey	40 400 €
Réservoir de Kinsmen	91 800 €
<b>Total</b>	<b>292 100 €</b>

## 5. Programmation pluriannuelle de travaux

Cette partie présente la programmation pluriannuelle des travaux proposés et l'impact du coût des travaux sur le prix de l'eau.

### 5.1. Hiérarchisation

Le Tableau 39 ci-après propose la hiérarchisation des travaux sur la base de trois niveaux :

- Court terme : travaux à effectuer sous 5 ans (2020-2025) ;
- Moyen terme : travaux à effectuer durant ce schéma directeur (avant 2040) ;
- Long terme : travaux à effectuer au cours du prochain schéma directeur.

Tableau 39 : Programmation pluriannuelle des travaux

Désignation	Total travaux avec imprévu (15%)	Court terme < 5 ans (2020-2025)	Moyen terme 5 à 20 ans (2025-2040)	Long terme > 20 ans (> 2040)
<b>Ouvrages</b>	<b>292 100 €</b>			
Source de Gignez	93 600 €	93 600 €		
Réservoir de Péclette	66 300 €	3 000 €	63 300 €	
Réservoir de Morey	40 400 €	3 000 €	37 400 €	
Réservoir de Kinsmen	91 800 €	3 000 €	88 800 €	
<b>Conduites d'adduction</b>	<b>158 000 €</b>			
Priorité 1	0 €			
Priorité 2	158 000 €		40 000 €	118 000 €
Priorité 3	0 €			
<b>Conduites de distribution</b>	<b>1 810 000 €</b>			
Priorité 1	102 000 €	102 000 €		
Priorité 2	1 623 000 €		350 000 €	1 273 000 €
Priorité 3	85 000 €			85 000 €
<b>Stabilisateurs supplémentaires</b>	<b>12 650 €</b>	12 650 €		
<b>Compteurs généraux</b>	<b>1 750 €</b>		1 750 €	
<b>Compteurs abonnés</b>	<b>350 000 €</b>	92 000 €	258 000 €	
<b>Compteurs supplémentaires</b>	<b>7 750 €</b>	6 350 €	1 400 €	
<b>Sécurisation - interconnexion</b>	<b>96 500 €</b>	96 500 €		
<b>Montant total</b>	<b>2 728 750 €</b>	412 100 €	840 650 €	1 476 000 €
<b>Pourcentage</b>		15 %	31 %	54 %

Concernant les canalisations, le coût porté sur les 20 prochaines années (moyen terme) correspond à 25 % du coût total des travaux, soit 40 000 € pour l'adduction et 452 000 € pour la distribution. Il permet ainsi le renouvellement de toutes les conduites en priorité 1 (à réaliser à court terme) ainsi qu'environ 22 % des conduites en priorité 2.

Concernant les ouvrages de production et de stockage, l'intégralité des travaux est à prévoir d'ici à 2040. Tous les travaux concernant le captage sont prioritaires et les diagnostics du génie civil des réservoirs sont également à réaliser à court terme.

Pour conclure, le montant total des travaux préconisés à la suite de ce schéma directeur s'élève à environ 2 730k€, dont 15 % sont à prévoir à court terme, soit environ 412 k€ et 31 % sur les prochaines années, soit près de 840 k€.

## 5.2. Impact sur le prix de l'eau

### 5.2.1. Prix actuel

Le mode de tarification de l'eau est binôme, elle comporte deux parts :

- Une part fixe qui correspond à un abonnement ;
- Une part variable proportionnelle au volume d'eau consommé.

Le Tableau 40 ci-après détaille le prix de l'eau sur la base d'une facture type de 120 m<sup>3</sup>, hors taxes et redevances.

Tableau 40 : Décomposition du prix de l'eau actuel

Année	Part collectivité		Part délégataire		Simulation facture 120 m <sup>3</sup>	
	Part fixe	Part proportionnelle	Part fixe	Part proportionnelle	Prix annuel	Prix du m <sup>3</sup>
<b>2016</b>	5,03 €	0,84 €/m <sup>3</sup>	33,84 €	0,32 €/m <sup>3</sup>	<b>178,25 €</b>	<b>1,48 €</b>

Le prix de l'eau potable à Seyssel est de 1,48 €/m<sup>3</sup>, ce qui est inférieur au prix moyen observé dans l'Ain de 1,93 €/m<sup>3</sup> (données 2015) [24].

### 5.2.2. Prix futur

#### Aides potentielles

L'Agence de l'eau et le Conseil Départemental proposent des subventions pour les travaux sur les réseaux d'eau potable.

L'aide « Promouvoir et favoriser la gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement dans le cadre de la restructuration à l'échelle de gestion supra-communale » de l'Agence de l'eau peut financer jusqu'à 30% du coût des travaux [25]. Le bénéficiaire doit remplir les conditions d'éligibilité suivantes :

- Prix de vente de l'eau : supérieur ou égal à 1 €/m<sup>3</sup>, hors taxes et toutes redevances ;
- ICGP : supérieur ou égal à 60/120.

Les fonds eau et assainissement « Subvention pour la réalisation des travaux d'eau potable et d'assainissement proposée aux collectivités rurales et à leurs groupements » du Conseil départemental de Haute-Savoie peuvent financer jusqu'à 50% du coût des travaux [26]. Le bénéficiaire doit remplir les conditions d'éligibilité suivantes :

- Nombre d'habitants : inférieur à 5 000
- Prix de vente de l'eau : supérieur ou égal à 1,50 €/m<sup>3</sup> hors taxes et toutes redevances.

La commune de Seyssel n'est pas éligible à ces aides sur la base de l'ICGP calculé au début du schéma directeur (28/120) et du prix de l'eau 2016 (1,48 €/m<sup>3</sup>). La part financée par la collectivité dans cette configuration s'élève donc à 100%.

Evolution du prix de l'eau

Plusieurs hypothèses de calcul ont été posées. Tout d'abord, le calcul est basé sur le volume d'eau facturé aux abonnés en 2018 (dernières données disponibles), soit environ 49 000 m<sup>3</sup>/an. D'autre part, l'excédent de trésorerie est supposé négligeable, il n'y a pas d'emprunt en cours et le taux d'intérêt des futurs montants empruntés est de 2% sur 20 ans. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 41 ci-dessous.

Tableau 41 : Calcul de l'évolution du prix de l'eau

Montant à emprunter	1 253 k€
Intérêts (2%)	25 k€
<b>Montant total à rembourser</b>	<b>1 278 k€</b>
Volume annuel facturé (2018)	49 000 m <sup>3</sup>
<b>Augmentation du prix de l'eau</b>	<b>1,30 €/m<sup>3</sup></b>
Prix de l'eau actuel (facture type de 120 m <sup>3</sup> )	1,48 €/m <sup>3</sup>
<b>Prix de l'eau (facture type de 120 m<sup>3</sup>)</b>	<b>2,78 €/m<sup>3</sup></b>

Le montant total que la collectivité doit prévoir pour réaliser les travaux est de 1 278 k€ (intérêts d'emprunt compris). Ainsi, la collectivité doit planifier une augmentation de son prix de l'eau de l'ordre de 1,30 €/m<sup>3</sup> si elle n'est pas éligible aux subventions, ce qui correspond à un prix de l'eau futur de 2,78 €/m<sup>3</sup>. La commune doit donc doubler le prix de l'eau actuel, ce qui est élevé mais reste tout de même raisonnable.

La répartition part fixe/part variable n'est ici pas calculée car elle résulte d'un choix de la collectivité. Cependant, le plafonnement de la part abonnement (part fixe) est défini par les dispositions de l'arrêté du 6 août 2007, relatif à la définition des modalités de calcul du plafond de la part de la facture d'eau non proportionnelle au volume d'eau consommé [27]. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2010, le montant maximum de cet abonnement ne peut pas dépasser, par logement desservi et pour une durée de douze mois, 40 % du coût du service pour une consommation de 120 m<sup>3</sup> dans le cas d'une commune rurale (moins de 2 000 habitants). La part fixe peut donc être au maximum de 133 € (parts collectivité et délégataire cumulées).

## Conclusion

Afin d'améliorer la performance de ses services d'eau et prendre en compte l'évolution des dispositions réglementaires, la Communauté de Communes Usse et Rhône a lancé la réalisation de schémas directeurs d'alimentation en eau potable pour seize de ses communes, dont fait partie Seyssel (Ain).

Le réseau d'eau potable de Seyssel compte environ 700 abonnés et est divisé en trois secteurs : le Bourg, la Tour et les Ecartés. Le captage de Gignez, seule et unique ressource de la commune, alimente gravitairement les trois réservoirs. Cette ressource est sujette à des contaminations bactériennes et pics de turbidité occasionnels. Il est donc nécessaire d'envisager des interconnexions de secours avec d'autres services d'eau.

Des projections futures ont permis d'étudier l'évolution des besoins des abonnés. L'hypothèse basse prévoit une stagnation des besoins, tandis que l'hypothèse haute correspond à une augmentation de près de 20 % à l'horizon 2040. Les bilans besoins-ressources-réserves montrent que la capacité de la source est apte à répondre aux besoins des abonnés, et que les réservoirs possèdent des autonomies suffisantes, en situation actuelle et future.

Une modélisation du réseau sous le logiciel WaterGEMS a été réalisée afin d'analyser le fonctionnement hydraulique présent et futur du réseau. Les données collectées lors de la campagne de mesures réalisée fin 2019 ont permis de caler le modèle selon trois paramètres : débit, pression et marnage des réservoirs. Cette étape est essentielle pour obtenir des résultats les plus représentatifs possibles de la réalité.

