



HAL
open science

Optimisation du fonctionnement du réseau d'eau potable de la communauté d'agglomération de l'Auxerrois afin de préserver les ressources en eau

Ahmed Zakaria Benmokkadem

► To cite this version:

Ahmed Zakaria Benmokkadem. Optimisation du fonctionnement du réseau d'eau potable de la communauté d'agglomération de l'Auxerrois afin de préserver les ressources en eau. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2019. dumas-02479202

HAL Id: dumas-02479202

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02479202>

Submitted on 14 Feb 2020

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

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



***Optimisation du fonctionnement du réseau d'eau
potable de la communauté d'agglomération de
l'Auxerrois afin de préserver les ressources en Eau***

***Présenté par :**
Ahmed Zakaria BENMOKKADEM*

***Encadré par :**
Jean-Marie BRUN (Suez Eau France)
Jean-Bernard BARDIAUX (ENGEES)*

***Organisme d'Accueil :**
Suez Eau France-Agence Auxerre*

***Période :**
Du 13.05.2019 au 15.11.2019*

Remerciement

*J'exprime ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon maître de stage Monsieur **Jean-Marie Brun** Adjoint directeur de l'agence Bourgogne, pour son aide, sa disponibilité, sa confiance et pour ses judicieux conseils.*

*Je tiens à remercier également Monsieur **Fabrice LABALME** directeur de l'agence Bourgogne de m'avoir accueilli.*

*Je remercie également Monsieur **Jean-Bernard BARDIAUX** mon tuteur école.*

*Mes chaleureux remerciements à l'équipe d'exploitation, Messieurs **Michael FAUVIN** et **Nicolas PAUZAT** pour leurs aide et disponibilité lors de la première phase de ce projet.*

*J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur **Luc POCHIET** Chargé du projet hydraulique de m'avoir soutenu tout au long de mon stage et de m'avoir transmis également une partie de son expérience.*

*Merci à Monsieur **Christophe NOEL** responsable performance réseau pour sa disponibilité, son aide et sa patience.*

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres du jury qui ont bien voulu évaluer mon travail.

*J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur **Pierre-Jean DESSEZ** et Madame **Valérie FAUX** responsables du Mastère Spécialisé EPA, pour leur soutien, patience, conseils et compréhension*

Enfin, je tiens à remercier l'ensemble des personnes de l'agence d'Auxerre avec lesquelles j'ai eu l'occasion de travailler, pour leur accueil et leur gentillesse

Résumé

La société Suez Eau France assure l'exploitation du réseau d'eau potable de la communauté d'agglomération de l'Auxerrois. Un réseau comprenant un linéaire de 718 Kms et 29 266 abonnés répartis sur 27 communes.

Le contexte de cette étude est d'optimiser le fonctionnement du réseau d'eau potable de la communauté de l'Auxerrois dans le but de préserver les ressources qui sont considérées faibles en termes de qualité. De ce fait, une élaboration d'un modèle hydraulique représentatif du réseau de la CA est nécessaire afin de faciliter la compréhension de son fonctionnement, diagnostiquer le réseau dans sa globalité et détecter les zones sensibles et les points de dysfonctionnement.

A l'aide du modèle hydraulique réalisé et après avoir analysé convenablement le fonctionnement du réseau de la CA, une amélioration de la sectorisation actuelle a été proposée dans le but de :

- ✓ Faciliter la gestion du réseau ;
- ✓ Contrôler les volume mis en distribution ;
- ✓ Facilité la recherche des fuites non visibles afin des diminuer les pertes en eau

Les fruits d'actions proposées à l'issue de cette étude est l'amélioration de rendement du réseau de la CA, son maintien dans le temps et plus généralement l'optimisation de son fonctionnement.

Mots clés : Optimisation, Modèle Hydraulique, Diagnostic, Sectorisation, Fuite, Communauté d'agglomération de l'Auxerrois

Abstarct

Suez water company provide the exploitation of drinking water network of the urban community Auxerrois, which has 718 km of pipes and about 29 266 customers all over the community.

The project's context is to optimize the operation of drinking water network in order de preserve the resources that are considered weak in terms of quality. Therefore, the setting of hydraulic model of CA's network is necessary to understand its real operation and diagnose the network to identify the dysfunction's area.

By using this hydraulic model, an improvement of current sectorization has been proposed to:

- ✓ Facilitate the network management;
- ✓ Control the distribution volume;
- ✓ Facilitate the leaks investigation to reduce the losses water.

The results of the actions that have been proposed are the improvement network efficiency and more generally the optimization of its operation.

Key words: Optimization, Hydraulic model, Leaks, Sectorization, Urban community of Auxerrois.

Sommaire

Index	6
Liste des figures	6
Liste des tableaux	8
Introduction	9
1. Présentation du groupe Suez	10
1.1. Présentation de la région Est.....	10
1.2. Présentation de l'agence Bourgogne.....	11
2. Présentation de la communauté d'agglomération de l'Auxerrois	12
3. Description du système d'alimentation en eau potable de la communauté de l'Auxerrois	13
3.1. Les ressources.....	13
3.2. Fonctionnement global du réseau.....	13
3.3. La modulation de pression de la commune d'Auxerre.....	15
3.4. Aperçu sur la sectorisation actuelle.....	17
3.5. Descriptif du patrimoine du réseau d'AEP de l'Auxerrois.....	19
3.6. Bilan besoin-ressource.....	23
3.7. Les indicateurs de performance.....	26
Conclusion	27
4. Modélisation hydraulique du réseau d'eau potable de la communauté de l'Auxerrois	28
4.1. Introduction.....	28
4.2. Présentation du logiciel Epanet.....	28
4.3. Elaboration du modèle.....	28
a. Collecte des données.....	28
b. Création du squelette réseau et réparation des consommations.....	29
c. Mise en place des différents équipements.....	30
d. Les profils de consommation.....	30
e. Courbe de modulation.....	31
4.4. Calage du modèle.....	31
a. Journée de calage.....	31
b. Calage des débits.....	32
c. Calage du marnage des réservoirs.....	32
d. Calage des pressions.....	33
Analyse critique sur le calage	35
5. Diagnostic du réseau	36
5.1. Diagnostic des pressions.....	36
5.2. Diagnostic des vitesses d'écoulement.....	38
5.3. Diagnostic du temps de séjour.....	40
5.4. Autonomie des réservoirs.....	41

Conclusion sur le diagnostic	44
6. Proposition des aménagements	45
6.1. Forte pression.....	45
a. Secteur Perrigny.....	45
b. Secteur Gurgy.....	46
c. Secteur Appoigny.....	47
6.2. Problématique temps de séjour.....	48
6.3. Autonomie du réservoir Chantemerle.....	49
7. Sectorisation du réseau	50
7.1. Principe de la sectorisation.....	50
7.2. Les appareils de comptage.....	50
7.3. Sectorisation du réseau d'AEP de la communauté de l'Auxerrois.....	51
a. Secteur Auxerre-Rive droite.....	51
b. Secteur Auxerre-Rive Gauche.....	55
c. Secteur Monéteau.....	59
d. Secteur Saint/Georges/Villefargeau.....	61
e. Secteur Venoy/Bleigny.....	63
f. Appareils de mesure à prévoir dans d'autres secteur.....	65
7.4. Récapitulatif de la sectorisation proposée.....	66
Conclusion générale	67
Bibliographie	68
Annexes	69

Index

CA : Communauté de de l'Auxerrois
RAD : Rapport annuel du délégataire
AEP : Alimentation en Eau potable
ILP : Indice linéaire de perte
ILC : Indice linaire de de consommation
SIG : Système d'information géographique
mCE : Mètre colonne d'eau
VEG : Vente en gros
AEG : Achat en gros
PE : Polyéthylène
PVC : Polychlorure de Vinyle
PI : Poteau d'incendie
HMT : Hauteur manométrique

Liste des figures

Figure 1 : Les différentes régions de Suez.....	10
Figure 2 : Les différentes Agences de la région Est.....	10
Figure 3 : L'organigramme de l'agence Bourgogne	11
Figure 4 : La carte globale de la communauté d'Agglomération de l'Auxerrois.....	12
Figure 5 : Localisation des ressources.....	13
Figure 6 : Schéma simplifier de fonctionnement du réseau d'AEP.....	14
Figure 7 : Localisation des vannes de modulation bas-service.....	16
Figure 8 : Localisation des stabilisateurs de pression haut-service.....	17
Figure 9 : Carte de localisation des secteurs de la CA	19
Figure 10 : Répartition des diamètres.....	23
Figure 11 : Répartition des matériaux.....	23
Figure 12 : L'architecture du réseau de la CA.....	29
Figure 13 : Exemple de profil de consommation – Auxerre Rive Gauche.....	30
Figure 14 : Exemple de Courbe de modulation – Auxerre Rive Gauche.....	31
Figure 15 : Courbe de calage du débit d'entrée secteur Auxerre Rive Droite.....	32
Figure 16 : Courbe de calage du calage – Réservoir Haut Saint Georges.....	32
Figure 17 : Répartition des poteaux incendie- Commune d'Auxerre.....	34
Figure 18 : Répartition des pression maximales sur le réseau de la CA.....	37
Figure 19 : Répartition des pression maximales sur les communes Gurgy et Perrigny.....	37
Figure 20 : Variation de la pression journalière au niveau d'Auxerre Rive Gauche-Bas service (Modulation de la pression- Vanne de Chantemerle)	38

