



Partenaires techniques et financiers:



GRAND BOURG AGGLOMERATION

Direction du Grand Cycle de l'Eau (GCE)

3 Avenue Arsène d'Arsonval

CS 88000

01000 Bourg-En-Bresse

SCHEMA DIRECTEUR D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES
COMMUNES DE BOURG-EN-BRESSE, SAINT JUST, PERONNAS,
CIZE ET POUILLAT

RAPPORT DE PHASE 2



ANALYSE DES VOLUMES ET INDICATEURS DE
PERFORMANCE, BESOINS FUTURS,
MODELISATION



SUIVI DU DOCUMENT :
01210475-108-ETU-ME—4-Rapport-Phase 2

Indice	Établi par :	Approuvé par :	Le :	Objet de la révision :
C	R.GARCIA	I.VAVRILLE	20/11/2022	Prise en compte remarques GBA
B	M.BLAJET/R.GARCIA	I.VAVRILLE	28/09/2022	Prise en compte remarques GBA
A	M.BLAJET	I.VAVRILLE	13/05/2022	Établissement

SOMMAIRE

A. Préambule	7
A.1. Présentation de la zone d'étude	7
A.2. Objectif de l'étude	8
B. Analyse des volumes.....	9
B.1. Analyse de la production – acheté - vendu.....	9
B.1.1. Analyse à l'échelle globale	9
B.1.2. Analyse par ressource	11
B.2. Analyse de la consommation.....	12
B.2.1. Données de base	12
B.2.2. Etude des volumes comptabilisés	13
B.2.3. Dotation	14
B.2.4. Coefficient de pointe journalier	15
B.2.5. Analyse complémentaire UDI de Bourg en Bresse.....	15
C. Analyse des indicateurs de performance	16
C.1. Indice de Connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable.....	16
C.2. Rendement du réseau	17
C.3. Indice linéaire des volumes non comptés - ILVNC.....	18
C.4. Indice linéaire de pertes	18
C.5. Taux de renouvellement.....	18
D. Analyse des compteurs et de la sectorisation	19
D.1. Audit de la sectorisation	19
D.2. Audit des compteurs de sectorisation.....	21
D.3. Audit du parc compteur abonnés	22
E. Analyse de la campagne de mesures.....	23
E.1. Présentation de la campagne de mesures	23
E.2. Résultats de la Campagne de mesures	26
E.2.1. Information sur la collecte de données.....	26
E.2.2. Mesures de débits	26
E.2.3. Mesures de niveaux.....	38
E.2.4. Mesures de pressions.....	41
F. Bilan Besoins/ressources	48
F.1. Détermination des besoins futurs	48
F.1.1. Données INSEE.....	48
F.1.2. Données de SCOT	49
F.1.3. Données de PLU.....	49
F.1.4. Synthèse des taux d'accroissement.....	50
F.1.5. Evolution des besoins pour les ZAE	51

F.2. Bilan besoins/Ressources	52
F.2.1. Hypothèse des besoins futurs	52
F.2.2. Bilan Besoins ressources.....	52
G. Modélisation hydraulique.....	55
G.1. Objectif de la modélisation	55
G.2. Construction du modele EPANET	55
G.2.1. Création de l'ossature du réseau	55
G.2.2. Les éléments constitutifs du modèle	55
G.2.3. Importations des cotes altimétriques	57
G.2.4. Importation des consommations.....	57
G.2.5. Les règles.....	57
G.2.6. Synthèse du modèle	58
G.3. Calage du modèle hydraulique	60
G.3.1. Principe du calage	60
G.3.2. Préparation du calage	64
G.3.3. Résultats du calage	66
G.4. Calage du modele qualité.....	70
G.4.1. Théorie de la dégradation du chlore.....	70
G.4.2. Module qualité sur EPANET	71
G.4.3. Principe du calage	72
G.4.4. Campagne de mesures en chlore.....	72
G.4.5. Calage du modèle	73

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude	7
Figure 2 : Evolution des volumes achetés et produits annuellement sur l'UDI de Bourg-en-Bresse.....	9
Figure 3 : Evolution des volumes achetés annuellement sur l'UDI de Cize	10
Figure 4 : Evolution de la production annuelle sur l'UDI de Pouillat	10
Figure 5 : Production moyenne mensuelle de Lent en m ³ /j entre 2016 et 2020.....	11
Figure 6 : Production moyenne mensuelle de Péronnas en m ³ /j entre 2016 et 2020.....	12
Figure 7 : Volumes facturés CIZE	14
Figure 8 : Volumes facturés Bourg en Bresse	14
Figure 9 : Rendement	17
Figure 10 : Sectorisation de UDI Bourg-en-Bresse	20
Figure 11 : Analyse du parc compteurs abonnés	22
Figure 12 : Campagne de mesures de l'UDI de Bourg	24
Figure 13 : Campagne de mesures sur le réseau de Cize	25
Figure 14 : Campagne de mesures sur le réseau de Pouillat	25
Figure 15 : Courbe du volume mis en distribution	34
Figure 16 : Courbe des débits de distribution en sortie du réservoir de Cize	35
Figure 17 : Courbe des débits de distribution en sortie du réservoir de Pouillat	36
Figure 18 : Courbe des débits de distribution sur le secteur de Bourg en Bresse	37
Figure 19 : Evolution de la population sur la zone d'étude depuis 1982	48
Figure 20 : Evolution de la population sur le secteur 2019-2040	50
Figure 21 : Bilan besoins/ressources Bourg en Bresse – m ³ /an	53
Figure 22 : Bilan besoins/ressources Bourg-en-Bresse en jour de pointe – m ³ /j.....	53
Figure 23 : Evolution des besoins futurs pour les UDI de Cize et Pouillat.....	54
Figure 24 : Exemple de règle d'asservissement	58
Figure 25 : Extrait du modèle de Bourg-en-Bresse	58
Figure 26 : Extrait du modèle hydraulique	59
Figure 27 : Méthodologie pour le calage du modèle	61
Figure 28 : Exemple de valeurs d'indicateur visuel	63
Figure 29 : exemple de courbe de modulation journalière.....	65
Figure 30 : Courbe de marnage de Péronnas et Seillon	67
Figure 31 : Pressions moyennes sur les réseaux AEP	69
Figure 32 : Figure dite du « Breakpoint » de chloration.....	71
Figure 33 : Localisation des mesures en chlore.....	72
Figure 34 : Concentration de chlore dans les réseaux AEP	74
Tableau 1 : Comparaison des volumes facturés 2020 (RPQS) et des volumes enregistrés en 2021	13
Tableau 2 : Répartition des volumes comptabilisés sur le territoire d'étude (source : RPQS)	13
Tableau 3 : Dotation en 2020 selon les RPQS	14
Tableau 4 : Répartition des consommations par tranche de consommation	15
Tableau 5 : Indice de connaissance du réseau (/120)	16
Tableau 6 : Rendement des réseaux (%)	17
Tableau 7 : Indice linéaire des volumes non comptés (m ³ /j/km).....	18
Tableau 8 : Indice linéaire de Pertes (ILP-*m ³ /j/km)	18
Tableau 9 : Taux moyen de renouvellement du réseau (%).....	18
Tableau 10 : Synthèse de l'état des appareils de comptage sur la collectivité.....	21
Tableau 11 : Répartition des compteurs par catégorie.....	22

Tableau 12: Synthèse des débits	23
Tableau 13 : Synthèse des pressions.....	24
Tableau 14: Synthèse des marnages	24
Tableau 15 : Bilan des volumes journaliers produits.....	26
Tableau 16 : Indicateur de performance pour l'UDI de Cize.....	35
Tableau 17 : Indicateur de performance pour l'UDI de Cize.....	36
Tableau 18 : Indicateur de performance pour l'UDI de Bourg.....	37
Tableau 19 : Bilan des niveaux mesurés.....	38
Tableau 20 : Synthèse des pressions observées durant la campagne de mesures.....	41
Tableau 21 : Points de mesures de pression (CDM).....	42
Tableau 22 : Taux d'accroissement de la population selon INSEE 2008-2018.....	48
Tableau 23 : Taux d'accroissement de la population selon SCOT	49
Tableau 24 : Taux d'accroissement de la population selon PLU	49
Tableau 25 : Synthèse des Taux d'accroissement	50
Tableau 26 : Taux d'accroissement retenus.....	50
Tableau 27 : Besoins estimés en jour moyen pour les échéances futures sur Bourg-en-Bresse – m ³ /an	53
Tableau 28 : Besoins estimés pour les échéances futures sur Cize et Pouillat	54
Tableau 29 : Besoins en eau à l'horizon 2040	54
Tableau 30 : Pondération utilisée pour le calcul de l'indicateur global	64
Tableau 31 : Calage de la sectorisation	66
Tableau 32 : Calage des marnages	67
Tableau 33 : Calage des pressions.....	68
Tableau 34 : Synthèse des mesures de chlore (en mg/l).....	73
Tableau 35 : Récapitulatif des indicateurs de calage	73

A. PREAMBULE

A.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Grand Bourg Agglomération (GBA) souhaite réaliser le Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable sur le périmètre des 5 communes placées sous sa compétence, et qui sont localisées sur la carte ci-dessous :

- ✓ Bourg-en-Bresse ;
- ✓ Cize ;
- ✓ Péronnas ;
- ✓ Pouillat ;
- ✓ Saint-Just ;

Ce périmètre englobe également partiellement les communes de Saint-Denis-les-Bourg, Jasseron et Montagnat pour quelques abonnés, ce qui représente un total d'environ 50 000 habitants desservis (RPQS 2020), pour un peu moins de 32 000 abonnés.

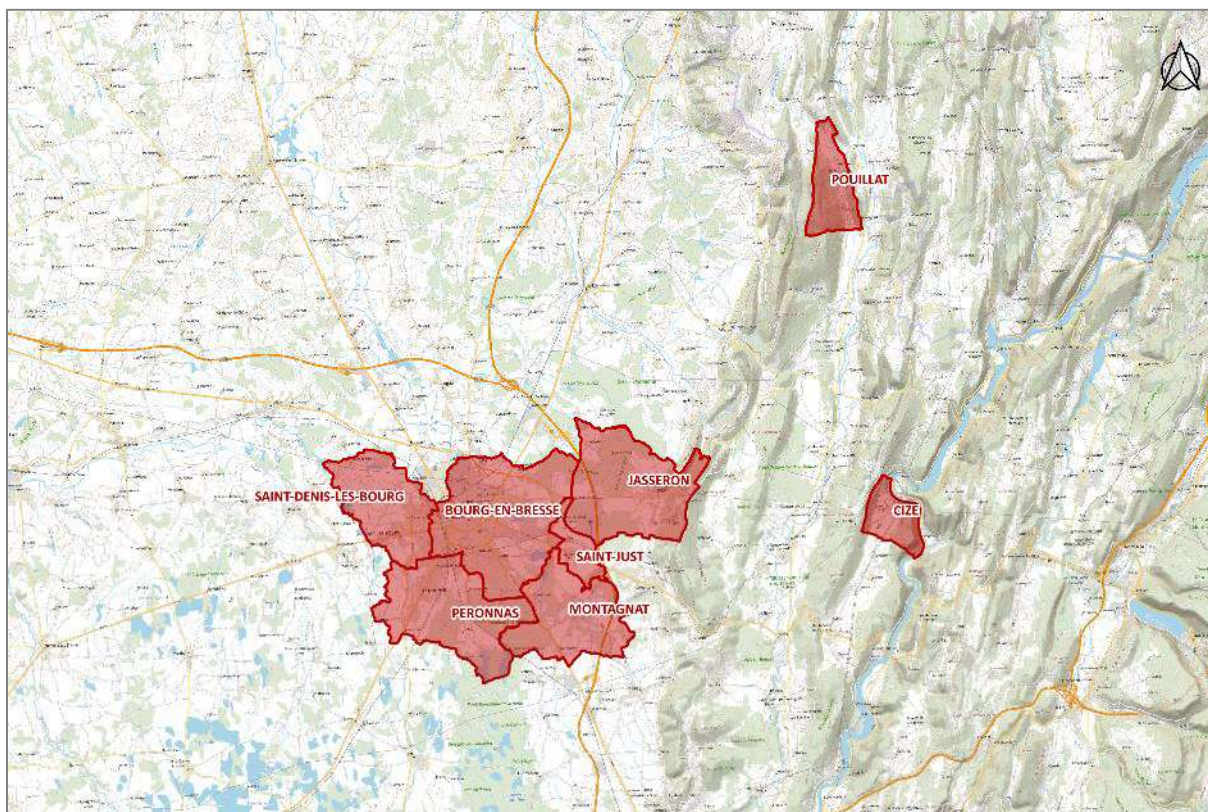


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Le territoire est divisé en 3 unités de distribution (UDI) :

- ✓ Bourg en Bresse : assurant l'alimentation de Bourg-en-Bresse, Péronnas, Saint Just et quelques abonnés de Jasseron, Montagnat et Saint Denis les Bourg via un achat d'eau à BSR et deux ressources :
 - Source de Lent ;
 - Forages de Péronnas ;
- ✓ Pouillat : dont l'alimentation est assurée par la source de Pouillat ;
- ✓ Cize : dont l'alimentation est assurée par un achat auprès du syndicat Bresse Suran Revermont (BSR)-unité territoriale Ain Suran Revermont.

GBA est en charge de la compétence eau potable sur le périmètre de la zone d'étude et l'exploitation est assurée en régie pour les communes de Bourg-en-Bresse, Cize, Péronnas, Saint-Just et Pouillat.

À noter que l'exploitation du réseau d'eau potable de Cize est assurée par la régie depuis le 1er Juillet 2021 seulement.

A.2. OBJECTIF DE L'ETUDE

D'un point de vue général, cette étude doit permettre :

- ✓ De réaliser un état des lieux complet et précis du système d'alimentation en eau potable (état des ouvrages, des équipements de suivi, bilans des volumes et ratios...) et un diagnostic du fonctionnement du réseau ;
- ✓ D'assurer l'alimentation en eau en quantité suffisante et en qualité satisfaisante en situations actuelle et future ;
- ✓ D'établir un programme de travaux et d'opérations visant à optimiser la gestion du service, à améliorer et sécuriser la desserte des abonnés et à pérenniser le patrimoine de la collectivité ;
- ✓ D'apporter des outils de gestion clairs, complets et à jour (outils cartographiques, outils de gestion sanitaire) ;

L'élaboration du schéma se décompose en 5 parties :

- ✓ **Phase 1** : Recueil et analyse des données, reconnaissance ;
- ✓ **Phase 2** : Analyse des volumes, estimation des besoins futurs ;
- ✓ **Phase 3** : Adéquation des infrastructures actuelles ;
- ✓ **Phase 4** : Analyse et comparaison de scénarios d'actions et de travaux ;
- ✓ **Phase 5** : Etablissement du Schéma Directeur.

Ce rapport correspond à la **Phase 2** de l'étude.

B. ANALYSE DES VOLUMES

L'analyse des volumes se base sur l'ensemble des données collectées dans les RPQS de 2016 à 2019 ainsi que sur les informations de télégestions disponibles sur le réseau de Bourg-en-Bresse.

B.1. ANALYSE DE LA PRODUCTION – ACHETE - VENDU

Les volumes produits sur le territoire proviennent de deux types :

- ✓ Production
- ✓ Achat

Une analyse de l'ensemble des volumes distribués sur le territoire est donc réalisée à plusieurs échelles.

B.1.1. Analyse à l'échelle globale

Il s'agit ici d'une analyse à l'échelle des UDI telle que représentées dans les RPQS :

- ✓ Bourg-en-Bresse
- ✓ Cize
- ✓ Pouillat

B.1.1.1. UDI de Bourg-en-Bresse

Les volumes mis en distribution sur le réseau de Bourg en Bresse sont composés de Volumes produits par les ressources de Lent et Péronnas mais également un achat d'eau à BSR. Le volume consommé ces dernières années est de 3 500 000 m³/an. On observe une légère augmentation du volume mis en distribution ces dernières années.

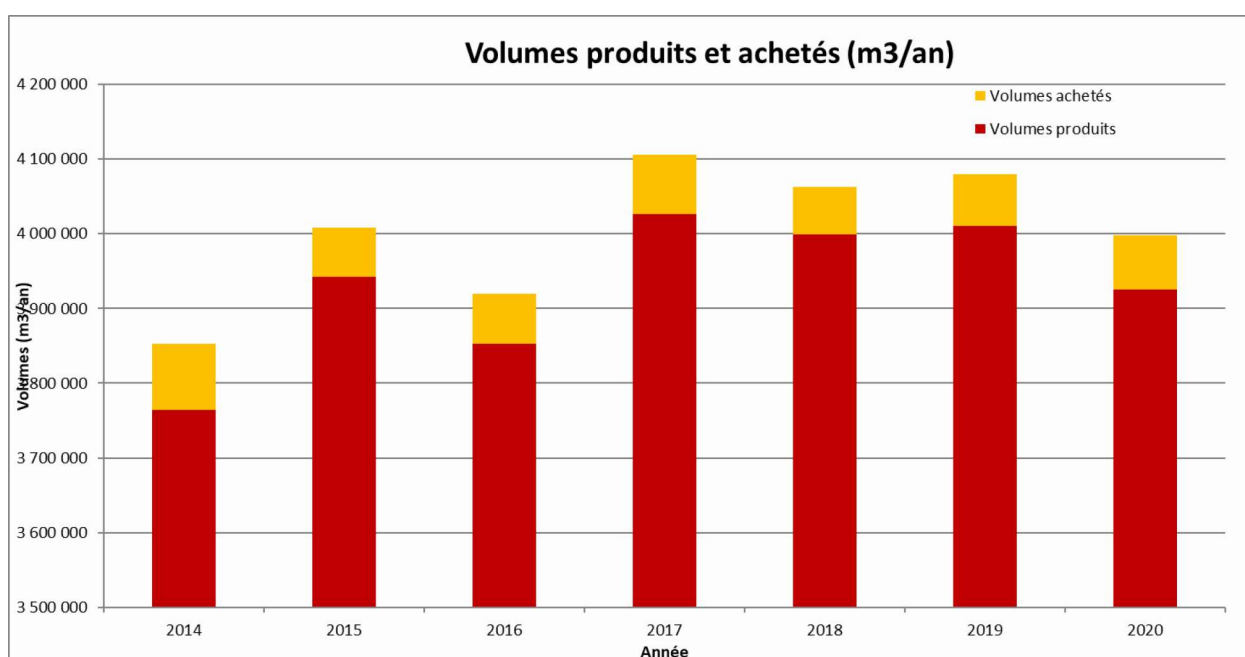


Figure 2 : Evolution des volumes achetés et produits annuellement sur l'UDI de Bourg-en-Bresse

B.1.1.2. UDI de Cize

Les volumes mis en distribution sur le réseau de Cize sont exclusivement achetés à BSR. Le volume consommé ces dernières années est de 11 700 m³/an en moyenne. On observe tout de même une légère diminution du volume acheté ces trois dernières années.

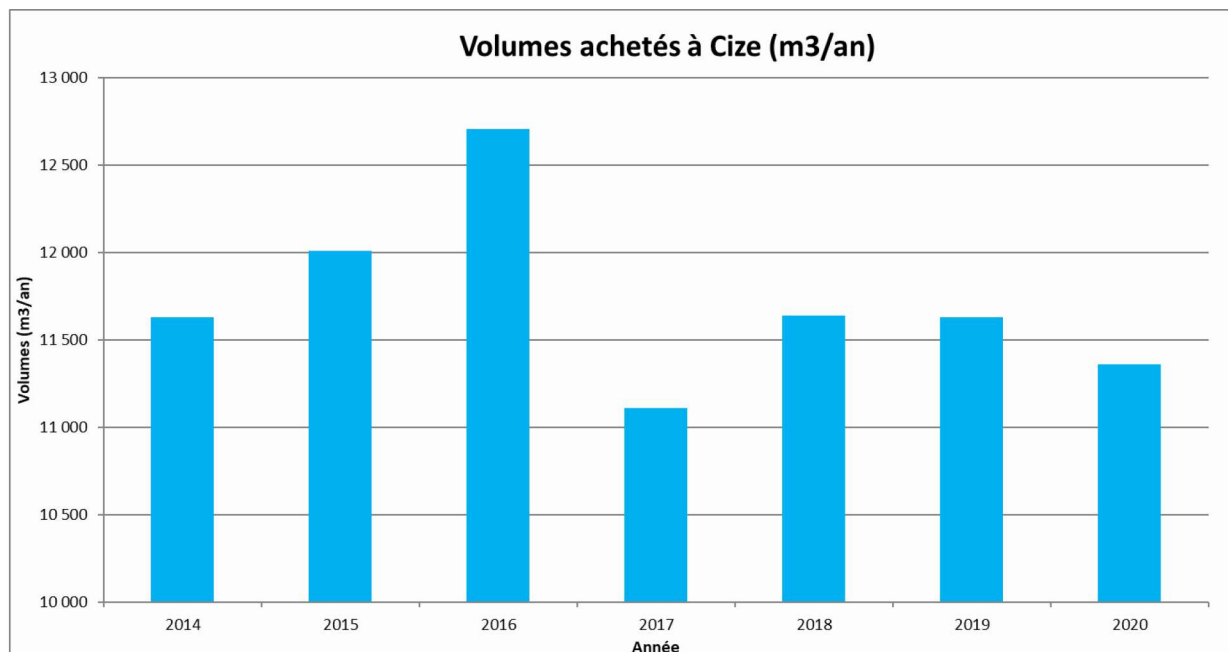


Figure 3 : Evolution des volumes achetés annuellement sur l'UDI de Cize

B.1.1.3. UDI de Pouillat

L'ensemble des volumes mis en distribution sur l'UDI de Pouillat sont produits depuis la source du même nom. Comme le montre le graphique ci dessous les données ne sont pas complétées sur les années 2016 à 2018.

On observe tout de même un volume de l'ordre de 26 500 m³/an produit/mis en distribution.

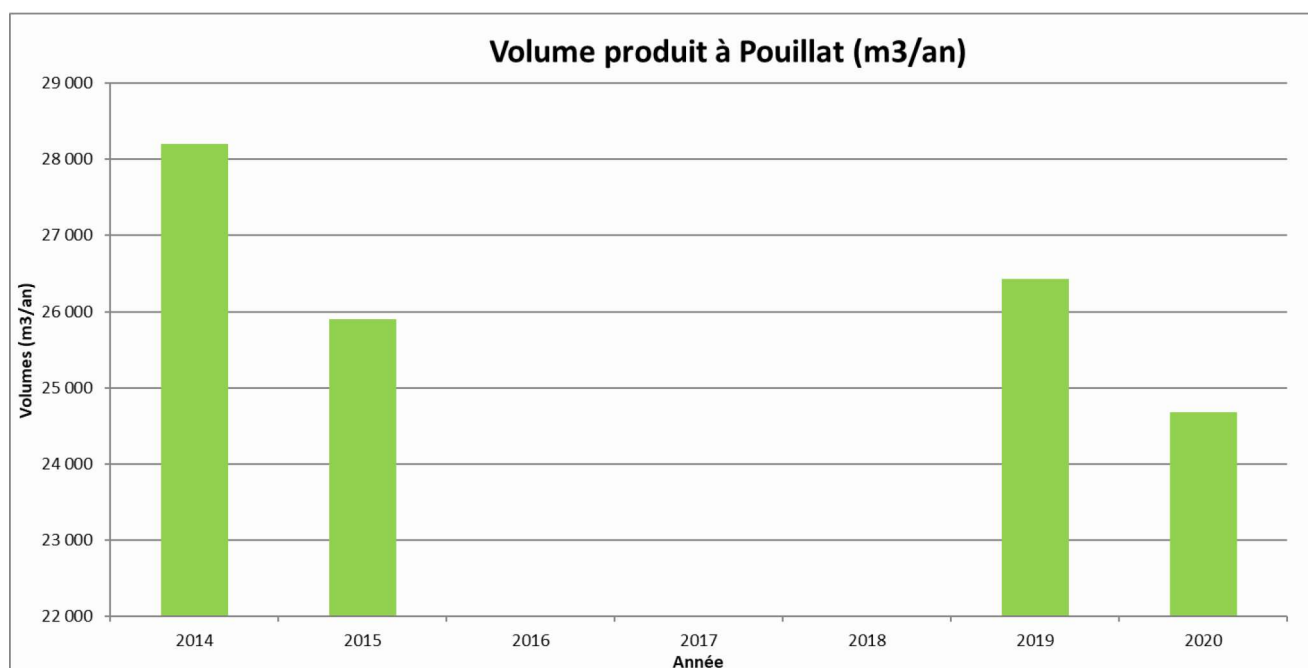


Figure 4 : Evolution de la production annuelle sur l'UDI de Pouillat

B.1.2. Analyse par ressource

Les informations détaillées de prélèvement mensuel sont disponibles pour les ressources de Lent et de Péronnas. Une analyse des coefficients de production de pointe et des variations de production au cours de l'année peut donc être réalisée pour l'UDI de Bourg-en-Bresse.

B.1.2.1. Ressource de Lent

Les données d'exploitation sont disponibles sur 5 années d'observation.

La production journalière moyenne au cours d'un mois est de l'ordre de 6 600 m³/j. De manière générale, la production est stable au cours de l'année, aucune variation n'est visible. Il en découle un coefficient de production de pointe mensuel de 1.01.

La mobilisation de la ressource reste en dessous des autorisations accordées par la DUP qui indique un débit de 8 400 m³/j. Dans le cadre d'un besoin en eau supplémentaire dans le futur, il peut être envisagé d'augmenter la capacité de prélèvement sur cette ressource.

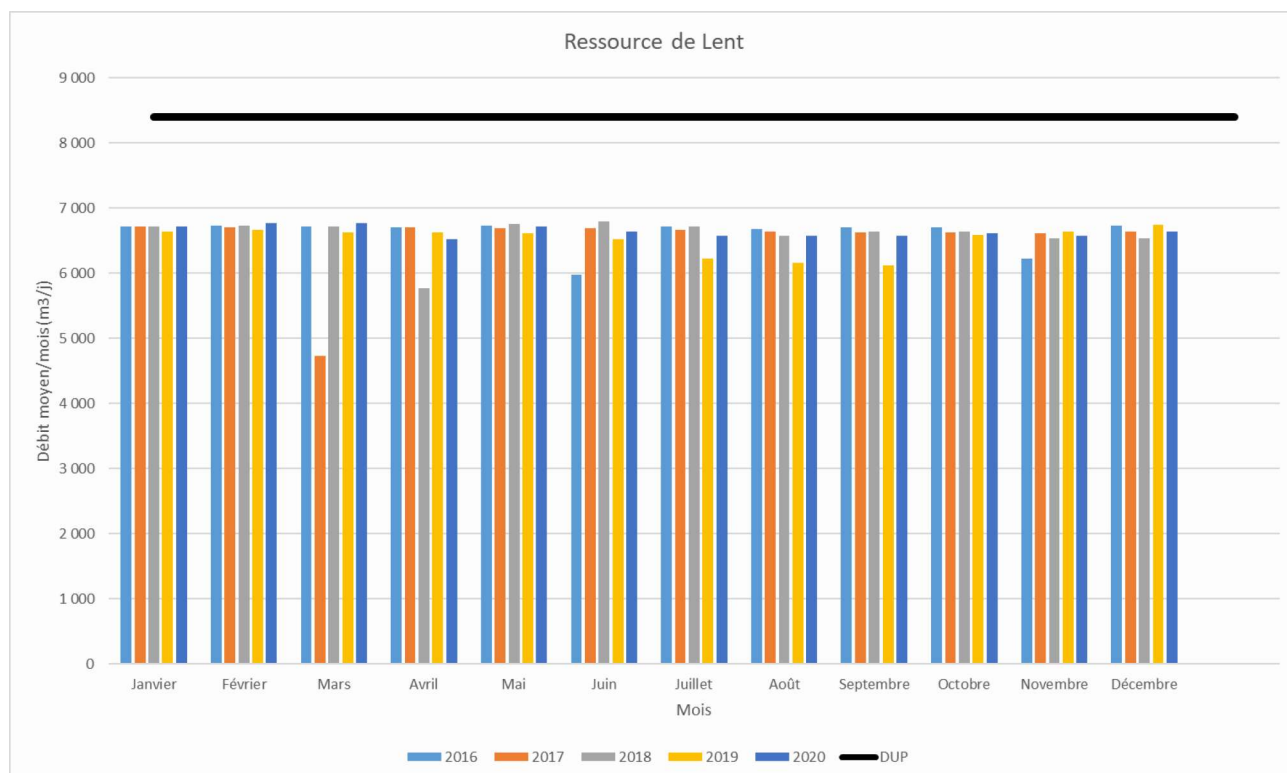


Figure 5 : Production moyenne mensuelle de Lent en m³/j entre 2016 et 2020

B.1.2.2. Ressource de Péronnas

Les données d'exploitation sont disponibles sur 5 années d'observation.

La production journalière moyenne au cours d'un mois est de l'ordre de 4 300 m³/j ces 5 dernières années. De manière générale, la production varie peu au cours de l'année. Le mois de Mars est celui qui présente généralement les valeurs de production les plus importantes avec un coefficient de production de pointe mensuelle de 1.15 en moyenne ces dernières années.

La mobilisation de la ressource reste en dessous des autorisations accordées par la DUP qui indique un débit maximum de 16 000 m³/j. Dans le cadre d'un besoin en eau supplémentaire dans le futur, il peut être envisagé d'augmenter la capacité de prélèvement sur cette ressource.

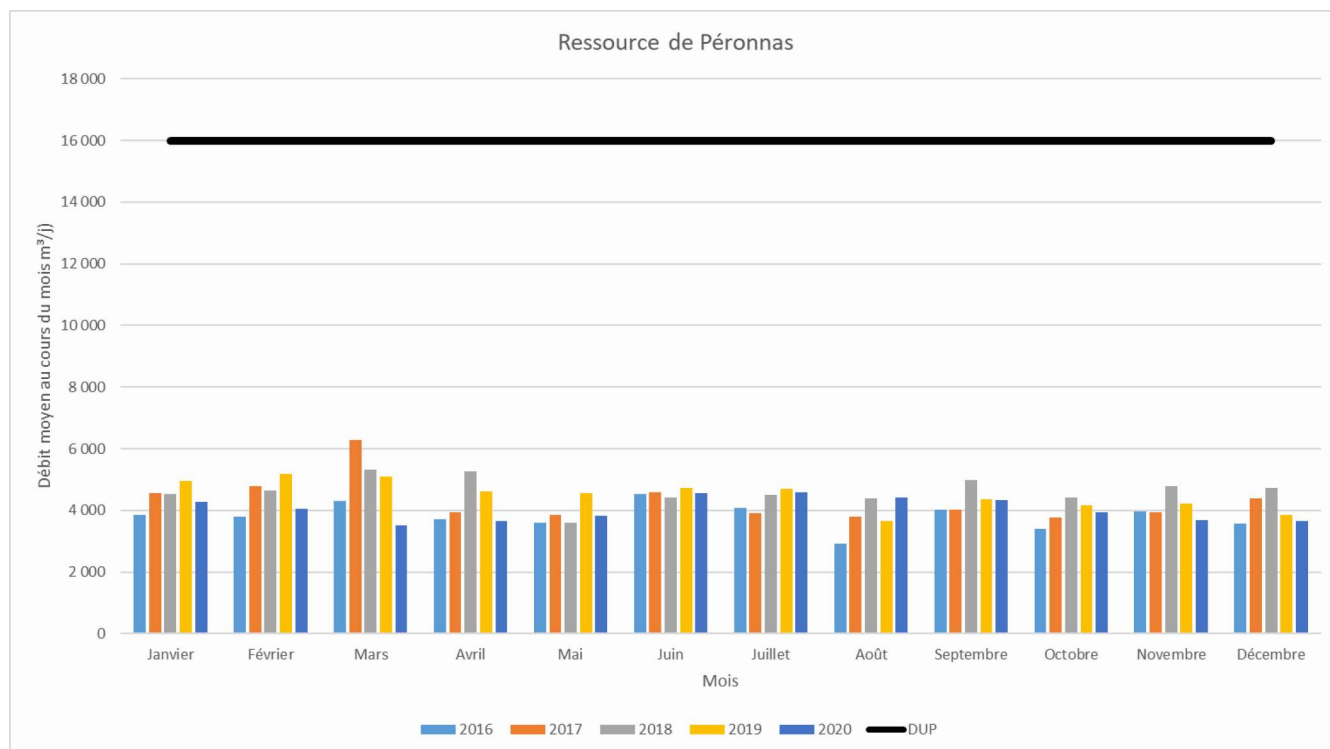


Figure 6 : Production moyenne mensuelle de Péronnas en m³/j entre 2016 et 2020

B.2. ANALYSE DE LA CONSOMMATION

B.2.1. Données de base

L'analyse de la consommation sur le territoire de la collectivité s'est basée sur deux sources de données :

- ✓ Les fichiers RPQS ;
- ✓ Le fichier fourni par la collectivité qui indique les volumes comptés sur les compteurs actuellement en service en 2021.