Le diagnostic a révélé des problèmes de pression, essentiellement sur les secteurs de la Tour et des Ecartés. Les différences d'altitudes très accentuées sur le territoire communal induisent de fortes pressions à l'Est (berges du Rhône) et des pressions plus faibles à l'Ouest, sur les hauteurs du coteau. Des vitesses faibles et des temps de séjour élevés ont également été mis en évidence, caractéristiques des réseaux ruraux avec de faibles consommations dimensionnés pour la défense incendie.

Des solutions ont été proposées pour répondre aux différentes problématiques identifiées sur le réseau. La pose de stabilisateurs avals est notamment préconisée pour améliorer les pressions du réseau. Afin de sécuriser l'approvisionnement en eau potable, une possibilité d'interconnexion de secours avec le réseau de Seyssel (Haute-Savoie) a été étudiée. La modélisation a montré que cette dernière ne permet pas d'alimenter gravitairement l'ensemble des abonnés de Seyssel (Ain). Il est nécessaire de mettre en place des surpresseurs sur les branches ouest du réseau, ou d'alimenter le réservoir de tête par pompage. Enfin, un renouvellement patrimonial des ouvrages et des conduites est proposé pour palier au vieillissement du réseau.

Les travaux, d'un montant total de près de 3 millions d'euros, doivent être échelonnés dans le temps, en fonction des enjeux et priorités de la collectivité. Un programme pluriannuel de travaux a été proposé à trois niveaux : court terme (5 ans), moyen terme (20 ans) et long terme. Les travaux à réaliser sur la durée du schéma directeur (horizon 2040), représentent environ 45 % du coût total, soit 1,3 millions d'euros. La commune n'est pas éligible aux différentes aides publiques, notamment celle de l'Agence de l'eau, et elle devra financer intégralement les travaux. Ceci aura bien évidemment un impact sur le prix d'eau, qui sera plus que doublé.

## Bibliographie

[1] OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES (ONEMA), ASSOCIATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE POUR L'EAU ET L'ENVIRONNEMENT (ASTEE), ASSOCIATION DES INGENIEURS TERRITORIAUX DE France (AITF). **Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable – Elaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau** (Décret 2012-97 du 27 janvier 2012). Mai 2013. 52 p.

[2] ONEMA, ASTEE, AITF. **Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable – Volume II : Optimiser ses pratiques pour un service durable et performant** (Décret 2012-97 du 27 janvier 2012). Mai 2016. 116 p.

[3] FRANCE. MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT. **Décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable.** [en ligne]. Journal officiel n°0024 du 28 janvier 2012. [consulté le 22/07/2020]. <<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025208197&>>

[4] PREFECTURE DE L'HERAULT. **Les principes du schéma directeur d'alimentation en eau potable.** [en ligne]. 2015. [Consulté le 22/07/2020]. <<http://www.herault.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Eau/Ressources-en-eau-Prelevements/Le-schema-directeur-d-alimentation-en-eau-potable/Les-principes-du-schema-directeur-d-alimentation-en-eau-potable>>

[5] HABITAT ET DEVELOPPEMENT BOURGOGNE SUD - PAYS DE L'AIN. **Plan local d'urbanisme de Seyssel – Rapport de présentation.** 2008. 73 p.

[6] DEPARTEMENTS DE LA HAUTE-SAVOIE ET DE L'AIN, COMMUNAUTE DE COMMUNES USSES ET RHONE. **Plan local d'urbanisme du Pays de Seyssel – Rapport de présentation.** Février 2020. 543 p.

[7] GEOPORTAIL. **Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF).** [en ligne]. [Consulté le 16/03/2020]. <<https://www.geoportail.gouv.fr/>>

[8] GEOPORTAIL. **Sites Natura 2000.** [en ligne]. [Consulté le 16/03/2020]. <<https://www.geoportail.gouv.fr/>>

[9] GEORISQUES. **Les risques près de chez moi – 01420 Seyssel.** [en ligne]. [Consulté le 16/03/2020]. <<https://www.georisques.gouv.fr/mes-risques/connaitre-les-risques-pres-de-chez-moi/rapport?form-commune=true&codeInsee=01407&ign=false&CGU-commune=on&commune=01420+Seyssel>>

[10] FRANCE. **Code de la santé publique – Article L1321-2.** [en ligne]. [Consulté le 25/05/2020]. <<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000038887375&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20200813>>

[11] FRANCE. MINISTERE DES SOLIDARITES ET DE LA SANTE. **Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.** [en ligne]. [Consulté le 25/05/2020] <<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000465574>>

[12] FRANCE. MINISTERE DES SOLIDARITES ET DE LA SANTE. **Eau et chlorure de vinyle monomère (CVM)**. [en ligne]. [Consulté le 28/05/2020]. <<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/article/eau-et-chlorure-de-vinyle-monomere-cvm>>

[13] France. MINISTERE DES SOLIDARITES ET DE LA SANTE. **Eau et plomb**. [en ligne]. [Consulté le 28/05/2020]. <<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/article/eau-et-plomb>>

[14] FRANCE. MINISTERE DE L'INDUSTRIE. **Arrêté du 6 mars 2007 relatif au contrôle des compteurs d'eau froide en service**. [en ligne]. Journal officiel n°70 du 23 mars 2007. [Consulté le 01/06/2020]. <<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000791450&>>

[15] FRANCE. MINISTERE DE L'INTERIEUR ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, MINISTERE DES SOLIDARITES ET DE LA SANTE, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE. **Arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement**. [en ligne]. [Consulté le 01/06/2020]. <<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000274838>>

[16] OBSERVATOIRE NATIONAL DES SERVICES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT. **Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable**. [en ligne]. [Consulté le 01/06/2020]. <<http://www.services.eaufrance.fr/indicateurs/P103.2B>>

[17] FRANCE. MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT. **Décret n° 2012-97 du 27 janvier 2012 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux des services publics de l'eau et de l'assainissement et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau du réseau de distribution d'eau potable**. [en ligne]. [Consulté le 01/06/2020] <<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025208197&>>

[18] SIGES AQUITAINE. **Consommation**. [en ligne]. [Consulté le 09/06/2020]. <<http://sigesaqi.brgm.fr/5-Consommation.html>>

[19] Bentley. **WaterGEMS User's Guide**. Août 2019. 1014 p.

[20] SIF Ilias. **Elaboration du schéma directeur d'alimentation en eau potable du SIAEP de la région d'Anenis** (Diagnostic en situations actuelle et future et propositions d'aménagements). Mémoire de fin d'études – Mastère spécialisé eau potable et assainissement. Ecole nationale du génie de l'eau et de l'environnement (ENGEES). Octobre 2014. 134 p.

[21] BENTLEY. **Pourquoi est-ce si difficile de calibrer un modèle de simulation de distribution d'eau sur une longue période ?**. [en ligne]. Février 2008. [Consulté le 15/06/2020]. <<https://www.bentley.com/fr/about-us/news/2018/february/06/understanding-calibration-of-water-distribution-models>>

[22] FRANCE. MINISTERE DE LA SANTE, DE LA FAMILLE ET DES PERSONNES HANDICAPEES, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE. **Circulaire DGS/SD7A n° 2003-524/DE/19-03 du 7 novembre 2003 relative aux mesures à mettre en œuvre en matière de protection des systèmes d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, y compris les eaux conditionnées, dans le cadre de l'application du plan Vigipirate**. [en ligne]. [Consulté le 03/07/2020] <[http://circulaires.legifrance.gouv.fr/pdf/2009/04/cir\\_19331.pdf](http://circulaires.legifrance.gouv.fr/pdf/2009/04/cir_19331.pdf)>

[23] ASTEE. **Protection des installations d'eau potable vis-à-vis des actes de malveillance**. [en ligne] Novembre 2017. [Consulté le 06/07/2020]. <<https://www.astee.org/publications/protection-des-installations-deau-potable-vis-a-vis-des-actes-de-malveillance/>>

[24] OBSERVATOIRE NATIONAL DES SERVICES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT. **Données annuelles – Prix TTC du service au m<sup>3</sup> pour 120 m<sup>3</sup> [D102.0]**. [en ligne]. [Consulté le 03/08/2020]. <<http://www.services.eaufrance.fr/donnees/recherche>>

[25] AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE CORSE. **Aide - Promouvoir et favoriser la gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement dans le cadre de la restructuration à l'échelle de gestion supra-communale**. [En ligne]. [Consulté le 05/08/2020]. <[https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr\\_7115/fr/aide-promouvoir-et-favoriser-la-gestion-durable-des-services-publics-d-eau-et-d-assainissement-dans-le-cadre-de-la-restructuration-a-l-echelle-de-gestion-supra-communale](https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr_7115/fr/aide-promouvoir-et-favoriser-la-gestion-durable-des-services-publics-d-eau-et-d-assainissement-dans-le-cadre-de-la-restructuration-a-l-echelle-de-gestion-supra-communale)>

[26] DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE. **Fonds eau et assainissement : subvention pour la réalisation des travaux d'eau potable et d'assainissement proposée aux collectivités rurales et à leurs groupements**. [en ligne]. [Consulté le 05/08/2020]. <<https://www.hautesavoie.fr/subvention-pour-travaux-eau-potable-et-assainissement-propos%C3%A9e-aux-collectivit%C3%A9s-rurales-et-aux>>

[27] FRANCE. MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT ET DE L'AMENAGEMENT DURABLES, MINISTERE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES ET DE L'EMPLOI. **Arrêté du 6 août 2007 relatif à la définition des modalités de calcul du plafond de la part de la facture d'eau non proportionnelle au volume d'eau consommé**. [en ligne]. [Consulté le 07/08/2020]. <<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000652742>>