Figure 21 : Variation de la pression journalière au niveau d'Auxerre Rive Droite (Modulation de la pression Vanne de Chantemerle).....	38
Figure 22 : Carte des vitesses maximales.....	39
Figure 23 : Répartition des vitesses maximales.....	39
Figure 24 : Carte de temps de séjour de l'eau dans le réseau de la CA.....	40
Figure 25 : Courbe du niveau de réservoir Haut-St-Georges après l'arrêt de pompage.....	41
Figure 26 : Courbe du niveau de réservoir Chantemerle après l'arrêt de pompage.....	42
Figure 27 : Courbe du niveau de réservoir Saint-Simeon après l'arrêt de pompage.....	42
Figure 28 : Courbe du niveau de réservoir Jonches après l'arrêt de pompage.....	42
Figure 29 : Courbe du niveau de réservoir Météo après l'arrêt de pompage.....	43
Figure 30 : Répartition des pressions maximales avant / après l'installation d'un stabilisateur aval sur le secteur Perrigny.....	45
Figure 31 : Variation de la pression journalière sur un nœud de consommation dont la demande de base est 0.4 m ³ /h.....	45
Figure 32 : Répartition des pressions maximales avant / après l'installation d'un stabilisateur aval sur le secteur Gurgy.....	46
Figure 33 : Variation de la pression journalière sur un nœud de consommation dont la demande de base est 0.3 m ³ /h.....	46
Figure 34 : Répartition des pressions maximales avant / après l'installation d'un stabilisateur aval sur le secteur Appoigny.....	47
Figure 35 : Variation de la pression journalière sur un nœud de consommation dont la demande de base est 1.3 m ³ /h (Gros consommateur).....	47
Figure 36 : Courbe de débit à 1 bar pour le poteau N° HYD89053873.....	48
Figure 37 : Courbe du niveau de réservoir Chantemerle avec la nouvelle cuve.....	49
Figure 38 : Pompage La plaine du Saulce après l'augmentation du volume de stockage de Chantemerle.....	49
Figure 39 : Délimitation du nouveau sous-secteur Auxerre-Rive Droite.....	52
Figure 40 : Les vannes à fermer Auxerre-Rive Droite.....	53
Figure 41 : courbe de distribution compteur Cadet Roussel Avant/Après sectorisation.....	53
Figure 42 : Répartition des vitesses maximales/minimales après fermeture des vannes – Auxerre Rive Droite.....	54
Figure 43 : La délimitation des sous-secteur Auxerre Rive droite.....	55
Figure 44 : La localisation des vannes fermées Auxerre rive-gauche.....	56
Figure 45 : La délimitation des sous-secteur Auxerre Rive gauche.....	57
Figure 46 : La répartition des pressions sur la rive gauche après fermeture des vannes.....	58
Figure 47 : La délimitation des sous-secteurs Monéteau.....	59
Figure 48 : Localisation des vannes à fermer et l'emplacement des futurs compteurs.....	60
Figure 49 : Répartition des vitesses maximales/minimales après fermeture des vannes – Secteur Monéteau.....	61
Figure 50 : Découpage de secteur Saint-Georges.....	62
Figure 51 : Délimitation des sous-secteurs Saint georges sur Baulche.....	62
Figure 52 : Localisation des vannes à fermer et le débitmètre existant.....	63
Figure 53 : délimitation des sous-secteurs Bleigny/ Venoy.....	64
Figure 54 : Localisation des différents compteur / Débitmètre à prévoir.....	66

Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemple de la modulation.....	15
Tableau 2 : Liste de secteurs actuels de la CA.....	18
Tableau 3 : Les réservoirs de l'Auxerrois.....	20
Tableau 4 : Les caractéristiques des stations de production.....	20
Tableau 5 : Les caractéristiques des stations de pompage, des surpresseurs et des accélérateurs.....	21
Tableau 6 : répartition des matériaux.....	22
Tableau 7 : Répartition des diamètres.....	22
Tableau 8 : Les accessoires du réseau.....	23
Tableau 9 : Volume prélevé de la CA au cours des 3 dernière années.....	24
Tableau 10 : Volume importé et exporté de la CA au cours des 3 dernière années.....	24
Tableau 11 : Volume mis en distribution de la CA au cours des 3 dernière années.....	24
Tableau 12 : Volume Consommé autorisé de la CA au cours des 3 dernière années.....	25
Tableau 13 : Nombre habitant/Abonné par commune.....	25
Tableau 14 : Les rendements de la CA au cours des 3 dernière années.....	26
Tableau 15 : ILP et ILC de la CA au cours des 3 dernière années.....	26
Tableau 16 : Classification de l'indice linéaire de perte.....	27
Tableau 17 : Chiffres clés du réseau de la CA.....	27
Tableau 18 : Différents volumes de production.....	32
Tableau 19 : Exemple de résultat de calage des pressions statique des PI.....	33
Tableau 20 : Comparaisons des débits moyens distribués à chaque secteur.....	35
Tableau 21 : Autonomie de quelques réservoirs de la CA.....	43
Tableau 22 : Mesure de débit sur les PI de secteur Branches.....	48
Tableau 23 : Récapitulatif de la sectorisation.....	66

Introduction

L'eau n'est pas un bien marchand. Toutefois sa protection, sa production et sa distribution ont un coût. Si les enjeux sont clairs, produire une eau potable en quantité suffisante, mettre en œuvre une politique de gestion équilibrée reste complexe et conditionne le prix pour l'utilisateur.

L'eau pompée dans la vallée de l'Yonne à plusieurs dizaines de mètres de profondeur est captée par 3 champs de captage dont dispose la communauté d'agglomération de l'Auxerrois. Elle est naturellement filtrée par les sols, qu'elle traverse avant même d'être pompée, de ce fait cette eau est distribuée sans phase de traitement en amont. Les ressources sont supposées faibles étant donné qu'elles sont exposées aux nitrates de façon épisodique et récemment aux pesticides, ce qui a conduit la communauté de l'Auxerrois en collaboration avec la société Suez Eau France qui assure en contrat d'affermage l'exploitation du réseau d'eau potable à penser d'optimiser le fonctionnement du réseau d'eau potable afin de préserver les ressources.

L'objectif de cette étude est d'optimiser la gestion du réseau d'eau potable de la communauté de l'Auxerrois en se basant sur un modèle hydraulique dans le but est de mieux contrôler les volumes mis à la distribution et améliorer le rendement. Celui-ci est devenu une préoccupation permanente pour le gestionnaire du réseau d'autant plus que des fuites ont été constatées.

Pour cela, et afin d'effectuer une gestion convenable du réseau et un suivi régulier pour la recherche des fuites, une amélioration du plan de sectorisation a été proposée à la fin de ce travail

La présente étude est basée sur 3 principaux axes :

- ✓ **Etat des lieux** : pour comprendre le fonctionnement du réseau, collecter les données et faire un diagnostic physique
- ✓ **La modélisation sous Epanet** : création du modèle et calage qui permettent de représenter sur informatique le fonctionnement réel du réseau d'eau potable,
- ✓ **Diagnostic** du réseau et proposition des aménagements

1. Présentation du groupe SUEZ

Présent sur les 5 continents, fort de ses 90 000 collaborateurs, SUEZ est un groupe de services et de solutions industriels spécialisé dans la valorisation et la sécurisation des ressources.

SUEZ dans son activité Eau France alimente en eau potable 12 millions d'habitants et dépollue les eaux usées de 11 millions de personnes en France. Elle dispose d'un savoir-faire reconnu en relation clientèle et facture plus de 4 millions de clients. Profondément ancrée dans les territoires, l'entreprise a élargi ses offres au grand cycle de l'eau et apporte qualité de vie aux populations et attractivité aux territoires : eaux de loisirs et de baignade, eau dans la ville, gestion des ports et voies navigables, surveillance des milieux naturels sont autant d'illustrations de son engagement auprès de ses clients pour préserver et sécuriser les ressources en eau. Elle rassemble plus de 12 000 collaborateurs au sein de 10 régions.