Ce fichier de détail par compteur ne représente pas 100% des volumes facturés puisqu'en effet l'historique des volumes consommés sur un compteur renouvelé dans le courant de l'année n'apparaît plus. Seuls les volumes consommés sur les compteurs en service à la fin de l'année sont indiqués.

Pour cette raison, une analyse des écarts entre les volumes facturés en 2020 selon le RPQS et les volumes consommés selon ce fichier en 2021 sont comparés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Comparaison des volumes facturés 2020 (RPQS) et des volumes enregistrés en 2021

UDI	Volume 2020	Volume 2021	RPQS 2019	RPQS 2020	Ecart 2021 avec le RPQS 2020	
BOURG-EN-BRESSE	2 669 984 m³/an	2 818 226 m³/an	3 115 264 m³/an	3 148 255 m³/an	330 029 m³/an	11%
CIZE	3 m³/an	2 534 m³/an	10 921 m³/an	10 652 m³/an	8 118 m³/an	74%
POUILLAT	8 353 m³/an	15 048 m³/an	6 640 m³/an	6 811 m³/an	-8 237 m³/an	-124%
Total général	2 678 340 m³/an	2 835 808 m³/an	3 132 825 m³/an	3 165 718 m³/an		

Au vu des écarts de volume sur les UDI de Cize et Pouillat, l'analyse détaillée des volumes consommés en 2021 ne sera pas pertinente. La suite de l'analyse portera donc uniquement sur l'UDI de Bourg-en-Bresse en ce qui concerne la répartition des consommations abonnés.

B.2.2. Etude des volumes comptabilisés

Pour rappel, les volumes consommés sur la collectivité regroupent trois types de consommations :

- ✓ Les volumes facturés ;
- ✓ Les volumes comptabilisés non facturés :
 - Volumes **consommés sans comptage** : ces volumes estimés sont ceux consommés par des usagers connus disposant d'une autorisation d'usage. Cela peut notamment concerner les volumes liés aux essais incendie (poteaux et bornes), aux manœuvres des pompiers, à l'arrosage de certains espaces verts, à certaines fontaines, aux lavages de voiries ou bien encore aux chasses d'eau sur le réseau d'assainissement,
 - Volumes **de service du réseau** : ces volumes estimés sont ceux liés à l'exploitation du réseau de distribution d'eau. Cela peut notamment concerner les volumes liés au nettoyage des réservoirs, aux purges / lavage / désinfection de canalisation ou de branchements ou bien encore à la présence d'analyseurs de chlore.

Tableau 2 : Répartition des volumes comptabilisés sur le territoire d'étude (source : RPQS)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CIZE						
Volumes facturés (m³/an)	10 560	9 949	11 229	11 183	9 831	10 921
Volumes de service (m³/an)	320	200	372	150	160	150
Volumes consommés sans comptage (m³/an)	509	248	248	236	236	236
Volumes comptabilisés (m³/an)	11389	10397	11849	11569	10227	11307
Pouillat						
Volumes facturés (m³/an)	4 483	4 687				6 640
Volumes de service (m³/an)	-	-				2
Volumes consommés sans comptage (m³/an)	15 821	14 660				50
Volumes comptabilisés (m³/an)	20 304	19 347	0	0	0	6 692
Bourg en Bresse						
Volumes facturés (m³/an)	3 006 873	3 023 481	3 051 526	3 089 406	3 061 861	3 154 227
Volumes de service (m³/an)	5 700	5 700	5 700	5 700	5 700	5 700
Volumes consommés sans comptage (m³/an)	60 380	59 653	61 141	63 424	47 000	47 000
Volumes comptabilisés (m³/an)	3 072 953	3 088 834	3 118 367	3 158 530	3 114 561	3 206 927

Les volumes non facturés sur l'ensemble des UDI de Bourg et Cize sont relativement stables ces 6 dernières années. Une légère diminution est toutefois observée sur la zone de l'UDI de Bourg en Bresse depuis 2018.

- ✓ En ce qui concerne les volumes facturés, bien que l'UDI de Pouillat présente des lacunes de données, il est clairement observé une forte augmentation de la consommation facturée sur le secteur. Cependant, une comparaison avec les volumes sans comptage tend à mettre en évidence l'installation de compteurs abonnés sur la zone afin de réaliser un comptage des consommations. De cette manière les volumes auparavant estimés sont aujourd'hui relevés sur compteur (fontaines publiques).
- ✓ Les facturations à Cize évoluent peu comme l'indique le graphique ci-dessous.
- ✓ La consommation facturée sur l'UDI de Bourg en Bresse en revanche présente une tendance globale légèrement en hausse depuis 2014.

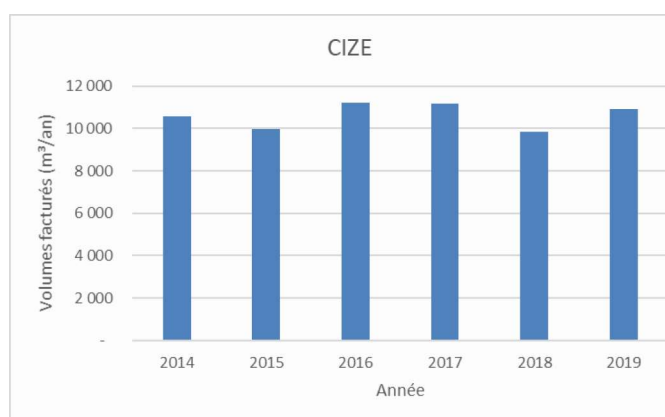


Figure 7 : Volumes facturés CIZE

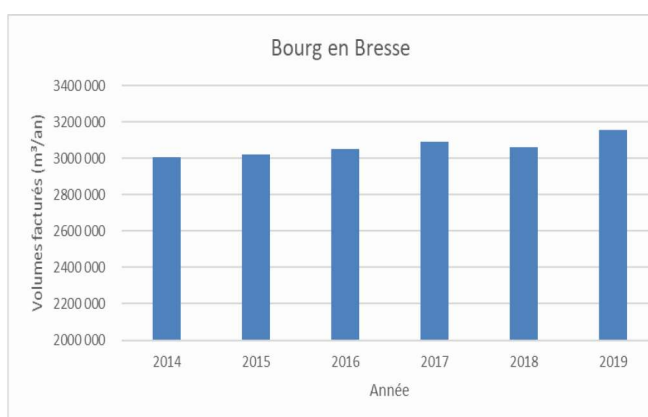


Figure 8 : Volumes facturés Bourg en Bresse

B.2.3. Dotation

Les dotations domestiques permettent d'estimer le nombre de litres d'eau consommés par un habitant pendant 24 heures selon le type de consommation.

Les consommations supérieures à 500 m³/an ont été identifiées comme gros consommateurs.

Tableau 3 : Dotation en 2020 selon les RPQS

	Unité	Bourg en Bresse	Cize	Pouillat
Consommation moyenne tous usages par abonné	m³/an/abonné	110	94	114
Consommation moyenne tous usages par habitant	L/Hab/j	209	166	212
Ratio habitant/abonné	hab/ab	1,45	1,56	1,47
Volumes gros consommateur m³/an *	m³/an	1 872 058	0	12 255
Nb abonnés gros consommateur *	nb	934	0	4
Consommation moyenne usages domestiques	m³/an/abonné	47	97	102

* Les volumes et nombre abonnés gros consommateurs sont extraits du fichier de relève des compteurs 2021.

Les informations contenues dans le RPQS 2020 indiquent :

- ✓ UDI de Bourg en Bresse
Les informations de dotation ainsi que le ratio du nombre d'habitants par abonné sont assez classiques pour un réseau d'eau potable plutôt urbain comme c'est le cas ici.
- ✓ UDI de Cize
Les informations de dotation ainsi que le ratio du nombre d'habitants par abonné sont assez classiques pour un réseau d'eau potable plutôt rural comme c'est le cas ici.
- ✓ UDI de Pouillat
Bien que le ratio soit cohérent entre le nombre d'habitants et abonnés, les valeurs de dotation tous abonnés indiquent des consommations particulièrement importantes qui ne représentent pas la population de consommateurs presque exclusivement de type domestique présente sur le secteur. L'échange avec la collectivité ainsi que l'observation des données de compteur 2021 semblent indiquer que 4 gros consommateurs sont à enregistrer sur la commune de Pouillat. Il s'agit de 3 fontaines ainsi qu'une ferme effectivement gros consommateurs sur la zone. La dotation pour usage domestique est quant à elle cohérente avec les valeurs usuellement observées.

B.2.4. Coefficient de pointe journalier

Au vu des besoins de pointe mensuels identifiés dans les paragraphes précédents, le coefficient de pointe journalier peut être estimé à **1.3**.

Cette valeur sera utilisée sur la modélisation en jour de pointe lors de la réalisation du diagnostic du réseau en phase 3.

B.2.5. Analyse complémentaire UDI de Bourg en Bresse

En complément de la première analyse réalisée précédemment, le paragraphe suivant réalise une étude approfondie des consommations sur les secteurs de Bourg en Bresse.

Les volumes consommés en 2021 sur le territoire de l'UDI de Bourg-en-Bresse sont de 2 818 226 m³. 65 % des abonnés présentent un volume annuel de consommation inférieur ou égal à 120 m³/an ce qui indique la présence majoritaire d'abonnés de type domestique.

La limite utilisée pour identifier les gros consommateurs sur le réseau a été placée à 500 m³/an. En 2021, 8.9% des abonnés sont concernés sur le secteur de Bourg-en-Bresse, il s'agit principalement d'abonnés de type : commerces, écoles, hôpitaux et bâtiments communaux ou encore des copropriétés privées.

Tableau 4 : Répartition des consommations par tranche de consommation

	<120 m ³ /an	120-500 m ³ /an	500-1000 m ³ /an	1000-5000 m ³ /an	>5000 m ³ /an
Volumes consommés m³/an	354 661	592 007	315 027	868 177	688 854
Volumes consommés %	13%	21%	11%	31%	24%
Nombre d'abonnés	6 811	6 841	452	431	51
Nombre d'abonnés %	46,7%	46,9%	3,1%	3,0%	0,3%

C. ANALYSE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

Il existe cinq indicateurs de performance du réseau qui sont définis en France :

- ✓ INDICE DE CONNAISSANCE ET DE GESTION PATRIMONIALE DES RESEAUX D'EAU POTABLE ;
- ✓ RENDEMENT DU RESEAU ;
- ✓ INDICE LINEAIRE DES VOLUMES NON COMPTES ;
- ✓ INDICE LINEAIRE DE PERTES ;
- ✓ TAUX MOYEN DE RENOUVELLEMENT DES RESEAUX D'EAU POTABLE.

Ces cinq indicateurs sont présentés ou rappelés ci-dessous.

C.1. INDICE DE CONNAISSANCE ET DE GESTION PATRIMONIALE DES RESEAUX D'EAU POTABLE

Arrêté du 2 décembre 2013

Il définit les modalités du calcul de l'indice de connaissance de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable.

Cet indicateur évalue, sur une échelle de 0 à 120, à la fois :

- ✓ Le niveau de connaissance du réseau et des branchements.
- ✓ L'existence d'une politique de renouvellement pluriannuel du service d'eau potable.

Il précise également le descriptif détaillé du réseau au sens du décret du 27 Janvier 2013. Si une note de 40/120 est atteinte pour l'indice de Gestion Patrimoniale, le descriptif détaillé du réseau au sens du décret du 27 janvier 2007 est acquis.

Les informations visées sont relatives à l'existence et la mise à jour des plans des réseaux (partie A - 15 points), à l'existence et à la mise à jour de l'inventaire des réseaux (partie B - 30 points) et aux autres éléments de connaissance et de gestion des réseaux (partie C - 75 points).

Tableau 5 : Indice de connaissance du réseau (/120)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CIZE	40	91	91	91	91	91	91
BOURG	90	91	103	103	103	103	103
POUILLAT	65	65	65	65	65	65	60

De manière générale la connaissance du réseau est relativement bonne, on note la nécessité de mettre en place un programme pluriannuel de renouvellement des conduites. L'absence de modélisation du réseau est également relevée, cependant ce sera réalisé à l'issue de ce schéma directeur.

Pour le réseau de Pouillat, il est nécessaire de faire un effort sur :

- ✓ La réalisation d'un plan localisant les ouvrages ;
- ✓ Le renseignement des dates de pose ;
- ✓ La localisation des branchements* ainsi que des interventions sur le réseau ;
- ✓ La recherche de fuites*.

*ces actions sont réalisées depuis 2021, une amélioration de l'indicateur devrait donc avoir lieu sur le prochain RPQS

Pour le réseau de Cize il est nécessaire de faire un effort sur :

- ✓ La réalisation d'un plan localisant les ouvrages.

C.2. RENDEMENT DU RESEAU

Le rendement est le rapport des volumes consommés (volumes consommés comptabilisés, non comptabilisés et les volumes de service) avec le volume mis en distribution.

Tableau 6 : Rendement des réseaux (%)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CIZE	98%	100%	93%	96%	95%	97%	97%
BOURG	80%	77%	80%	77%	77%	79%	82%
POUILLAT	72%	75%	0%	0%	0%	73%	44%

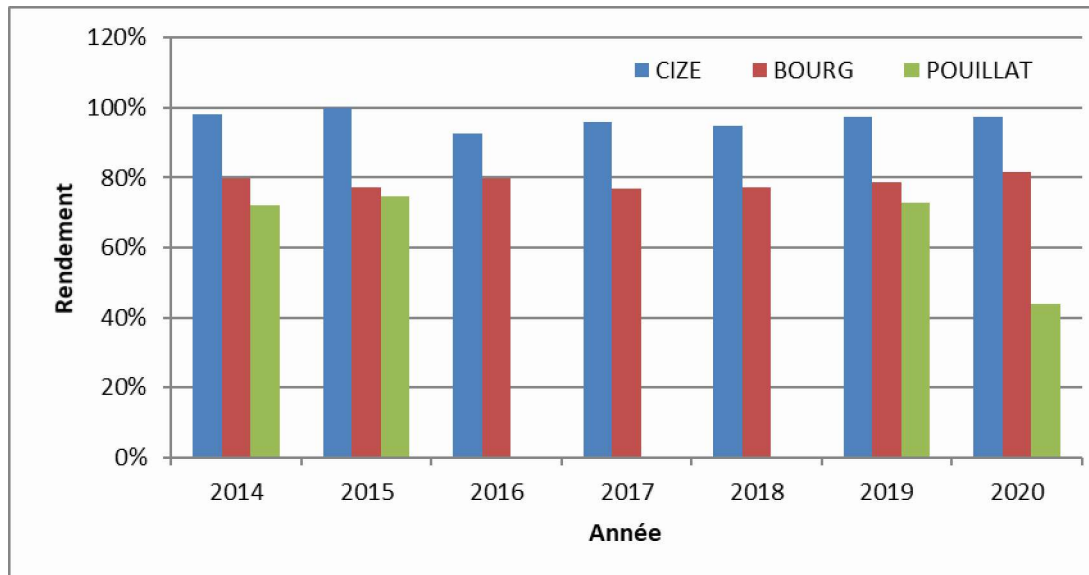


Figure 9 : Rendement

Les informations ne sont pas disponibles sur le réseau de Pouillat pour une partie des années d'analyse.

Pour le reste, on note un rendement stable sur les réseaux de Cize et Bourg. Le réseau de Pouillat semble connaître en 2020 une forte baisse de son rendement. Cela s'explique par une forte diminution des volumes comptabilisés entre 2019 et 2020 du fait que le volume des fontaines était estimé en 2019 et n'a été relevé sur compteur qu'à partir de 2020.

C.3. INDICE LINEAIRE DES VOLUMES NON COMPTES - ILVNC

Le tableau ci-dessous indique les volumes non comptés sur le réseau ces 5 dernières années.

Tableau 7 : Indice linéaire des volumes non comptés (m³/j/km)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CIZE	0.53	0.24	0.80	0.54	0.59	0.43	0.42
BOURG	9.91	11.53	10.16	11.90	11.48	10.83	9.29
POUILLAT	24.10	21.50	0.00	0.00	0.00	6.73	12.83

La valeur moyenne de l'ILVNC en France est estimée à 3.6 m³/km/j. Les valeurs sur les réseaux de Bourg et Pouillat sont importantes.

C.4. INDICE LINEAIRE DE PERTES

Type	Rural	Intermédiaire	Urbain
Bon	ILP < 1.5	ILP < 3	ILP < 7
Acceptable	1.5 ≤ ILP < 2.5	3 ≤ ILP < 5	7 ≤ ILP < 10
Médiocre	2.5 ≤ ILP ≤ 4	5 ≤ ILP ≤ 8	10 ≤ ILP ≤ 15
Mauvais	4 < ILP	8 < ILP	15 < ILP

*Tableau 8 : Indice linéaire de Pertes (ILP-*m³/j/km)*

		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CIZE	Rural	0.12	0.01	0.48	0.30	0.35	0.19	0.19
BOURG	Urbain	9.14	10.76	9.38	11.09	10.87	10.22	8.65
POUILLAT	Rural	8.00	6.60	0.00	0.00	0.00	6.68	12.78

Les Indices Linéaires de Pertes permettent de caractériser le réseau avec un niveau de perte :

- ✓ Faible pour les réseaux de Cize. Les réseaux sont considérés comme **Bon**
- ✓ Moyen pour le réseau de Bourg. Le réseau est considéré comme **Acceptable**
- ✓ Elevé pour le réseau de Pouillat. Le réseau est considéré comme **Mauvais en 2020**

C.5. TAUX DE RENOUVELLEMENT

Le tableau ci-dessous rappelle le taux de renouvellement du réseau sur ces 5 dernières années. Le taux est très faible pour les UDI autres que celle de Bourg-en-Bresse.

Tableau 9 : Taux moyen de renouvellement du réseau (%)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CIZE	-	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
BOURG	1.05%	1.29%	0.98%	1.14%	0.91%	0.84%	0.73%
POUILLAT	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

D. ANALYSE DES COMPTEURS ET DE LA SECTORISATION

D.1. AUDIT DE LA SECTORISATION

Les objectifs de la sectorisation du réseau permettent :

- ✓ De déterminer les secteurs sur lesquels des actions de réduction des fuites sont à engager en priorité ;
- ✓ De surveiller l'évolution du réseau sur un pas de temps plus fin avec l'étude des débits nocturnes notamment
- ✓ Et par le sectionnement des réseaux principaux afin de :
 - Permettre l'isolement des tronçons fuyards en cas de grosse casse ;
 - Assurer la continuité de l'alimentation en eau potable des usagers.

La sectorisation sur le réseau UDI de Bourg-en-Bresse peut se découper en 4 secteurs avec des linéaires hétérogènes :

- ✓ Bourg => 205km ;
- ✓ Nord-Est => 25km ;
- ✓ Saint-Just => 12km ;
- ✓ Saix => 0.9.

De manière générale, il est conseillé de mettre en place des secteurs de l'ordre de 50 - 60km de linéaire de réseau maximum afin d'identifier au mieux les secteurs à cibler pour des recherches de fuites. Dans le cas de l'UDI de Bourg-en-Bresse il est donc conseillé de mettre en place une sectorisation plus fine sur le secteur de Bourg. Le découpage de ce réseau en 4 parties pourra permettre de mieux identifier l'origine des volumes de pertes.

La proposition d'un découpage pourra être réalisé dans le cadre de la phase 4 de ce schéma directeur lors des propositions d'aménagements. En effet, au vu de la densité de maillage présent sur ce secteur, l'utilisation du modèle hydraulique permettra d'étudier au mieux la sectorisation à mettre en place.

La localisation de chacun des secteurs actuels est indiqué sur la carte page suivante.

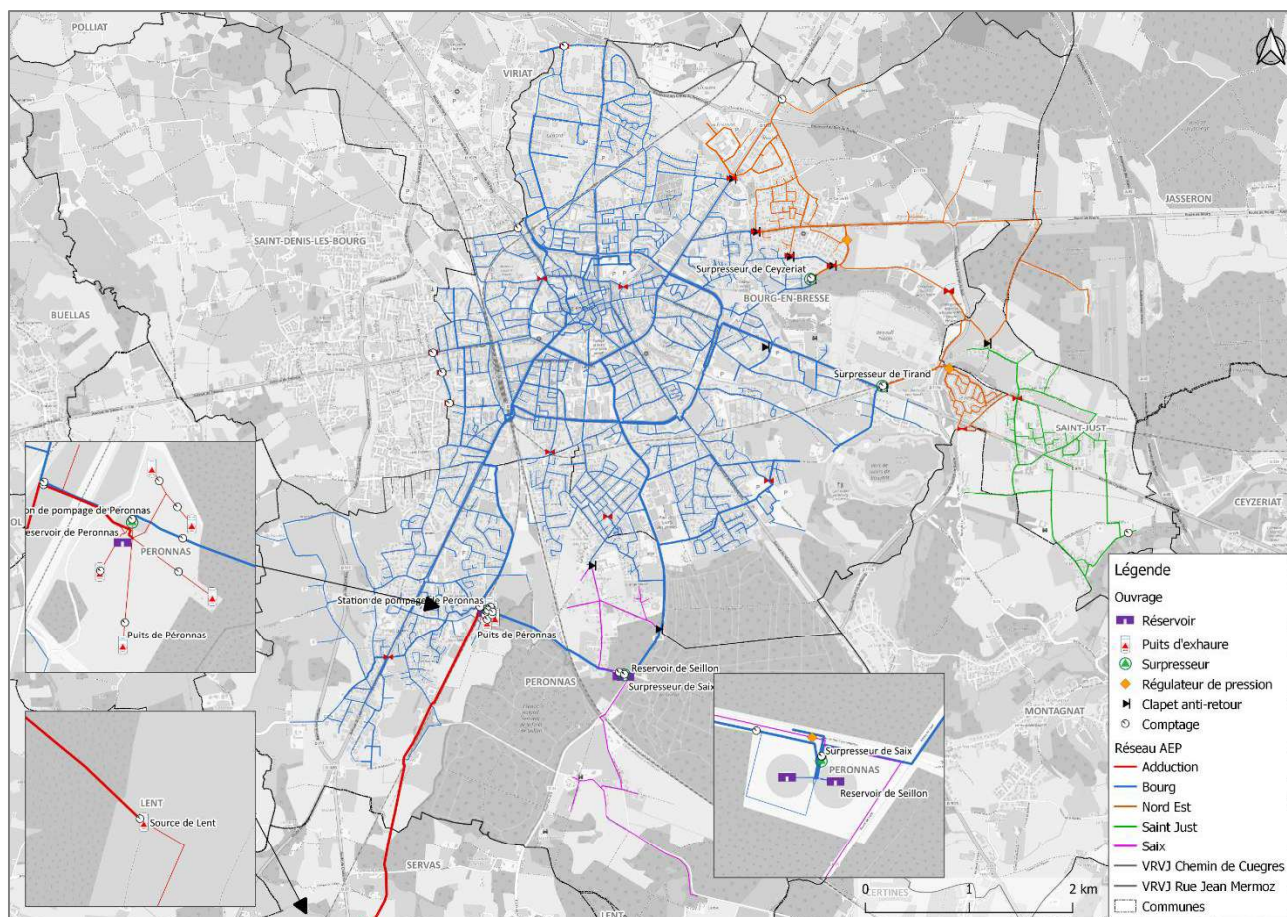


Figure 10 : Sectorisation de UDI Bourg-en-Bresse

D.2. AUDIT DES COMPTEURS DE SECTORISATION

L'ensemble des compteurs composant la sectorisation des réseaux de cette étude ont été visités lors des visites d'ouvrages réalisées en phase 1 du schéma directeur. Le tableau ci-dessous synthétise l'état de chacun des compteurs.

Tableau 10 : Synthèse de l'état des appareils de comptage sur la collectivité

Site	Date de pose	Diagnostic					Télésurveillance
		GC	EQTS	EQUIPEMENT	SECU	VULN	
Surpresseur de SAIX au réservoir de SEILLONS	2005						oui
Départ BOURG au réservoir de SEILLONS	2003						oui
Départ PERONNAS/SEILLONS au réservoir de SEILLONS	2004						oui
Site de Production de PERONNAS - PUIITS 1	2010						oui
Site de Production de PERONNAS - PUIITS 2	/						oui
Site de Production de PERONNAS - PUIITS 3	2004						oui
Site de Production de PERONNAS - PUIITS 4	2004						oui
Site de Production de PERONNAS - PUIITS 5	2004						oui
Alimentation réservoir de PERONNAS par le réseau de LENT	2004						oui
Débitmètre départ PERONNAS	2003						oui
Débitmètre départ stations PERONNAS vers SEILLONS	2003						oui
Compteur SAINT JUST	2011						oui
Compteur d'interconnexion Chemin de Majornas	2008						non
Compteur d'interconnexion Avenue de MACON	2014						non
Compteur d'interconnexion Avenue de TREVOUX	2018						non
Compteur d'interconnexion Rue NUNGESSER et COLI	2018						non
Compteur d'interconnexion Rue RHEIN - DANUBE	2018						non
Compteur d'interconnexion BAD KREUZNACH	2021						non
Débitmètre au surpresseur de CEYZERIAT	/						oui
Débitmètre au surpresseur de TYRAND	/						oui
Débitmètre source de LENT vers PERONNAS	2003						oui

GC = état du génie civil du regard

Equipement = état du compteur

Secu = si l'accès est verrouillé ou pas

Vuln = si il y a de l'eau dans le regard ou d'autre chose pouvant l'abîmer

EQTS = cana&robinetterie

Non visité Bon état Dégradations mineures Etat moyen Mauvais état

A l'exception des compteurs installés pour suivre les interconnexions, la télégestion est en place sur l'ensemble des appareils de comptage du réseau.

Sachant qu'un compteur de sectorisation permet de suivre la production ainsi que d'assister l'exploitant du réseau dans la recherche de fuite, il est conseillé un renouvellement tous les 10 ans de ces appareils. Dans cette optique, l'âge du parc des compteurs de sectorisation est particulièrement important en moyenne 14 ans sur Bourg-en-Bresse. Cet âge moyen peut même être évalué à 17 ans si on exclut les compteurs d'interconnexion de secours. Un renouvellement du parc sera donc proposé dans le cadre du programme de travaux du schéma directeur.



D.3. AUDIT DU PARC COMPTEUR ABONNES

Les parc compteur abonnés peut être divisé en, trois catégories :

- ✓ Général : compteur permettant de relever la consommation d'un ensemble d'abonnés ;
- ✓ Divisionnaire : compteurs se situant en aval des compteurs généraux ;
- ✓ Individuel ;
- ✓ Semi-général ;

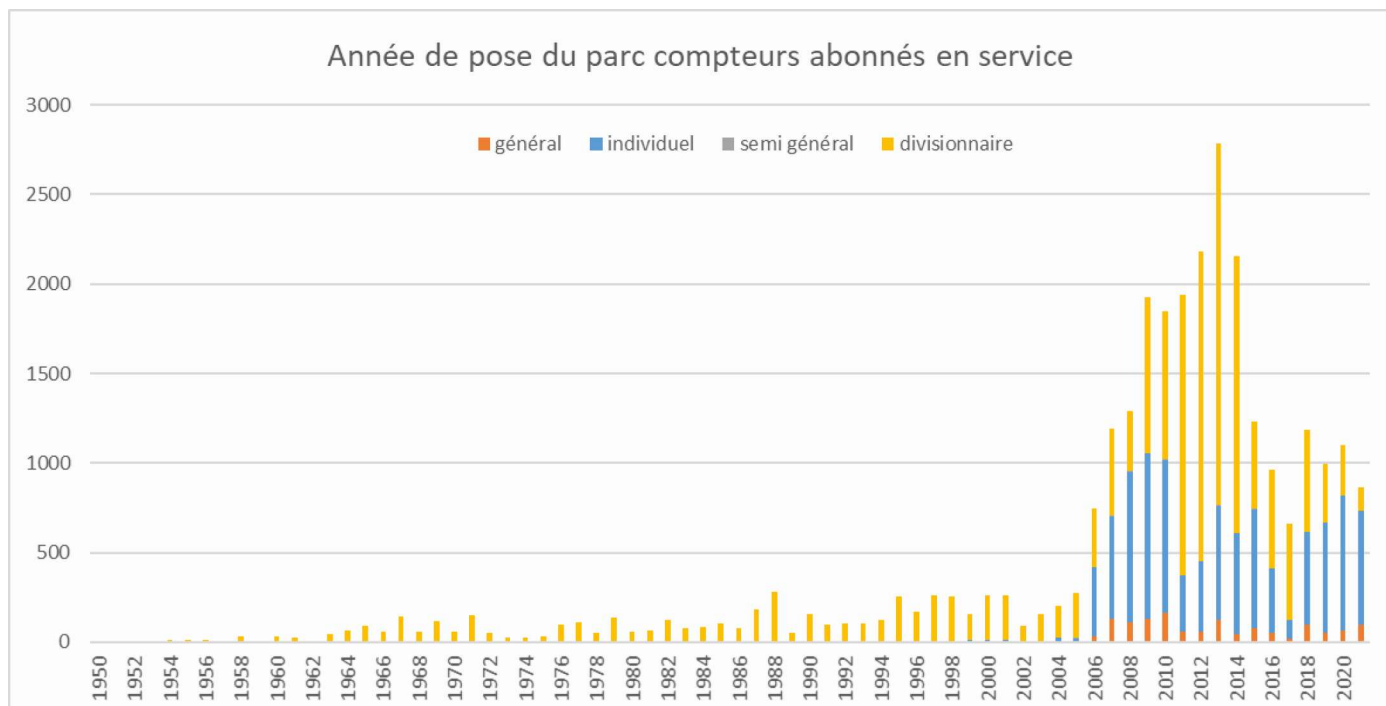


Figure 11 : Analyse du parc compteurs abonnés

La moyenne d'âge sur l'ensemble du parc compteurs est de presque 14 ans. On note que la majorité des organes en service ont une date de pose ultérieure à 2006.