---

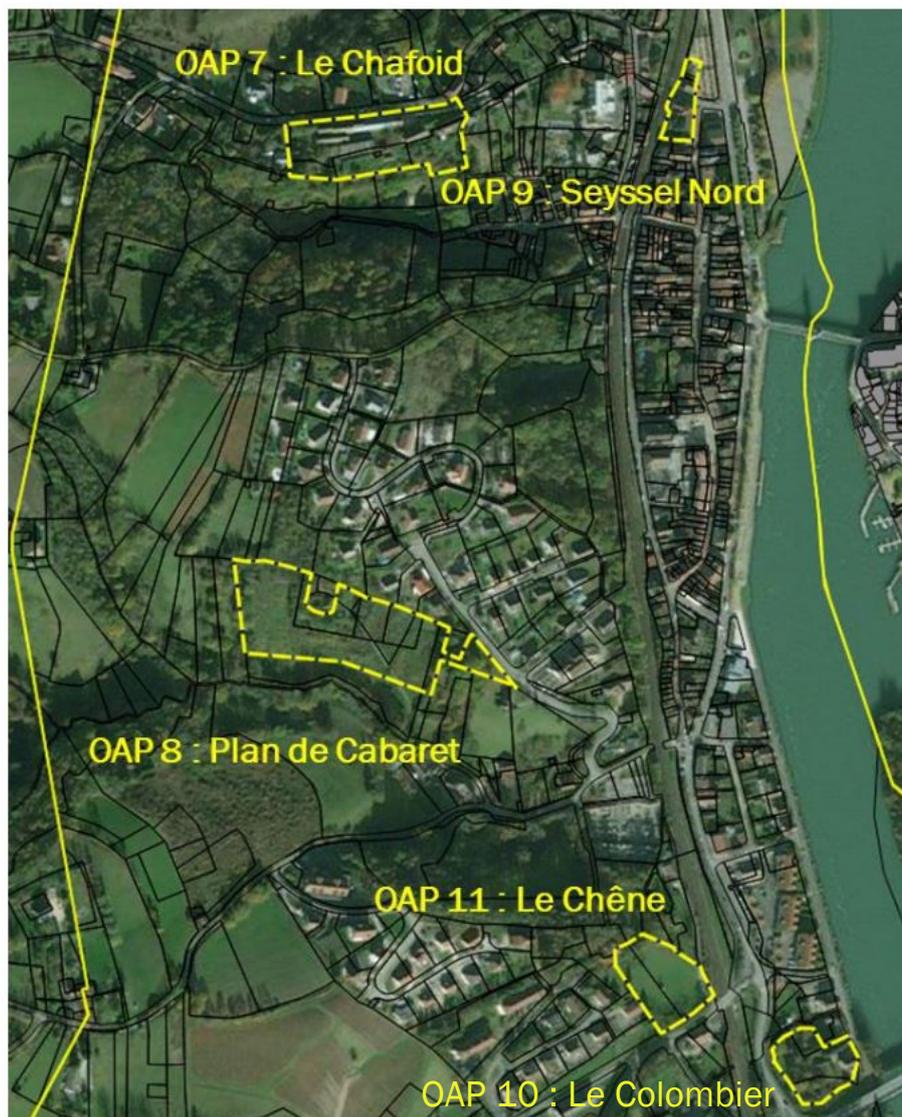
## Annexes

Annexe 1 : Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) .....	69
Annexe 2 : Zones naturelles présentes sur la commune de Seyssel .....	70
Annexe 3 : Fiche ouvrage – Source de Gignez .....	71
Annexe 4 : Résultats des analyses qualité de l'eau brute.....	72
Annexe 5 : Résultats des analyses qualité de l'eau traitée.....	73
Annexe 6 : Fiche ouvrage – Réservoir de Péclette.....	74
Annexe 7 : Fiche ouvrage – réservoir de Morey .....	76
Annexe 8 : Fiche ouvrage – réservoir de Kinsmen .....	78
Annexe 9 : Répartition des matériaux .....	80
Annexe 10 : Répartition des diamètres .....	81
Annexe 11 : Répartition des années de pose .....	81
Annexe 12 : Calcul de l'indice de connaissance et de gestion patrimoniale.....	82
Annexe 13 : Résultats des analyses qualité de l'eau distribuée .....	84
Annexe 14 : Evolution des volumes produits durant la campagne de mesures.....	85
Annexe 15 : Evolution des volumes distribués par secteur durant la campagne de mesures	85
Annexe 16 : Évolution du marnage du réservoir de Péclette – cuve Bourg lors de la campagne de mesures.....	86
Annexe 17 : Évolution du marnage du réservoir de Péclette – cuve Écartis lors de la campagne de mesures.....	86
Annexe 18 : Évolution des pressions à Chantemerle durant la campagne de mesures.....	87
Annexe 19 : Évolution des pressions au Bourg durant la campagne de mesures.....	87
Annexe 20 : Prix des canalisations au mètre linéaire .....	88
Annexe 21 : Chiffrage détaillé des travaux - ouvrages .....	89

## Annexe 1 : Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP)

Les orientations d'aménagement et de programmation (OAP) concernant la commune de Seyssel sont les suivantes :

- OAP 7 « Le Chafoïd » : réalisation d'une quarantaine de logements ;
- OAP 8 « Plan de Cabaret » : réalisation d'une quinzaine de logements ;
- OAP 9 « Seyssel Nord » : réalisation une douzaine de logements et réhabilitation des bâtiments existants ;
- OAP 10 « Le Colombier » : réalisation d'une quinzaine de logements ;
- OAP 11 « Le Chêne » : réalisation d'une dizaine de logements.



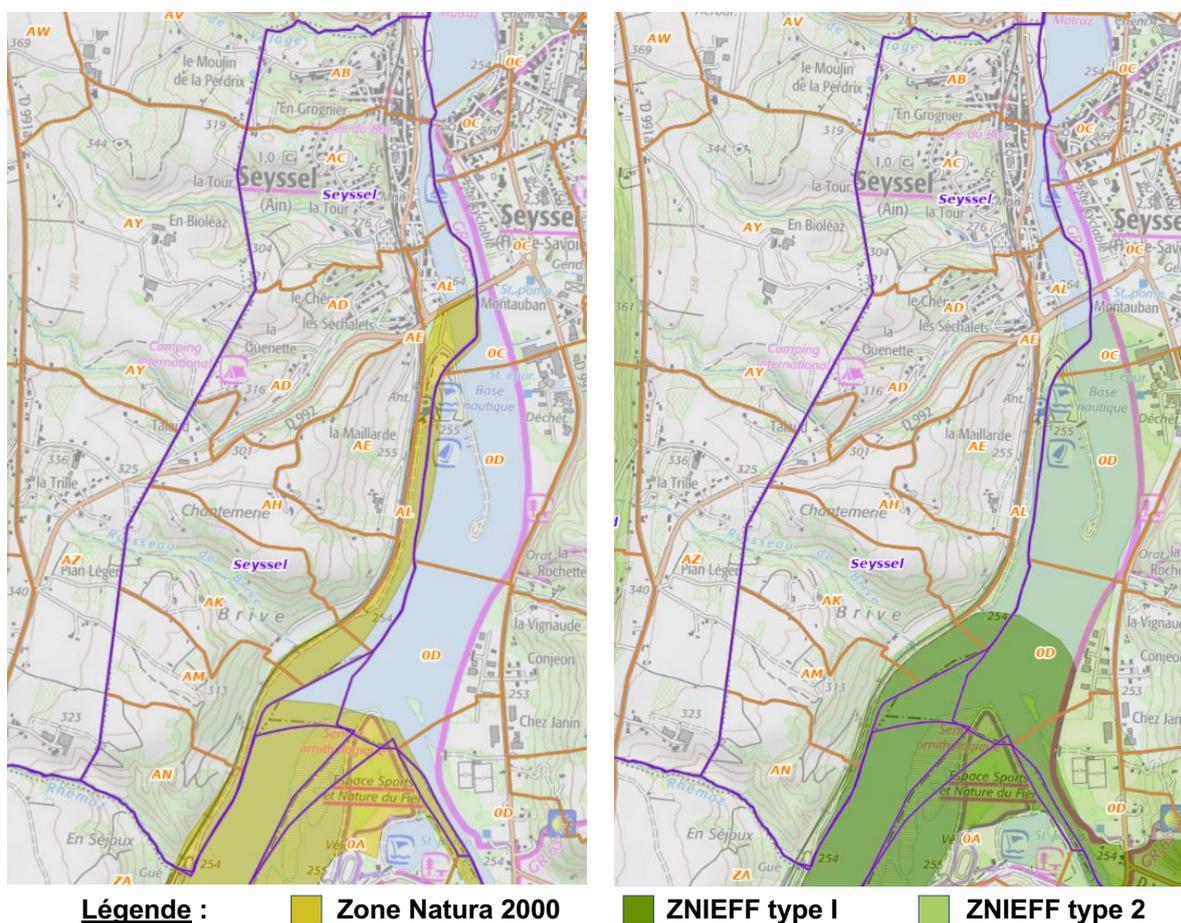
(Source : PLUi)

## Annexe 2 : Zones naturelles présentes sur la commune de Seyssel

Deux Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) et une zone NATURA 2000 sont recensées sur la commune : ([Source Géoportail.gouv.fr](http://Source.Géoportail.gouv.fr))

- Une ZNIEFF de type 1 (secteurs de grand intérêt biologique ou écologique) : « Val de Fier » ;
- Une ZNIEFF de type 2 (grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes) : « Chaînon de la montagne des Princes, du Gros Foug et de la montagne de Cessens » ;
- Une zone NATURA 2000, directives Oiseaux et Habitats : « Ensemble lac du Bourget-Chautagne-Rhône ».

Ces zones ne concernent qu'une très faible partie du territoire de Seyssel : les rives du Rhône.