Figure 1 : Les différentes régions de Suez

1.1. Présentation de la région Est

La Région Est pour l'activité eau de SUEZ regroupe les régions administratives Grand Est et **Bourgogne - Franche-Comté**. 1200 collaborateurs travaillent chaque jour à la préservation des ressources en eau. Le siège est basé à Dijon.

Son organisation assure une grande proximité vis-à-vis des clients : 8 Agences territoriales sont ainsi en charge de la gestion des contrats : Lorraine, Valeaurhin, Alsace, Gaz & Eaux, Saône & Loire Jura, Dijon Métropole, Bourgogne et Champagne Ardenne.

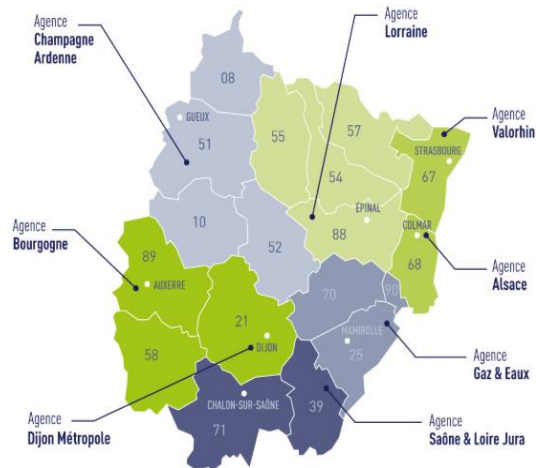


Figure 2 : Les différentes Agences de la région Est

1.2. Présentation de l'agence Bourgogne (Auxerre) [11]

L'agence Bourgogne dont le siège d'exploitation se situe à Auxerre gère 4 secteurs en eau potable :

- ✓ Secteur de l'Auxerrois ;
- ✓ Secteur Nièvre ;
- ✓ Réseau côte d'Or ;
- ✓ Secteur Yonne Ext.

Le plus grand contrat de DSP (Délégation du service public) géré au sein de cette agence est celui de la CA (communauté d'agglomération de l'Auxerrois) signé en 2012 pour une durée de 10 ans.

Pour une meilleure exploitation du réseau d'eau potable et afin de satisfaire le client, l'agence de la Bourgogne s'appuie sur plusieurs collaborateurs actifs dans différents domaines :

- ✓ Directions ;
 - ✓ Exploitation usines ;
 - ✓ Maintenance et travaux usines ;
- Exploitation réseau et travaux ;
 - Cellule performance réseau ;
 - Service relation clientèle.

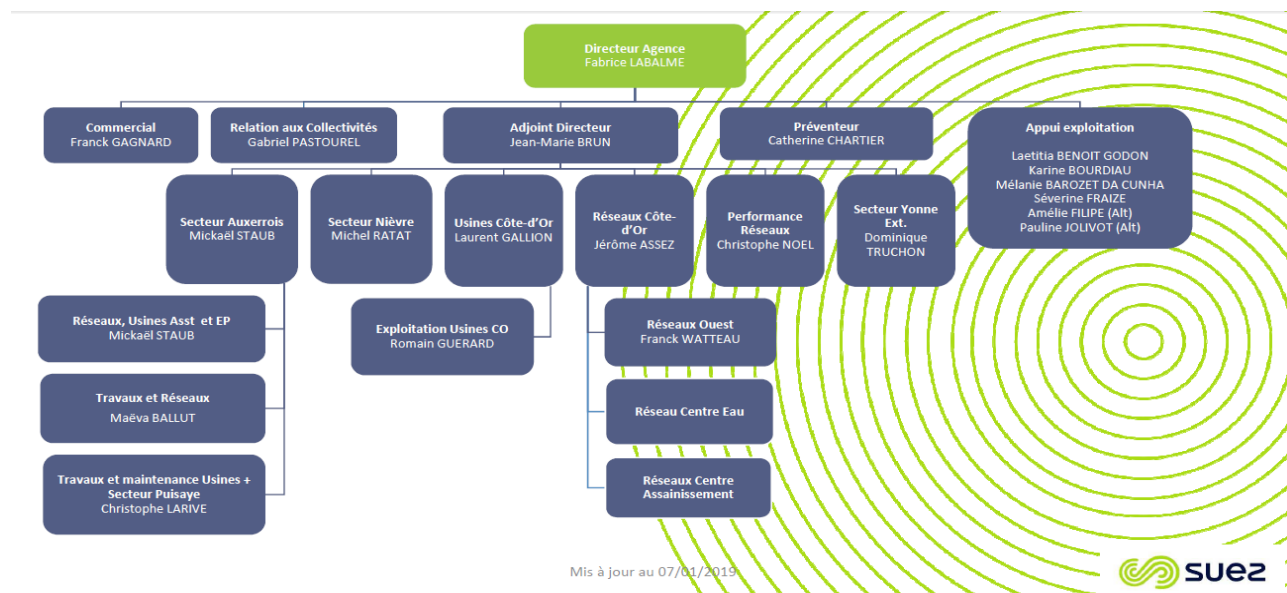


Figure 3 : L'organigramme de l'agence Bourgogne

2. Présentation de la communauté d'agglomération de l'Auxerrois (La CA),[15]

La communauté de l'agglomération de l'Auxerrois est une communauté d'agglomération française, située dans le département de l'Yonne en région Bourgogne-Franche-Comté.

La communauté de l'Auxerrois est créée en 2011, regroupe près de 71 700 habitants dont environ 36000 à Auxerre, le reste est réparti sur 28 communes mentionnées sur la carte ci-dessous :



Figure 4 : La carte globale de la communauté d'Agglomération de l'Auxerrois

La Communauté de l'Auxerrois délègue la distribution de l'eau potable à la Lyonnaise des eaux, excepté pour Chitry-le-Fort, sous contrat avec Veolia. Quant aux sept communes de l'ancien Pays coulangeois, elles ont intégré la Communauté de l'Auxerrois le 1er janvier 2018.

Les nouvelles communes récemment intégrées sont : Gy-l'Évêque, Jussy, Coulanges-La-Vineuse, Escolives, Vinceles, Vincelottes et Irancy

3. Description du système d'alimentation en eau potable de la communauté de l'Auxerrois

3.1. Les ressources

La ressource en eau potable de l'Auxerrois est exposée de manière épisodique à une pollution aux nitrates. Son origine date probablement de l'époque où les apports en azote dans les sols agricoles n'étaient pas autant maîtrisés qu'aujourd'hui. Cette pollution intervient généralement après de fortes pluies. Très solubles, les nitrates se dissolvent dans l'eau, pour ainsi dire, « chassés » vers les puits.

La Communauté de l'Auxerrois dispose de trois principales zones de captage. Elles se situent aux lieudits des **Boisseaux** à Monéteau, de la **Plaine des Isles** sur Monéteau et Auxerre, ainsi que de la **Plaine du Saulce**, en dehors du périmètre communautaire, à **Escolives-Ste-Camille**.

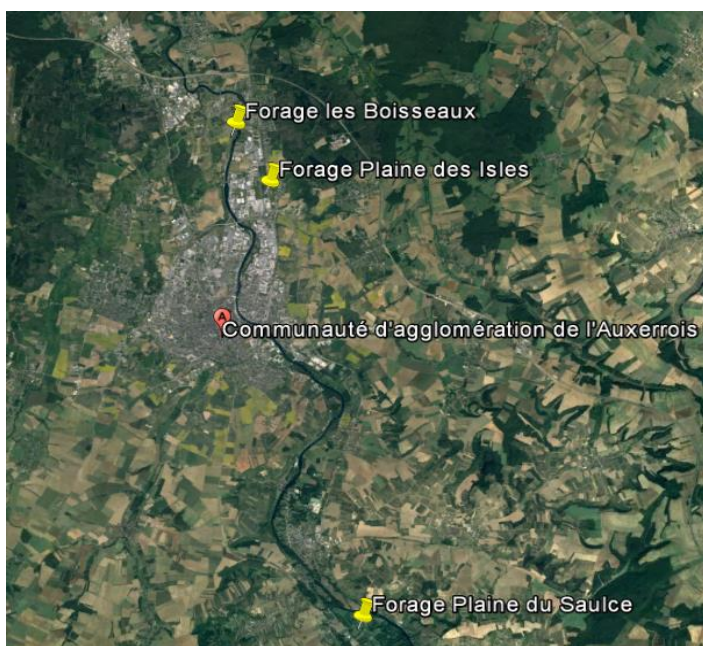


Figure 5 : Localisation des ressources

3.2. Fonctionnement globale du réseau

Le réseau d'AEP de la CA possède plusieurs particularités :

- ✓ Réseau Maillé ;
- ✓ Système de refoulement- distribution confondus dans la plupart des communes ;
- ✓ Réseau étagé vu les dénivellations importantes principalement au niveau de la commune d'Auxerre ;
- ✓ Système de la modulation de pression au niveau de la commune d'Auxerre.