Usuellement, il est estimé que les compteurs abonnés présentant un âge supérieur à 15 ans perdent en précision de comptage. Dans le cas de Grand Bourg Agglomération, un quart des compteurs sont concernés. Il s'agit très majoritairement des compteurs divisionnaires comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : Répartition des compteurs par catégorie

Type de compteur	Nombre de compteur	% Compteur >15 ans
Général	1330	0.62%
Individuel	9216	3.69%
Semi général	44	0.04%
Divisionnaire	17943	21.64%
Total général	28533	25.99%

A noter que la facturation des abonnés n'est pas réalisée depuis les compteurs divisionnaires qui ne sont pas à la charge de Grand Bourg Agglomération. Le risque de sous comptage lors des facturations reste donc maîtrisé.

E. ANALYSE DE LA CAMPAGNE DE MESURES

E.1. PRESENTATION DE LA CAMPAGNE DE MESURES

La campagne de mesures a été réalisée du **6 au 21 octobre 2021 inclus** par PMH. Cette campagne de mesures a permis de suivre :

- ✓ 21 mesures de débit en continu :
 - Via la télégestion pour 19 points de mesures ;
 - Via la pose de têtes émettrices au droit de 2 appareils de mesures.
- ✓ 4 suivis de marnage de réservoir :
 - 2 via la télégestion ;
 - 2 via la pose d'appareil de mesure de hauteur d'eau.
- ✓ 11 mesures de pressions en continu via la pose d'appareils de mesures au droit de poteaux incendie ;
- ✓ 11 mesures ponctuelles de chlore libre (au droit des mêmes points que pour les pressions).

L'enregistrement des données de débit a été réalisé au pas de temps de 5 minutes quand cela était possible afin de permettre une analyse plus précise des données. Lorsque la capacité d'enregistrement des appareils ne le permettait pas, le pas de temps d'une heure a été conservé.

Les tableaux suivants détaillent les points qui ont pu être suivis.

Tableau 12: Synthèse des débits

ID Merlin	Nom	Pas de temps	Récupération de la donnée
C_BRG_01	Alimentation Péronnas par la source de Lent	1 heure	Télégéré
C_BRG_02	Forage Péronnas 1	1 heure	Télégéré
C_BRG_03	Forage Péronnas 2	1 heure	Télégéré
C_BRG_04	Forage Péronnas 3	1 heure	Télégéré
C_BRG_05	Forage Péronnas 4	1 heure	Télégéré
C_BRG_06	Forage Péronnas 5	1 heure	Télégéré
C_BRG_07	Distribution Péronnas	1 heure	Télégéré
C_BRG_08	Alimentation Seillon	1 heure	Télégéré
C_BRG_09	Surpresseur du Saix	-	Non exploitable
C_BRG_10	Distribution Seillon	1 heure	Télégéré
C_BRG_11	Surpresseur de Ceyzériat	1 heure	Télégéré
C_BRG_12	Surpresseur de Tirand	1 heure	Télégéré
C_BRG_13	Achat d'eau Saint Just	1 heure	Télégéré
C_BRG_14	Station de reprise Péronnas 1	1 heure	Télégéré
C_BRG_15	Station de reprise Péronnas 2	1 heure	Télégéré
C_BRG_16	Station de reprise Péronnas 3	1 heure	Télégéré
C_BRG_17	Station de reprise Péronnas 4	1 heure	Télégéré
C_BRG_18	Refoulement Seillon	1 heure	Télégéré
C_CIZ_01	Achat d'eau Cize	1 heure	Télégéré
C_CIZ_02	Distribution de Cize	5 minutes	Pose d'appareil
C_POU_01	Production Pouillat	-	Non exploitable
C_POU_02	Distribution Pouillat	5 minutes	Pose d'appareil

Tableau 13 : Synthèse des pressions

ID Merlin	Adresse	Pas de temps	Récupération de la donnée
BB_01	Chemin des Pitoles	5mn	Pose d'appareil
BB_02	Chemin des Fermes du Saix	5mn	Pose d'appareil
BB_03	Chemin des Bouleaux	5mn	Pose d'appareil
BB_04	rue Paul Pioda	5mn	Pose d'appareil
BB_05	Chemin de Curtafray	5mn	Pose d'appareil
BB_06	Rue François Arago	5mn	Pose d'appareil
BB_07	Avenue de Parme	5mn	Pose d'appareil
BB_08	Rue de l'Alagnier	5mn	Pose d'appareil
BB_09	Chemin de la Chagne	5mn	Pose d'appareil
CI_01	Route du Viaduc	5mn	Pose d'appareil
PO_01	Rue de la Fontaine	5mn	Pose d'appareil

Tableau 14: Synthèse des marnages

ID	Nom	Pas de temps	Récupération de la donnée
-	Réservoir de Péronnas	5 minutes	Télogéré
-	Réservoir de Seillon	5 minutes	Télogéré
M1 - CIZE	Réservoir de Cize	5 minutes	À équiper
M2 - POUILLAT	Réservoir de Pouillat	5 minutes	À équiper

Les cartes suivantes permettent de localiser l'ensemble des points suivis en pression et débit.

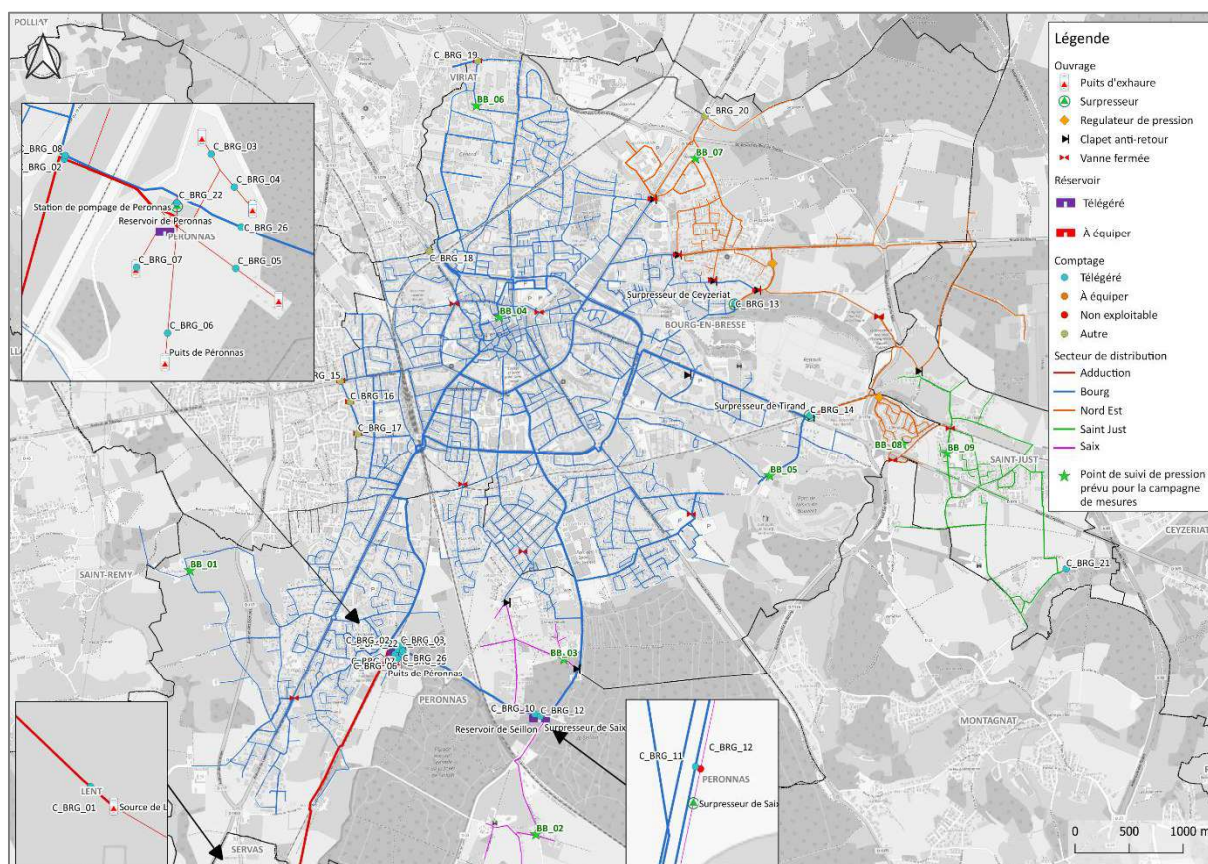


Figure 12 : Campagne de mesures de l'UDI de Bourg



Figure 13 : Campagne de mesures sur le réseau de Cize

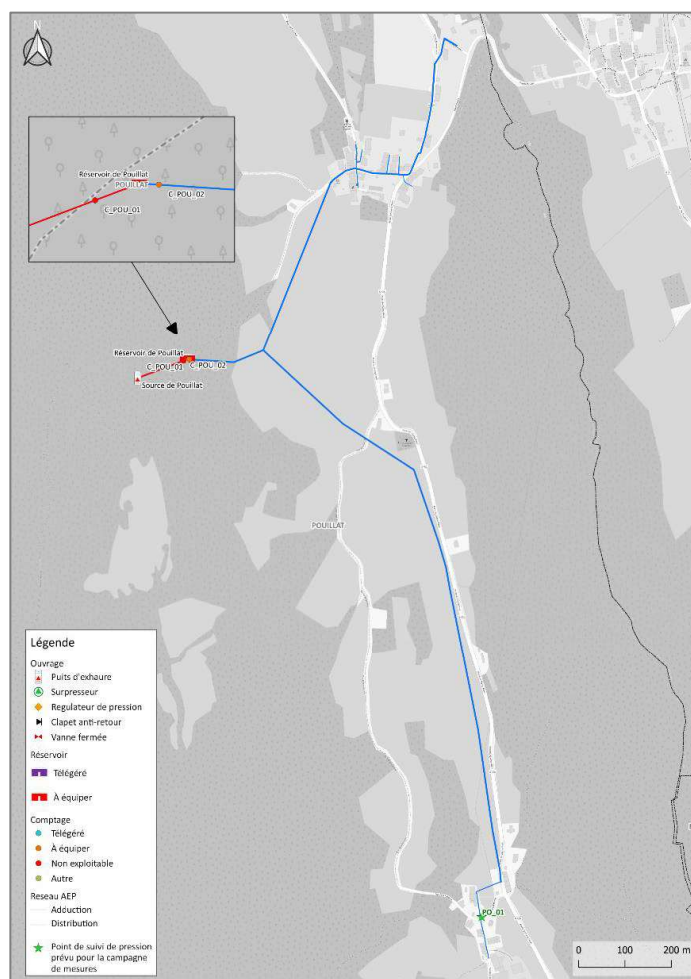


Figure 14 : Campagne de mesures sur le réseau de Pouillat

E.2. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

E.2.1. Information sur la collecte de données

La collecte de données en télégestion a été réalisée sous plusieurs formats :

- ✓ **Données compteurs** : données reçues en format Excel exploitable
- ✓ **Données de refoulement** des surpresseurs de Ceyzériat et Tirand : Initialement, les débits de refoulement ont été récupérés sous le format graphique sans accès aux données sources, depuis la plateforme TOPKAPI. Une seconde récupération des données a été réalisée afin d'obtenir des données de calage au format Excel. A noter que cette seconde récupération des données n'a pas été effectuée sur les deux semaines de campagne de mesures. Les données permettent malgré tout d'identifier le fonctionnement des deux surpresseurs
- ✓ **Données de marnage** : données reçu en format Excel exploitable

E.2.2. Mesures de débits

E.2.2.1. Volumes produits par UDI

Le tableau ci-dessous synthétise les volumes journaliers produits durant la campagne de mesures.

		UDI Bourg	UDI Cize	UDI Pouillat
Volumes par jours - m ³ /j				
Mercredi	06/10/2021	10 762.0	20.5	29.0
Jeudi	07/10/2021	10 711.0	23.2	32.1
Vendredi	08/10/2021	10 375.0	21.2	37.1
Samedi	09/10/2021	9 292.0	24.7	33.4
Dimanche	10/10/2021	9 629.9	24.9	30.0
Lundi	11/10/2021	10 401.9	22.9	32.8
Mardi	12/10/2021	10 398.0	20.8	28.1
Mercredi	13/10/2021	10 570.0	22.9	26.3
Jeudi	14/10/2021	10 239.1	20.1	36.1
Vendredi	15/10/2021	10 577.0	22.2	32.1
Samedi	16/10/2021	9 264.0	22.7	34.8
Dimanche	17/10/2021	9 561.9	29.2	29.6
Lundi	18/10/2021	10 511.0	24.2	45.7
Mardi	19/10/2021	10 428.0	21.5	27.7
Mercredi	20/10/2021	10 423.1	22.8	35.5
Volume moyen CDM - m ³ /j		10 209.6	22.9	32.7
Volume de pointe - m ³ /h		626	6.72	6

Tableau 15 : Bilan des volumes journaliers produits

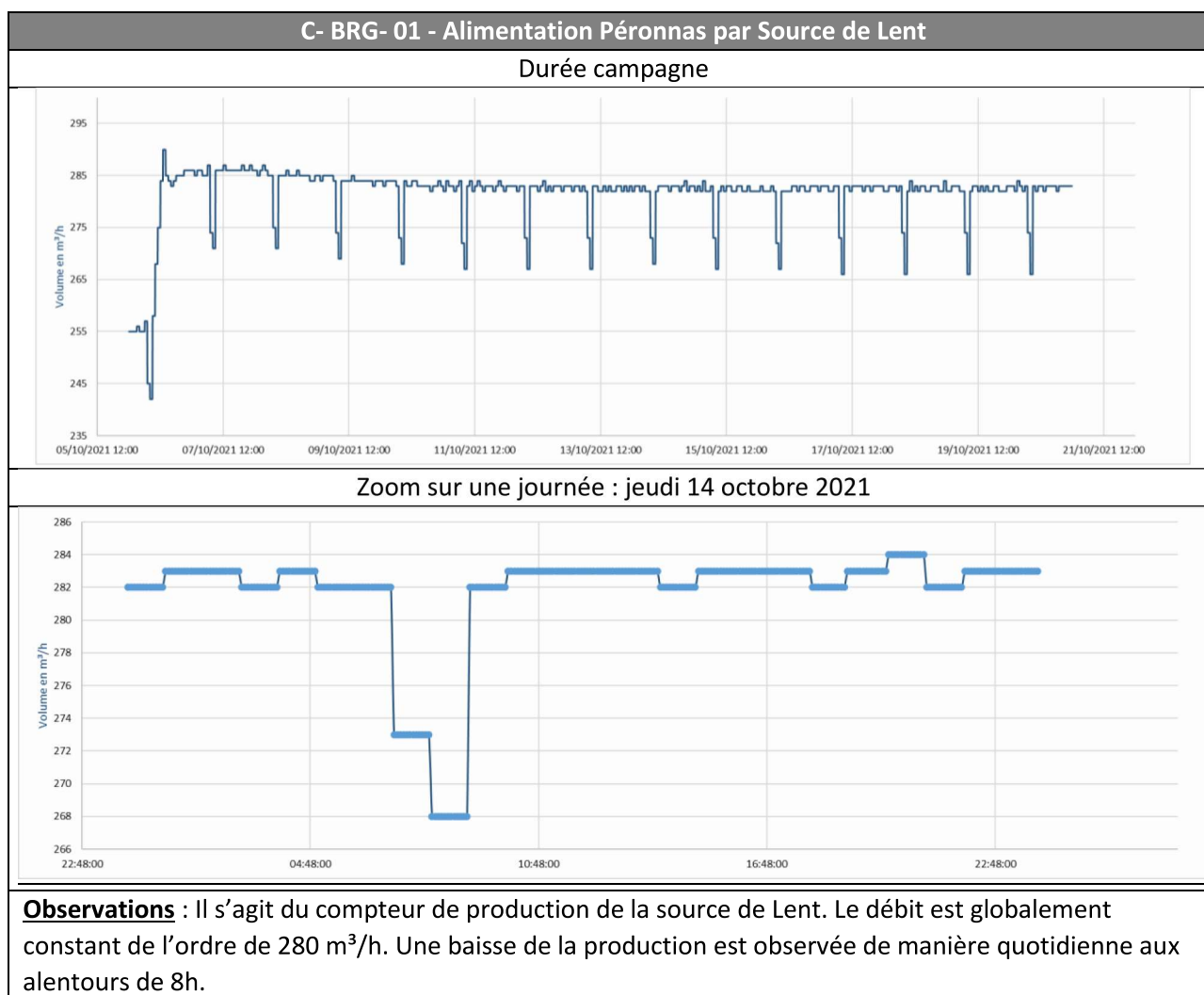
Globalement, la campagne de mesures s'est déroulée sur une période de moyenne à basse consommation.

Les coefficients de consommation pour les UDI de Cize et Pouillat indiquent en effet une faible consommation, ce qui est cohérent avec ce qui est communément observé pour un mois d'octobre.

Le jour retenu pour le calage est la journée du **jeudi 14 octobre**. Après analyse, cette journée représente au mieux les consommations moyennes de chaque UDI sur la période de mesures.

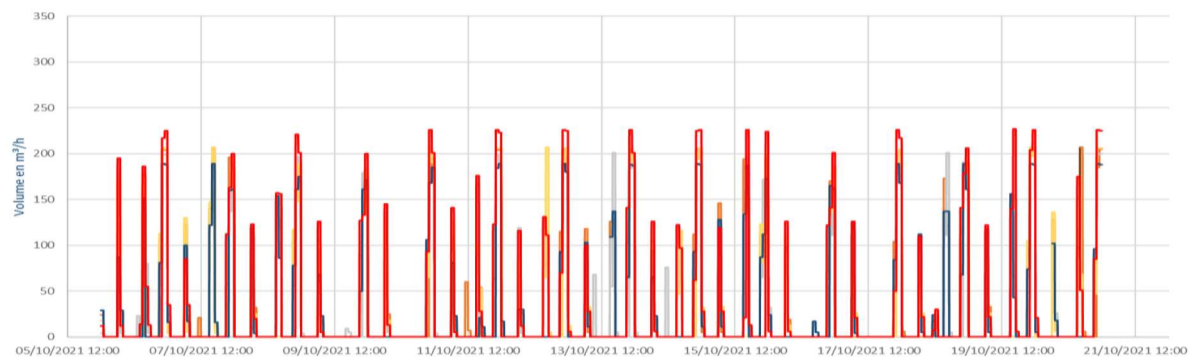
E.2.2.2. Mesures de débits

Les figures suivantes représentent les débits mesurés durant la campagne et la journée de calage.



C- BRG- 02 à 06 - Forage de Péronnas

Durée campagne



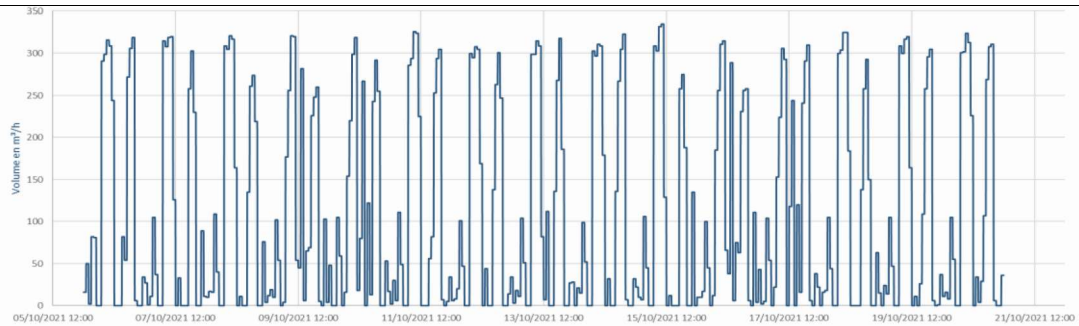
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



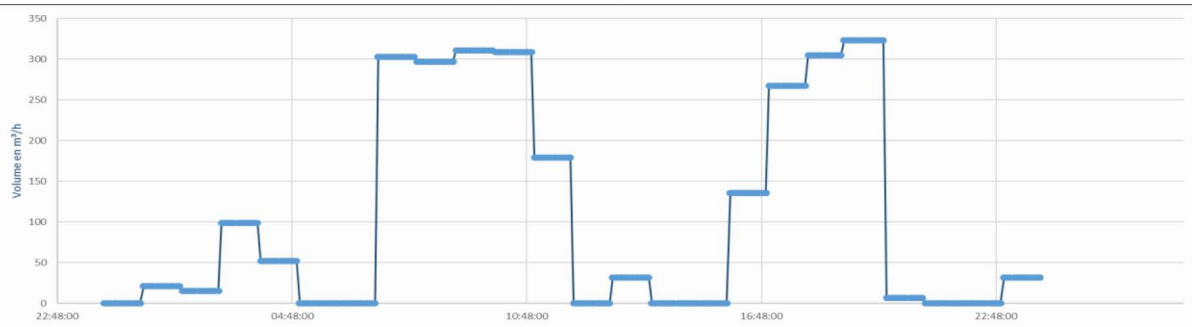
Observations : Il s'agit des compteurs de production des forages de Péronnas. On observe une activation simultanée de l'ensemble des forages sur des plages horaires bien définies.

C- BRG- 08 - Alimentation Seillon

Durée campagne



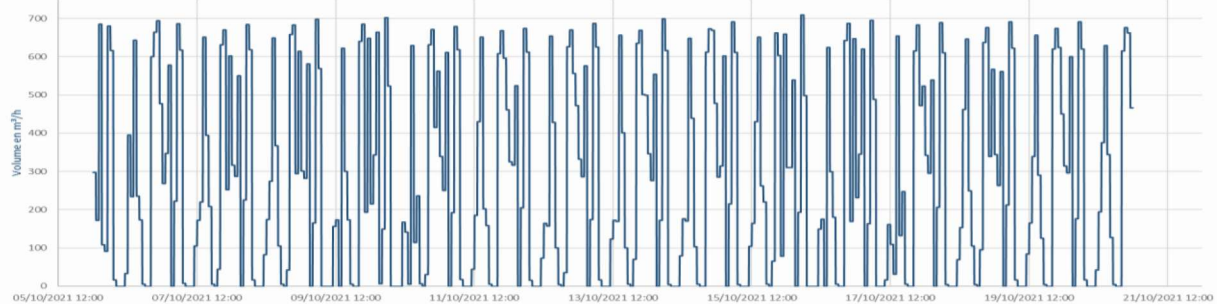
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



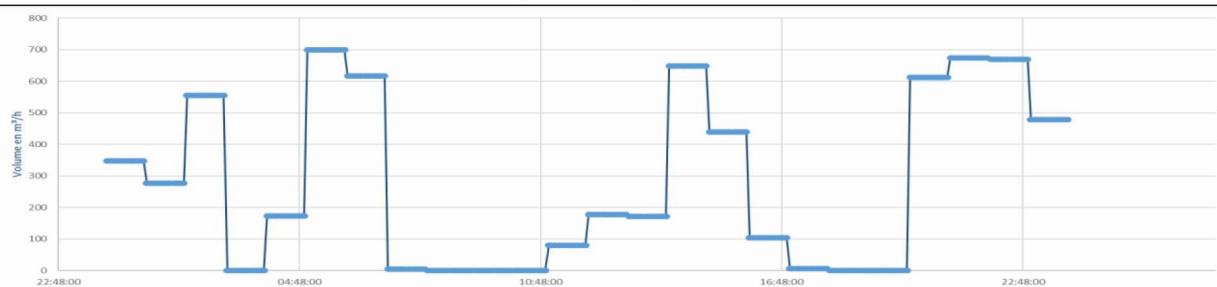
Observations : Ce compteur réalise un comptage des débits allant du réservoir de Seillon en direction du réservoir de Péronnas. Pour cette raison il est observé des débits nuls lorsque la conduite fonctionne dans l'autre sens. Cette conduite fonctionne en refoulement / distribution.

C- BRG- 18 - Refoulement Seillon

Durée campagne



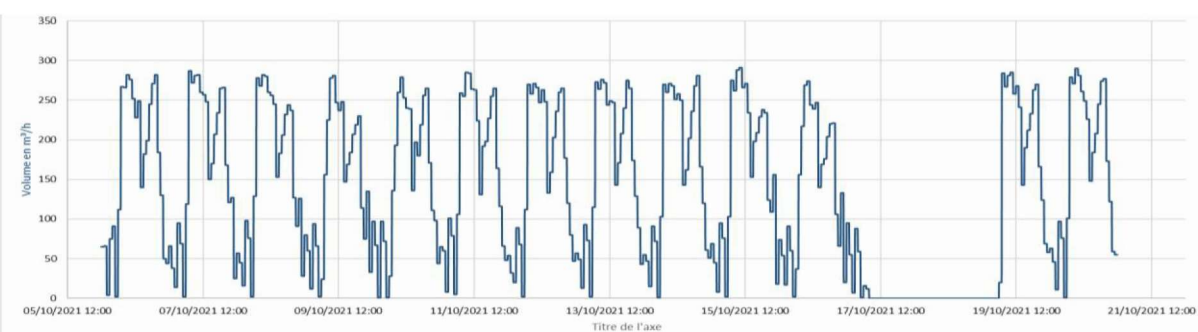
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



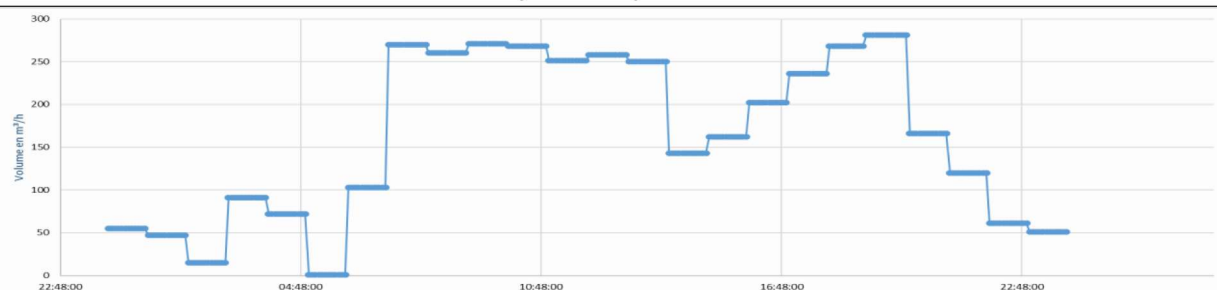
Observations : Ce compteur réalise un comptage des débits allant du réservoir de Péronnas en direction du réservoir de Seillon. Pour cette raison il est observé des débits nuls lorsque la conduite fonctionne dans l'autre sens.

C- BRG- 10 - Distribution Seillon sens : depuis réservoir Seillon vers Bourg

Durée campagne



Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021

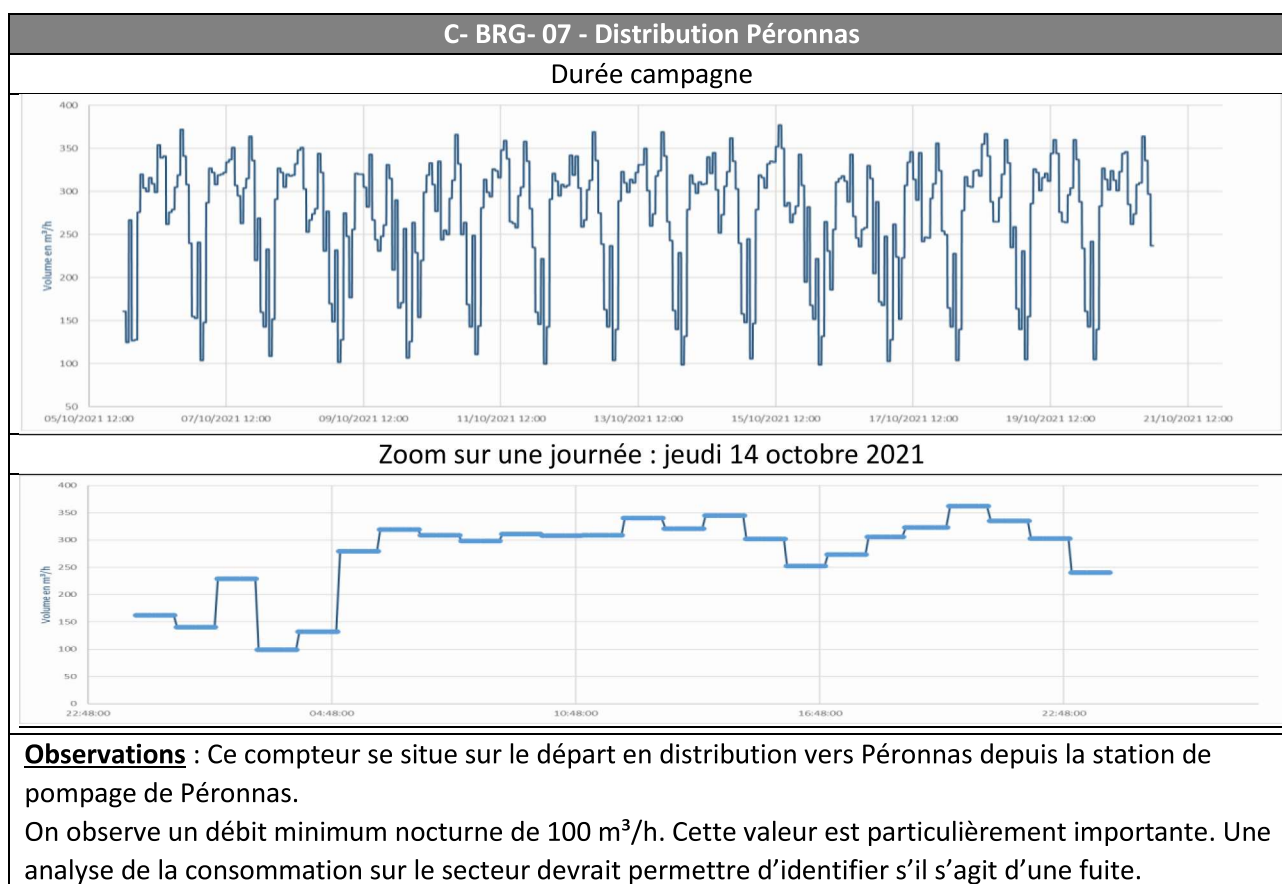
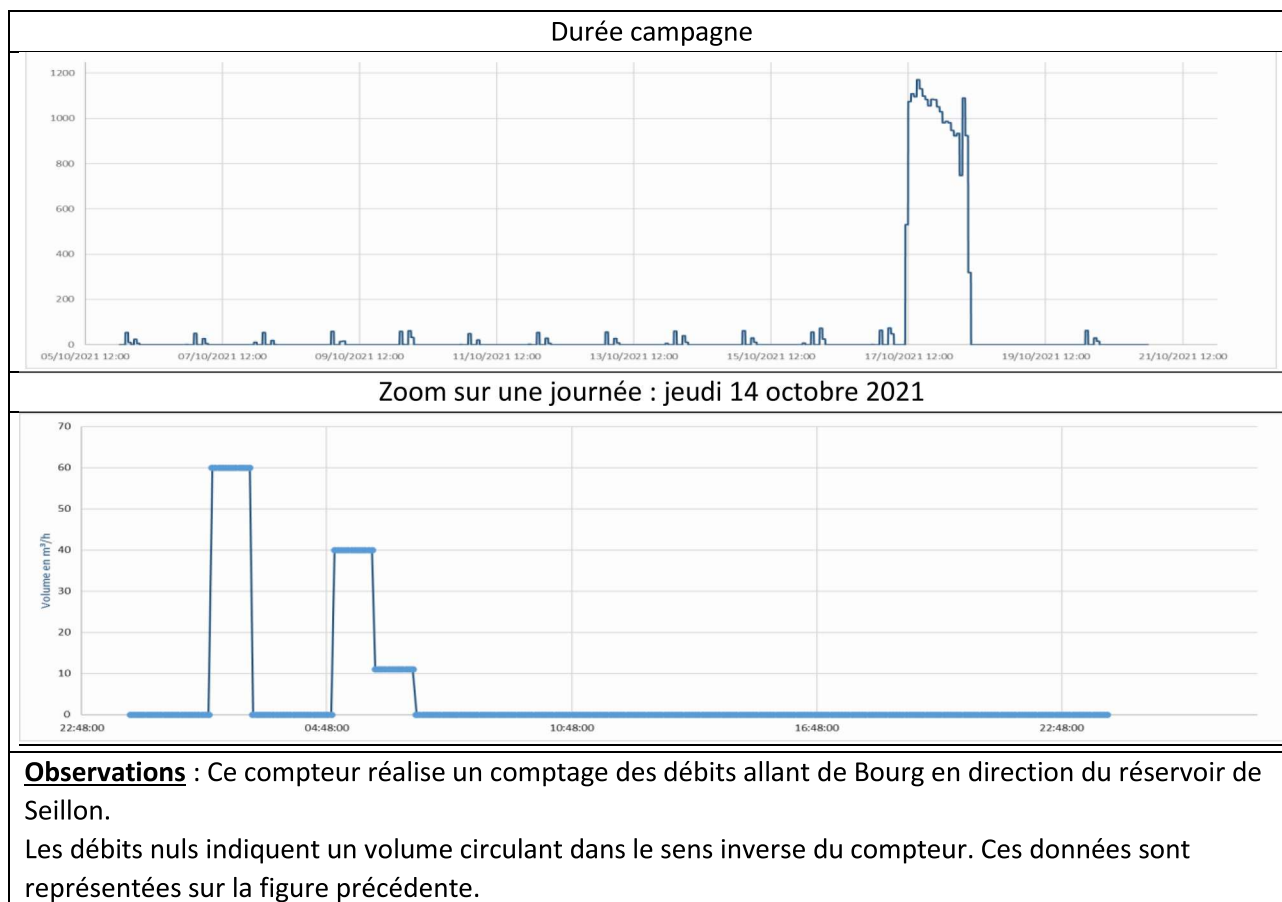


Observations : Ce compteur réalise un comptage des débits allant du réservoir de Seillon en direction du Bourg.