(Source : Géoportail.gouv.fr)

## Annexe 3 : Fiche ouvrage – Source de Gignez

Source de Gignez	
Informations générales	
<p><u>Commune</u> : Corbonod (Ain)</p> <p><u>Parcelle cadastrale</u> : AR ■■■■</p> <p><u>Coordonnées (Lambert 93)</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- X : ■■■■ m</li> <li>- Y : ■■■■ m</li> <li>- Z : 394 m</li> </ul> <p><u>Année de construction</u> : 1952</p>	
Caractéristiques et équipements	
<p><u>Gestion de l'arrivée</u> : en continu, surplus évacué par un trop plein</p>	<p><u>Comptage</u> : Non</p> <p><u>Traitement</u> : Non</p> <p><u>Électricité</u> : Non</p>
Photographies	
	
	

**Annexe 4 : Résultats des analyses qualité de l'eau brute**

	Minimum	Moyenne	Maximum	Limite de qualité (A1)
<i>Paramètres physico-chimiques</i>				
pH	7,29	7,7	7,95	-
Conductivité à 25°C (µS/cm)	311	340	353	-
TH – Dureté totale (°F)	15,6	18,2	20,2	-
Turbidité (NFU)	0,41	0,94	1,8	-
Carbone organique total COT (mg C/L)	0,4	0,6	0,9	10
Fer total (mg/L)	0	0	0	-
Nitrates (mg/L)	1,3	2,3	3,9	100
Sulfates (mg/L)	3	5	6,8	250
Chlorures (mg/L)	0,8	1,4	1,8	200
<i>Paramètres microbiologiques</i>				
Entérocoques	0	4	27	10 000
Escherichia coli (n/100 mL)	0	12	92	20 000
Bactéries coliformes (n/100 mL)	0	20	120	-
Bactéries aér. revivifiables à 22°C – 68 h (n/100 mL)	12	30	46	-
Bactéries aér. revivifiables à 36°C – 44 h (n/100 mL)	0	2	3	-

**Annexe 5 : Résultats des analyses qualité de l'eau traitée**

	Minimum	Moyenne	Maximum	Référence de qualité	Limite de qualité
<i>Paramètres chimiques et organoleptiques</i>					
Conductivité à 25°C (µS/cm)	304	350	432	200 – 1 100	-
TH – Dureté totale (°F)	15,9	18,5	20,7	-	-
<b>Turbidité (NFU)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	<b>1,7</b>	<b>0,5 - 2</b>	<b>1</b>
Carbone organique total COT (mgC/L)	0	0,7	1,4	2 et aucun changement anormal	-
Chlore libre	0,2	0,33	0,45	Absence d'odeur ou de saveur désagréable	-
Chlore total	0,21	0,38	0,55		
Nitrates (mg/L)	0	2	4,2	-	50
<b>Nitrites (mg/L)</b>	<b>0</b>	<b>0,75</b>	<b>1,5</b>	<b>-</b>	<b>0,50</b>
Ammonium	0	0	0	0,10	-
Sulfates	3,4	4,2	5	250	-
Chlorures	1,9	2,4	2,9	250	-
<i>Paramètres microbiologiques</i>					
Entérocoques (n/100 mL)	0	0	0	-	0
Escherichia coli (n/100 mL)	0	0	0	-	0
Bactéries coliformes (n/100 mL)	0	0	0	0	-
Bactéries sulfito-réductrices y compris les spores (n/100 mL)	0	0	0	0	-
<b>Bactéries aér. revivifiables à 22°C - 68 h (n/100 mL)</b>	<b>0</b>	<b>5,1</b>	<b>98</b>	<b>Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle</b>	<b>-</b>
<b>Bactéries aér. revivifiables à 36°C - 44 h (n/100 mL)</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>48</b>		

**Annexe 6 : Fiche ouvrage – Réservoir de Péclette**

**Réservoir semi-enterré de Péclette**

**Informations générales**

Commune : Corbonod (Ain)

Parcelle cadastrale : AV [REDACTED]

Coordonnées (Lambert 93) :

- X : [REDACTED] m
- Y : [REDACTED] m
- Z : 356 m

Année de construction : 1950



**Caractéristiques dimensionnelles et équipements**

Type de réservoir : semi-enterré circulaire à double cuve

Dimensions :

- Diamètre : 8 m
- Volume total : 340 m<sup>3</sup> (2 x 170 m<sup>3</sup>)
- Volume incendie : 120 m<sup>3</sup>

Côtes :

- Radier : 356,3 mNGF
- Trop plein : 360 mNGF

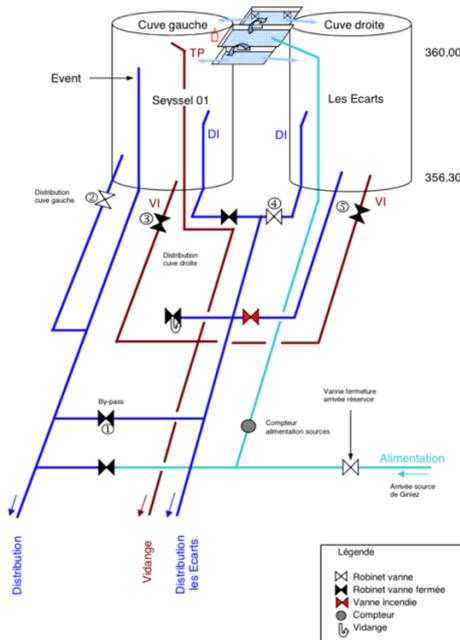
Gestion de l'arrivée : bac répartiteur avec flotteur

Comptage : 1 compteur (Q = 65 m<sup>3</sup>/h) sur l'arrivée, équipé d'une tête émettrice

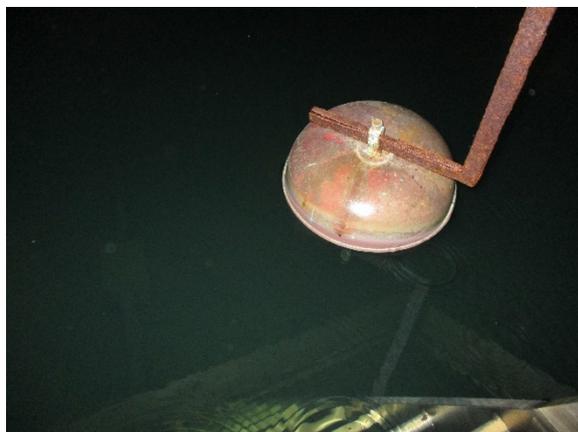
Traitement : Désinfection au chlore gazeux avec injection dans le bac répartiteur (asservie au compteur)

Électricité : oui

**Synoptique de fonctionnement**



Photographies



**Annexe 7 : Fiche ouvrage – réservoir de Morey**

**Réservoir semi-enterré de Morey**

**Informations générales**

Commune : Corbonod (Ain)

Parcelle cadastrale : AV [REDACTED]

Coordonnées (Lambert 93) :

- X : [REDACTED] m
- Y : [REDACTED] m
- Z : 309 m

Année de construction : 1970



**Caractéristiques dimensionnelles et équipements**

Type de réservoir : semi-enterré circulaire

Gestion de l'arrivée : flotteur

Dimensions :

- Diamètre : 11,5 m
- Volume total : 550 m<sup>3</sup>
- Volume incendie : 60 m<sup>3</sup>

Comptage : 1 compteur Itron flostar M

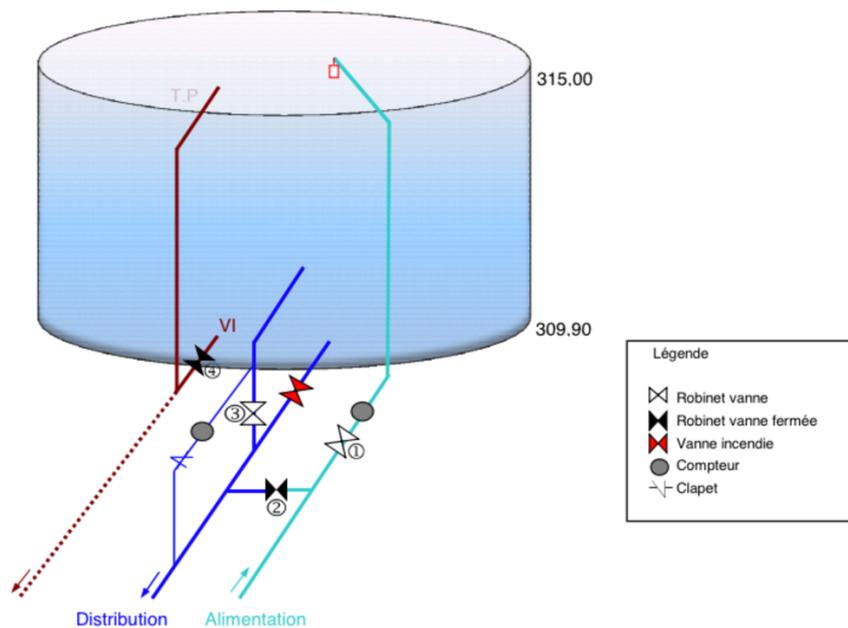
Traitement : Non

Électricité : Non

Côtes :

- Radier : 309,9 mNGF
- Trop plein : 315 mNGF

**Synoptique de fonctionnement**



**Photographies**



**Annexe 8 : Fiche ouvrage – réservoir de Kinsmen**

**Réservoir semi-enterré de Kinsmen**

**Informations générales**

Commune : Seyssel (Ain)

Parcelle cadastrale : AB [REDACTED]

*Réservoir situé en propriété privé*

Coordonnées (Lambert 93) :

- X : [REDACTED] m
- Y : [REDACTED] m
- Z : 300 m

Année de construction : 1950



**Caractéristiques dimensionnelles et équipements**

Type de réservoir : semi-enterré

Gestion de l'arrivée : flotteur

Dimensions :

- Longueur x largeur : 8 m x 4,5 m
- Volume total : 90 m<sup>3</sup>
- Volume incendie : non