La communauté de l'Auxerrois est alimentée actuellement par 2 champs de captage, **les Boisseaux** et **la plaine du Saulce** étant donné que la plaine des Isles est à l'arrêt avec une production moyenne journalière de **8900 m³** et **6700 m³** respectivement.

La production de **la plaine du Saulce** alimente le réservoir de **Chantemerle** via une conduite DN600. Sur la liaison, il existe 2 piquages pour alimenter la commune de **Champs Sur Yonne** et **Vaux**.

Le réservoir de **Chantemerle** alimente gravitairement le réservoir de Bas-Moreau et effectue également la distribution pour la commune **d'Auxerre Rive gauche-partie basse**, la **rive droite** et la **commune d'Augy**.

La station de pompage de **Bas-Moreaux** prendra le relais pour alimenter le réservoir **Haut de Saint-Georges**, ce dernier effectue la distribution gravitaire pour la commune d'**Auxerre-Partie Haute** et la commune de **Vallan**.

En ce qui concerne la production des Boisseaux, celle-ci alimente principalement 2 réservoirs, **Saint-Simeon** et **Jonches** ainsi que les communes de **Appoigny**, **Monéteau** et **Gurgy**.

Le réservoir de **Saint-Simeon** possède une station de pompage qui refoule vers le Réservoir **Méteo**, sur cette conduite de refoulement on distingue 2 piquages pour alimenter les communes de **Perrigny**, **Saint-Georges**, **Villefargeau**, **Lindry**, **Charbuy** et **Chevannes**.

Le réservoir de **Jonches** possède également une station de reprise afin d'alimenter les 2 réservoirs de **Engriselles** et **La Borde**. Les eaux de ces 2 derniers alimentent les communes de **Venoy**, **Quenne**, **Bleigny**, **Montigny** et **Villeneuves-st-salves**.

Ci-dessous, un schéma simplifier du fonctionnement du réseau, le plan altimétriques globale de la CA est présenté en **Annexe N°1**

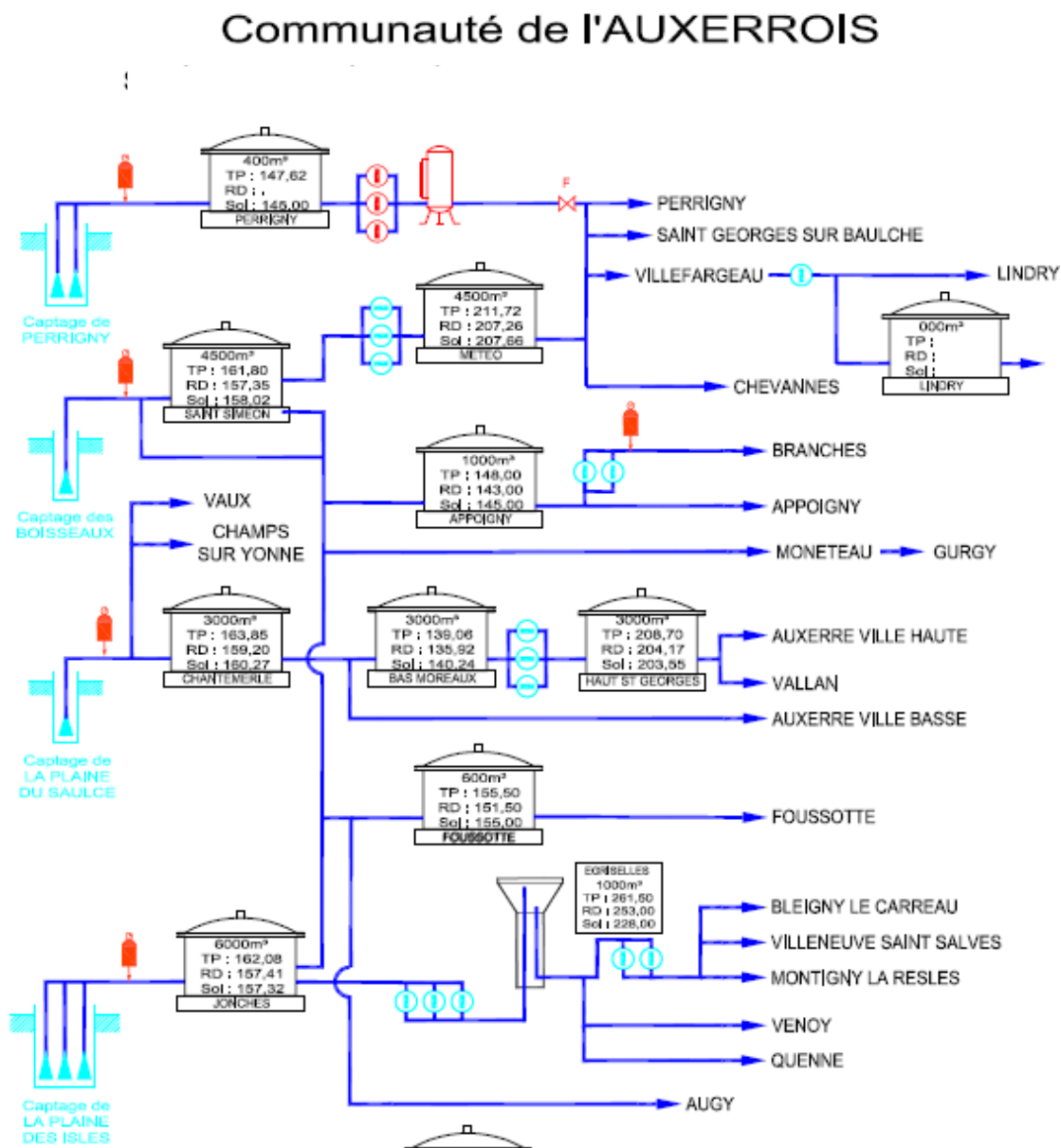


Figure 6 : Schéma simplifier de fonctionnement du réseau d'AEP

3.3. La modulation de pression de la commune d'Auxerre

3.3.1. Pourquoi la modulation de pression

En principe, une ville moderne doit avoir un bon service de l'eau. Pour assurer un tel service, il faut faire face à plusieurs contraintes comme l'augmentation de la pression aux points bas du réseau pendant les heures creuses, ce qui augmente le débit des fuites, surtout pour les anciens réseaux. Comme le choix de rénovation n'est pas toujours évident, la modulation de pression peut constituer une alternative intéressante.

- ✓ La modulation de pression permet d'adapter la pression d'entrée d'un réseau aux variations de la demande.
- ✓ La régulation de la pression réduit également le débit des fuites existantes et en ralentit l'apparition de nouvelles. [10]

3.3.2. Modulation de la pression d'entrée du réseau suivant la demande [5], [10]

La pression disponible à l'entrée d'un réseau à l'heure de pointe doit être égale à la somme de la pression nécessaire au point critique (Point du haut du réseau ou le plus éloigné hydrauliquement) et de la perte de charge créée pour l'alimenter à ce moment de forte demande.

La pointe est un phénomène très aigu et la période de forte demande dure peu. Comme la perte de charge varie au carré de la vitesse de l'eau, la pression au point critique, souvent à peine suffisante à la pointe, est excessive au heures creuses, et le réseau est surchargé la plupart du temps.

Pour répondre à cette problématique, un système de la modulation de pression à l'entrée du réseau est une solution optimale. Pour cela il faut utiliser des vannes de régulation à pilote équipées par des modulateur électronique

Une courbe de régulation doit être renseigné dans la mémoire du modulateur en fonction du temps et la demande.

Tracer cette courbe de régulation nécessite une série de mesures simultanées du débit et de pression à l'entrée et aux différents points du réseau. Une fois le point critique identifié, une comparaison entre la pression à ce point et à l'entrée du réseau à différents débits sera réalisée afin de tirer la pression de consigne nécessaire pour chacun d'eux.

Exemple

Tableau 1 : Exemple de la modulation

Débit (m ³ /h)	Pression d'entrée mCE	Pression point critique mCE
150 (7 :45)	60	30
40 (3 :45)	60	60

Si on veut 30m constants au point critique, on mémorise dans le modulateur une pression de consigne de 60m à 150 m³/h (à l'heure de pointe) et 30 à 40 m³/h (la nuit). Le reste de la courbe de contrôle est tracé par le logiciel interne.