On observe une consommation de type domestique avec deux pointes de consommations matin et soir. Les débits nuls indiquent un volume circulant dans le sens inverse du compteur. Ces données sont représentées sur la figure suivante.

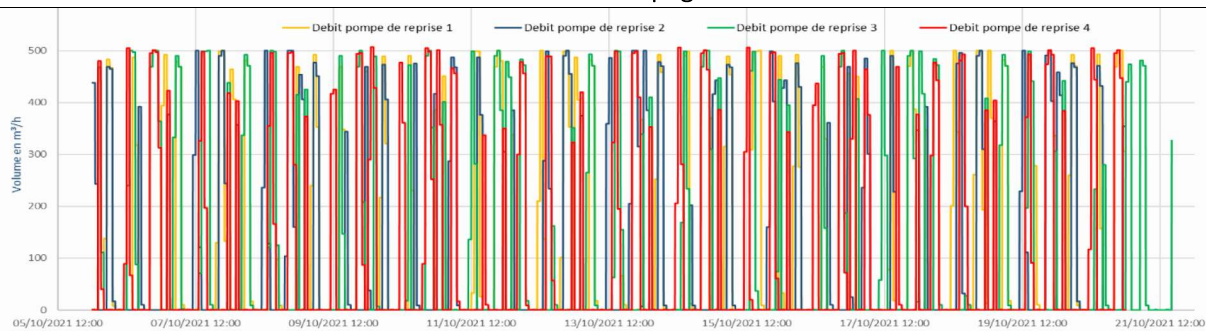
C- BRG- 10 - Distribution Seillon sens : depuis Bourg vers réservoir de Seillon



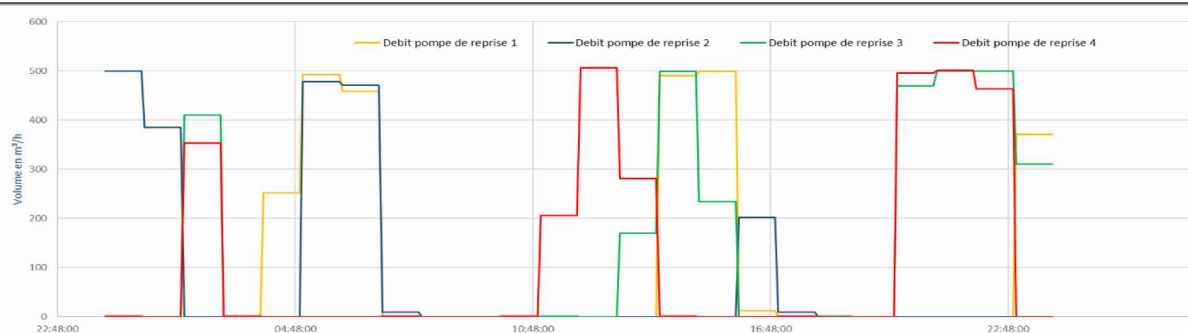


C- BRG- 14 à 17 - Station de reprise Péronnas 1

Durée campagne



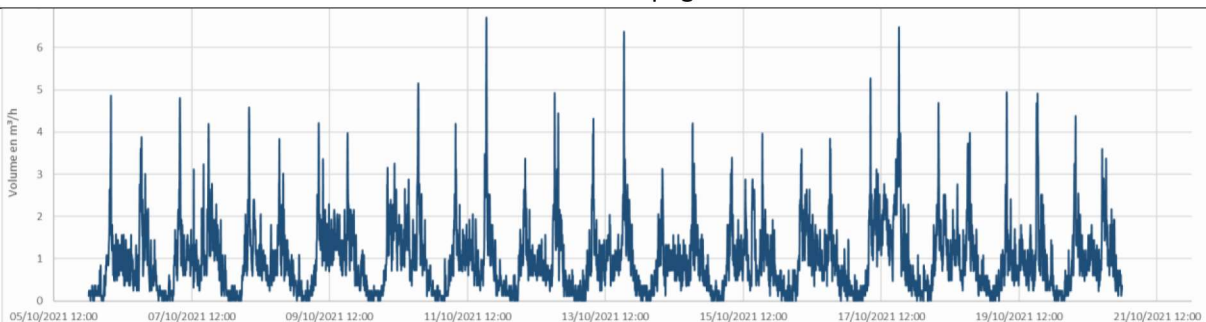
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



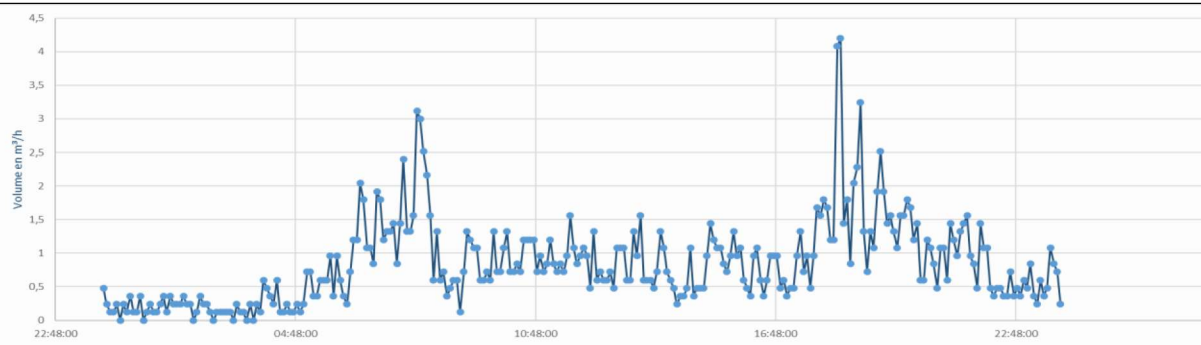
Observations : L'ensemble des quatre pompes de refoulement fonctionnent. Les plages de fonctionnement ne sont en revanche pas identiques.

C_CIZ_02- Distribution de Cize

Durée campagne



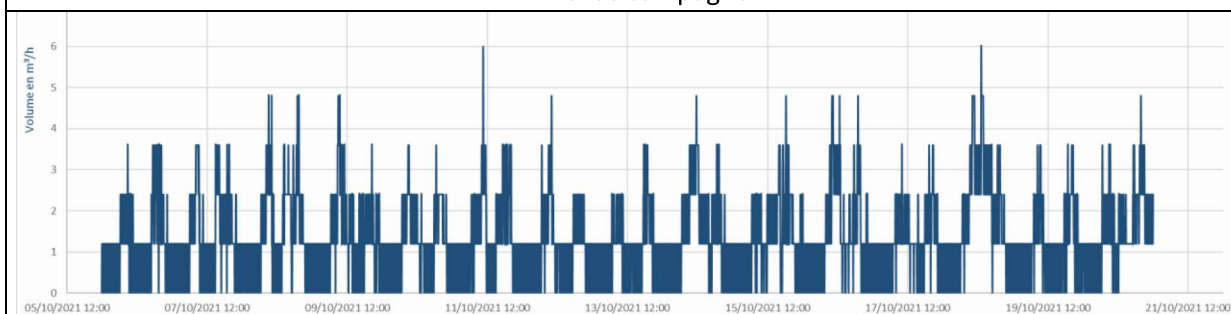
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



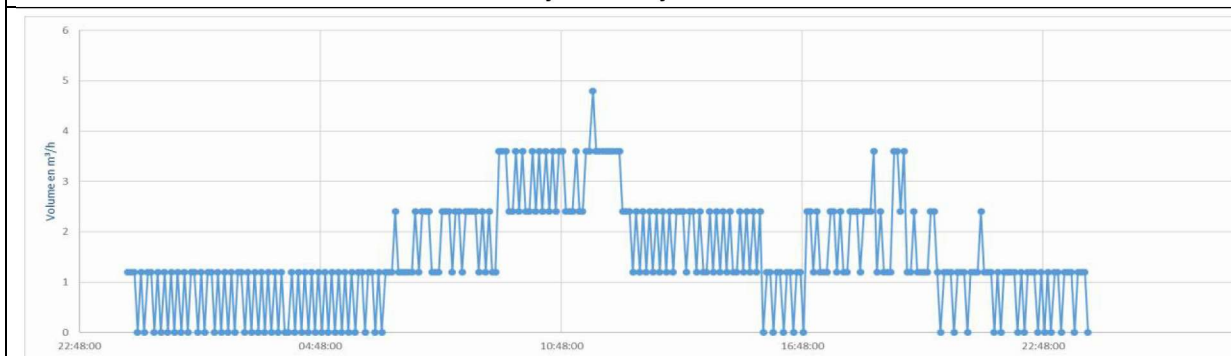
Observations : On observe une consommation de type domestique, avec deux pics de consommation le matin et le soir. Le débit minimum nocturne observé durant la campagne est de l'ordre de 0.25 m³/h.

Debit Q2 – Pouillat

Durée campagne



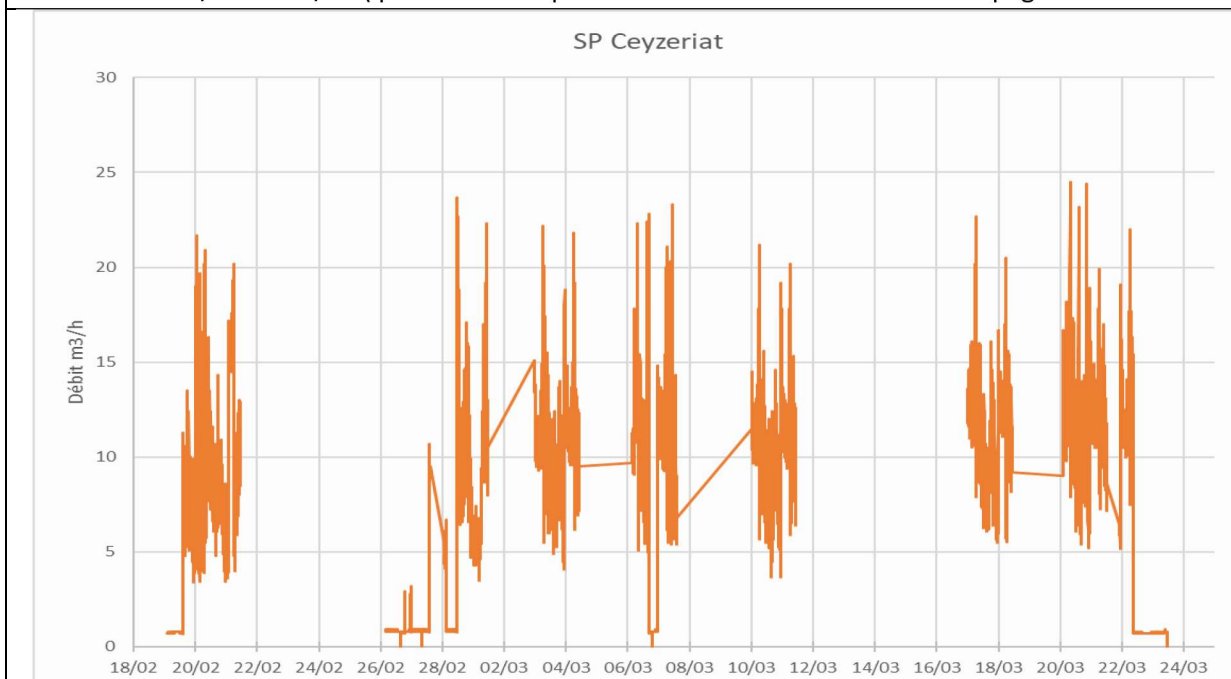
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



Observations : Une courbe globale de consommation domestique est également observée ici. Le comptage en fluctuation de 1 m³/h semble indiquer que le compteur n'est pas optimisé pour compter les faibles débits observés. Le débit minimum nocturne observé durant la campagne est de 0.5 m³/h.

C_BRG_11 - Surpresseur de Ceyzeriat

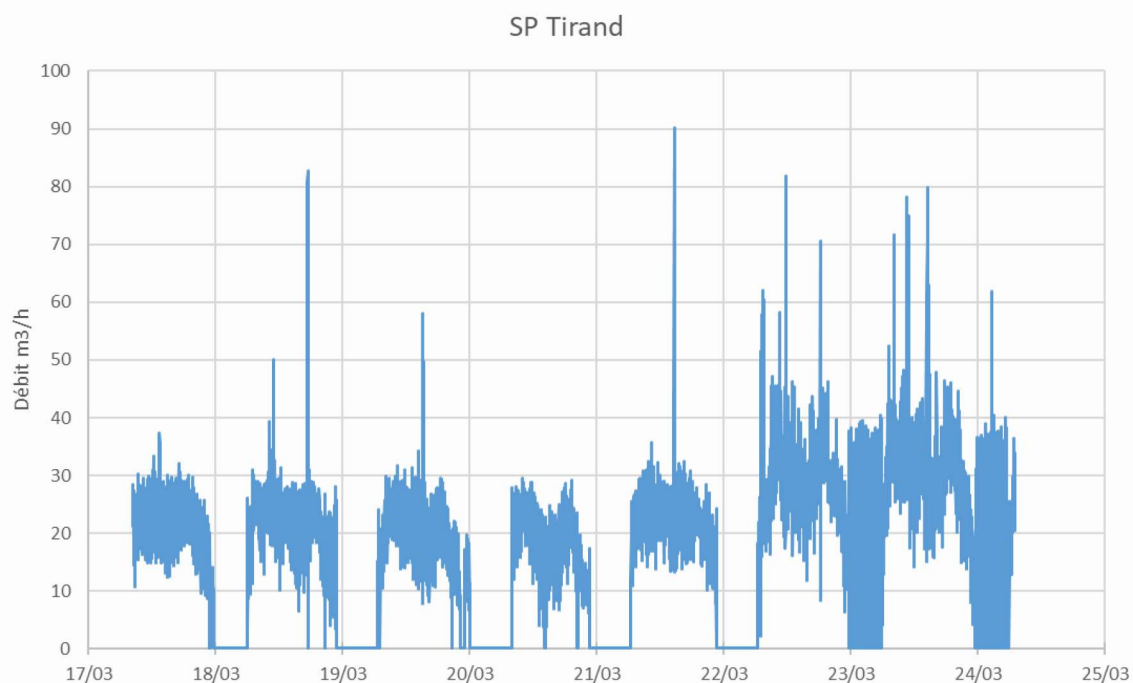
Période du 18/02 au 24/03 (problème d'exportation des données lors de la campagne d'octobre 2021)



Observations : Les débits minimums enregistrés sont nuls lors de l'arrêt de la station de surpression. Le débit maximum est de 24 m³/h. On note aussi des manques d'informations sur certaines journées.

C_BRG_12 – Surpresseur de Tirand

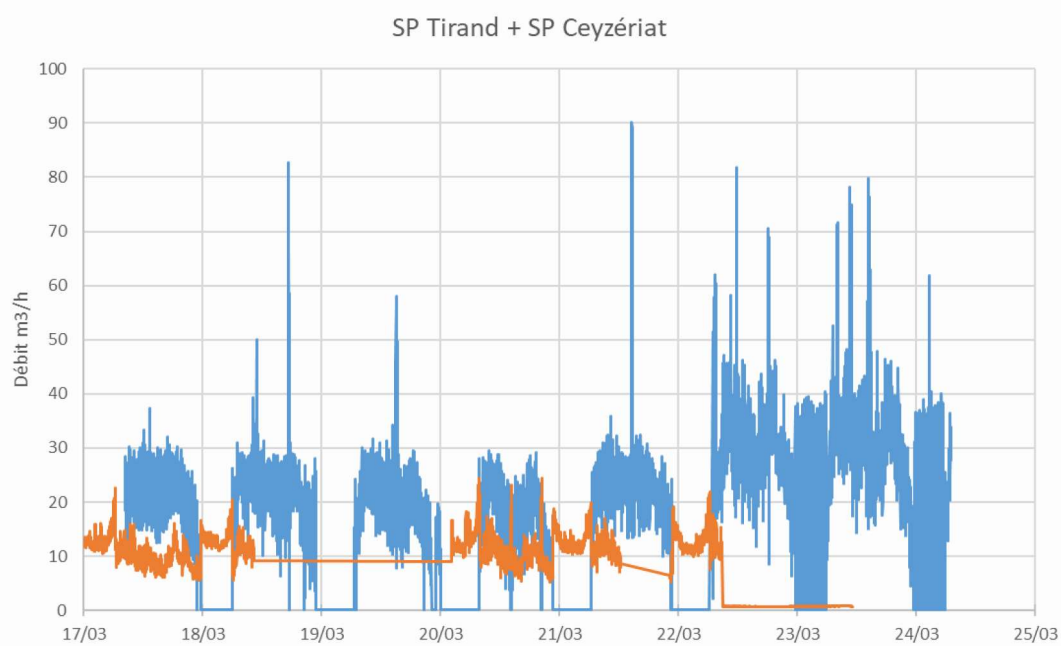
Période du 18/02 au 24/03 (problème d'exportation des données lors de la campagne d'octobre 2021)



Observations : Les débits minimums enregistrés sont nuls lors de l'arrêt de la station de surpression. Le débit maximum est de 90 m³/h.

Surpresseur de Tirand + surpresseur de Ceyzériat

Période du 18/02 au 24/03 (problème d'exportation des données lors de la campagne d'octobre 2021)



Observations : Superposition des débits sortant des deux surpresseurs

E.2.2.3. Analyse des volumes mis en distribution

Performance du réseau par secteur

A partir des données disponibles, des indicateurs de performance du réseau ont été calculés :

- ✓ Les volumes de fuites ;
- ✓ ILP ($\text{m}^3/\text{j}/\text{km}$).

A noter : Le débit de fuite a été estimé par secteur en prenant 80% des débits minimum nocturnes observés durant les jours de la campagne de mesures.

La figure suivante décrit la répartition des volumes consommés et de fuite dans la courbe du volume mis en distribution d'une journée type et sur un secteur

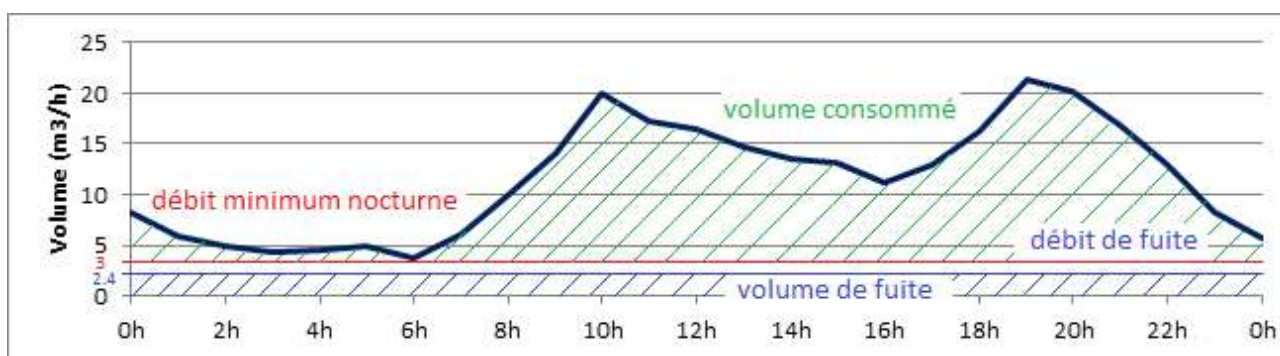


Figure 15 : Courbe du volume mis en distribution

Les figures pages suivantes présentent les volumes de fuite, les rendements, les ILP ainsi que les niveaux de pertes par secteur.

Formules de sectorisation

Les volumes distribués par secteur ont été calculés à partir des compteurs disponibles :

- ✓ Volume distribué sur Cize = C_{CIZ_02}
- ✓ Volume distribué sur Pouillat = C_{POU_02}
- ✓ Volume distribué sur Bourg en Bresse = $C_{BRG_08} + C_{BRG_12} \text{ distrib} - C_{BRG_12} \text{ retour}$
 - C_{BRG_08} = Débit au départ de Péronnas vers Bourg
 - $C_{BRG_12} \text{ distrib}$ = Débit au départ de Seillon vers Bourg
 - $C_{BRG_12} \text{ retour}$ = Débit de retour d'eau vers Seillon depuis Bourg

La courbe de débit en distribution en sortie du réservoir de Cize a été lissée sur un pas de temps de 15 min afin d'atténuer les variations ponctuelles de débit.

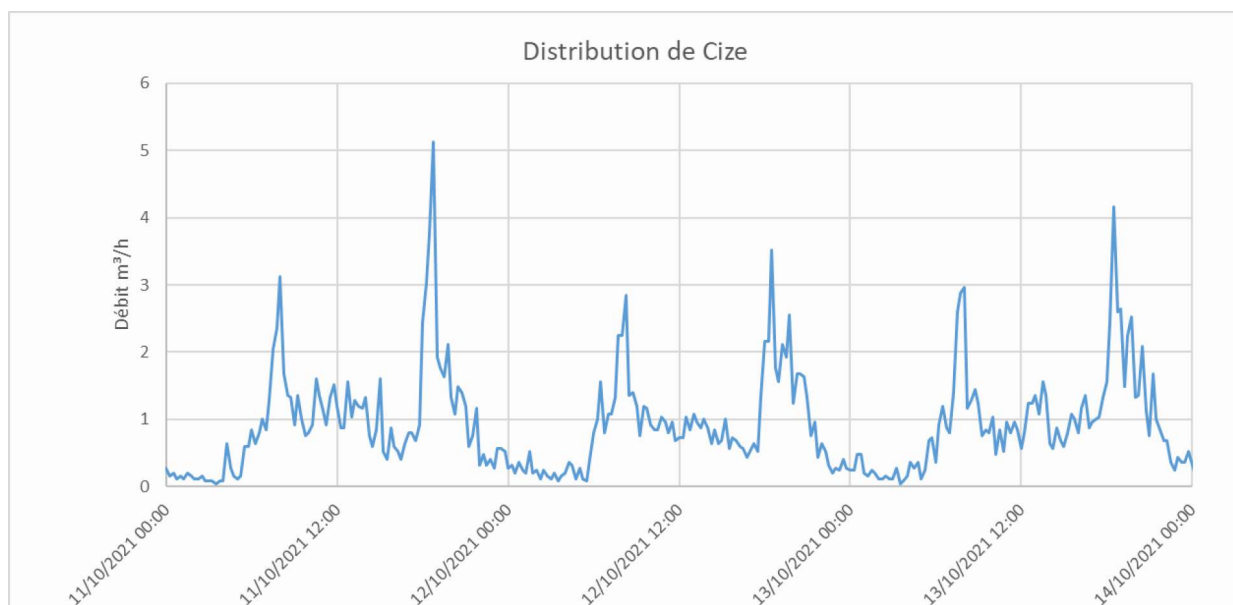


Figure 16 : Courbe des débits de distribution en sortie du réservoir de Cize

Le débit minimum observé est de l'ordre de 0.1 m³/h. il s'agit du minimum nocturne relevé durant la campagne de mesures.

Sur la base de ces constatations, les indicateurs de performance ont été calculés sur l'UDI de Cize pour la période de la campagne de mesures :

Tableau 16 : Indicateur de performance pour l'UDI de Cize

Indicateur	Unité	Valeur
Débit minimum nocturne	m³/h	0.1
Débit de fuite (80% Qmin)	m³/h	0.08
ILP	m³/km/j	0.08

Les volumes de fuite et ILP sont bons sur le secteur de Cize, le réseau peut être qualifié en BON ETAT lors de la campagne de mesures.

La courbe de débit en distribution en sortie du réservoir de Pouillat a été lissée sur un pas de temps de 15 min afin d'atténuer les variations ponctuelles de débit.

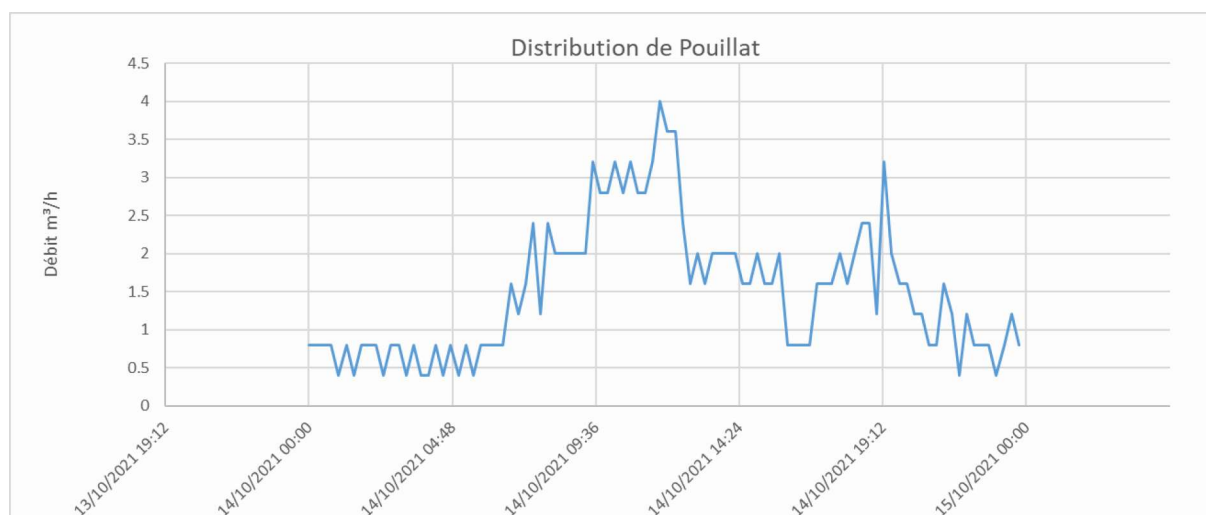


Figure 17 : Courbe des débits de distribution en sortie du réservoir de Pouillat

Le débit minimum observé est de l'ordre de 0.1 m³/h. il s'agit du minimum nocturne relevé durant la campagne de mesures.

Sur la base de ces constatations, les indicateurs de performance ont été calculés sur l'UDI de Pouillat pour la période de la campagne de mesures :

Tableau 17 : Indicateur de performance pour l'UDI de Cize

Indicateur	Unité	Valeur
Débit minimum nocturne	m³/h	0.1
Débit de fuite	m³/h	0.08
ILP	m³/km/j	0.7

Les volumes de fuite et ILP sont bons sur le secteur de Pouillat, le réseau peut être qualifié en BON ETAT lors de la campagne de mesures.

La courbe de débit en distribution sur Bourg en Bresse a été réalisée par la formule des compteurs présentée précédemment.

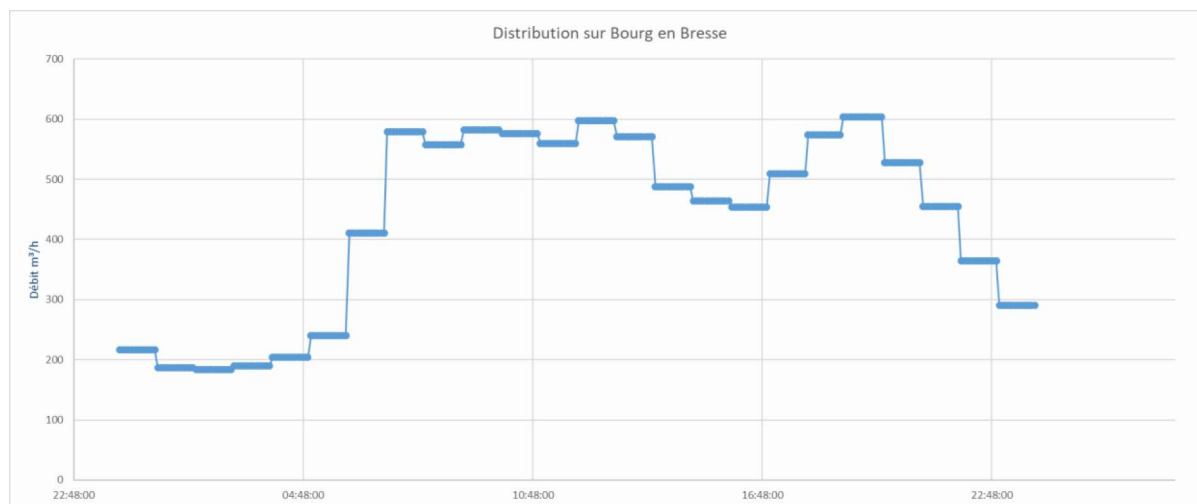


Figure 18 : Courbe des débits de distribution sur le secteur de Bourg en Bresse

Le débit minimum observé est de l'ordre de $184 \text{ m}^3/\text{h}$. il s'agit du minimum nocturne relevé durant la campagne de mesures.

Sur la base de ces constatations, les indicateurs de performance ont été calculés sur l'UDI de Bourg en Bresse pour la période de la campagne de mesures :

Tableau 18 : Indicateur de performance pour l'UDI de Bourg

Indicateur	Unité	Valeur
Débit minimum nocturne	m^3/h	184
Débit de fuite	m^3/h	147
ILP	$\text{m}^3/\text{km}/\text{j}$	14.5

Les volumes de fuite sont importants sur le secteur de Bourg en Bresse, le réseau peut être qualifié en ETAT MEDIOCRE lors de la campagne de mesures au vu des volumes nocturnes.