Comptage : non

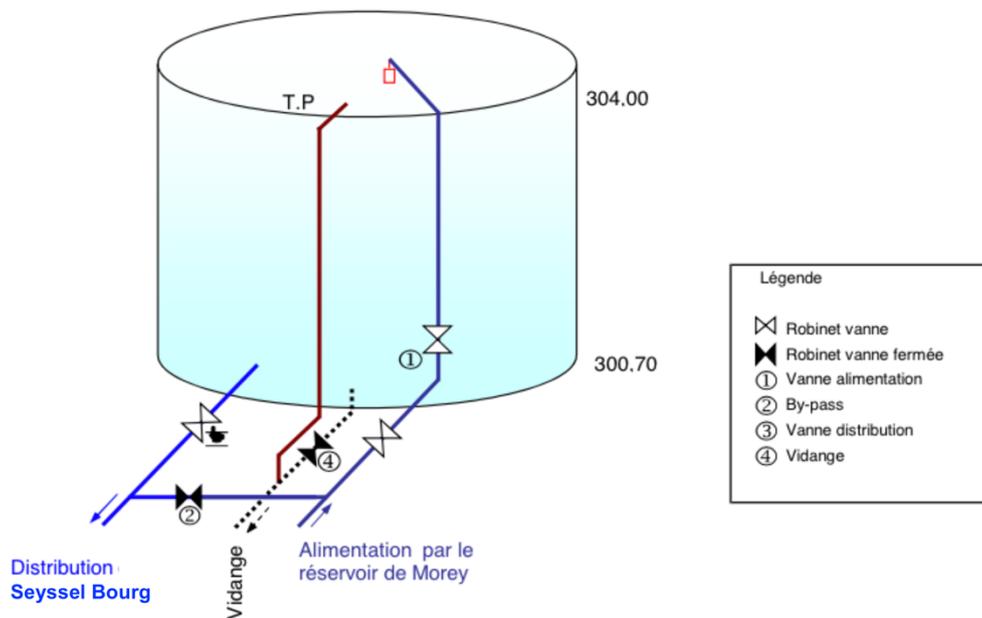
Traitement : non

Électricité : non

Côtes :

- Radier : 300,7 mNGF
- Trop plein : 304 mNGF

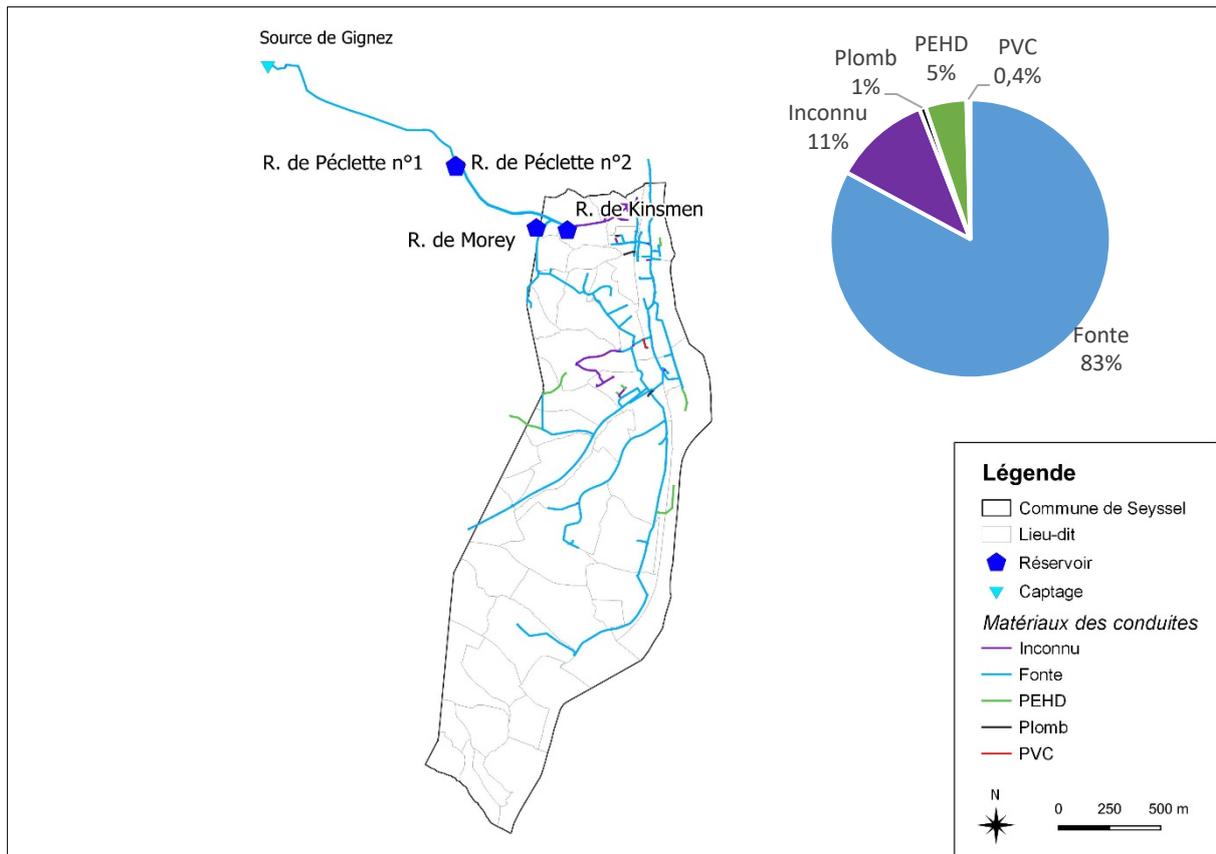
**Synoptique de fonctionnement**



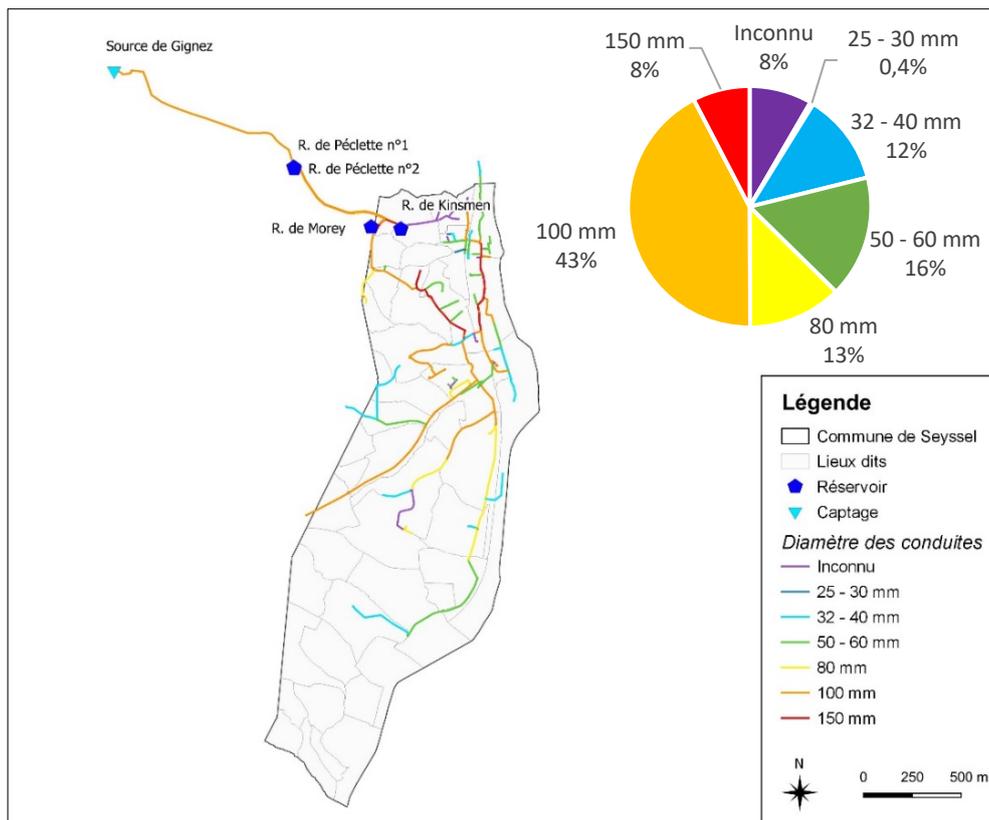
Photographies



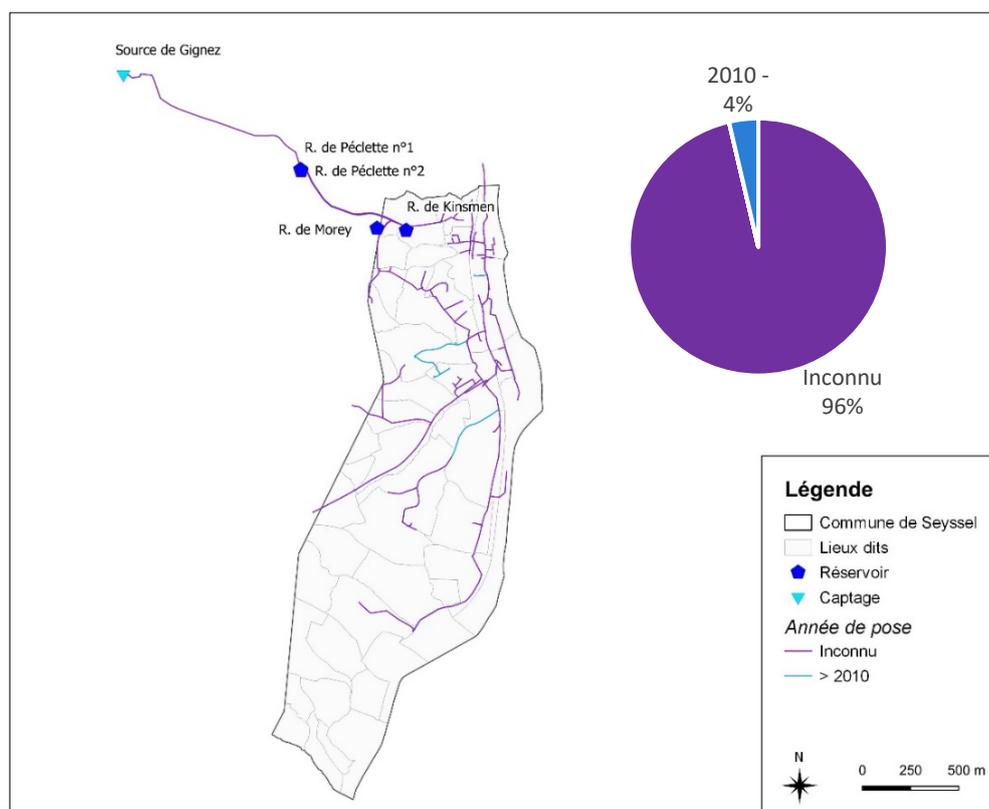
### Annexe 9 : Répartition des matériaux