3.3.3. Aperçu sur le fonctionnement de la modulation de pression à la commune d'Auxerre

La commune d'Auxerre est la commune la plus peuplée de la CA, elle est divisée en 2, rive droite et rive gauche.

En ce qui concerne le système de distribution en eau potable, on distingue 2 secteurs, le bas service et le haut service .

En raison de forte variation de pression causée par la topographie de la région (plus de 90m de dénivelé) et dans le but de diminuer le débit des fuites au moment des heures creuses, un système de modulation de pression a été mis en place au niveau des 2 secteurs mentionnés ci-dessus.

a. Le bas service

Au niveau du Bas Service une modulation de pression en boucle fermée a été mise en place, avec 4 vannes de régulation installées aux 4 entrées du secteur : régulation Chantemerle, régulation Hausmann, régulation Jean-Moulin et régulation Mermoz

Par ailleurs, pour éviter les chutes de pression dans le secteur pendant le remplissage du réservoir Bas Moreau, celui-ci a été équipé d'un positionneur de vanne à commande électronique (Vanne CPC).

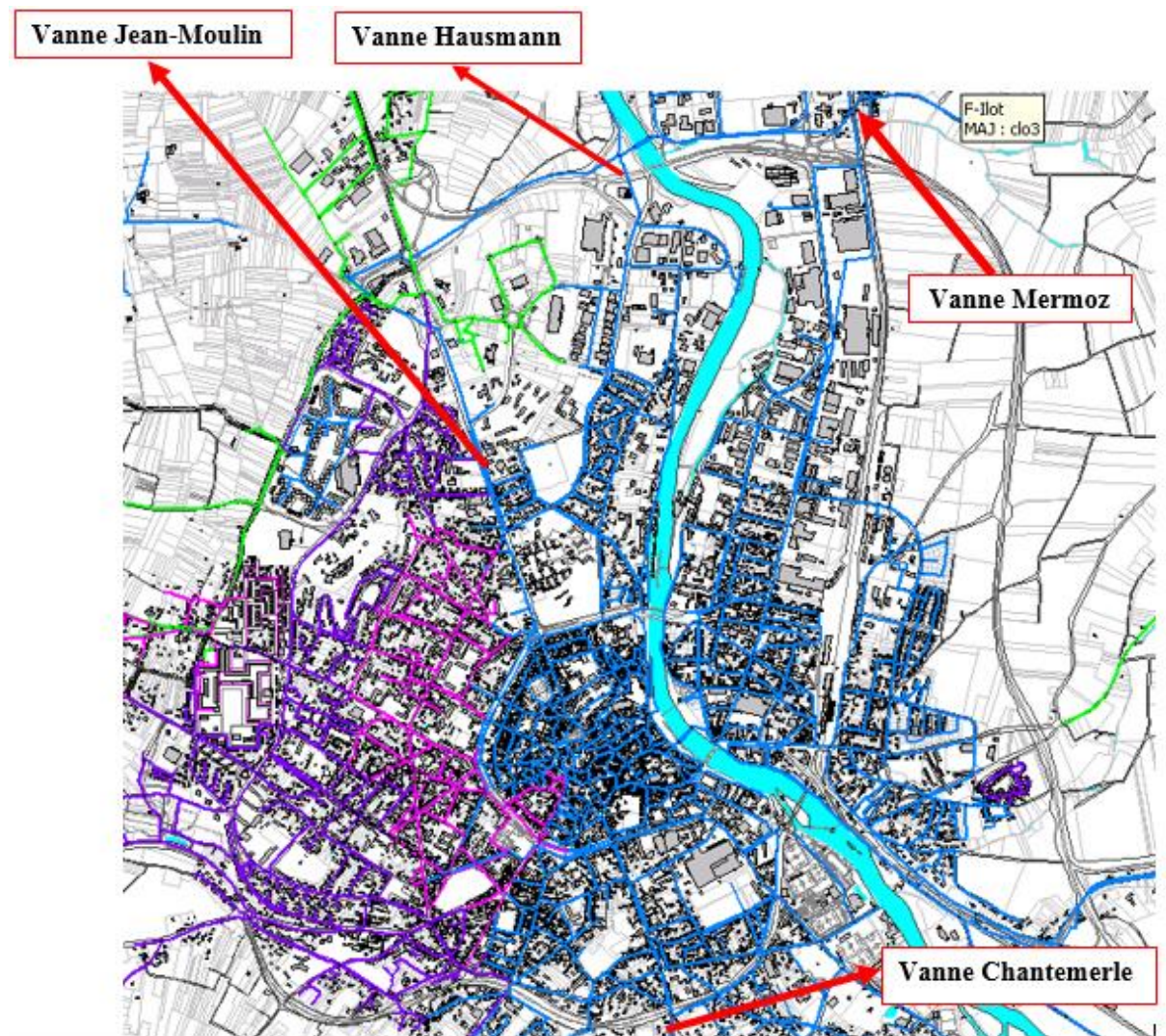


Figure 7 : Localisation des vannes de modulation bas-service

b. Le haut service

La modulation de pression du haut service vise à diviser le secteur en 2 sous-secteur, le premier est alimenté direct par le réservoir Haut-st-Georges et le 2^{ème} via 3 stabilisateurs aval, Joffre, Migraine et Pasteur.

La figure ci-dessous montre la localisation des 3 stabilisateurs :

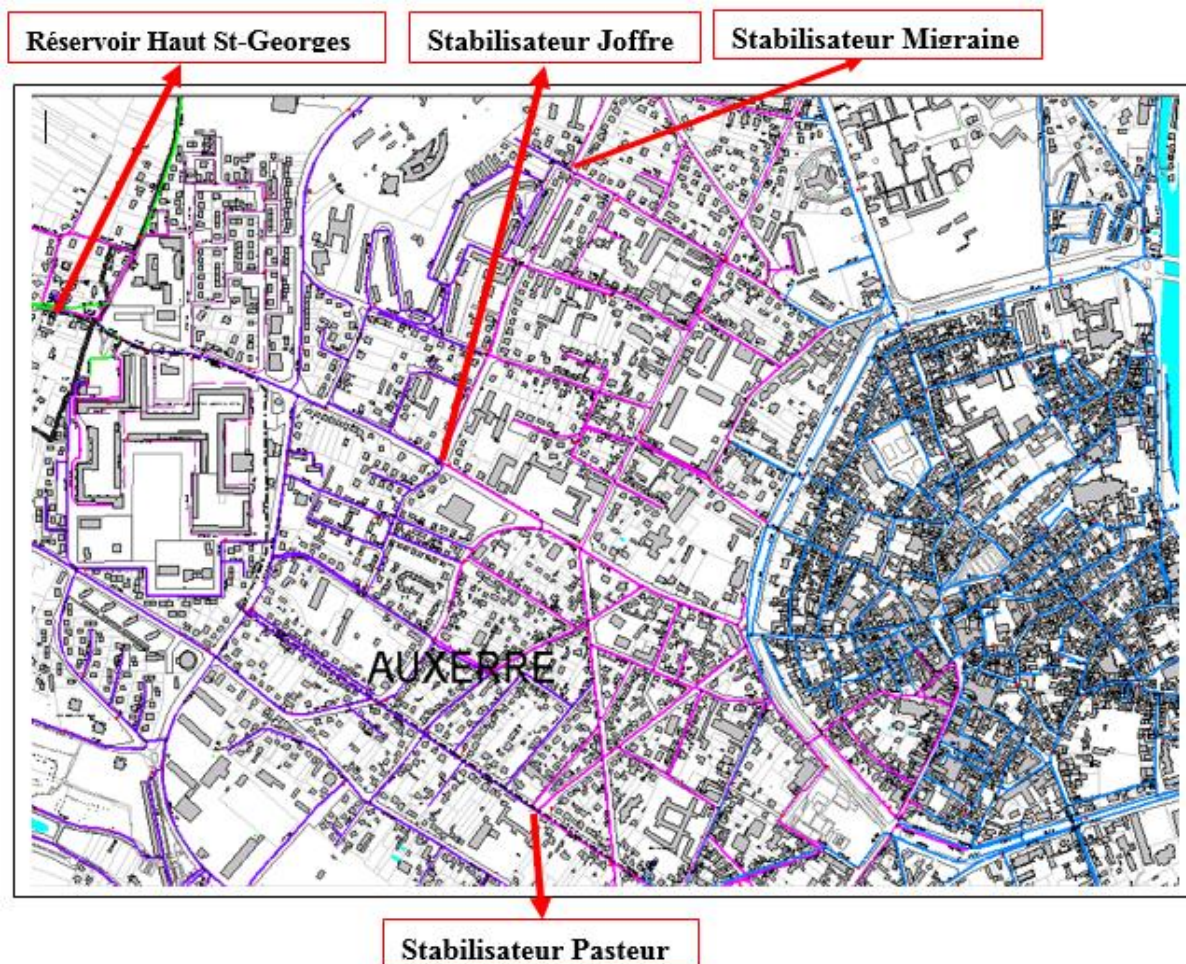


Figure 8 : Localisation des stabilisateurs de pression haut-service

Le réseau en couleur rose est le sous-secteur aval des stabilisateurs et le réseau en couleur violet est le sous-secteur alimenté directement par le réservoir Haut-Saint Georges.