Ce résultat est toutefois explicable par la présence de consommation industrielle nocturne ou la présence de fontaines.

La non disponibilité des données aux surpresseurs de Tirand et Ceyzériat, ne permet pas de réaliser une courbe de consommation sur un secteur plus réduit. Cependant, les courbes de débit C_BRG_13 et C_BRG_14 indiquent des débits moyens de consommation qui restent faibles :

- ✓ $0.05 \text{ m}^3/\text{h}$ en moyenne au surpresseur de Tirand ;
- ✓ $0.12 \text{ m}^3/\text{h}$ en moyenne au surpresseur de Ceyzériat

Au vu de ces informations, l'hypothèse peut être faite que les volumes de fuites identifiés se situent en amont des deux surpresseurs.

L'ensemble de ces résultats sont cohérents avec les analyses réalisées dans le paragraphe C sur les bilans annuels des indicateurs.

Les efforts de recherches de fuites doivent être concentrés sur le secteur principal de Bourg-en-Bresse qui se situe en aval des réservoirs et en amont des surpresseurs de Tirand et Ceyzériat.

E.2.3. Mesures de niveaux

E.2.3.1. Analyse des résultats

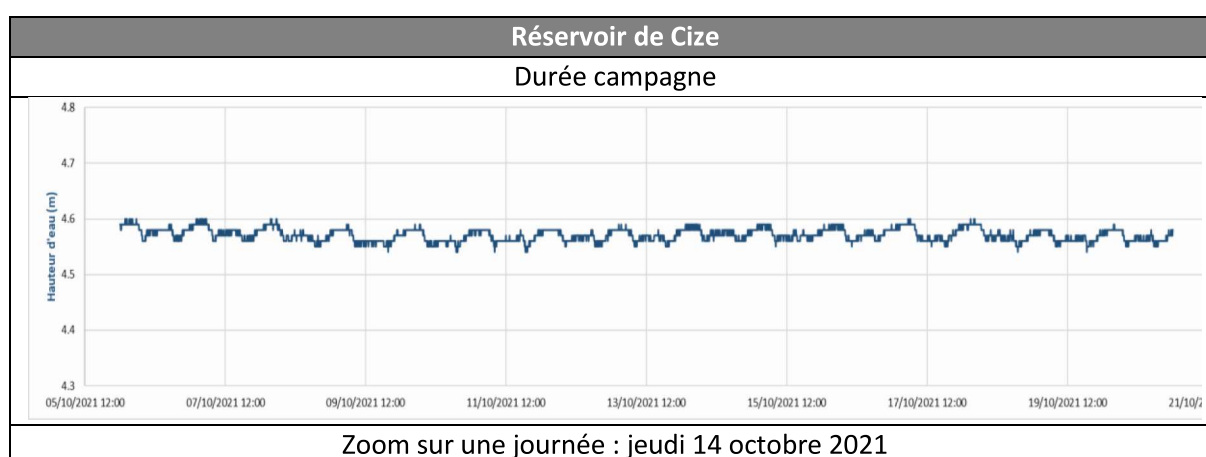
Le tableau suivant synthétise les niveaux mesurés durant la campagne.

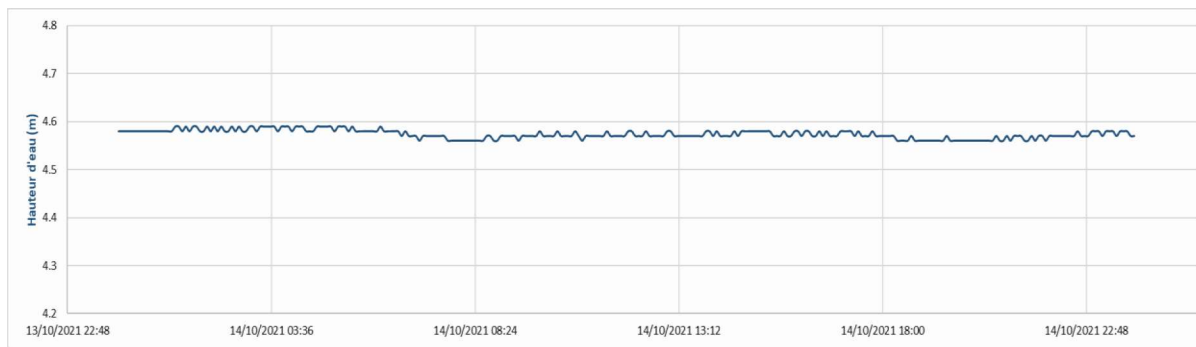
Tableau 19 : Bilan des niveaux mesurés

Réservoir	Niveau - m		
	Minimum	Maximum	Moyenne
Réservoir de Cize	4,54	4,6	4,57
Réservoir de Pouillat	3,2	3,36	3,27
Réservoir de Péronnas	1.43	3.72	2.73
Réservoir de Seillon	3.12	5.6	4.32

E.2.3.2. Courbes des points de mesures

Les figures suivantes représentent les niveaux mesurés durant la campagne et une journée type.

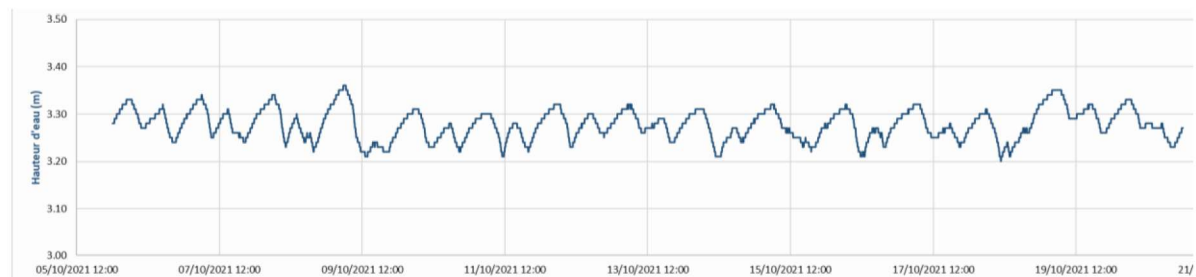




Observations : Le réservoir est alimenté par le syndicat BSR. Nous remarquons que, sur la durée de la campagne de mesures, la hauteur d'eau dans le réservoir varie très peu. Ce fait est cohérent avec le système de remplissage par robinet à flotteur en place à ce réservoir.

Réservoir de Pouillat

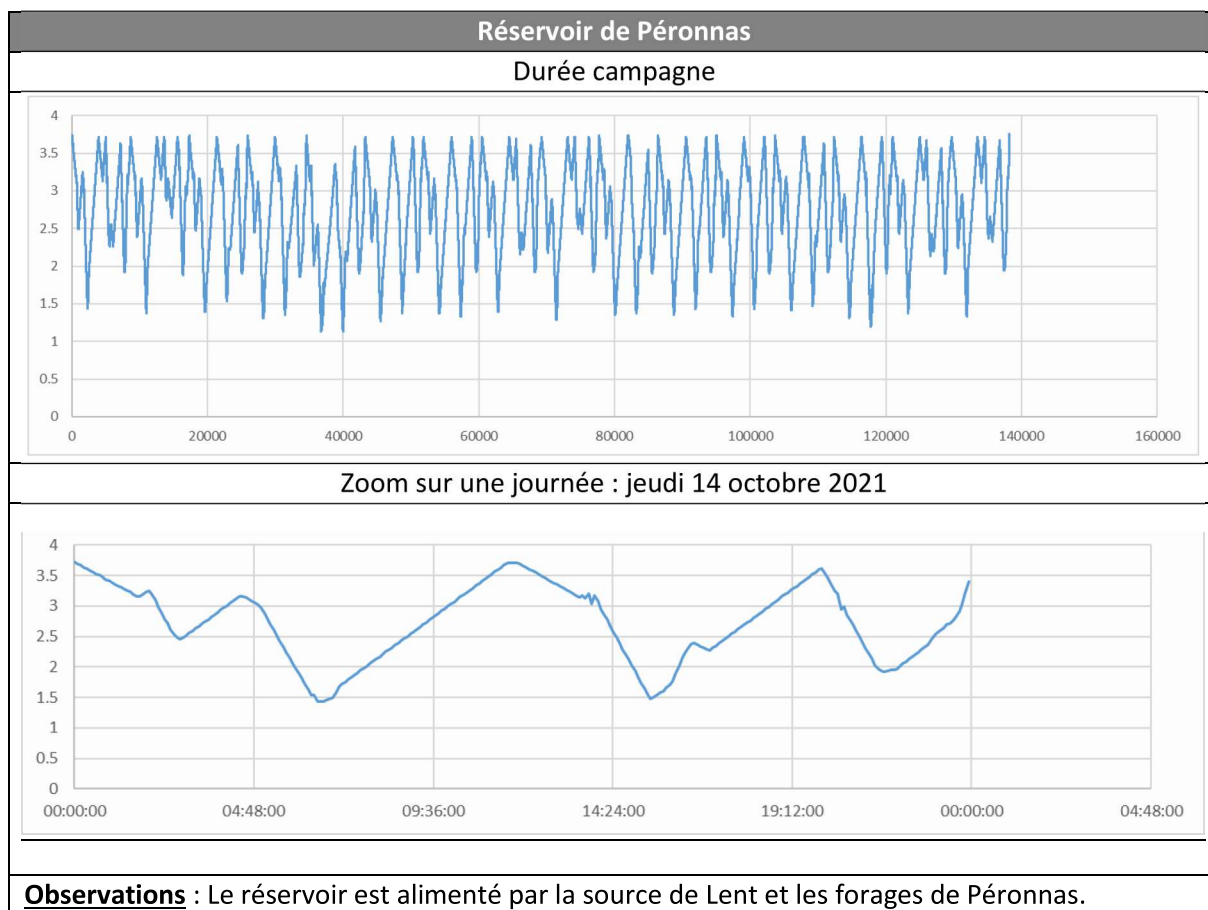
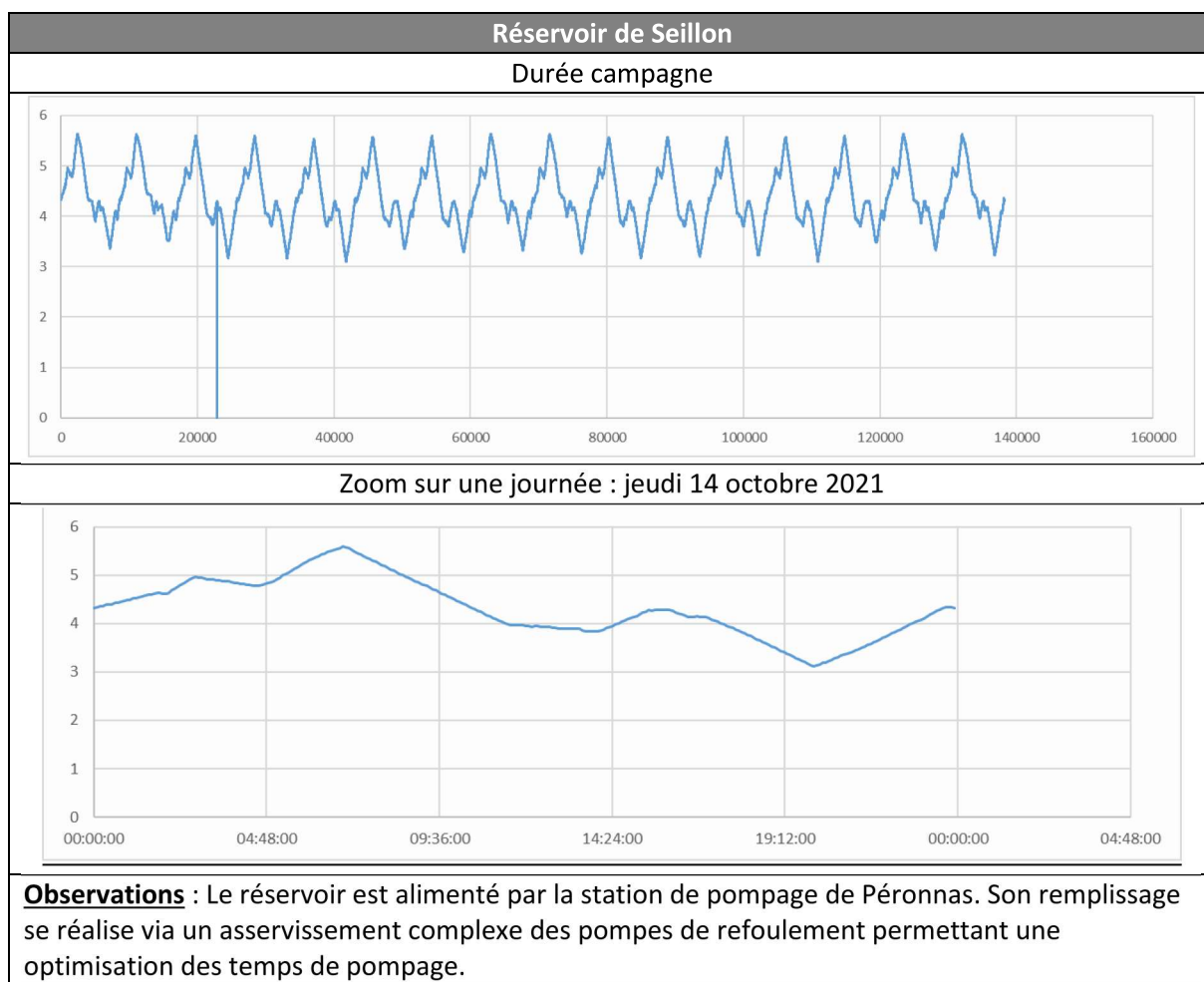
Durée campagne



Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



Observations : Le réservoir est alimenté par la source du Pouillat. Nous remarquons que, sur la durée de la campagne de mesures, la hauteur d'eau dans le réservoir varie peu de l'ordre de 10 cm maximum. Ce fait est cohérent avec le système de remplissage par robinet à flotteur en place à ce réservoir.



E.2.4. Mesures de pressions

E.2.4.1. Analyse des résultats

Le tableau suivant présente les pressions minimales, maximales et moyennes observées durant la campagne de mesures.

Une pression est considérée comme élevée dès lors qu'elle est supérieure à 6 bars. En effet, des pressions au-delà de 6 bars peuvent :

- ✓ Entraîner des dysfonctionnements chez l'abonné (notamment au niveau des soupapes des chaudières) ;
- ✓ Être à l'origine d'une détérioration prématurée des joints des conduites.
- ✓ Le volume de pertes en cas de fuite est plus élevé si la pression est forte.

Tableau 20 : Synthèse des pressions observées durant la campagne de mesures

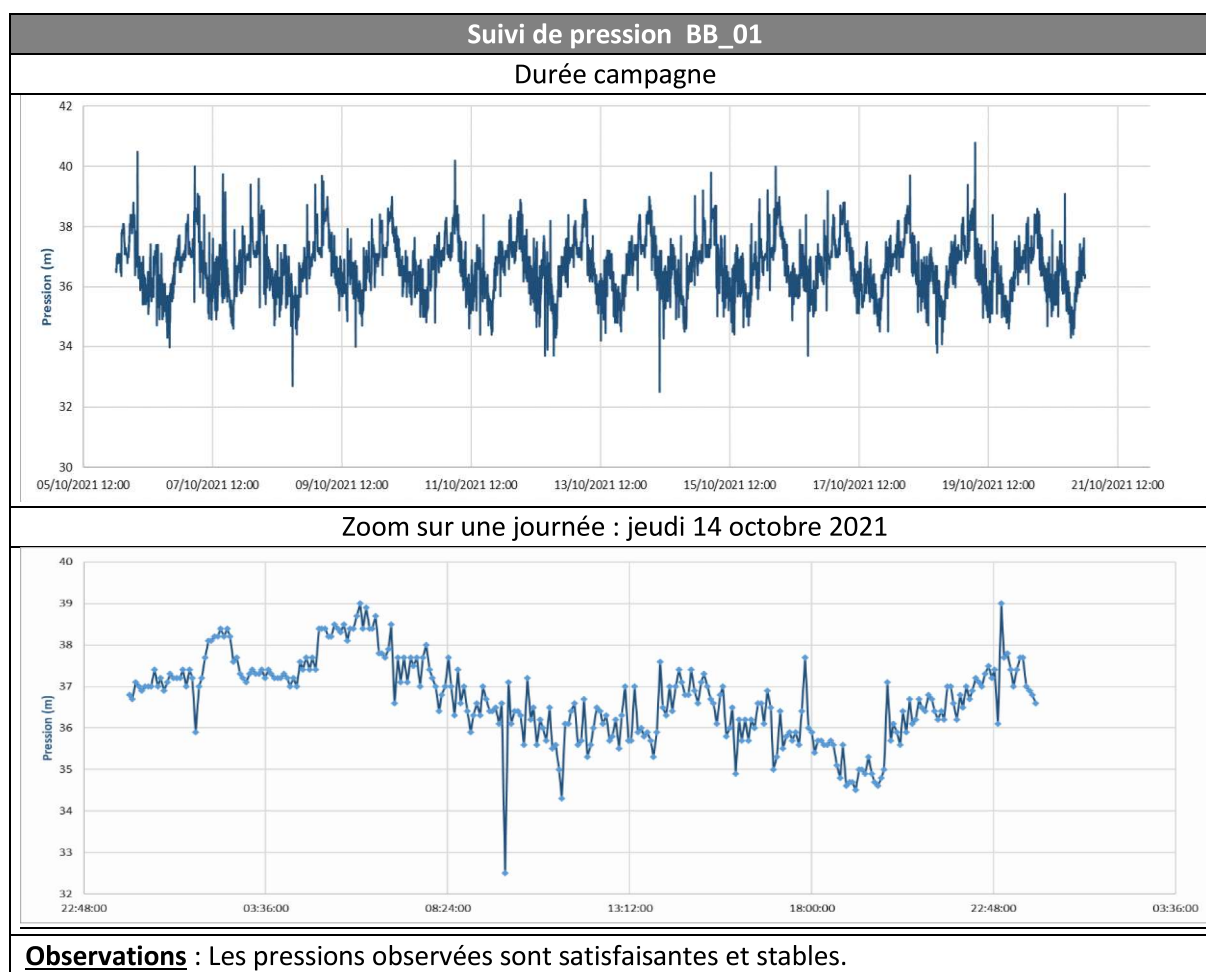
ID Merlin	Adresse	Pressions (m)		
		Minimum	Maximum	Moyenne
BB_01	Chemin des Pittoles	32.5	40.8	36.7
BB_02	Chemin des Fermes du Saix	54.74	61.1	58.6
BB_03	Chemin des Bouleaux	19.06	32.7	26.6
BB_04	rue Paul Pioda	46.3	51.0	48.6
BB_05	Chemin de Curtafray	39.7	46.9	44.5
BB_06	Rue François Arago	47.4	55.3	52.4
BB_07	Avenue de Parme	26.1	49.9	45.6
BB_08	Rue de l'Alagnier	36.3	46.4	42.9
BB_09	Chemin de la Chagne	36.4	50.3	43.5
CI_01	Route du Viaduc	35.5	38.8	37.3
PO_01	Rue de la Fontaine	52.2	58.5	54.8

Les pressions observées sont satisfaisantes sur l'ensemble du territoire d'étude.

E.2.4.2. Courbes des points de mesures

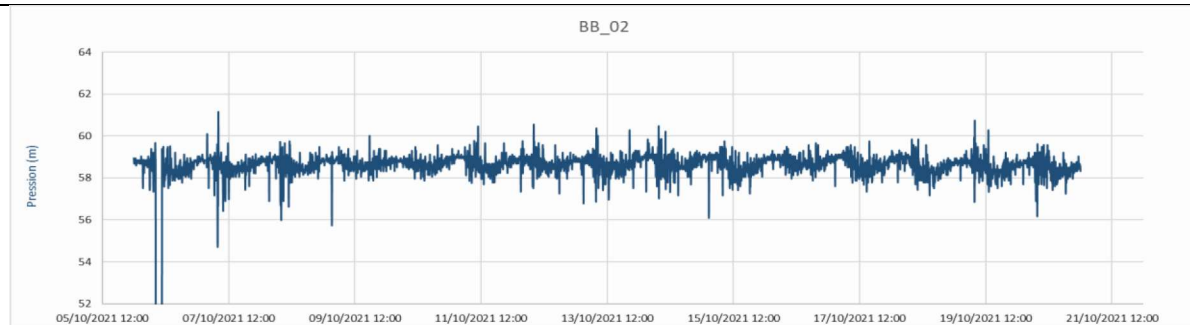
Tableau 21 : Points de mesures de pression (CDM)

ID MERLIN	ID Poteau Incendie	UDI	RUE	COMMUNE
BB_01		Bourg	Chemin de Montvilon	Peronnas
BB_02		Bourg	Chemin des Fermes du Saix	Peronnas
BB_03		Bourg	Chemin des Bouleaux	Peronnas
BB_04	PI1-RU-PIODA-401	Bourg	Rue Paul Pioda	Bourg en Bresse
BB_05	PI1-CH-CURTAFRAY-299	Bourg	Chemin de Cutafray	Bourg en Bresse
BB_06	PI1-Ru-A RAGO-187	Bourg	Rue Francois Arago	Bourg en Bresse
BB_07	PI1-AV-PARME-189	Bourg	Avenue de Parme	Bourg en Bresse
BB_08	PI1-RU-ALAGNIER-230	Bourg	Rue de l'Alagnier	Bourg en Bresse
BB_09	PI_SAINT_JUST_021	Bourg	Chemin de la Chagne	Saint Just
CI_01	01106-HYD13	Cize	Route du Viaduc	Cize
PO_01		Pouillat	Rue de la Fontaine	Pouillat

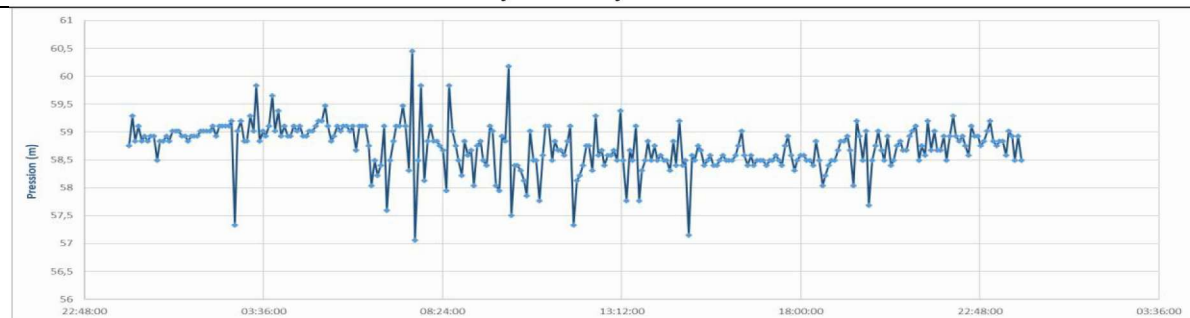


Suivi de pression BB_02

Durée campagne



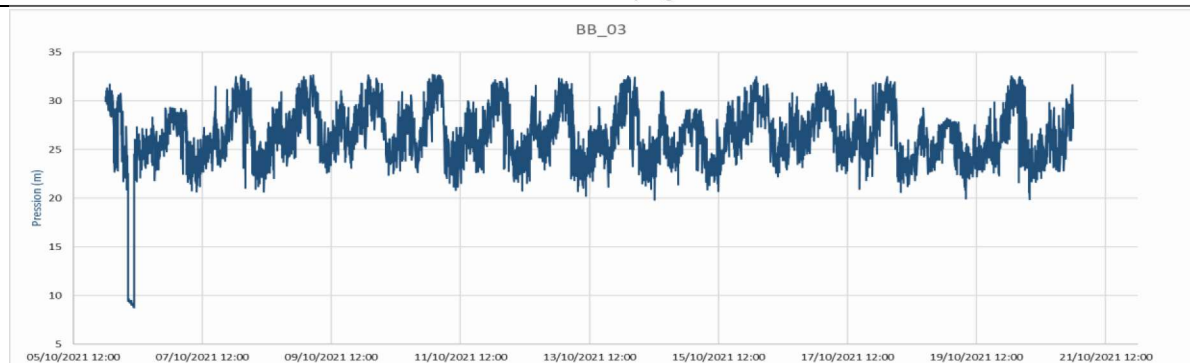
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



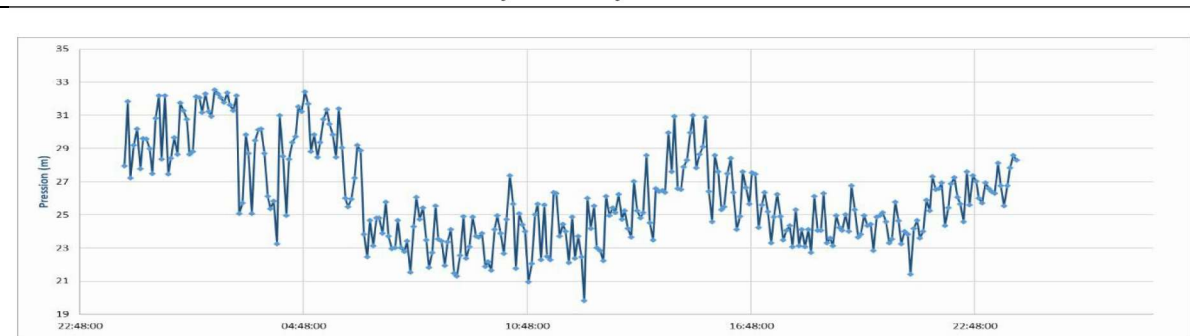
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes. La chute de pression observée le 06/10/2021 aux alentours de 8h est dû à un problème ponctuel d'enregistrement du point BB_02.

Suivi de pression BB_03

Durée campagne



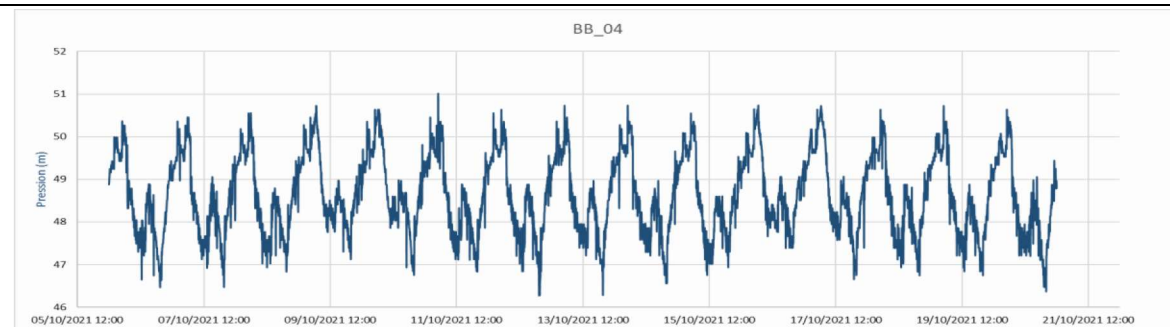
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



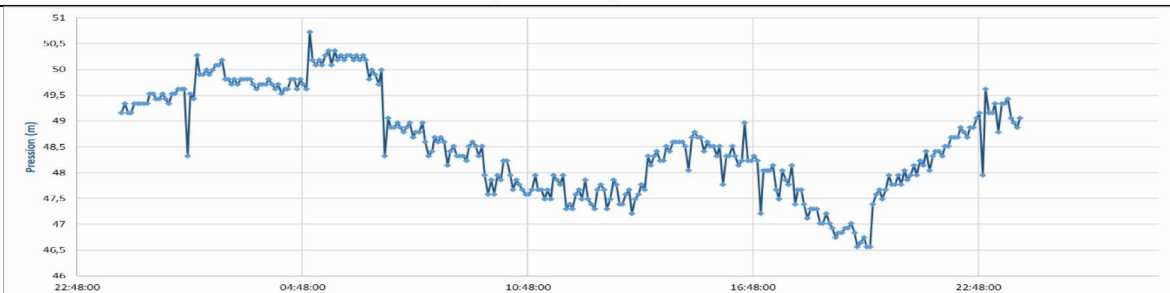
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes. La chute de pression observée le 06/10/2021 aux alentours de 8h est dû à un problème ponctuel d'enregistrement du point.

Suivi de pression BB_04

Durée campagne



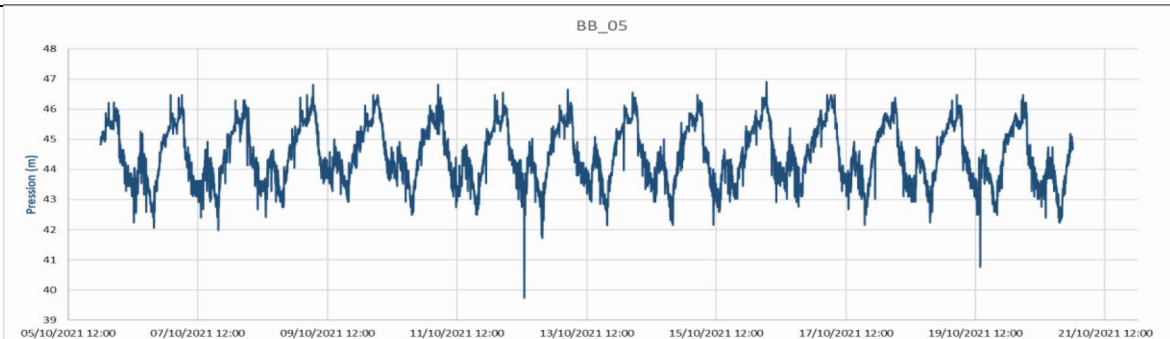
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



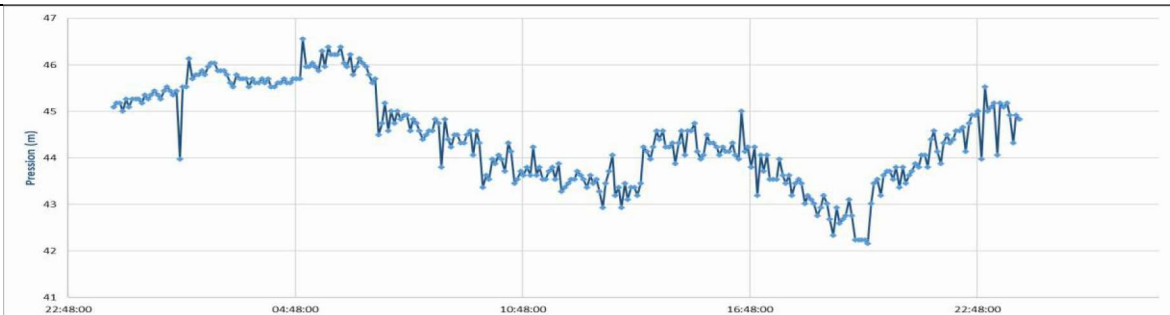
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes, on note des variations homogènes dus à la fluctuation de la demande en eau.