### Annexe 10 : Répartition des diamètres



### Annexe 11 : Répartition des années de pose



## Annexe 12 : Calcul de l'indice de connaissance et de gestion patrimoniale

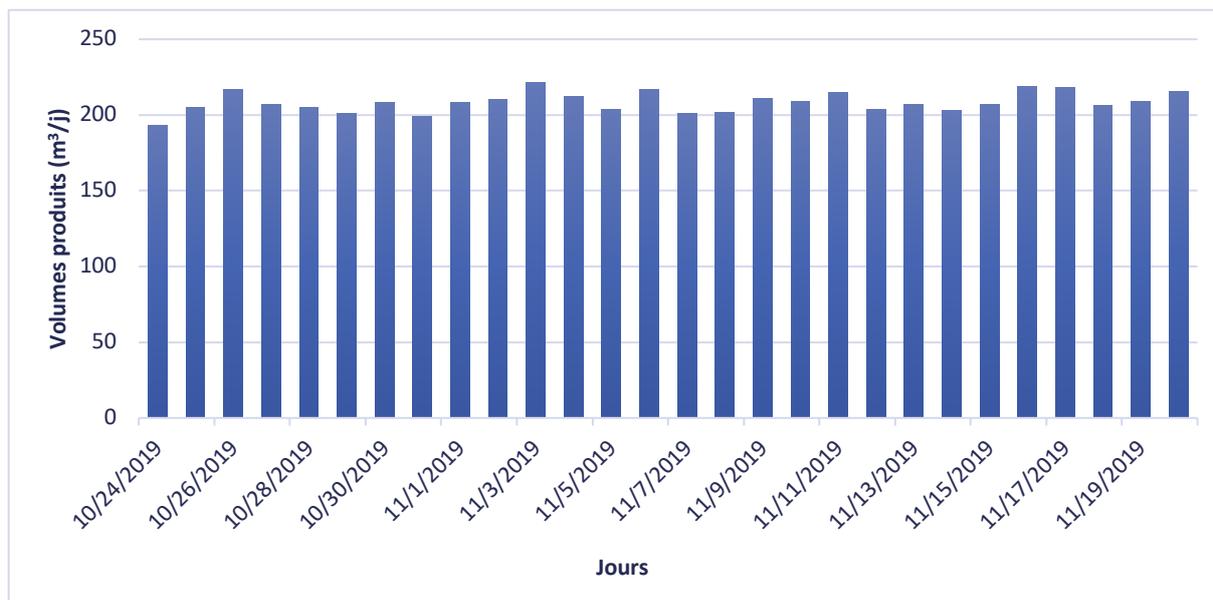
Code	Nom	Conditions d'obtention des points	Points obtenus si conditions réunies (sinon : 0)	Points Seyssel
<b>PARTIE A : PLAN DES RÉSEAUX</b>			<b>/ 15 Points</b>	<b>15</b>
VP.236	Existence d'un plan des réseaux mentionnant la localisation des ouvrages principaux (ouvrage de captage, station de traitement, station de pompage, réservoir) et des dispositifs de mesures	Oui	10	10
VP.237	Existence et mise en œuvre d'une procédure de mise à jour, au moins chaque année, du plan des réseaux pour les extensions, réhabilitations et renouvellements de réseaux (en l'absence de travaux, la mise à jour est considérée comme effectuée)	Oui	5	5
<b>PARTIE B : INVENTAIRE DES RÉSEAUX</b>			<b>/ 30 points</b>	<b>13</b>
VP.238	Existence d'un inventaire des réseaux avec mention, pour tous les tronçons représentés sur le plan, du linéaire, de la catégorie de l'ouvrage et de la précision des informations cartographiques	Partie A = 15 VP.238=1 VP.239>=50% VP.240=1	10	10
VP.239	Pourcentage du linéaire de réseau pour lequel l'inventaire des réseaux mentionne les matériaux et diamètres	Partie A = 15 VP.238 = 1 VP.240 = 1 [cas 1 60%=<VP.239<70% ou cas 2 70%=<VP.239<80% ou cas 3 80%=<VP.239<90% ou cas 4 90%=<VP.239<95% ou cas 5 95%=<VP.239]	Cas 1 = 1 Cas 2 = 2 Cas 3 = 3 Cas 4 = 4 Cas 5 = 5	3
VP.240	Intégration, dans la procédure de mise à jour des plans, des informations de l'inventaire des réseaux (pour chaque tronçon : linéaire, diamètre, matériau, date ou période de pose, catégorie d'ouvrage, précision cartographique)	Partie A = 15 Oui		

VP.241	Pourcentage du linéaire de réseau pour lequel l'inventaire des réseaux mentionne la date ou la période de pose	Partie A = 15 VP.238 = 1 [(cas 0 50%=<VP.241<60% ou cas 1 60%=<VP.241<70% ou cas 2 70%=<VP.241<80% ou cas 3 80%=<VP.241<90% ou cas 4 90%=<VP.241<95% ou cas 5 95%=<VP.241]	Cas 0 = 10 Cas 1 = 11 Cas 2 = 12 Cas 3 = 13 Cas 4 = 14 Cas 5 = 15	0
<b>PARTIE C : AUTRES ÉLÉMENTS DE CONNAISSANCE ET DE GESTION DES RÉSEAUX</b>			<b>/ 75 points</b>	<b>0</b>
VP.242	Localisation des ouvrages annexes (vannes de sectionnement, ventouses, purges, PI, ...) et des servitudes de réseaux sur le plan des réseaux	Parties A + B >= 40 VP.242 = 1	10	0
VP.243	Inventaire mis à jour, au moins chaque année, des pompes et équipements électromécaniques existants sur les ouvrages de stockage et de distribution (en l'absence de modifications, la mise à jour est considérée comme effectuée)	Parties A + B >= 40 VP.243 = 1	10	0
VP.244	Localisation des branchements sur le plan des réseaux	Parties A + B >= 40 VP.244 = 1	10	0
VP.245	Pour chaque branchement, caractéristiques du ou des compteurs d'eau incluant la référence du carnet métrologique et la date de pose du compteur	Parties A + B >= 40 VP.245 = 1	10	0
VP.246	Identification des secteurs de recherches de pertes d'eau par les réseaux, date et nature des réparations effectuées	Parties A + B >= 40 VP.246 = 1	10	0
VP.247	Localisation à jour des autres interventions sur le réseau (réparations, purges, travaux de renouvellement, etc.)	Parties A + B >= 40 VP.247 = 1	10	0
VP.248	Existence et mise en œuvre d'un programme pluriannuel de renouvellement des canalisations (programme détaillé assorti d'un estimatif portant sur au moins 3 ans)	Parties A + B >= 40 VP.248 = 1	10	0
VP.249	Existence et mise en œuvre d'une modélisation des réseaux sur au moins la moitié du linéaire de réseaux	Parties A + B >= 40 VP.249 = 1	5	0
<b>Total</b>			<b>/ 120 points</b>	<b>28</b>

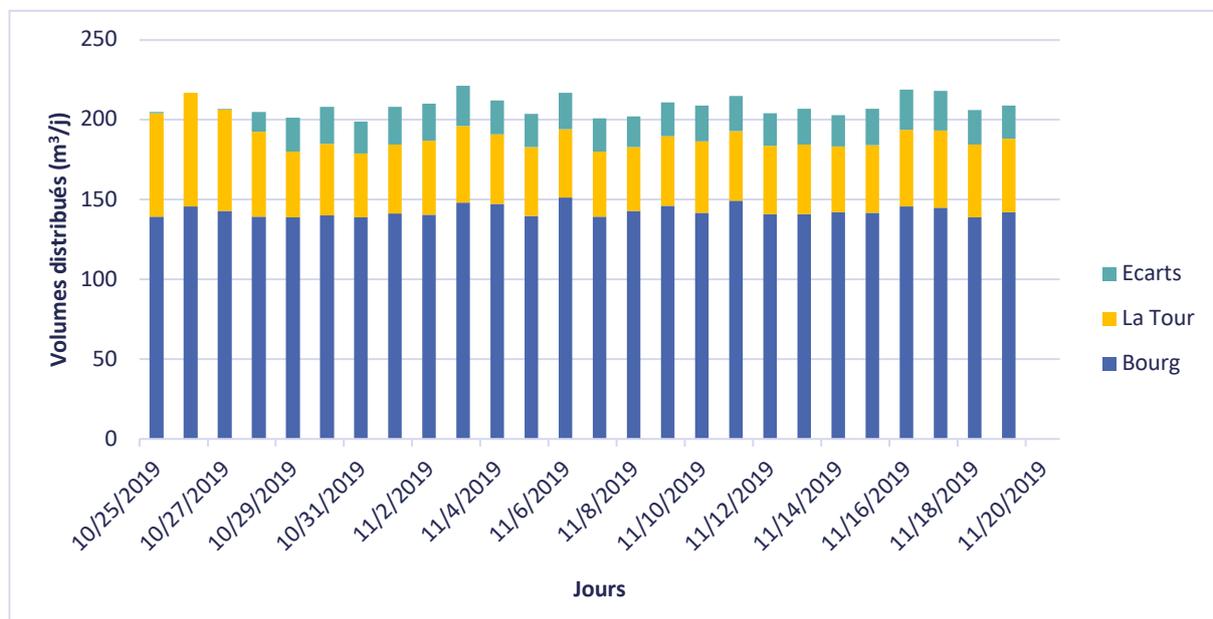
**Annexe 13 : Résultats des analyses qualité de l'eau distribuée**