Les consignes des vannes de modulation sont présentées en **Annexe N°2**

3.4. Aperçu sur la sectorisation actuelle

La sectorisation d'un réseau consiste à le décomposer en plusieurs zones distinctes sur lesquelles les volumes mis en distribution sont mesurés.

Actuellement la communauté de l'Auxerrois possède 20 secteurs qui sont principalement les communes qui la compose sauf quelques cas particuliers comme celui de la ville d'Auxerre qui est divisé en 2 secteurs, rive gauche et rive droite.

La 7 nouvelles communes rajoutées dans le contrat cette année ne font pas partie de ladite sectorisation.

Chaque secteur est défini par un débitmètre d'entrée et sortie afin de compter le volume mis en distribution.

Tableau 2 : Liste de secteurs actuels de la CA

Secteur	Commune	Linéaire (Km)	Compteur d'entrée	Compteur de sortie
Branches	Branches	6.971	C53 : Compteur distribution Branches	/
Appoigny	Appoigny	42.313	C10 : Débitmètre Appoigny la métairie	C52 : Compteur relance Branches
Gurgy	Gurgy	23.552	C8 : Débitmètre Gurgy Halage	C9 : Débitmètre Autoroute
Monéteau	Monéteau	39.870	C1 : Débitmètre pompage les Boisseaux C31 : Compteur Jonches vers Monéteau C9 : Débitmètre Autoroute	C8 : Débitmètre Gurgy Halage C10 : Débitmètre Appoigny la métairie C51 : Compteur relance Pien
Sougère-Pien		7.400	C51 : Compteur relance Pien	/
Perrigny	Perrigny	16.830	C20 : Débitmètre Perrigny CA	/
Venoy	Venoy	47.380	C33 : Compteur relance vers Egriselles	C49 : Compteur relance Bleigny
Bleigny	Bleigny Montigny Villeneuve	36.960	C49 : Compteur relance Bleigny	/
Saint-Georges	Saint-Georges Villemareuil	55.270	- C14 : Compteur le cormier - C16 : Débitmètre Ht-Saint georges	- C20 : Débitmètre Perrigny CA - C26 : Compteur Accélérateur Villefargeau - C21 : Compteur relance les Bruyeres. - C56 : Compteur relance Charbuy
Vallan	Vallan	9.100	C27 : Compteur ferme de Billy	/
Augy	Augy	11.430	C30 : Compteur Augy	/
Quenne	Quenne		C37 : Compteur Queen	/
Saint Bris le vineuse	Saint Bris le vineuse	15.000	Compteur pompage St-Bris	/
Champs sur Yonne	Champs sur Yonne	16.810	C47 : Compteur champs sur Yonne	/
Rive Droite		53.121	C11 : Débitmètre Cadet-Roussel (+/-) C29 : Débitmètre robert rimbert (+/-) C30 : Compteur Augy (-)	
Rive Gauche	Auxerre	155.710	C12 : Débitmètre réservoir Chantemerle (+) C3 : Débitmètre Hausmann (+/-) C11 : Débitmètre Cadet-Roussel (+/-) C7 : Débitmètre Charles de Gaulle C8 : Compteur Saint-Simeon (+) C27 : Compteur ferme de Billy (-)	
Vaux		6.480	C46 : Compteur Vaux	/
Charbuy	Charbuy		C56 : Compteur relance Charbuy	/
Lindry	Lindry	29.852	C21 : Compteur relance les Bruyeres	/
Chevannes	Chevannes	32.100	C26 : Compteur Accélérateur Villefargeau	/

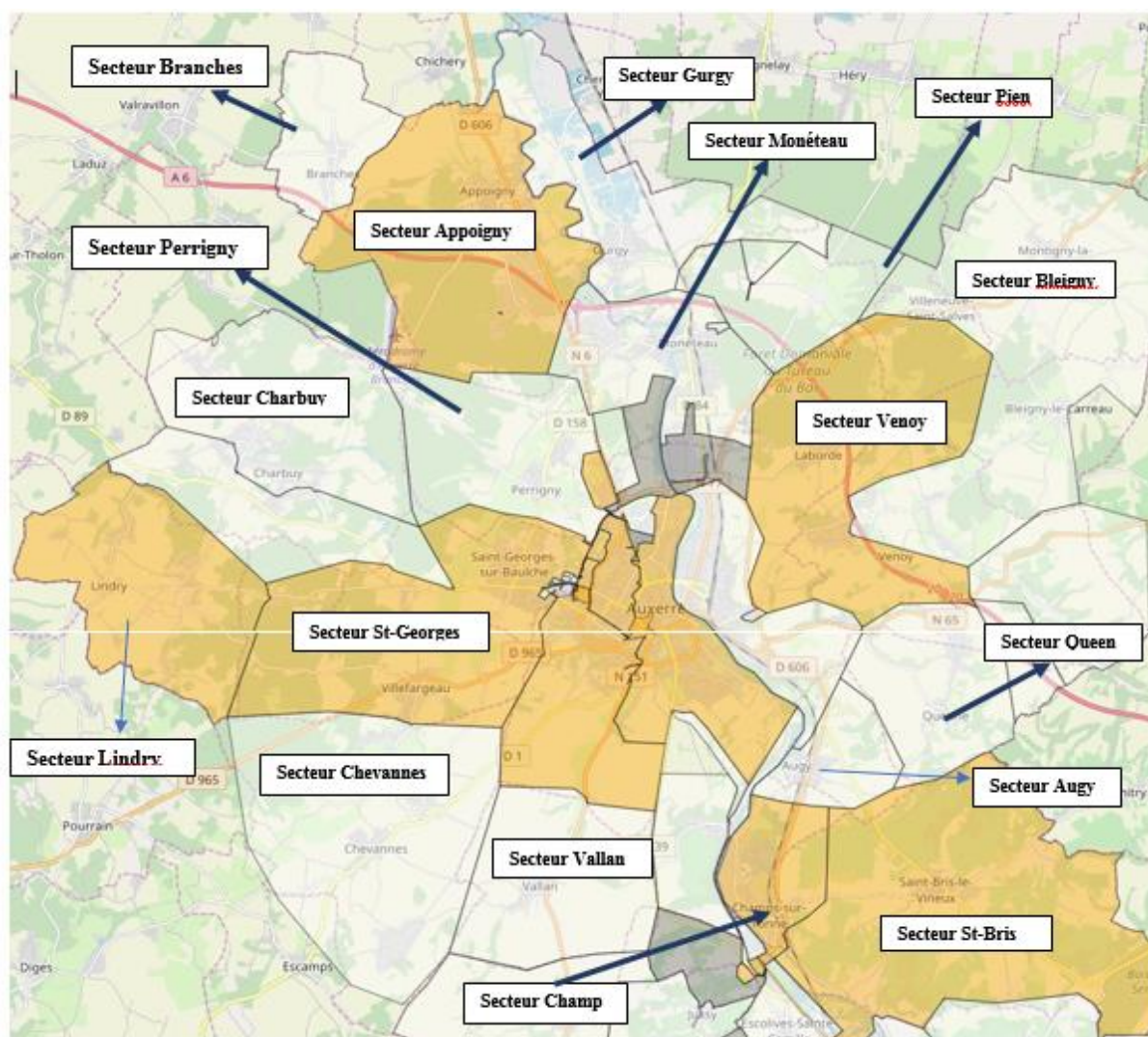


Figure 9 : Carte de localisation des secteurs de la CA

3.5. Description du patrimoine du réseau d'AEP de l'Auxerrois

La communauté de l'Auxerrois et les 27 communes gérées par Suez Eau France sont alimentées en eau potable sur plusieurs centaines de kilomètres de canalisations (environ 718 Km), complétées de réservoirs, de surpresseurs et de relais, afin d'assurer un écoulement gravitaire ou sous pression de l'eau en fonction de la topographie.

a. Ouvrages de Stockage

Le tableau ci-dessous résume tous les ouvrages de stockage de la CA avec leurs caractéristiques