Suivi de pression BB_05

Durée campagne



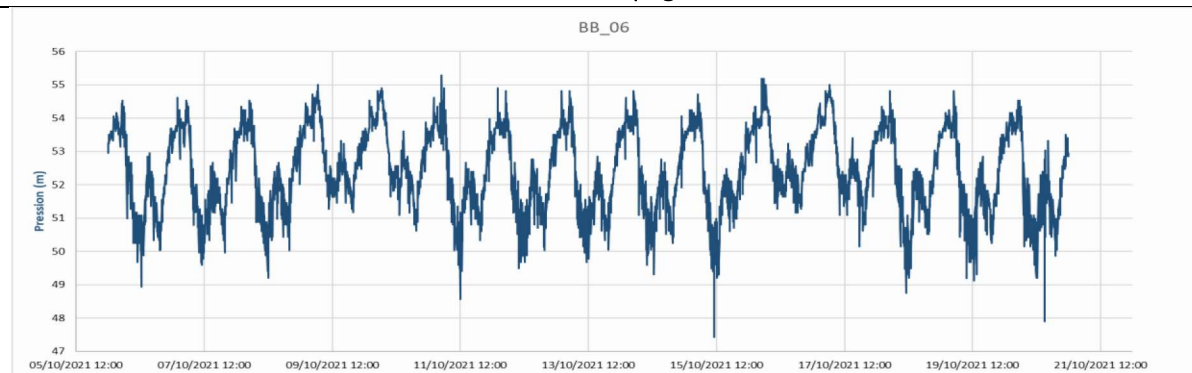
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



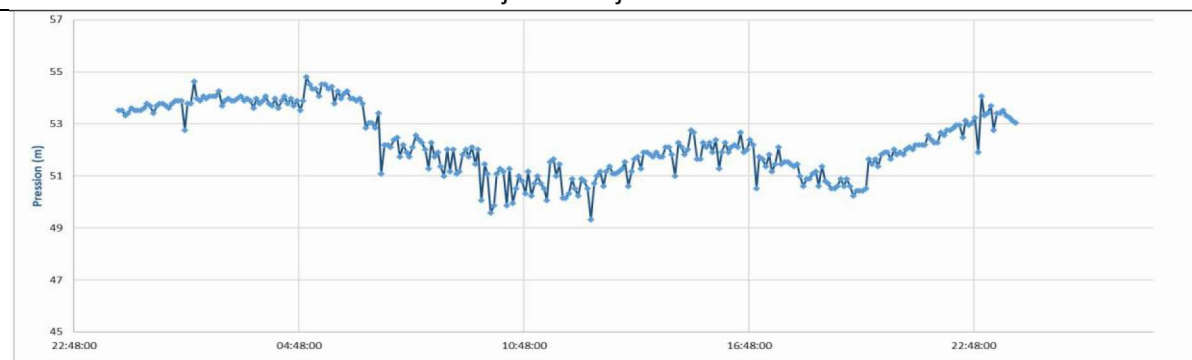
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes et varient selon la demande en eau.

Suivi de pression BB_06

Durée campagne



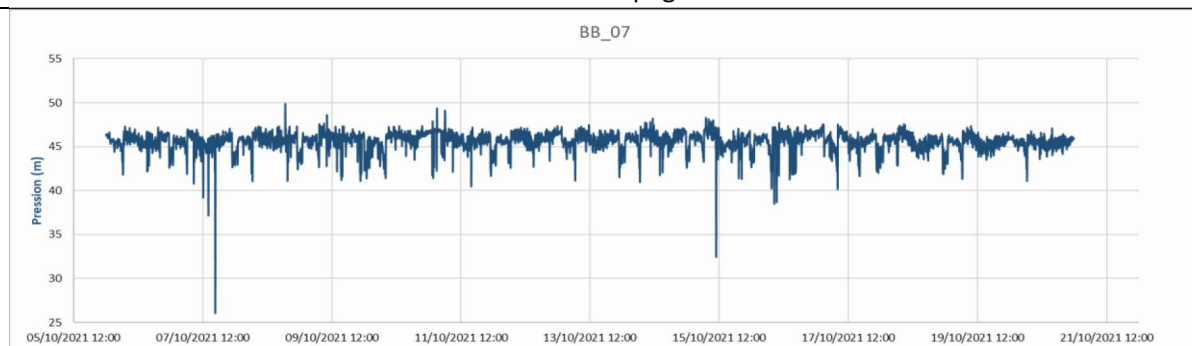
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



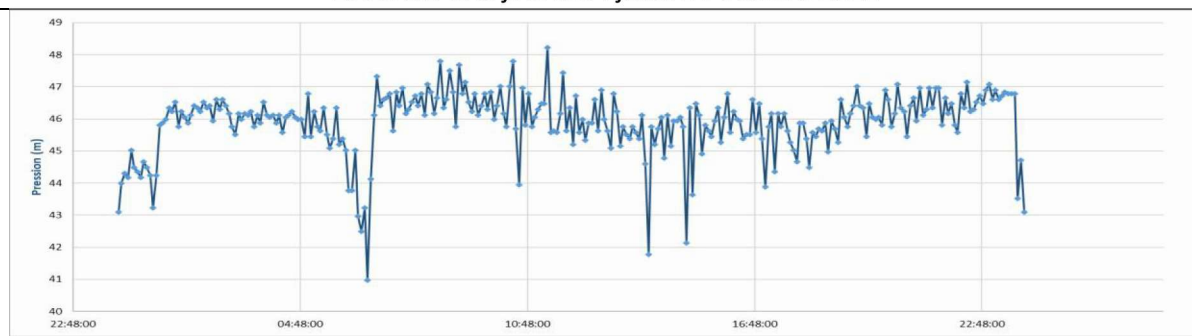
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes et varient selon la demande en eau.

Suivi de pression BB_07

Durée campagne



Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



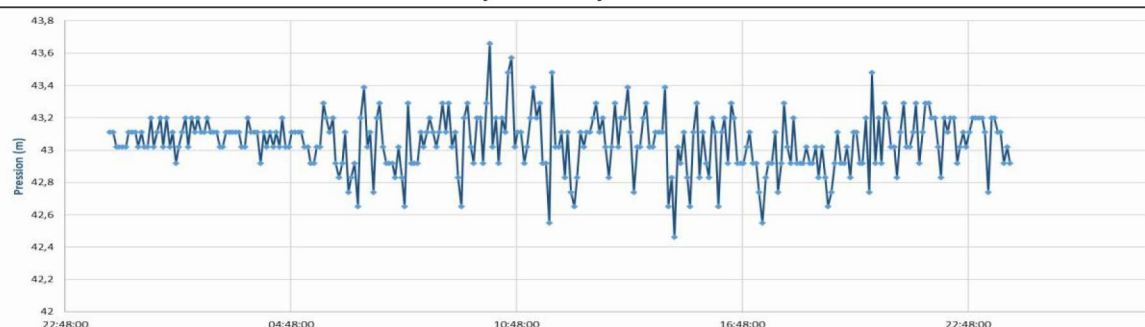
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes et stables,

Suivi de pression BB_08

Durée campagne



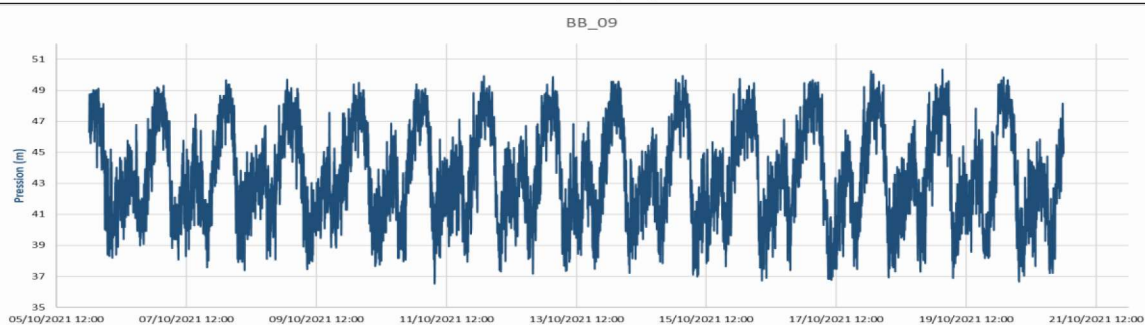
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



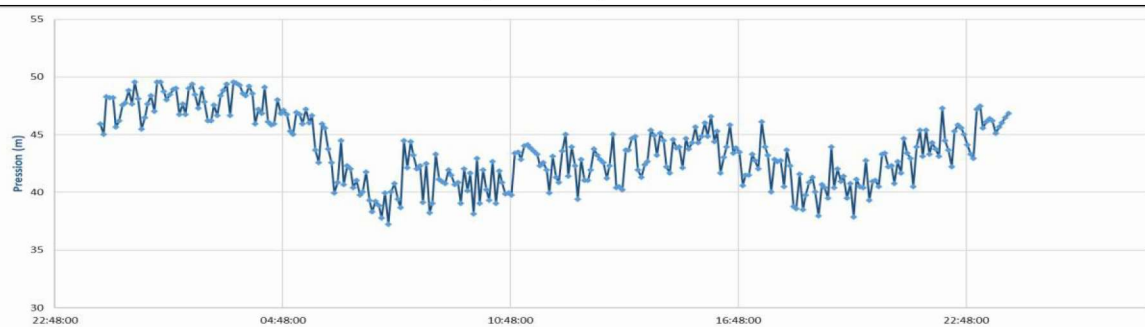
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes et stables. Les variations sont minimales.

Suivi de pression BB_09

Durée campagne



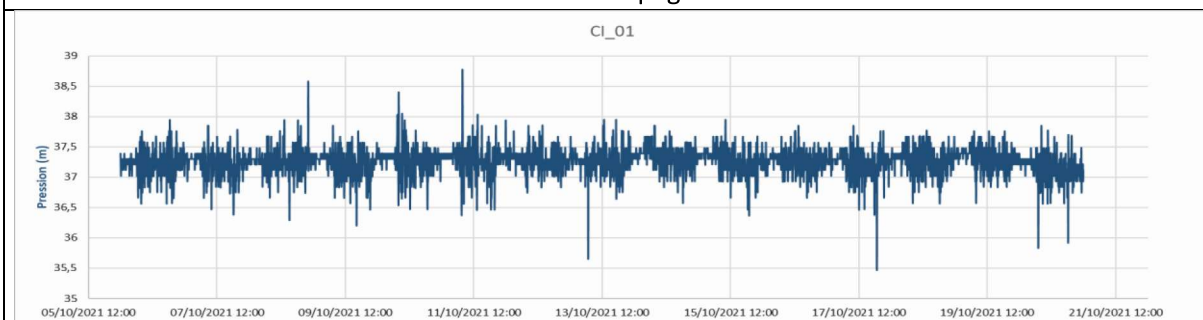
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



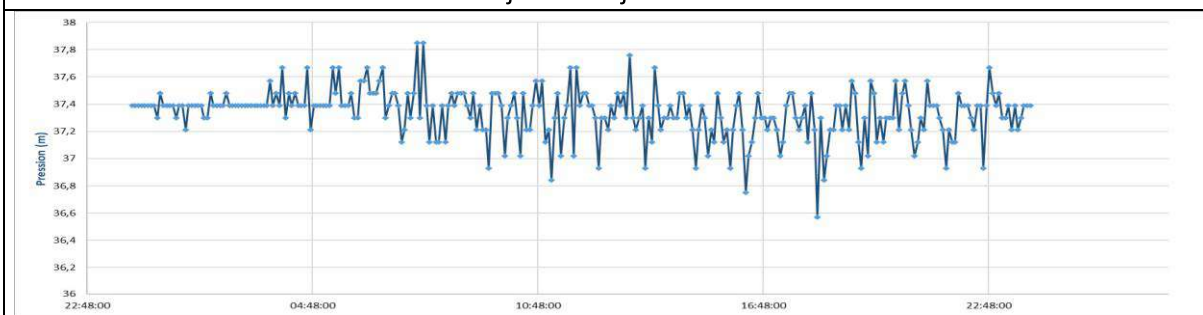
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes et varient en fonction de la demande en eau.

Suivi de pression CI_01

Durée campagne



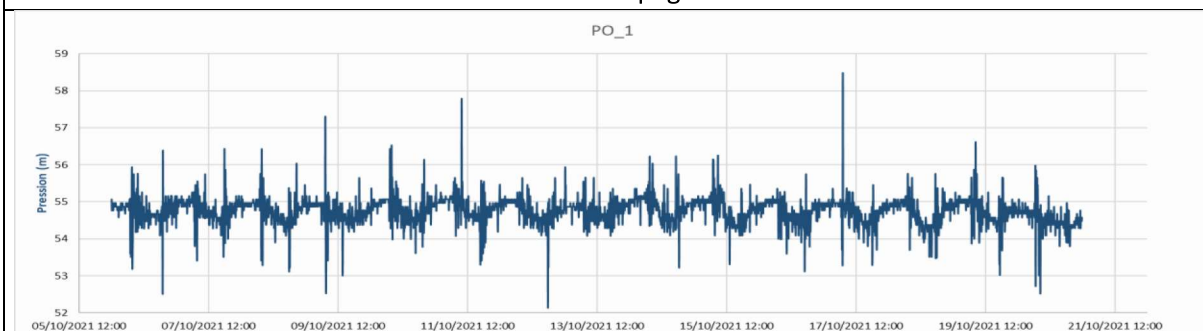
Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



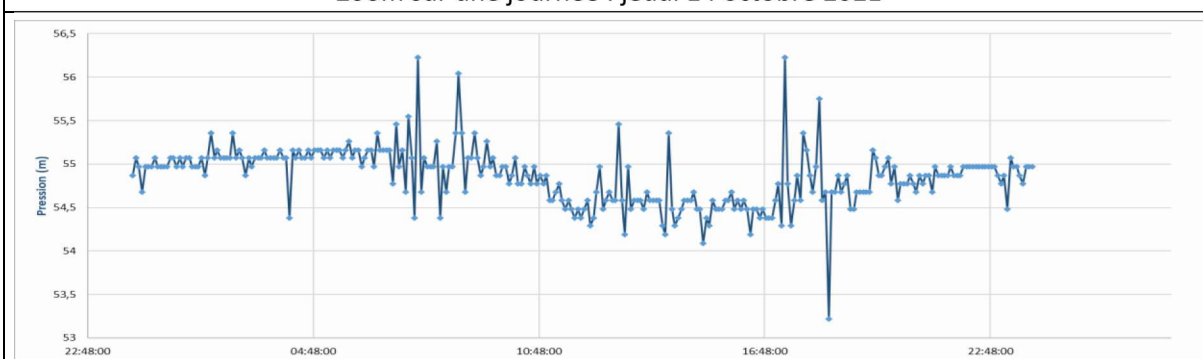
Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes, et varient peu.

Suivi de pression PO_01

Durée campagne



Zoom sur une journée : jeudi 14 octobre 2021



Observations : Les pressions observées sont satisfaisantes, et varient peu.

F. BILAN BESOINS/RESSOURCES

F.1. DETERMINATION DES BESOINS FUTURS

Dans le cadre du bilan besoins ressources, il est nécessaire d'estimer une évolution cohérente de la population pour l'échéance 2040.

Pour cela, l'estimation du taux d'accroissement de la population a été déterminée par commune sur la base de l'analyse :

- ✓ Des données INSEE ;
- ✓ Des estimations du SCOT ;
- ✓ Des estimations du PLU.

F.1.1. Données INSEE

La population sur notre zone d'étude est en augmentation globalement depuis 1982 et l'on observe une accélération de cette croissance depuis 2012 comme le présente le graphique ci-dessous avec l'évolution de la population sur le territoire entre 1982 et 2018 selon les données INSEE.

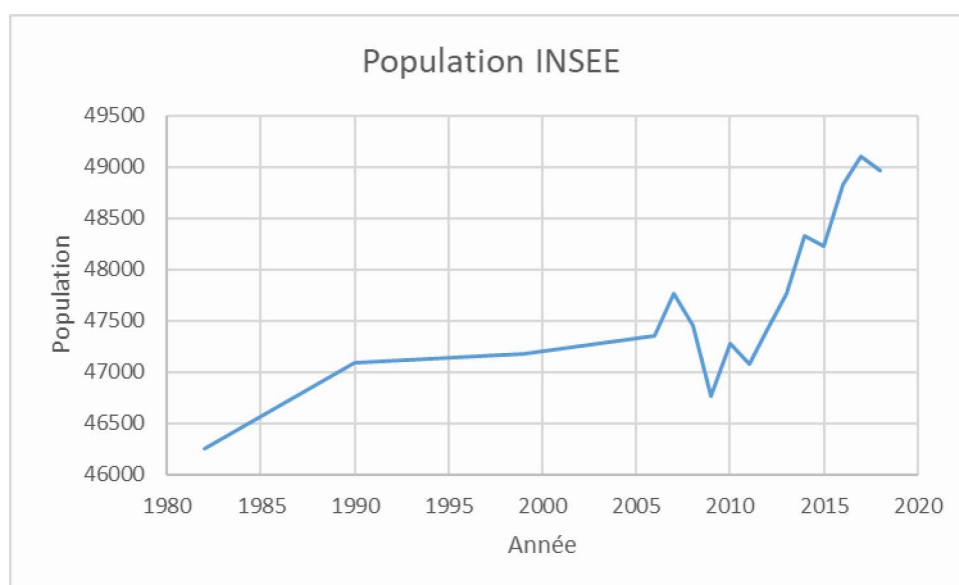


Figure 19 : Evolution de la population sur la zone d'étude depuis 1982

Le taux de croissance moyen annuel observé entre 2008 et 2018 a été pris en compte pour chacune des communes du territoire :

Tableau 22 : Taux d'accroissement de la population selon INSEE 2008-2018

Commune	TCAM 2008-2018
Bourg-en-Bresse	0.26%
Péronnas	0.59%
Saint-Just	0.73%
Cize	1.08%
Pouillat	0.36%

F.1.2. Données de SCOT

Ce SCOT a été approuvé en 2016, l'objectif de ces dernières années est maintenu pour une croissance de la population. Cette hypothèse prévoit une augmentation de la population de l'ordre de 1.11 % par an jusqu'en 2035.

Dans le cadre du SDAEP, l'hypothèse d'étendre ce taux jusqu'en 2040 sera réalisée.

Tableau 23 : Taux d'accroissement de la population selon SCOT

Commune	TCAM SCOT
Bourg-en-Bresse	1.11%
Péronnas	1.11%
Saint-Just	1.11%
Cize	1.11%
Pouillat	1.11%

F.1.3. Données de PLU

Les PLU des différentes communes de la zone d'étude ont été étudiés afin d'identifier les croissances prévues dans ces documents. De manière générale, la date d'approbation des documents est relativement éloignée. Dans le cadre de cette étude, les hypothèses prises lors de leur établissement sont prolongées jusqu'en 2040.

- ✓ La commune de Pouillat n'a pas de document d'urbanisme disponible, l'analyse n'a donc pas été réalisée pour elle.
- ✓ La commune de Péronnas prévoit une augmentation de 40 logements par an. Le taux d'occupation des logements observé aujourd'hui (2.1 personnes/logement) a été utilisé afin de calculer le taux d'accroissement.

Tableau 24 : Taux d'accroissement de la population selon PLU

Commune	Date approuvé/Révisé	TCAM PLU
Bourg-en-Bresse	2013	1.00%
Péronnas	2007	1.29%
Saint-Just	2013	1.00%
Cize	2017	1.15%
Pouillat	-	-

F.1.4. Synthèse des taux d'accroissement

Le tableau ci-dessous synthétise les taux d'accroissement par commune :

Tableau 25 : Synthèse des Taux d'accroissement

Commune	TCAM INSEE	TCAM SCOT	TCAM PLU	Moyenne
Bourg-en-Bresse	0.26%	1.10%	1.00%	0.79%
Péronnas	0.59%	1.10%	1.29%	0.99%
Saint-Just	0.73%	1.10%	1.00%	0.94%
Cize	1.08%	1.10%	1.15%	1.11%
Pouillat	0.36%	1.10%	-	0.73%

De manière générale les observations INSEE du taux d'accroissement sont inférieures aux prévisions réalisées par les SCOT et PLU.

Il est proposé de retenir une hypothèse moyenne de croissance de la population pour la suite de l'étude. A ce titre, le taux d'accroissement du SCOT est retenu.

Tableau 26 : Taux d'accroissement retenus

Commune	TCAM retenu
Bourg-en-Bresse	1.10%
Péronnas	1.10%
Saint-Just	1.10%
Cize	1.10%
Pouillat	1.10%

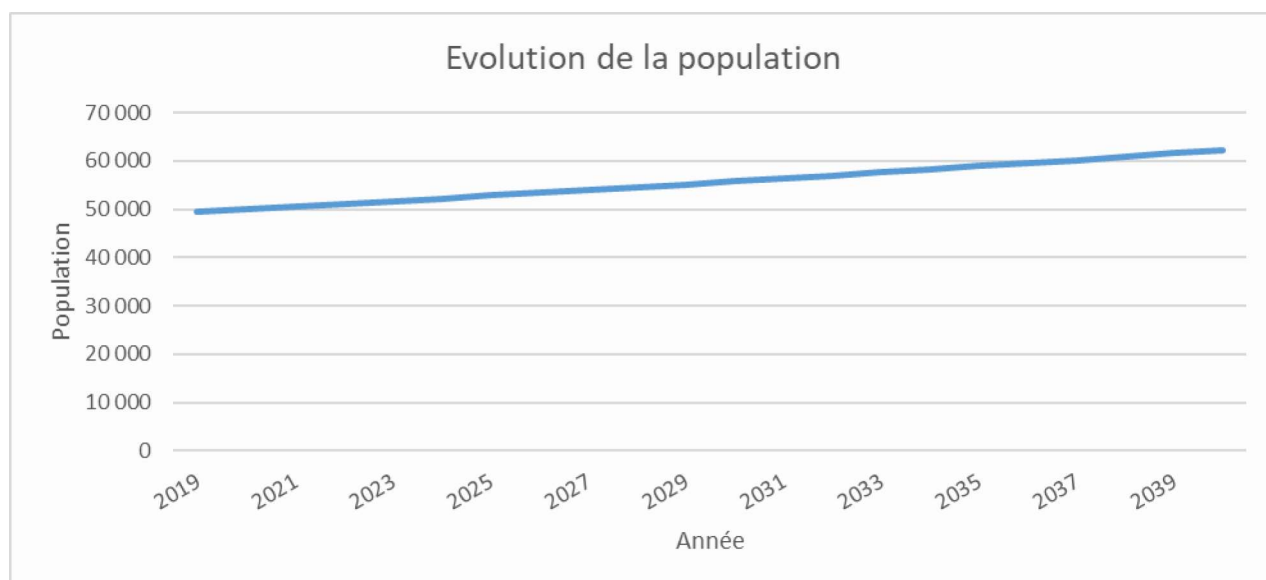


Figure 20 : Evolution de la population sur le secteur 2019-2040

F.1.5. Evolution des besoins pour les ZAE

Afin d'évaluer au mieux les besoins de ces zones, un échange avec le service développement économique de l'agglomération a eu lieu. Les points suivants ont été déterminés :

- ✓ **Cize et Pouillat**, il n'y a aucun projet de ZAE sur ces secteurs pour les années à venir
- ✓ **Bourg-en-Bresse**, il ne s'agit pas de projet de développement de ZAE. En revanche, l'agglomération souhaite densifier les ZAE existantes. Les activités ciblées par cette densification ne sont en revanche pas définies.
- ✓ **Saint-Just**, l'agglomération ne souhaite pas étendre la ZAE de cette commune. A noter que la société Charles REMA effectue une extension qui lui est propre.
- ✓ **Péronnas**, des projets de développement sont à prévoir notamment la ZA Les Bruyères où une extension est en projet, cependant, les activités envisagées sont de type artisanales. Pas de projets avec de grosses consommations en eau à prévoir.

Afin prendre en compte les différentes densifications de ZAE sur l'ensemble du territoire d'étude, il est proposé

- D'appliquer une augmentation de 3% sur les volumes consommés par les gros consommateurs présents sur l'UDI de Bourg-en-Bresse.
- De ne pas appliquer d'augmentation des consommations sur les gros consommateurs des UDI de Cize et Pouillat.

F.2. BILAN BESOINS/RESSOURCES

F.2.1. Hypothèse des besoins futurs

Les hypothèses suivantes ont été prises en compte :

- ✓ Le volume consommé de 2019 a été utilisé comme base pour projeter les estimations futures ;
- ✓ Les dotations domestiques par commune calculées et présentées dans le paragraphe B.2.3, sont prises constantes pour les abonnés existants et futurs ;
- ✓ Les valeurs des volumes comptabilisés non comptés sont prises constantes jusqu'en 2040 ;
- ✓ Les volumes de consommation des gros consommateurs sur Cize et Pouillat sont constants. Les volumes de consommation des gros consommateurs sur Bourg-en-Bresse sont calculés avec une augmentation de 3%/an afin de représenter la densification des zones d'activités.
- ✓ Le coefficient de pointe de 1.3 indiqué dans le paragraphe B.2.4 est pris constant pour les abonnés existants et futurs ;
- ✓ Les rendements par UDI étant relativement constants ces dernières années, la valeur de 2019 est utilisée pour chaque UDI.
- ✓ Les taux de croissance de la population présentés ci-dessus paragraphe F.1.4 sont utilisés.

De manière générale, les données de 2019 ont été retenues plutôt que l'année 2020 du fait de l'année particulière qu'elle a pu être en termes de gestion de réseau et de consommation lors du Covid-19.

F.2.2. Bilan Besoins ressources

Le bilan besoins ressource est établi à partir des données présentées précédemment dans ce rapport pour la période de 2021 à 2040.

F.2.2.1. Bourg en Bresse

Les autorisations de prélèvement affichées en m³/an se basent sur les volumes journaliers autorisés.

Ressources	Autorisation de prélèvement en m3/j
Péronnas	16 000
Lent	8 400
Total	24 400

L'évolution des besoins en eau en jour moyen est la suivante :

UDI	2021	2030	2040
Bourg-en-Bresse en m³/an	3 850 817	4 697 191	5 903 330
Bourg-en-Bresse en m³/j	10 550	12 869	16 174
<i>Ressources disponibles</i>	24 400	24 400	24 400
Mobilisation de la ressource	43%	53%	66%

Tableau 27 : Besoins estimés en jour moyen pour les échéances futures sur Bourg-en-Bresse – m³/an

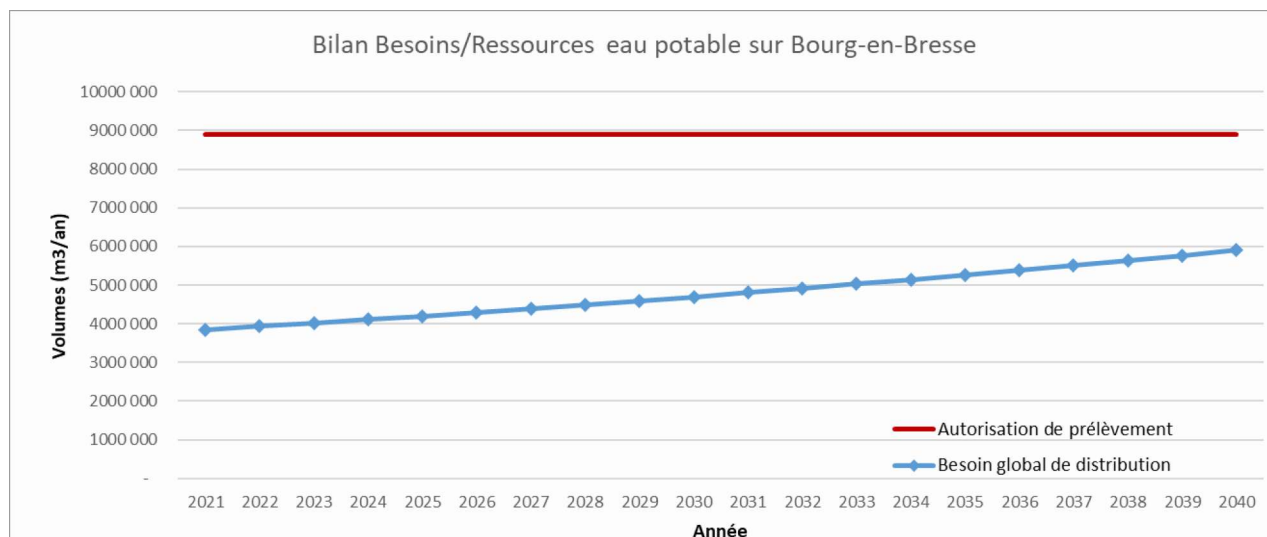


Figure 21 : Bilan besoins/ressources Bourg en Bresse – m³/an

Ce bilan met en avant que les ressources du territoire sont suffisantes pour répondre aux besoins des abonnés sur le réseau de Bourg-en-Bresse en terme de quantité.

Le constat est le même lorsque les volumes de consommation en jour de pointe futur sont observés.

UDI	2021	2030	2040
Bourg-en-Bresse en m³/j	13 715	16 730	21 026
<i>Ressources disponibles</i>	24 400	24 400	24 400
Mobilisation de la ressource	56%	69%	86%

Figure 22 : Bilan besoins/ressources Bourg-en-Bresse en jour de pointe – m³/j

F.2.2.2. Cize et Pouillat

L'analyse de l'évolution des besoins sur les territoires de Cize et Pouillat a également été réalisée. Cependant, aucune limitation de prélèvement n'est indiquée pour la ressource de Pouillat. De même, la convention d'interconnexion permettant l'alimentation des habitants de Cize ne précise pas limite de volume.

Pour cette raison, seule l'évolution des besoins est présentée ci-dessous.

Tableau 28 : Besoins estimés pour les échéances futures sur Cize et Pouillat

UDI	2021	2030	2040
Cize en m ³ /an	11 639	12 827	14 292
Cize en m ³ /j	32	35	39
Pouillat en m ³ /an	27 162	28 235	29 558
Pouillat en m ³ /j	74	77	81

Les hypothèses d'évolution permettent de prédire une augmentation des besoins de :

- ✓ 9 % pour l'UDI de Pouillat
- ✓ 23 % pour l'UDI de Cize

Chacune de ces UDI possède un unique point d'alimentation qui, a priori, n'est pas limitant dans les années à venir. Une vérification de la capacité du syndicat BSR à procurer l'eau nécessaire pourra être réalisée.

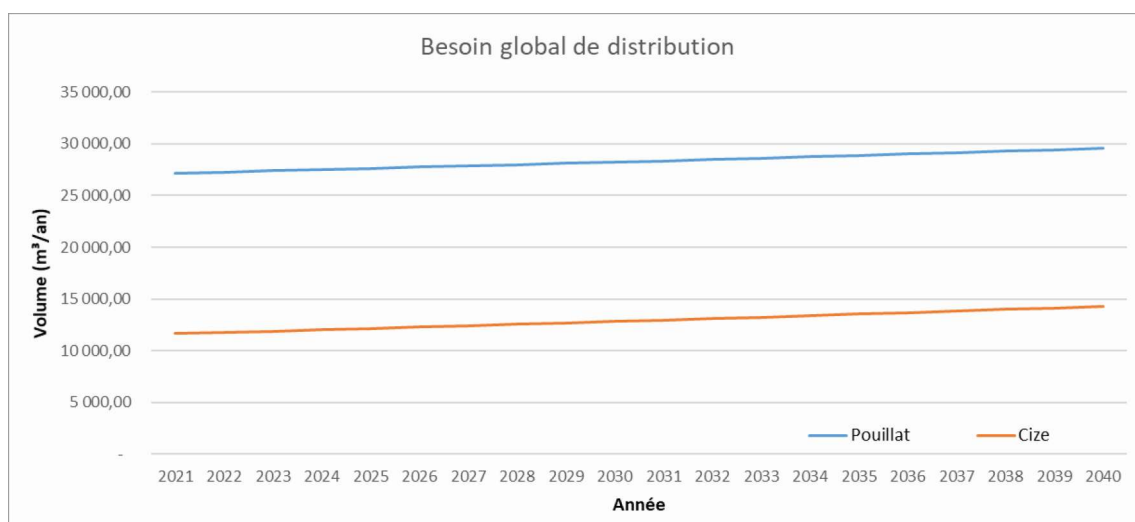


Figure 23 : Evolution des besoins futurs pour les UDI de Cize et Pouillat

F.2.2.3. Synthèse de la demande en eau à horizon 2040

Le tableau ci-après indique les volumes moyens et de pointes pour la situation future 2040.