	Minimum	Moyenne	Maximum	Référence de qualité	Limite de qualité
<i>Paramètres chimiques et organoleptiques</i>					
Conductivité à 25°C (µS/cm)	252	345	539	200 – 1 100	-
<b>Turbidité (NFU)</b>	<b>0</b>	<b>0,7</b>	<b>1,6</b>	<b>0,5 – 2</b>	<b>1</b>
Fer total (µg/L)	0	20,9	64	200	-
Chlore libre (mg/L)	0	0,24	1,16	Absence d'odeur ou de saveur désagréable	-
Chlore total (mg/L)	0	0,27	1,32		
Ammonium (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L)	0	0	0	0,10	-
<i>Paramètres microbiologiques</i>					
Entérocoques (n/100 mL)	0	0	0	-	0
<b>Escherichia coli (n/100 mL)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>0</b>
<b>Bactéries coliformes (n/100 mL)</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
Bactéries sulfite-réductrices y compris les spores (n/100 mL)	0	0	0	0	-
Bactéries aérobies revivifiables à 22°C (n/100 mL)	0	2,1	15	Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle	-
Bactéries aérobies revivifiables à 37°C (n/100 mL)	0	8,5	70		

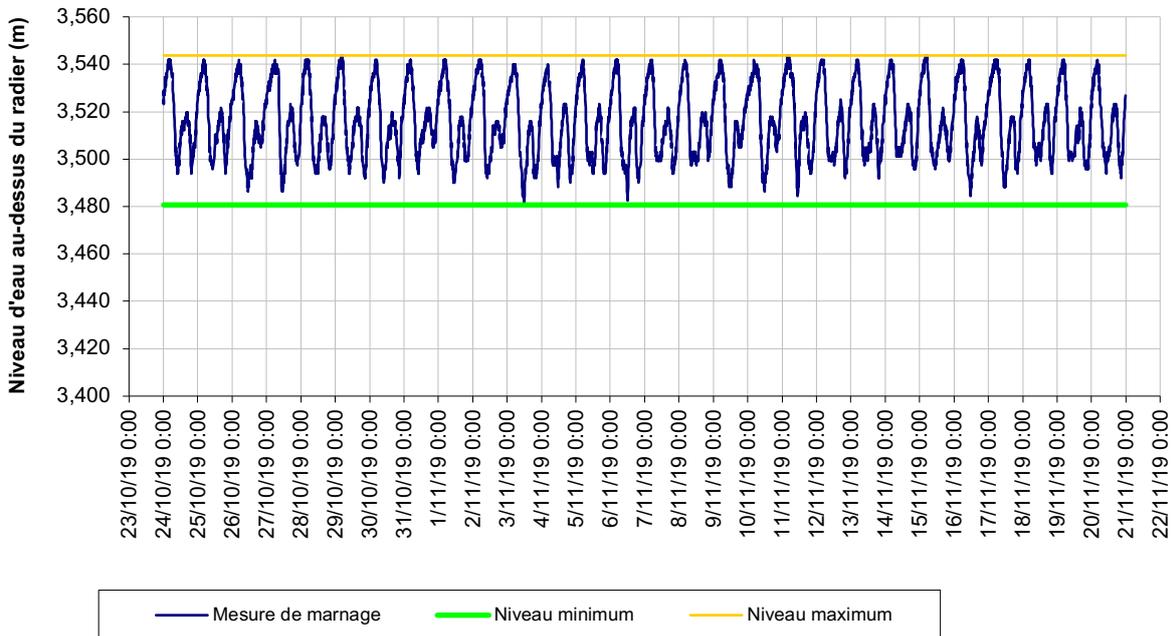
### Annexe 14 : Evolution des volumes produits durant la campagne de mesures



### Annexe 15 : Evolution des volumes distribués par secteur durant la campagne de mesures



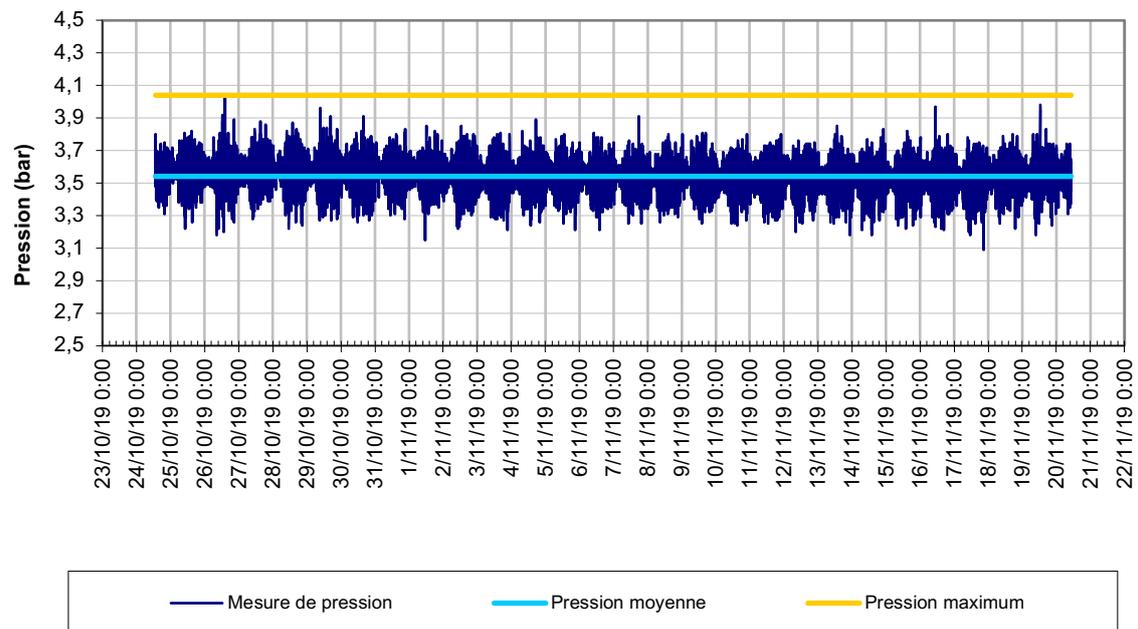
### Annexe 16 : Évolution du marnage du réservoir de Péclette – cuve Bourg lors de la campagne de mesures



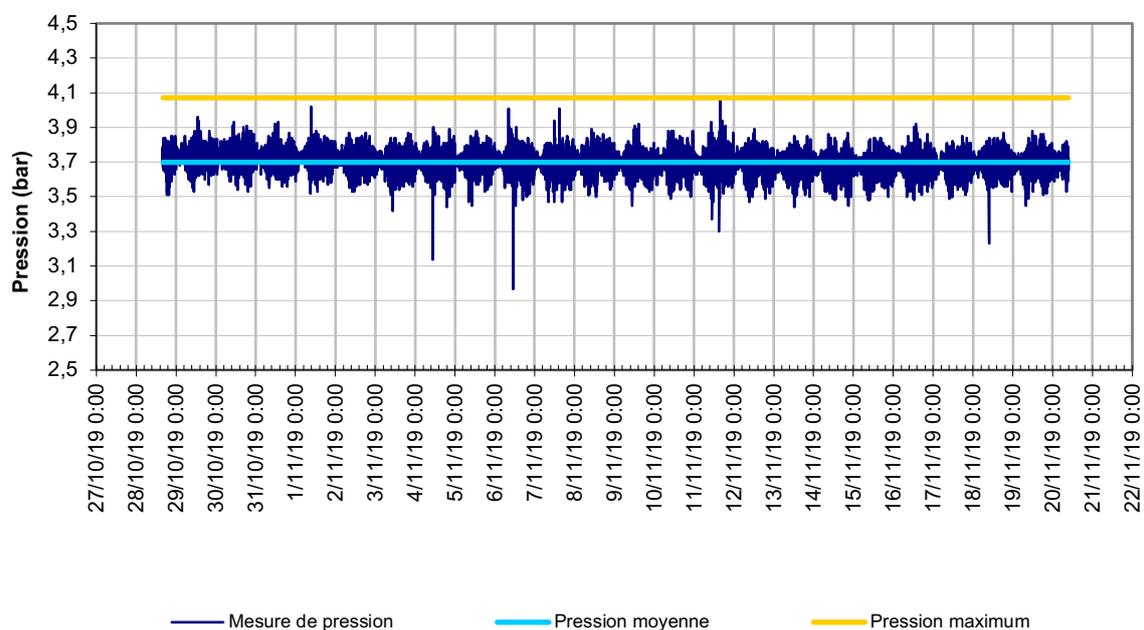
### Annexe 17 : Évolution du marnage du réservoir de Péclette – cuve Écartis lors de la campagne de mesures