Tableau 3 : Les réservoirs de l'Auxerrois

Commune		Réservoirs	Capacité (m3)	CTR (m)	CTP (m)	Mode de remplissage
Branches	1	RV Branches	150	173.00	176.00	Par le bas
Appoigny	2	RV Appoigny	1000	143.00	148.00	Par le bas
Perrigny	3	RV Perrigny	400	145.00	147.62	Par le bas
Charbuy	4	RV Charbuy	700			Par le bas
Lindry	5	RV Lindry	150			Par le bas
Chevannes	6	RV Chevannes	500	225.00	228.80	Surverse
	7	RV La-Biche	150	201.00	204.00	Surverse
	8	RV Serein	200	251.60	253.40	Par le bas
Auxerre	9	RV Bas-Moreaux	3000	135.92	139.06	Surverse
	10	RV Haut-St-Georges	3070	207.17	209.7	Surverse
	11	RV St-Simeon	4500	157.35	161.8	Par le bas
	12	RV Chantemerle	3070	159.2	163.85	Surverse
	13	RV Pommes- Rouges	300		181.00	Par le bas
	14	RV Météo	4570	207.26	211.72	Par le bas
	15	RV Vaux-Haut	75	167.20	169.65	Par le bas
Venoy	16	RV Vaux- Bas	50	119.80	122.00	Surverse
	17	RV Jonches	6000	157.41	162.08	Par le bas
	18	RV Laborde	300	211.50	214.5	Par le bas
	19	RV Egrisselle	1000	253.00	261.50	Par le bas
Monéteau	20	RV Autoroute	150			Par le bas
	21	RV Monéteau	500	143.40	146.40	Par le bas
	22	RV Sougère-Pien-Haut	100	166.00	169.00	Par le bas
	23	RV Sougère-Pien-bas	50	157.20	158.16	Par le bas
Bleigny	24	RV Bleigny	800	288.00	281.60	Par le bas
Augy	25	RV Augy	600	151.00	155.00	Par le bas
St-Bris-le-Vineux	26	RV St-Bris-le-Vineux	300	/	/	Par le bas
Champs sur Yonne	27	RV Champs	1000	151.00	152.50	Par le bas
Vallan	28	RV Vallan	600	176.50	179.50	Par le bas
Coulanges-La-Vineuse	29	RV Haut	1000	/	/	Surverse
	30	RV Bas	100	/	/	Surverse
ESCOLIVES-SAINTE-CAMILLE	31	RV ESCOLIVES	300	/	/	Surverse
Irancy	32	RV Irancy	100	/	/	Surverse
Vincelottes	33	RV Vincelottes	500	/	/	Par le bas

b. Les stations de production

Tableau 4 : Les caractéristiques des stations de production

Nom du site	Nombre de Forage	Débit (m3/h)	Hmt (m)	Réservoir d'asservissement	Observation
Plaine-Du-Saulce	2	395.00	79.00	Chantemerle via pommes rouges	Généralement un forage en marche
Les Boisseaux	2	160.00	74.00	RV Saint-Simeon	Les 3 forages marchent en même temps
	1	200.00	68.00		

Plaine des Isles	3	152.00	70.00	RV Jonches	Hors Service
Perrigny	2	/	/	RV Perrigny	Hors service
Saint-Bris	2	/	/	RV Saint-Bris	Opérationnel
Escolives	2	18.00	88.00	RV Escolives	Opérationnel
Coulanges-La-Vineuse	2	/	/	RV Coulanges -Bas	Opérationnel
Irancy	2	18.60	/	RV Irancy	Opérationnel
Vincelles	2	56.00	65.00	RV Vincelles	Opérationnel
Augy	1	/	/	RV Augy	Hors Service
Jussy	1	7.40	/	RV Jussy	Opérationnel

c. Les stations de pompage et les surpresseurs

La communauté de l'Auxerrois possède 10 stations de reprise, 17 surpresseurs et 4 accélérateurs réparties sur plusieurs communes dont les plus grosses stations se situent au niveau de la commune d'Auxerre.

Le tableau ci-dessous résume l'inventaire des stations de pompage, surpresseurs et accélérateurs

Tableau 5 : Les caractéristiques des stations de pompage, des surpresseurs et des accélérateurs

Station de pompage						
Commune	Nom de la station	Nombre de pompe	Débit nominal (m ³ /h) / Pompe	Pression de service (bar)	Réservoir desservi	Asservissement Niveau (m)
Auxerre	Bas-Moreaux	3	150.00	7.50	RV Haut-St-Georges	Jour : 3.50-3.88 Nuit : 4.42-4.70
	Saint-Simeon	3	165.00	5.30	RV Météo	Jour : 3.50-3.75 Nuit : 3.70-3.90
Venoy	Jonches	3	60.00	10.50	RV Egriselles	Jour : 5.35-6.35 Nuit : 6.00-6.35
	Egriselles	2	50.00	7.20	RV Bleigny	Jour : 2.60-2.90 Nuit : 3.35-3.80
Appoigny	Appoigny	2	9.00	4.40	RV Branches	2.10-2.90
Monéteau	Monéteau	2	20.00	4.90	RV Pien-Bas	Jour : 1.85-2.40 Nuit : 2.60-2.85
Chevannes	La-Biche	2	6.00	6.00	RV Serein	1.50-1.70
Vaux	Vaux-Bas	2	10.00	5.30	RV Vaux-Haut	1.84-2.15
Villefargeau	Charbuy	2	60	15	RV Charbuy	Jour : 2.50-3.00 Nuit : 3.50-3.85
Coulanges	Coulanges-La-Vineuse	2	17.00	/	RV Coulanges Haut	/
Surpresseurs						
Auxerre	Hameau du Coteau	4	5.00	5.00		
	Les Piedalloues	3	72.00	4.40		
	ZUP Réseau Haut	3	16.00	6.50		

	ZUP Réseau Bas	3	24.00	3.60		
	ZAC St Simeon	2	72.00	7.00		
	Les Vauviers	2	40.00	3.70		
Vallan	VALLAN	3	17.00	4.90		
Appoigny	Les Bries	2	4.00	4.80		
Chevannes	Serein	4	4.00	3.00		
Monéteau	Pien	2	5.00	3.30		
	Monéteau	2	2	6.3		
Venoy	Autoroute	2	30.00	9.70		
	Sainte -Anne (Soleines)	2	5.00	6.50		
Montigny	Malvilles	1	5.00	8.00		
Perrigny	PERRIGNY	3	45.00	3.80		
St Bris le vineux	St Bris le vineux	2	30.00	/		
Jussy	Jussy	2	18.00	4.30		
Accélérateurs						
Branches	Branches	1	20.00	/		
Villefargeau	Villefargeau	1	35	8	RV Chevannes	Jour : 2.55-2.80 Nuit : 3.20-3.50
	Chantemerle	1	200.00	4.20		
Auxerre	Plaine des Isles	1	150	/		

d. Les canalisations

Les 718 Km de linéaire de canalisation de l'eau potable de la communauté de l'Auxerrois sont variés en termes de matériaux avec une forte présence de fonte et de PVC.

Les tableaux ci-dessous présentent la gamme du diamètre disponible et les différents matériaux avec le linéaire correspond

Tableau 6 : répartition des matériaux [11]

Matériau	Linaire (ml)	Pourcentage (%)
Fonte	460 387	64.12
PE	13 126	1.82
Amiante ciment	18 731	2.60
PVC	206 903	28.81
Acier	2 796	0.39
Inconnu	16 165	2.25

Tableau 7 : Répartition des diamètres

Diamètre (mm)	Linaire (ml)	Pourcentage (%)
<50 mm	17 527	2.44
50-99 mm	302 094	42.07
100-199 mm	279 760	38.95
200-299 mm	63 491	8.84
300-499 mm	27 538	3.83
500-700 mm	10 550	1.47
Inconnu	17 221	2.4