UDI	Situation future 2040	
	Volume moyen en m ³ /j	Volume de pointe en m ³ /j
Bourg-en-Bresse	16 174	21 026
Cize	39	52
Pouillat	81	105

Tableau 29 : Besoins en eau à l'horizon 2040

G. MODELISATION HYDRAULIQUE

G.1. OBJECTIF DE LA MODELISATION

La modélisation mathématique des réseaux d'eau potable a pour objet de fournir un **outil de calcul performant** permettant de tenir compte au mieux de la géométrie des réseaux, des modes de contrôle et d'exploitation et des conditions de consommation.

Les simulations sur 24 heures, à un pas de temps de 5 minutes, permettent d'**analyser le comportement des réseaux au cours d'un cycle complet** de consommation et donc d'intégrer les paramètres suivants :

- ✓ La pression en tout point de distribution (nœud du réseau) ;
- ✓ Les pertes de charge dans la canalisation (tronçons du réseau) ;
- ✓ Le marnage des réservoirs ;
- ✓ Les consignes de fonctionnement des pompes.

À terme, la connaissance du comportement du réseau en situations actuelle et future permettra d'évaluer les points suivants :

- ✓ Les capacités limites de distribution ;
- ✓ Les points faibles tels que le manque de pression (PI) ;
- ✓ Les possibilités de desserte des abonnés futurs ;
- ✓ Les conséquences d'une modification des asservissements ou des régulations (déclenchement des pompes, marnage des réservoirs) sur la qualité et les possibilités de desserte ;
- ✓ L'impact d'un renforcement de réseau.

G.2. CONSTRUCTION DU MODELE EPANET

G.2.1. Création de l'ossature du réseau

La topologie du réseau a été importée dans le logiciel de modélisation à partir des **données SIG du réseau** fournies, grâce à un outil Excel interne permettant d'importer automatiquement les tronçons et les nœuds du SIG sur Epanet.

Les vannes fermées et les stabilisateurs de pressions renseignés dans le SIG sont alors importés manuellement dans le logiciel.

Les éléments constitutifs du modèle sont détaillés dans les paragraphes suivants.

G.2.2. Les éléments constitutifs du modèle

G.2.2.1. Les nœuds

Il existe trois types de nœuds :



✓ Les nœuds ordinaires

Ils correspondent au changement de diamètre d'une canalisation, à un point haut, à un groupe de consommateur.

Les données à saisir dans le modèle sont la cote altimétrique, la consommation horaire de ce nœud (prenant en compte l'ensemble des abonnés rattachés à ce nœud), et leur modèle de consommation sur la journée.

✓ Les réservoirs

Les caractéristiques des réservoirs ou des bâches à renseigner dans le modèle sont :

- Les cotes Radier et Trop Plein ;
- Le diamètre du réservoir ;
- La hauteur d'eau initiale dans le réservoir ;

Il est aussi important de connaître leur mode d'alimentation (par une conduite unique, par électrovanne...).

✓ Les points d'eau

Ils servent à la modélisation des ressources.

Au total, **4 746 nœuds (ordinaires, réservoirs et ressources) ont été modélisés.**

G.2.2.2. Les tronçons

Un tronçon est délimité par deux nœuds d'extrémité. Il est caractérisé par :

- ✓ Sa longueur ;
- ✓ Son diamètre ;
- ✓ Sa rugosité k ;

En général, k est pris (avant calage) :

- ✓ Égal à 0,1 mm pour les métaux ;
- ✓ Égal à 0.01 mm pour les matériaux plastiques.

Le modèle du réseau comporte 5 136 tronçons.

G.2.2.3. Les singularités

Les singularités modélisées sont les suivantes :

- ✓ Pompes : elles sont définies par leurs courbes caractéristiques Débit/HMT ;



- ✓ Vannes fermées ;
- ✓ Clapets (possédant un sens de pose) ;
- ✓ Stabilisateurs amont ou aval (caractérisés par la consigne de pression).

G.2.3. Importations des cotes altimétriques

Une fois le réseau modélisé sur le logiciel, il faut attribuer une cote altimétrique à chaque nœud afin de rendre compte de la topographie du réseau.

Dans le cas de la présente étude, un Modèle Numérique de Terrain (MNT) a été utilisé. Il s'agit d'un fichier qui découpe une zone géographique en une multitude de cases, auxquelles ont été attribuées une altitude.

A l'aide de la dalle MNT correspondant à la zone d'étude, le **modèle étant géo référencé**, un outil Excel permet d'attribuer une cote altimétrique à chaque nœud en fonction de ses coordonnées.

La précision du Modèle Numérique de Terrain varie selon les régions mais est globalement de l'ordre de 1 mètre sur la France.

G.2.4. Importation des consommations

La répartition des abonnés est directement issue du fichier « abonnés » fourni et se déroule en plusieurs étapes :

- ✓ Extraire les gros consommateurs du fichier, puis à partir de l'adresse des abonnés, géolocaliser chaque abonné. Une fois ceux-ci placés sur le SIG, il est possible de leur attribuer le nœud du modèle le plus proche ;
- ✓ En parallèle, attribution d'un secteur de consommation à chaque nœud du modèle. Cela est réalisé par traitement SIG, qui permet de relier chaque nœud au secteur de consommation auquel il appartient ;
- ✓ En croisant ces données sur un outil Excel, il est ensuite possible d'attribuer à chaque nœud du modèle son secteur et sa courbe de consommation, le nombre total d'abonnés, le poids de chaque abonné par rapport à l'ensemble du secteur (volume annuel de l'abonné issu du fichier facturation par rapport au volume annuel total), et donc la demande horaire du nœud ;
- ✓ Enfin, une liaison avec le modèle hydraulique sous le logiciel Epanet permet d'intégrer automatiquement la consommation horaire moyenne attribuée à chaque nœud avec son modèle de consommation sur la journée.

G.2.5. Les règles

Elles permettent de rendre compte du fonctionnement des différents éléments du réseau, comme l'arrêt ou le démarrage des pompes en fonction du niveau d'un réservoir ou de l'heure de la journée.

Au total, 36 règles de fonctionnement ont été intégrées dans le modèle.

Un exemple est présenté ci-après.

```

; ***** UDI de CIZE *****

Rule 1
IF TANK Cize LEVEL ABOVE 4.57
THEN PIPE 71 STATUS IS CLOSED

Rule 2
IF TANK Cize LEVEL BELOW 4.54
THEN PIPE 71 STATUS IS OPEN

; ***** UDI de Pouillat *****

Rule 3
IF TANK Pouillat LEVEL ABOVE 3.25
THEN PIPE 85 STATUS IS CLOSED

Rule 4
IF TANK Pouillat LEVEL BELOW 3.2
THEN PIPE 85 STATUS IS OPEN

```

Figure 24 : Exemple de règle d'asservissement

G.2.6. Synthèse du modèle

Un extrait du modèle hydraulique du secteur historique est présenté ci-dessous

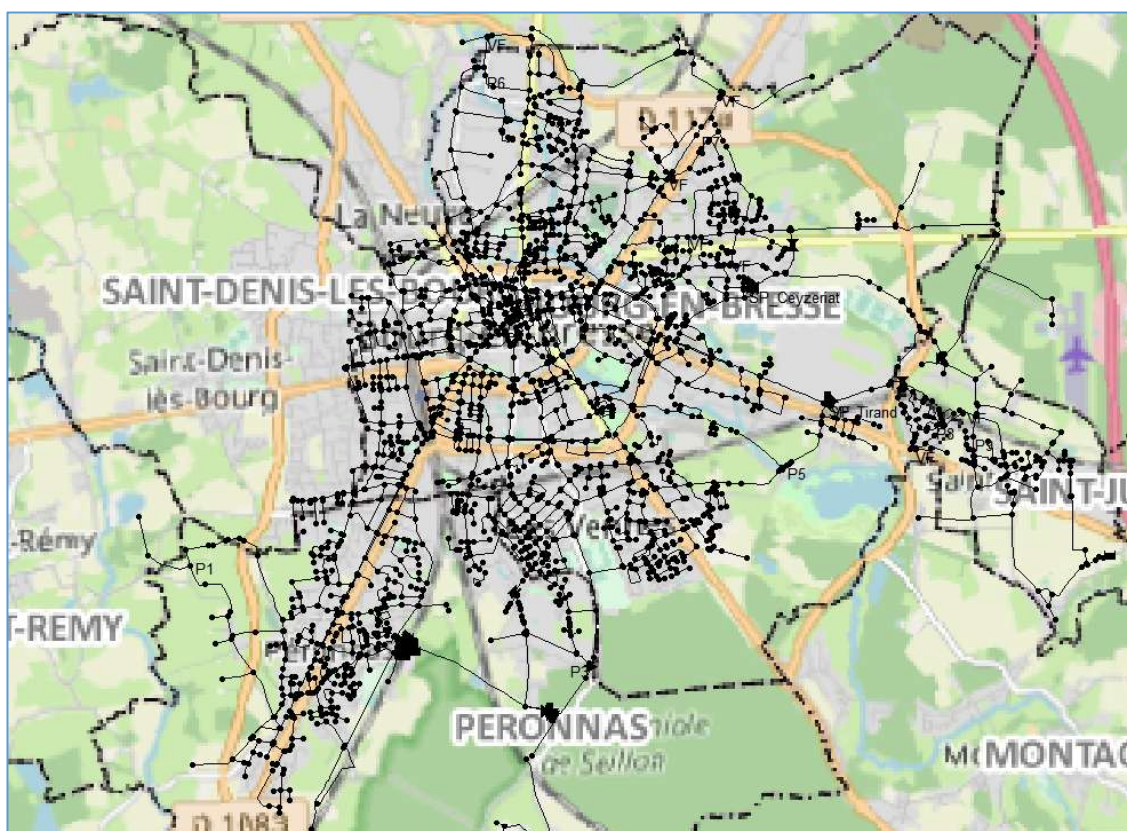


Figure 25 : Extrait du modèle de Bourg-en-Bresse

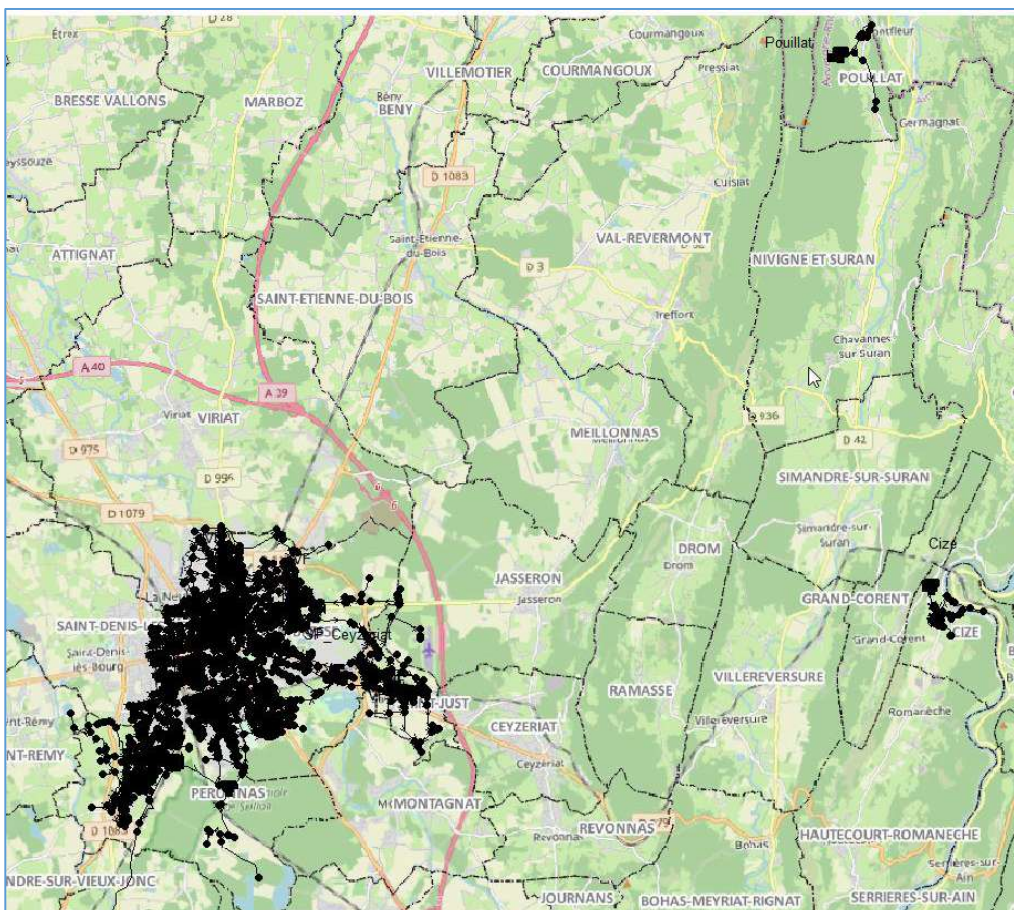
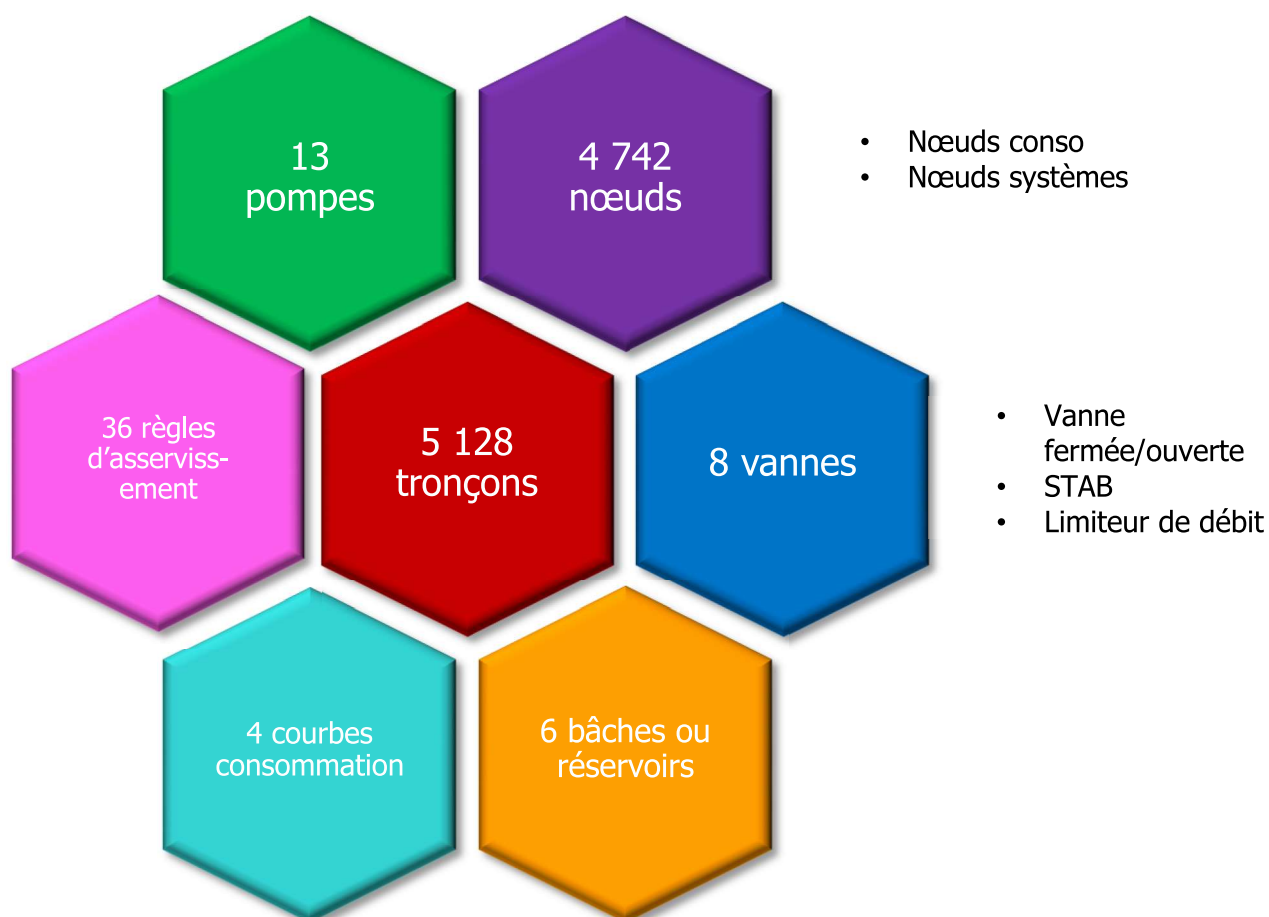


Figure 26 : Extrait du modèle hydraulique

De manière synthétique, le modèle hydraulique construit peut se détailler de la manière suivante :



G.3. CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

G.3.1. Principe du calage

Principe général

Le calage du modèle consiste à ajuster les paramètres du modèle de manière à ce que les résultats des simulations concordent avec les données mesurées sur le terrain. L'objectif de cette étape est de fiabiliser l'outil de modélisation afin qu'il se rapproche le plus possible de la réalité.

Ce calage sert souvent de pré-diagnostic, dans la mesure où il permet d'affiner la connaissance du système, et donc de déceler des dysfonctionnements invisibles en première approche.

Afin de caler le modèle, des « points de contrôle » sont sélectionnés. Ils correspondent aux points sur lesquels nous disposons d'une donnée de mesures (campagne ou télégestion). C'est sur ces points qu'est contrôlée la correspondance entre les données simulées et observées. Les points de contrôle peuvent être de plusieurs types :

- ✓ Mesure de débits ;
- ✓ Mesure du marnage d'un réservoir ;
- ✓ Mesure de pression ;
- ✓ Position d'une vanne.

Ces points de contrôles servent au calage des paramètres du modèle (rugosité, régulations, ajustement de la demande en eau, caractéristiques des ouvrages), à la vérification et à la correction des erreurs. Les points de contrôle correspondent à des mesures validées.

La méthodologie du calage d'un modèle de système de production d'eau potable s'articule autour de quatre grandes étapes :

- ✓ **Etape 1 - Calage du volume global mis en distribution** : Cela consiste à caler la demande globale du modèle, et ajuster le volume mis en distribution par chaque station de production ou point d'achat ;
- ✓ **Etape 2 - Calage de la sectorisation** : Cette étape vise à répartir le volume global mis en distribution au sein des différents secteurs du réseau. Il s'agit d'ajuster l'emplacement des vannes de sectorisation, selon les résultats de la campagne de mesures, la connaissance du réseau de l'exploitant, et des visites de terrains.
Ainsi, pour chaque secteur, il a fallu s'assurer que le volume journalier mis en distribution est sensiblement le même que les données mesurées sur le terrain. Ces éléments sont ajustés comme données d'entrée du modèle.
- ✓ **Etape 3 - Calage des ouvrages** : Une fois la demande journalière ajustée sur chaque secteur, la prochaine étape consiste à caler la variation journalière de la demande et des fuites, le marnage des réservoirs, et les fonctionnements des pompes en jouant sur les paramètres non intrinsèques :
 - Les patterns de consommation pour les variations de la demande et des fuites sur la journée,
 - Les niveaux d'asservissement haut et bas dans les ouvrages de stockage,
 - Les pertes de charge dans les conduites d'adduction,
 - Régime, courbes des pompes (paramètre [Q ; P]) et nombres en fonctionnement.

- ✓ **Etape 4 - Calage des pressions et de la rugosité en réseau** : La demande en eau et le système d'adduction étant maintenant calés, il reste à ajuster la rugosité globale du réseau de distribution. Les pressions de distribution permettent d'affiner les pertes de charge dans les conduites, en ajustant le coefficient de rugosité K.

La figure suivante résume la méthodologie adoptée pour le calage du modèle :

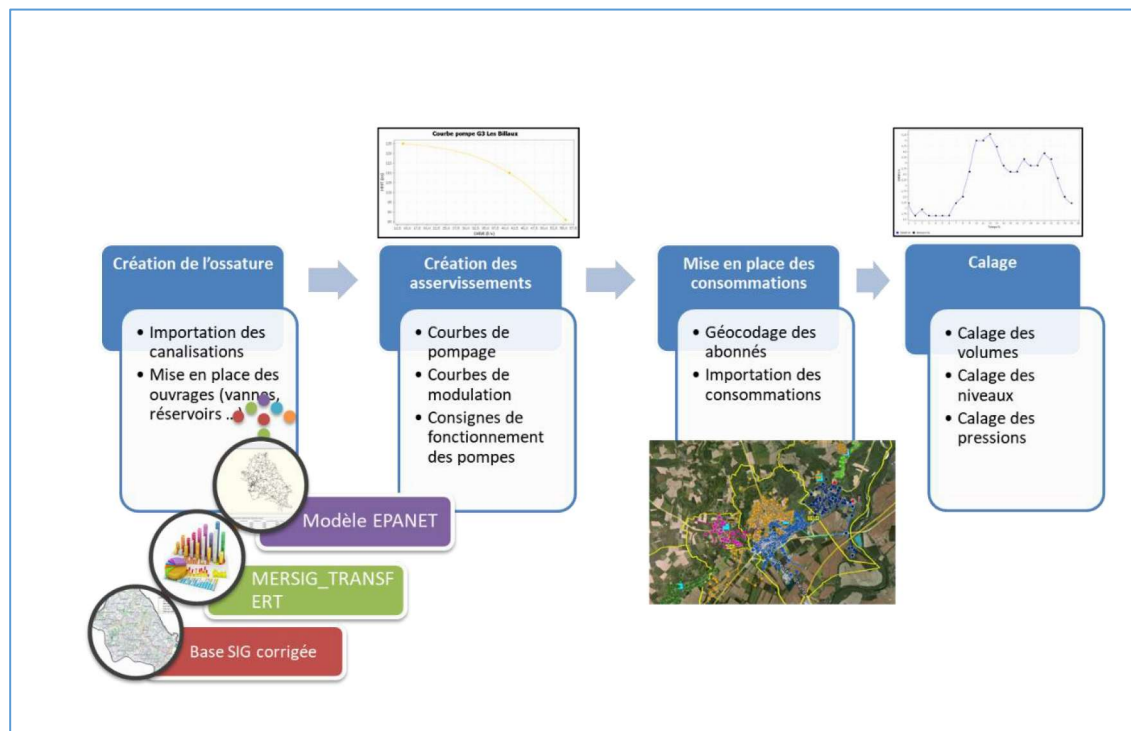


Figure 27 : Méthodologie pour le calage du modèle

L'indicateur de calage doit être situé selon les paramètres suivants :

- ✓ Une erreur sur les niveaux de réservoirs inférieure à 10 cm ;
- ✓ Une erreur sur les pressions dans les réseaux inférieurs à 3 m ;
- ✓ Une erreur relative sur les débits inférieurs à 10 %.

Indicateurs de calage

Pour chaque point de contrôle, il s'agit de vérifier que les résultats du modèle concordent avec les mesures de terrain.

Les points de contrôle ont été calés sur les données de télégestion et de la campagne de mesures. Il s'agit donc de caler les variations de débit, de niveau d'eau et de pression sur 24h. Pour cela, plusieurs indicateurs de calage sont pris en compte selon le type de point de contrôle :

- ✓ Moyenne

Cet indicateur est utilisé pour tous les points de mesures.

$$Id_{moy} = \frac{\overline{Q_{obs}} - \overline{Q_{mod}}}{\overline{Q_{obs}}}$$

✓ Maximum

Cet indicateur est utilisé pour tous les points de mesures.

$$Id_{max} = \frac{Q_{obs,max} - Q_{mod,max}}{Q_{obs,max}}$$

✓ Minimum

Cet indicateur est utilisé pour tous les points de mesures.

$$Id_{min} = \frac{Q_{obs,min} - Q_{mod,min}}{Q_{obs,moy}}$$

✓ Critère de Nash

Cet indicateur, qui se base sur l'erreur quadratique de l'échantillon, prend à la fois en compte les variabilités spatiale et temporelle des courbes journalières. Souvent utilisé pour caler tout type de modèle (hydrologique notamment), il a été appliqué aux points de mesures de débits uniquement.

$$Id_{Nash} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs,i} - Q_{mod,i})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2}$$

✓ Durée de pompage

Cet indicateur est utilisé pour les points de mesures de pompage uniquement.

$$I_{pomp} = \frac{Temps_{obs} - Temps_{mod}}{Temps_{obs}}$$

✓ Nombre de démarrages des pompes

Cet indicateur n'est utilisé que pour les points de mesures de pompage.

$$Id_{dem} = \frac{Nb_{dem,obs} - Nb_{dem,mod}}{Nb_{dem,obs}}$$

✓ Indicateur visuel

En termes de calage, le facteur visuel est le meilleur indicateur. En effet, le calage correspond à la superposition entre la courbe résultant des résultats des simulations et celle résultant des mesures de terrain. Il a donc été mis en place un indicateur visuel, jugeant de la bonne superposition des deux courbes. Cet indicateur est utilisé pour tous les points de mesures.

Au total, cinq valeurs différentes servent de guide pour l'attribution de l'indicateur visuel :

- ✓ Courbes parfaitement superposées : Ivis = 0 % ;
- ✓ Courbes correctement superposées : Ivis = 25 % ;
- ✓ Courbe moyennement superposées : Ivis = 50 % ;
- ✓ Courbe passablement superposées : Ivis = 75 % ;
- ✓ Courbe pas du tout superposées : Ivis = 100 % ;

La figure suivante illustre ces indicateurs.

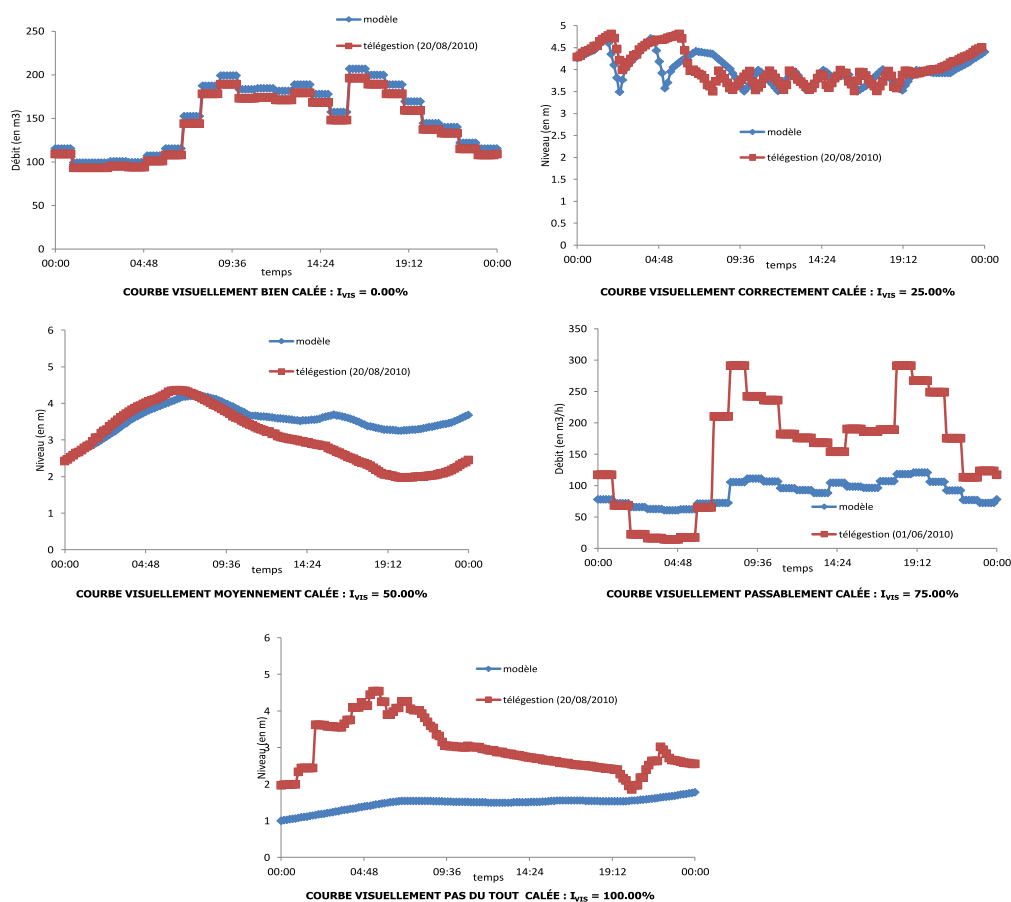


Figure 28 : Exemple de valeurs d'indicateur visuel

Selon les points de mesures, ces indicateurs ne sont pas forcément de même pertinence. Il leur est donc attribué à chacun une pondération en fonction du type de mesures.

Pour les points de contrôle de débit, il est attribué une pondération plus forte sur la moyenne car c'est cet indicateur qui contrôle le volume journalier mis en distribution.

Concernant les points de pression, l'aspect le plus important à caler est la pression minimale, qui reflète les pertes de charge maximales engendrées par le réseau avant de parvenir au point de distribution. A contrario, la valeur de pression moyenne n'a pas réellement de signification pour le calage. C'est pourquoi une plus faible pondération lui a été accordée.

Le critère de Nash, pour les mesures de débits, est très dépendant de la différence de pas de temps entre la mesure et la simulation, ainsi que de la précision des courbes de consommations affectée. Celles-ci étant au pas de temps horaire, si le pas de temps de mesures est à un pas de temps inférieur, l'erreur quadratique sera plus importante. Sa pondération est donc faible.

L'indicateur visuel permet de traiter chaque point de calage au cas par cas. Il permet de juger efficacement de la qualité du calage sur un point. Une forte pondération, d'au moins 30 %, a ainsi été attribuée à cet indicateur.

Les facteurs de pondération sont repris dans le tableau suivant.

I_{tot}	COEFFICIENTS DE PONDERATION						
	I_{moy}	I_{max}	I_{min}	I_{Nash}	I_{dem}	I_{vis}	I_{pomp}
débits	0,20	0,20	0,20	0,15		0,25	
niveaux d'eau		0,40	0,25			0,35	
pression	0,25	0,25	0,25			0,25	
Pompage	0,2	0,2	0,1		0,1	0,2	0,2

Tableau 30 : Pondération utilisée pour le calcul de l'indicateur global

La valeur finale de calage de chaque point de mesures résulte de la somme de chaque indicateur de calage, pondéré de son coefficient (la somme des coefficients doit donc être égale à 1).

G.3.2. Préparation du calage

G.3.2.1. Liste des points de contrôle

Les points de contrôle correspondent aux points du réseau suivis en télégestion ou équipés spécifiquement durant la campagne de mesures. Sur le territoire de l'Agglomération, le calage a été réalisé sur **28 points de contrôle** :

- ✓ 9 points de débits ;
- ✓ 4 points de niveau ;
- ✓ 11 points de pression ;
- ✓ 4 points de pompage.

G.3.2.2. Courbes de consommation

L'objectif de cette démarche est de **reproduire dans le modèle la répartition journalière de la consommation** observée pendant la campagne de mesures.

Pour ce faire, nous avons dépouillé les enregistrements de débit sur chaque secteur afin d'évaluer les pratiques de consommations des abonnés à l'aval.

Les enregistrements de débit qui ont été obtenus lors de la campagne de mesures ont permis d'établir des **courbes dites de « paramétrage » qui sont représentatives de l'évolution des consommations** sur la journée.