### Annexe 18 : Évolution des pressions à Chantemerle durant la campagne de mesures



### Annexe 19 : Évolution des pressions au Bourg durant la campagne de mesures



**Annexe 20 : Prix des canalisations au mètre linéaire**

Matériau	Diamètre (mm)	Zone avec contraintes	Zone sans contrainte
<b>Inconnu</b>	Inconnu	200 €/ml	120 €/ml
<b>PEHD</b>	25	120 €/ml	65 €/ml
	32	120 €/ml	65 €/ml
	40	170 €/ml	70 €/ml
	50	170 €/ml	70 €/ml
	63	180 €/ml	75 €/ml
	75	145 €/ml	85 €/ml
	90	155 €/ml	90 €/ml
	110	170 €/ml	105 €/ml
	160	210 €/ml	135 €/ml
<b>PVC</b>	32	120 €/ml	65 €/ml
	40	170 €/ml	70 €/ml
	50	170 €/ml	70 €/ml
	63	180 €/ml	75 €/ml
	90	155 €/ml	90 €/ml
	110 (100)	170 €/ml	105 €/ml
	125	185 €/ml	115 €/ml
	140	195 €/ml	125 €/ml
	200	240 €/ml	160 €/ml
<b>Fonte</b>	40	165 €/ml	85 €/ml
	60	180 €/ml	95 €/ml
	80	195 €/ml	105 €/ml
	100	210 €/ml	120 €/ml
	125	230 €/ml	130 €/ml
	150	240 €/ml	140 €/ml
	200	290 €/ml	170 €/ml
	250	335 €/ml	195 €/ml
	300	380 €/ml	225 €/ml
	350	425 €/ml	250 €/ml
	400	470 €/ml	275 €/ml
	500	550 €/ml	325 €/ml
600	560 €/ml	330 €/ml	

**Annexe 21 : Chiffrage détaillé des travaux - ouvrages**

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire H.T.	Montant H.T.	Total avec imprévu (+ 15%)
<b>Source de Gignez</b>				
<b>Chambre de captage – PPI</b>				
Réalisation d'un diagnostic génie civil	1 u	1 000 €/u	1 000 €	1 150 €
Grillage rigide (> 2 m) – PPI	250 ml	50 €/ml	12 500 €	14 500 €
Renouvellement de l'échelle	1 u	1 000 €/u	1 000 €	1 150 €
Renouvellement des conduites et équipements, nettoyage des bacs de décantation	1 u	5 000 €/u	5 000 €	5 800 €
Renouvellement de la porte d'accès (avec ventilation)	1 u	1 200 €/u	1 200 €	1 400 €
Sécurisation (anti-intrusion accès eau (1 point) + système communication) + batterie	1 u	7 000 €/u	7 000 €	8 000 €
Réhabilitation de l'ouvrage (dalle supérieure)	1 u	750 €/u	750 €	900 €
Débroussaillage / abattage	3 000 m <sup>2</sup>	5 €/m <sup>2</sup>	15 000 €	17 250 €
Traçage du trop plein et équipements (estimation des débits déversés)	1 u	15 000 €/u	15 000 €	17 250 €
Affichage réglementaire PPI	1 u	200 €/u	200 €	250 €
<b>Chambre de répartition</b>				
Réalisation d'un diagnostic génie civil (y compris vérification étanchéité – ouvrage sans fond)	1 u	1 000 €/u	1 000 €	1 150 €
Protection de l'ouvrage (glissières ou autre)	1 u	1 000 €/u	1 000 €	1 150 €
Renouvellement du tampon	1 u	1 200 €/u	1 200 €	1 400 €
Renouvellement des échelons	1 u	1 000 €/u	1 000 €	1 150 €
Renouvellement des conduites et équipements	1 u	5 000 €/u	5 000 €	5 800 €
Sécurisation (anti-intrusion accès eau (1 point) + système communication) + batterie	1 u	7 000 €/u	7 000 €	8 000 €
<b>Conduites entre captage et chambre de répartition</b>				
Renouvellement conduite en fonte, diamètre 100 mm (sans contrainte)	20 ml	120 €/ml	2 400 €	2 800 €
Renouvellement conduite en fonte, diamètre 250 mm (sans contrainte)	20 ml	195 €/ml	3 900 €	4 500 €
<b>Total Source de Gignez</b>				<b>93 600 €</b>
<b>Réservoir de Péclette 1 et 2</b>				
Réalisation d'un diagnostic génie civil	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Grillage rigide (> 2m) - parcelle	100 ml	50 €/ml	5 000 €	5 800 €
Portail - 2 m lisse défensive	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Création d'un chemin d'accès au réservoir (chemin de 4 m de large - décapage sur 0,6 m avec évacuation des déblais, géotextile, couche de blocage 0/80))	20 ml	100 €/ml	2 000 €	2 300 €
Mise en peinture du bâtiment	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Sécurisation des gardes corps	30 ml	200 €/ml	6 000 €	6 900 €
Trappe dessus cuve	2 u	1 000 €/u	2 000 €	2 300 €
Point d'ancrage - sécurisation accès cuve	2 u	250 €/u	500 €	600 €
Renouvellement des conduites et équipements du réservoir (en partie)	1 u	15 000 €/u	15 000 €	17 000 €
Renouvellement de la porte d'accès	1 u	1 200 €/u	1 200 €	1 400 €
Renouvellement du système de chloration, y compris armoire / suppression existant	1 u	10 000 €/u	10 000 €	11 500 €

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire H.T.	Montant H.T.	Total avec imprévu (+ 15%)
Sécurisation (anti-intrusion accès eau (2 points) + système de communication)	1 u	7 000 €/u	7 000 €	8 000 €
<b>Total réservoir de Péclette</b>				<b>66 300 €</b>
<b>Réservoir de Morey</b>				
Réalisation d'un diagnostic génie civil	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Remplacement fenêtre et grille de protection	1 u	900 €/u	900 €	1 000 €
Grillage rigide (> 2m) - parcelle	90 ml	50 €/ml	4 500 €	5 000 €
Portail - 2 m lisse défensive	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Création d'un chemin d'accès au réservoir (4 m de large - décapage sur 0,6 m – géotextile - couche de blocage 0/80)	30 ml	100 €/ml	3 000 €	3 500 €
Mise en peinture du bâtiment	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Sécurisation des gardes corps	15 ml	200 €/ml	3 000 €	3 500 €
Point d'ancrage - sécurisation accès cuve	1 u	250 €/u	250 €	300 €
Renouvellement des conduites et équipements du réservoir (en partie)	1 u	7 500 €/u	7 500 €	8 600 €
Sécurisation (anti-intrusion accès eau (1 point) + système communication) + batterie	1 u	7 000 €/u	7 000 €	8 000 €
<b>Total réservoir de Morey</b>				<b>40 400 €</b>
<b>Réservoir de Kinsmen</b>				
Réalisation d'un diagnostic génie civil	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Débroussaillage	310 m <sup>2</sup>	5 €/m <sup>2</sup>	1 550 €	1 800 €
Remplacement de la fenêtre et grille de protection	1 u	900 €/u	900 €	1 000 €
Grillage rigide (> 2m) - parcelle	70 ml	50 €/ml	3 500 €	4 000 €
Portail - 2 m lisse défensive	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Mise en peinture du bâtiment	1 u	3 000 €/u	3 000 €	3 500 €
Sécurisation des gardes corps	10 ml	200 €/ml	2 000 €	2 300 €
Point d'ancrage - sécurisation accès cuve	1 u	250 €/u	250 €	300 €
Renouvellement des conduites et équipements du réservoir (en partie)	1 u	7 500 €/u	7 500 €	8 700 €
Renouvellement de la porte d'accès	1 u	1 200 €/u	1 200 €	1 400 €
Sécurisation (anti-intrusion accès eau (1 point) + système communication) + batterie	1 u	8 500 €/u	8 500 €	9 800 €
Réhabilitation de l'ouvrage (dalle supérieure, ouvrage global cuve, chambre)	90 m <sup>3</sup>	500 €/m <sup>3</sup>	45 000 €	52 000 €
<b>Total réservoir de Kinsmen</b>				<b>91 800 €</b>
<b>Total ouvrages</b>				<b>292 100 €</b>

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**Diplôme(s) : Ingénieur de l'ENGEES**

**Spécialité : Hydraulique urbaine**

**Auteur : Mathilde BUSSARD**

**Année : 2020**

**Titre : Schéma directeur d'alimentation en eau potable de la commune de Seyssel (Ain)**

**Nombre de pages      texte : 60                  annexes : 22**

**Nombre de références bibliographiques : 27**

**Structure d'accueil : IRH Ingénieur Conseil, Sérézin-du-Rhône (69)**

**Maître de stage : Marine FEUARDENT**

**Résumé :** Cette étude porte sur la réalisation du schéma directeur d'alimentation en eau potable d'une petite commune rurale du département de l'Ain, Seyssel. Elle a pour objectif de rendre compte de la performance actuelle du réseau, de sa capacité à assurer la continuité de distribution de l'eau en quantité et en qualité suffisante pour répondre aux besoins futurs et de présenter des solutions pour pallier les éventuelles faiblesses. Une modélisation du réseau est développée sous WaterGEMS et calée à partir des données obtenues lors de la campagne de mesures. Des propositions d'aménagements sont ensuite étudiées afin de corriger les dysfonctionnements mis en lumière par le diagnostic hydraulique. Ainsi, il est suggéré d'installer plusieurs stabilisateurs avals afin de réduire les fortes pressions présentes sur certains secteurs du réseau. Une interconnexion de secours est également proposée pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable de la commune, qui se fait actuellement via une seule et unique ressource. Un chiffrage et un programme pluriannuel des travaux, intégrant le renouvellement patrimonial des ouvrages et conduites, sont établis et priorisent les différents enjeux. Enfin, l'impact de ces aménagements sur le prix de l'eau est calculé.

**Mots-clés :** eau potable, schéma directeur, bilan besoins – ressources, campagne de mesures, modélisation, hydraulique, WaterGEMS, calage, diagnostic, aménagements, gestion patrimoniale, programmation pluriannuelle, prix de l'eau