L'ajustement de ces courbes permet d'une part de caler le volume mis en distribution sur chaque secteur, et d'autre part de **caler les variations de débits aux entrées et sorties de chaque secteur**.

Ces courbes ont été construites à partir des données de la campagne de mesures de la manière suivante :

- ✓ Pour chaque point de mesures de débit, les enregistrements ont été extraits sur la journée de calage. Les débits horaires sont calculés et permettent de définir une « courbe de modulation » sur 24h ;

- ✓ La courbe de modulation est ensuite ajustée pour obtenir des coefficients adimensionnés (moyenne des coefficients de chaque courbe de modulation est égale à 1). Ce sont les consommations aux nœuds qui définissent le volume journalier.
- ✓ Pour les secteurs situés en aval, pour lesquels la mesure de débit correspond à l'ensemble des consommations et fuites, la courbe est associée telle quelle aux nœuds du secteur de consommation ;
- ✓ Pour les secteurs intermédiaires, la courbe de consommation propre est calculée en soustrayant la courbe de consommation aval.

Ces courbes, dont un exemple est présenté ci-dessous, sont associées à chaque nœud, en fonction de son secteur de consommation. Les ajustements en volume ou débit seront réalisés lors du calage.

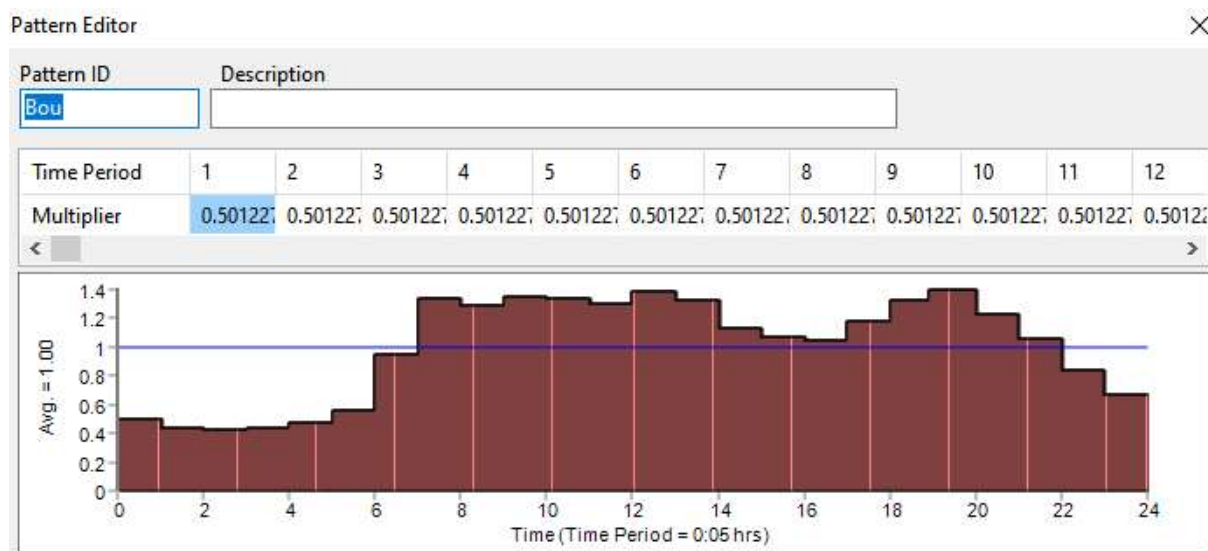


Figure 29 : exemple de courbe de modulation journalière

4 courbes de consommation domestique ont été créées :

- Saint Just ;
- Bourg en Bresse ;
- Cize ;
- Pouillat.

G.3.2.3. Artifices mis en œuvre pour le calage du modèle

Il existe des artifices de calage notamment pour les pressions, le remplissage des réservoirs et le débit en sortie de pompage.

Ces points sont détaillés ci-dessous :

Modélisation des ressources

- ✓ La ressource de Lent a été modélisée avec une ressource infinie couplé à une vanne de régulation de débit fixé à 280 m³/h.
- ✓ Les forages de Péronnas ont été modélisés par une ressource infinie et des règles d'asservissement horaire prenant en compte le niveau du réservoir de Péronnas :
 - Activation de 2 forages si besoin avant 22h pour le remplissage de Péronnas. Soit 400 m³/h
 - Activation de 5 forages si besoin après 22h pour le remplissage de Péronnas. Soit 1 000 m³/h

- ✓ L'achat d'eau à Cize a été modélisée par une ressource infinie s'écoulant en gravitaire dans le réservoir et des règles d'asservissement au niveau du réservoir du même nom.
- ✓ La ressource de Pouillat a été modélisée par une ressource infinie s'écoulant en gravitaire dans le réservoir et des règles d'asservissement au niveau du réservoir du même nom.

Asservissement au niveau des réservoirs

Pour le remplissage des réservoirs de Péronnas, Cize et Pouillat les consignes d'alimentation ont été placées directement sur les ressources.

Concernant le réservoir de Seillon, les consignes de remplissages ont été réalisées sur 8 plages horaires différentes afin de reproduire le plus fidèlement l'activation des pompes. Le démarrage des pompes ainsi que leurs arrêts varient selon le niveau dans le réservoir de Seillon ainsi que la bêche de pompage pour chacune de ces plages horaires.

Ajustement des consignes des stabilisateurs de pression

Les consignes des stabilisateurs ont été relevées lors d'une campagne de visite des ouvrages de stabilisateurs et réducteurs de pression. Néanmoins, la consigne n'était pas disponible pour les stabilisateurs de Carronnière et Alagnier, les valeurs des pressions ont été ajustées en fonction des mesures ponctuelles réalisées sur les poteaux incendie.

Modification des caractéristiques des pompes

Aucune caractéristique de pompe n'a été modifiée. Les caractéristiques de pompes des stations de pompage étaient connues :

- ✓ Station de refoulement de Péronnas vers Seillon
- ✓ Surpresseur de Ceyzériat
- ✓ Surpresseur de Tirand

G.3.3. Résultats du calage

G.3.3.1. Bilan volumique

Indicateur de la Sectorisation			
Débit à la sortie des ouvrages (m ³ /j)			
Nom	Modèle	Mesure	I _{moy}
Bourg en Bresse	10 008	10 064	0.55%
Saint Just	175.2	175	0.11%
Total	10 183	10 239	0.54%
Cize	18.72	20.1	6.87%
Pouillat	37.44	36.1	3.71%

Tableau 31 : Calage de la sectorisation

Les volumes mis en distribution par secteur dans le modèle sont satisfaisants.

Le calage en volume est validé puisque les écarts entre les valeurs de la simulation et celles de la campagne de mesure **sont inférieurs à 10 %**.

L'ensemble des courbes sont fournies en annexe de ce document.

G.3.3.2. Calage des marnages

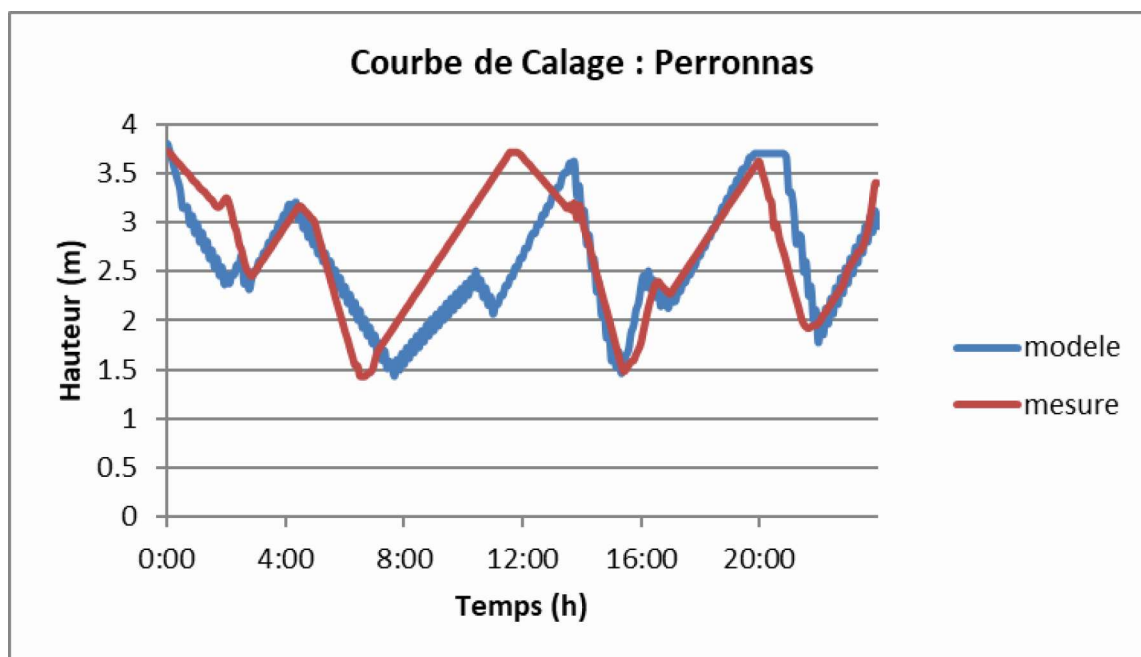
Tableau 32 : Calage des marnages

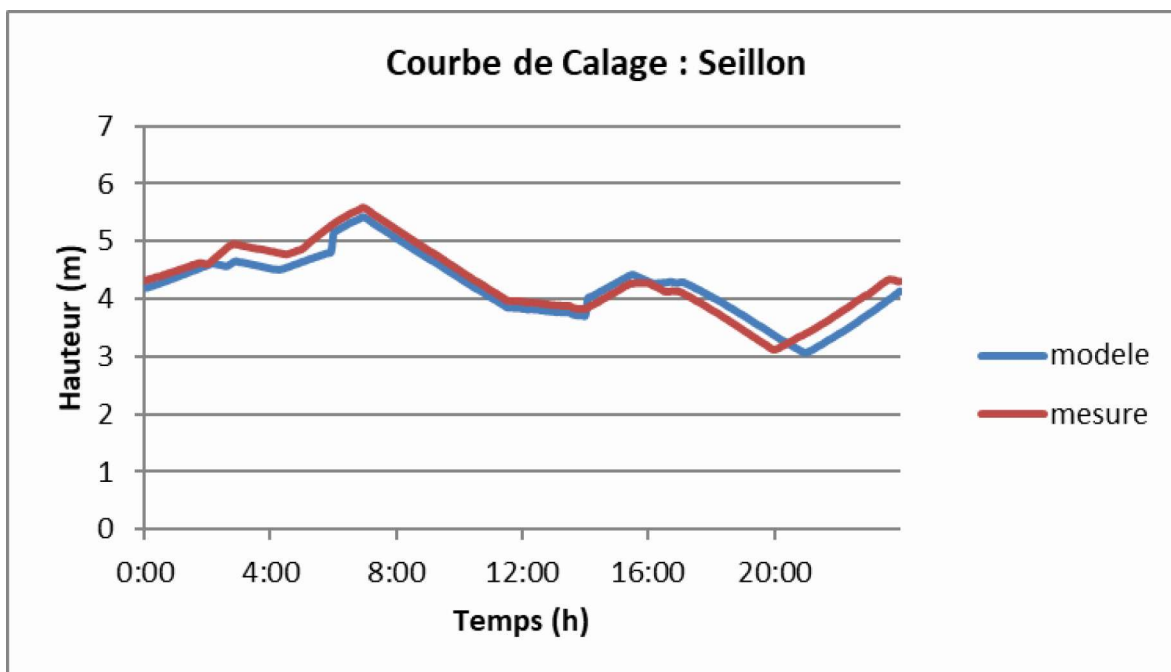
Indicateur de calage des marnages			
Ecart de niveau aux réservoir (m)			
Réservoir	I _{max}	I _{min}	Indicateur
Cize	0.87%	0.44%	0.46%
Pouillat	2.11%	0.31%	0.92%
Seillon	3.00%	1.20%	1.50%
Péronnas	2.08%	0.22%	0.89%

Au global, les niveaux sont calés avec des écarts maximums entre les données modèle et mesure qui restent inférieurs à 10cm. Le calage est donc pleinement satisfaisant.

Les courbes de calage des réservoirs de Peronnas et de Seillon sont présentées ci-dessous.

Figure 30 : Courbe de marnage de Péronnas et Seillon





G.3.3.3. Calage des pressions

Un indicateur de calage a été calculé sur la base du calage des indicateurs des points de pression. Le tableau ci-dessous présente ces indicateurs.

Tableau 33 : Calage des pressions

Indicateur de calage des pressions				
Pression moyenne aux points de mesures (mCE)				I _{Pression}
Point	Modèle	Mesure	Indicateur	
CI_01	37.85 mCE	37.34 mCE	1.38%	1.35%
PO_01	54.74 mCE	54.86 mCE	0.21%	
BB_01	38.09 mCE	36.71 mCE	3.77%	
BB_02	60.34 mCE	58.73 mCE	2.74%	
BB_03	26.47 mCE	26.16 mCE	1.19%	
BB_04	48.74 mCE	48.57 mCE	0.36%	
BB_05	44.90 mCE	44.45 mCE	1.00%	
BB_06	52.87 mCE	52.28 mCE	1.13%	
BB_07	45.21 mCE	45.88 mCE	1.45%	
BB_08	42.78 mCE	43.05 mCE	0.62%	
BB_09	44.08 mCE	43.63 mCE	1.03%	

Au global, les pressions sont calées à moins de 10% (1.35 %) avec des écarts maximums entre les données modèle et mesure qui restent inférieurs à 3m. Le calage est donc pleinement satisfaisant.

L'ensemble des courbes sont fournies en annexe de ce document.

G.3.3.4. Conclusions sur le calage du modèle

Le calage hydraulique du modèle de Bourg-en-Bresse est satisfaisant :

- ✓ L'écart sur les volumes mis en distribution est inférieur à 10% : 0.46% ;
- ✓ L'indicateur de calage de la sectorisation est inférieur à 10% : 2.81% ;
- ✓ Les ouvrages sont calés à 10cm : 0,94 % ;
- ✓ Les pressions sont calées à moins de 3mCE : 1.35 % ;

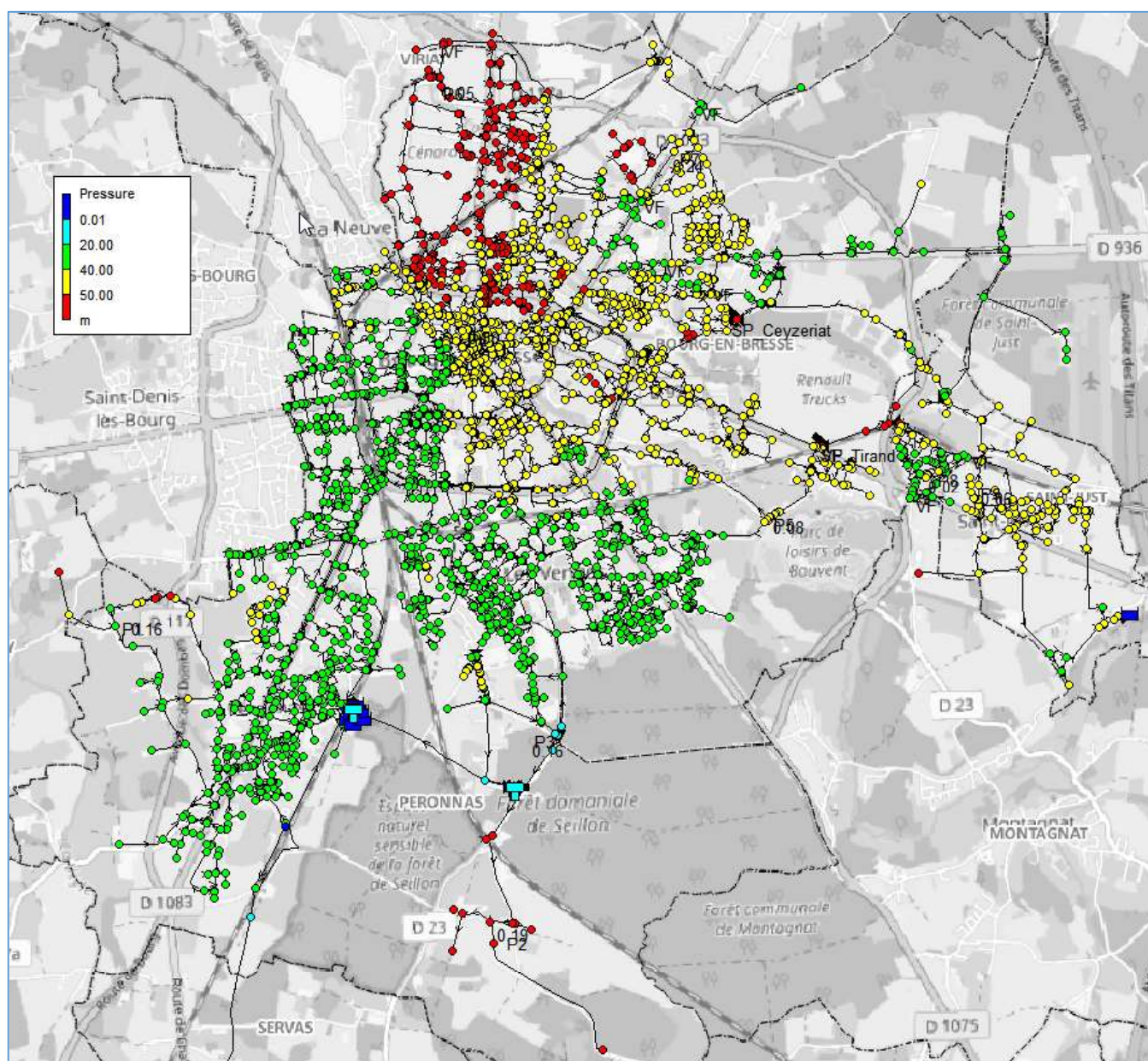


Figure 31 : Pressions moyennes sur les réseaux AEP

G.4. CALAGE DU MODELE QUALITE

G.4.1. Théorie de la dégradation du chlore

En général (chloration au chlore gazeux), dans un réseau d'Eau Potable, le chlore est de 3 types différents :

- ✓ Chlore libre
 - l'acide hypochloreux (HOCl),
 - l'ion hypochlorite (ClO⁻)
- ✓ Chlore combiné (Chloramines)
 - Monochloramine (NH₂Cl)
 - Dichloramine (NHCl₂)
 - Trichloramine (NCl₃)
- ✓ Ions chlorure : Cl⁻
- ✓ Dichlore : Cl₂ (négligeable aux températures et pression en jeu ici)

Le chlore total regroupe le chlore libre et le chlore combiné.

Lorsqu'on introduit du Dichlore dans l'eau il se décompose

Lorsqu'on introduit du Dichlore, il se retrouve sous trois formes d'état à l'équilibre, selon les équations suivantes.



L'acide hypochloreux est la molécule qui a le plus fort pouvoir désinfectant.

En revanche avant d'obtenir du chlore libre dans l'eau et permettre l'effet rémanent dans le réseau, il faut d'abord le faire réagir avec l'azote contenu dans l'eau :

- ✓ On ajoute du chlore pour former les Mono, Dichloramines et les Trichloramines (réactions prioritaires).
- ✓ On ajoute encore du chlore pour dégrader les chloramines en Cl⁻ et N₂ (composé volatile qui s'évacue en gaz)
- ✓ On ajoute à nouveau du chlore pour obtenir une concentration résiduelle de chlore libre

Le point de passage où la concentration de chloramine n'est plus qu'à une valeur résiduelle incompressible est appelée « Break Point ».

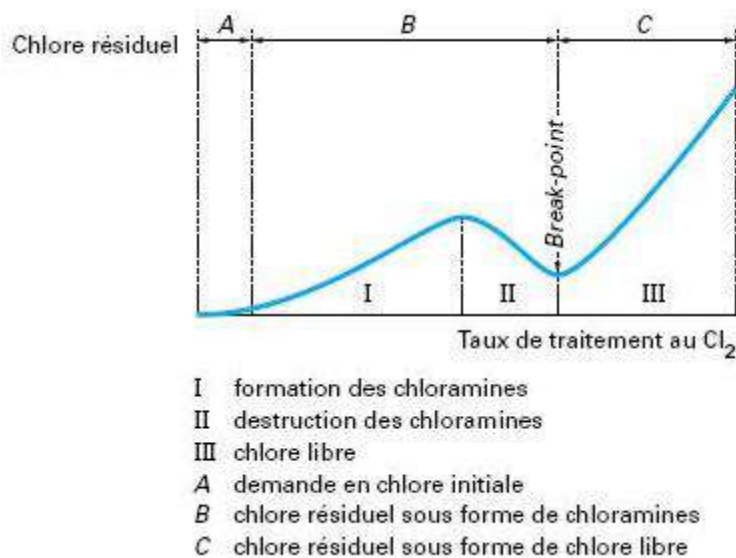


Figure 32 : Figure dite du « Breakpoint » de chloration

Ce chlore libre (HOCl , ClO^- et Cl^-) va réagir dans le réseau avec surtout un effet de désinfection pour le HOCl .

Les chloramines résiduelles pourront également réagir mais leur pouvoir bactéricide est beaucoup plus faible et négligé en général.

La dégradation progressive du chlore libre est le phénomène étudié dans cette partie de la modélisation.

G.4.2. Module qualité sur EPANET

Le module Qualité sous EPANET permet de simuler en fonction du temps et de l'espace, les évolutions de concentration d'un composé à travers le réseau.

Cette étude se limitera au chlore libre et à sa dégradation. Le calcul Qualité permet donc de se rendre compte de la qualité de l'eau dans le réseau et d'optimiser les quantités à injecter et/ou la position des points d'injection.

Ce calcul se base sur les résultats hydrauliques (débits, vitesses, pression) sur le transport de masse (advection) et sur les cinétiques de réaction.

Dans le logiciel EPANET, plusieurs modèles de dégradation du chlore sont disponibles, définis par la vitesse de dégradation du composé R :

- ✓ Dégradation simple d'ordre 1

$$R = K_b C$$

Dégradation simple d'un composé A (Chlore) tant que sa concentration n'est pas nulle. L'hypothèse est donc faite que le composé B (« Matières organiques ») est en quantité illimitée

- ✓ Dégradation à 2 composants d'ordre 2 (Clark 1998)

$$R = K_b C(C - C_L)$$

Dégradation d'un composé A (Chlore) réagissant avec un composé B (« Matières organiques ») tant que l'une des 2 concentrations n'est pas nulle

✓ Dégradation de catalyse enzymatique de Michaelis-Menton

$$R = \frac{K_b C}{C_L - C}$$

Dégradation d'un composé A (Chlore) selon 2 vitesses (ordre 0 ou 1) :

- Si un composé B (« Matières organiques ») est en quantité importante, la dégradation du chlore suivra une loi de dégradation forte (ordre 1)
- Si un composé B (« Matières organiques ») est en faible quantité, la dégradation du chlore sera plus faible jusqu'à nulle (ordre 0).

G.4.3. Principe du calage

Le calage du taux de chlore est basé sur les mesures ponctuelles réalisées lors de la campagne de mesures. Le calage a pour objectif de retrouver par la simulation les valeurs moyennes mesurées. L'amplitude maximale a été prise en compte pour représenter la variation journalière du chlore.

Les indicateurs suivants ont été utilisés pour valider le calage du modèle.

- ✓ Ecart moyen ;
- ✓ % d'écart ;
- ✓ Coefficient de corrélation.

G.4.4. Campagne de mesures en chlore

La campagne de mesure pour le chlore a été réalisée avec une mesure sur chacun des points de pression la journée du 21 octobre 2021. Au total 11 mesures ont donc été réalisées dont 9 sur Bourg-en-Bresse.

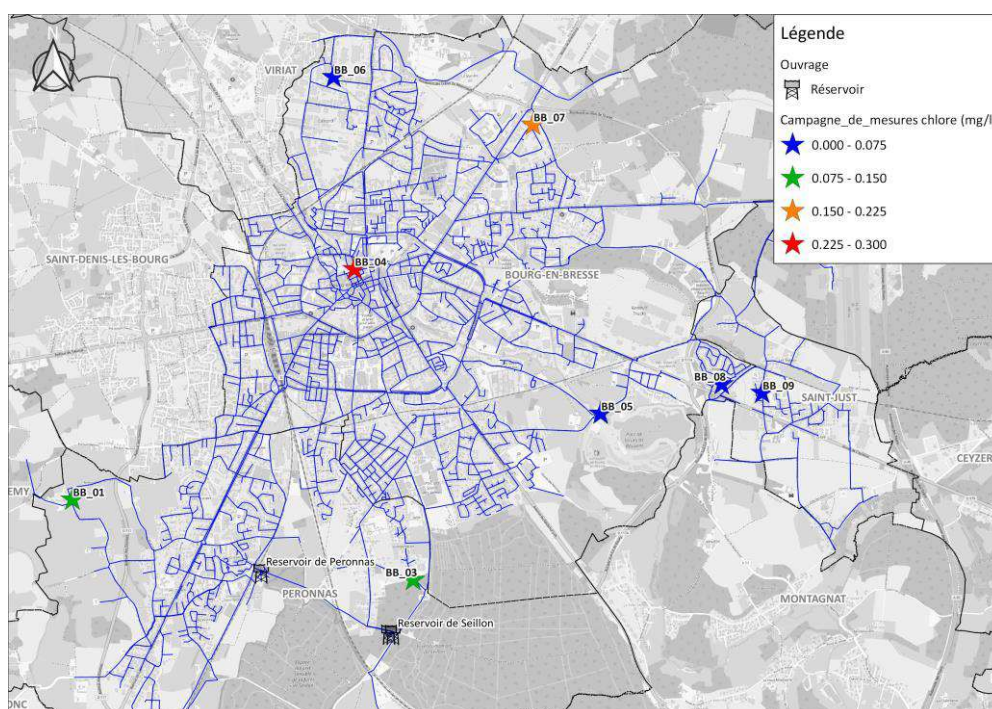


Figure 33 : Localisation des mesures en chlore

Le tableau suivant synthétise les données mesurées :

Tableau 34 : Synthèse des mesures de chlore (en mg/l)

ID	Mesure mg/L
BB_01	0.16
BB_02	0.19
BB_03	0.16
BB_04	0.38
BB_05	0.08
BB_06	0.05
BB_07	0.24
BB_08	0.02
BB_09	0.06
CI_01	0.3
PO_01	0.26

G.4.5. Calage du modèle

G.4.5.1. Point d'injection

Trois points d'injections ont été mis en place dans le modèle qualité :

- ✓ Réservoir de Pouillat ;
- ✓ Réservoir de Péronnas ;
- ✓ Achat d'eau à Cize.

Bien qu'aucune injection de chlore ne soit réalisée par la collectivité sur le réseau de Cize, la concentration mesurée indique une injection en amont du point d'achat. Pour cette raison une estimation de la concentration au point d'achat a été faite.

G.4.5.2. Résultats de calage

			Validation		
ID	Mesure mg/L	Modele mg/L	correlation	ecart moyen	% ecart
BB_01	0.16	0.16	1.00	0	0%
BB_02	0.19	0.18	1.06	0.01	5%
BB_03	0.16	0.15	1.07	0.01	6%
BB_04	0.38	0.35	1.09	0.03	8%
BB_05	0.08	0.07	1.14	0.01	13%
BB_06	0.05	0.06	0.83	0.01	20%
BB_07	0.24	0.19	1.26	0.05	21%
BB_08	0.02	0.04	0.50	0.02	100%
BB_09	0.06	0.07	0.86	0.01	17%
CI_01	0.3	0.3	1.00	0	0%
PO_01	0.26	0.26	1.00	0	0%

Tableau 35 : Récapitulatif des indicateurs de calage

Le calage qualité du modèle de Bourg-en-Bresse est satisfaisant au vu des valeurs obtenues.

Seul le point BB_08 présente un écart important en terme de pourcentage par rapport à la valeur mesurée. Toutefois les concentrations sur cette partie du réseau sont faibles et cela est bien représenté par la modélisation.

Il est important de garder en mémoire que les données de la campagne de mesures utilisées pour ce calage sont des informations relevées très ponctuellement.

A ce titre il sera important dans le cadre de la phase 3 de diagnostic de ce schéma directeur de mettre en perspective les résultats qualité avec une modélisation de l'âge de l'eau dans les réseaux.

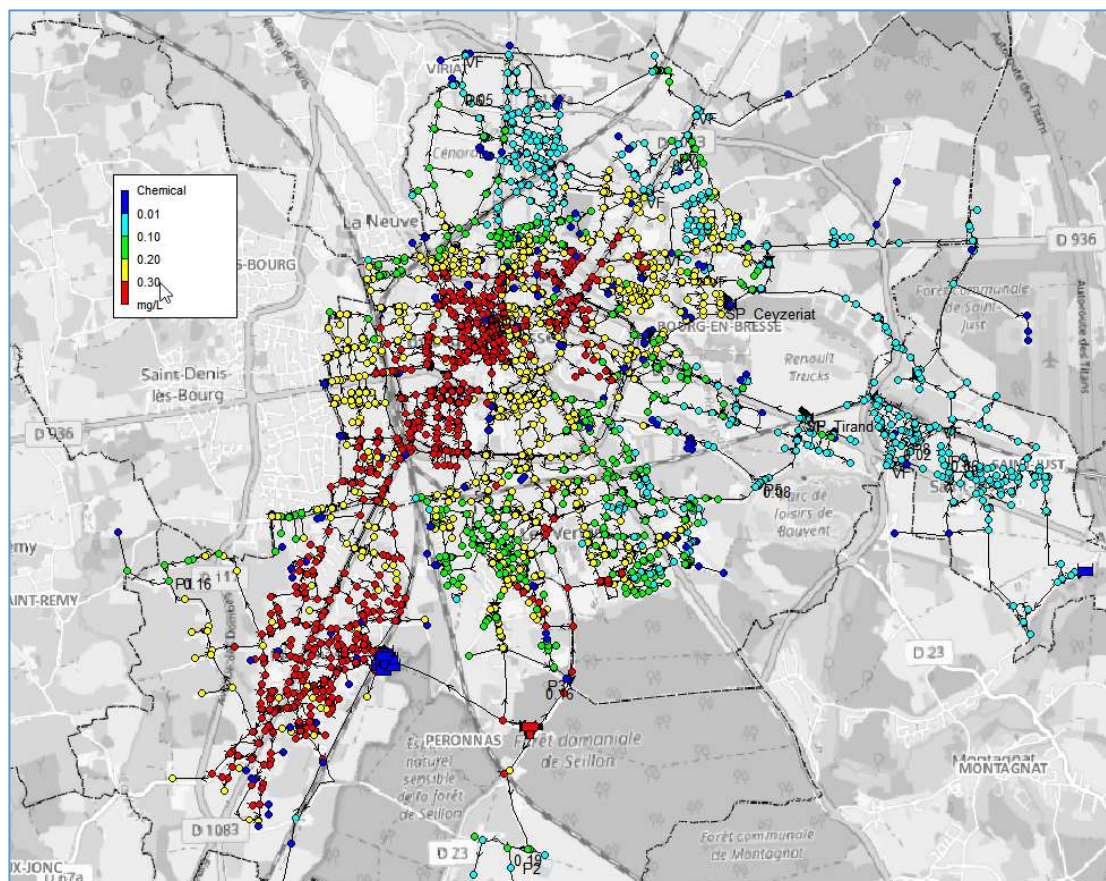


Figure 34 : Concentration de chlore dans les réseaux AEP