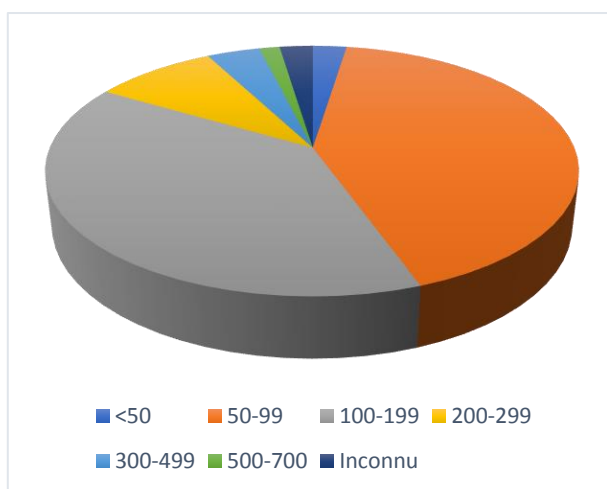


Figure 10 : Répartition des diamètres

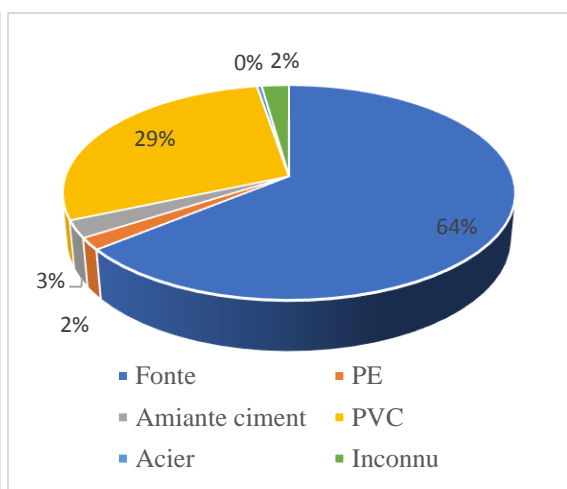


Figure 11 : Répartition des matériaux

e. Les accessoires hydrauliques du réseau

Sur une canalisation d'adduction ou sur une conduite de distribution, plusieurs équipements sont repérés. Le tableau suivant résume le nombre détaillé des accessoires disponible sur le réseau de la CA.

Tableau 8 : Les accessoires du réseau [11]

Type d'équipements	Nombre
Débitmètres de sectorisation	57
Détendeurs / Stabilisateurs	41
Equipements de mesure de type compteur	12
Equipements de mesure de pression	2
Equipements de mesure de type capteur acoustiques pré localisateurs	544
Régulateurs débit	19
Vannes	3 906
Vidanges, purges, ventouses	1 178

3.6. Bilan Besoin-Ressources

Dans le but de faire un bilan besoin-ressource, la détermination des différents volumes est nécessaire à calculer :

- ✓ Volume Prélevé ;
- ✓ Volume importé et exporté ;
- ✓ Volume mis en distribution ;
- ✓ Volume consommé autorisé.

a. Volume prélevé

Le volume prélevé est le volume produit par les différentes ressources de la communauté de l'Auxerrois.

Le tableau suivant résume les chiffres des 3 dernières années. Les volumes indiqués sont des volumes relatifs à l'année civile ramenés à 365 jours.

Tableau 9 : Volume prélevé de la CA au cours des 3 dernière années [11]

Ressources	Année/ Volume (m3)			Observation
	2016	2017	2018	
Plaine du Saulce	2 372 170	2 287 239	2 369 983	En service
Les Boisseaux	3 076 098	3 254 429	3 026 672	
Plaine des Isles	0	18 880	38 540	A l'arrêt actuellement
Perrigny	474	0	1 935	Hors service
Augy	0	0	0	
Saint-Bris le vineuse	86 199	108 149	118 085	En service
VINCELLES	-	-	141 674	
IRANCY	-	-	21 520	
ESCOLIVES	-	-	41 845	
COULANGES LA VINEUSE	-	-	147 488	
JUSSY	-	-	28 498	
Total	5 534 941	5 668 697	5 936 240	

b. Volume importé et exporté

La communauté de l'Auxerrois effectue précédemment un seul achat d'eau en gros de la Chazelles pour alimenter une partie de la commune de Lindry. A partir de 2018 la CA a intégré un autre AEG de Migé pour alimenter une partie de la nouvelle commune rajoutée au contrat (Coulanges).

Quant au volume exporté, la CA effectue actuellement plusieurs ventes en gros pour les communes Beine, Eglény, Fleury, Migé et Val de Mercy

Le tableau suivant montre les volumes importés et exportés pendant les 3 dernière années (Année civile)

Tableau 10 : Volume importé et exporté de la CA au cours des 3 dernière années [11]

Année	2016	2017	2018
Volume Importé (m ³)	6 700	6 915	25 775
Volume exporté (m ³)	51 561	49 565	241 001

c. Volume mis en distribution

Le volume mis en distribution est la somme du volume produit et du volume acheté en gros (importé) diminué du volume vendu en gros (exporté)

Les volumes mis en distribution ont également été calculés à partir des informations réelles, comptabilisées sur la période entre deux relèves

Tableau 11 : Volume mis en distribution de la CA au cours des 3 dernière années [11]

	2016	2017	2018
Volume Produit (m3)	5 436 500	5 666 587	6 013 541
Volume Importé (m ³)	6 648	6 825	6 841
Volume exporté (m ³)	66 074	62 840	222 067
Volume mis en distribution (m3)	5 377 074	5 610 572	5 798 315

d. Volume consommé autorisé

Le volume consommé autorisé est la somme du volume comptabilisé (relevé compteur abonné), volume consommé sans comptage et le volume du service du réseau

Tableau 12 : Volume Consommé autorisé de la CA au cours des 3 dernière années [11]

Année	2016	2017	2018
Volume consommé autorisé (m³)	4 064 481	4 268 921	4 332 279

Suite à l'analyse des différents volumes, nous pouvons dire que les ressources de la communauté d'agglomération de l'Auxerrois peuvent satisfaire les besoins des abonnés et cela même après l'intégration des 7 nouvelles communes qui s'alimentent de leurs propres ressources.

Néanmoins, vu que le forage de la plaine des Isles est actuellement à l'arrêt, c'est la plaine du Saulce et les boisseaux qui compensent son volume produit.

e. Nombre habitant/ abonné

Le contrat géré par la société Suez Eau France relatif à l'exploitation du réseau d'eau potable de la CA regroupe 27 communes dont le nombre d'habitant est près de 69 448 avec 29 466 abonnés.

Le tableau suivant représente le nombre d'habitant et d'abonné par commune

Tableau 13 : Nombre habitant/Abonné par commune [11]

Commune	Nombre d'habitant	Nombre d'abonné
Appoigny	3200	1734
Augy	1128	545
Auxerre	36 000	12 929
Bleigny	311	152
Branches	485	220
Champs-Sur-Yonne	1700	823
Charbuy	1800	895
Chevannes	2450	1014
Coulanges-La-Vineuse	884	488
Escolives	725	383
Gurgy	1722	837
Gy-l'Evêque	467	252
Irancy	296	280
Jussy	420	235
Lindry	1400	628
Monéteau	4110	1985
Montigny	650	327
Perrigny	1230	662
Quenne	460	244
Saint-Bris-le-Vineuse	1100	670
Saint-Georges	3500	1552
Vallan	715	377
Venoy	2000	832
Villeneuve	270	143
Villefargeau	1050	512
Vincelle	1059	507
Vincelottes	316	240
Total	69 448	29 266

3.7. Les Indicateurs de performance

a. Rendement

Le rendement est un indicateur qui permet d'apprécier la qualité d'un réseau. Il représente le rapport entre la quantité d'eau utilisée et la quantité d'eau introduite dans le réseau. Il est exprimé en pourcentage.

Tableau 14 : Les rendements de la CA au cours des 3 dernière années [11]

Désignation	2016	2017	2018
Volumes eau potable produits (A)	5 436 500	5 666 587	6 013 541
Volumes eau potable importés (B)	6 648	6 825	6 841
Volumes eau potable exportés (C)	66 074	62 840	222 067
Volumes consommés autorisés (D)	4 064 481	4 268 921	4 332 279
Rendement de réseau (%) = $100 * (D+C) / (A+B)$	75,89	76,35	75,65

La diminution du rendement entre 2017 et 2018 est expliqué par l'intégration des 7 nouvelles communes.

b. Indice linéaire de perte

Le rendement n'est pas un indicateur toujours pertinent pour apprécier l'état d'un réseau.

Pour obtenir un résultat probant, on utilise de préférence l'indice linéaire de pertes d'eau (ILP) exprimé en mètre cube par jour et par kilomètre de canalisation.

Ce paramètre permet de comparer des réseaux différents par leur longueur et leur configuration.

$$ILP \left(\frac{m^3}{Km} \right) = \frac{Volume\ mis\ en\ distribution - Volume\ consommé\ autorisé}{Linéaire\ du\ réseau * 365}$$

c. Indice Linéaire de consommation

L'indice linéaire de consommation (ILC) permet de caractériser le type de réseau. Son unité est le m³/km/j.

$$ILC \left(\frac{m^3}{Km} \right) = \frac{Volume\ consommé\ autorisé + Volume\ exporté}{Linéaire\ du\ réseau * 365}$$

Le tableau suivant résume l'ILP et l'ILC de la CA au cours des 3 dernière années

Tableau 15 : ILP et ILC de la CA au cours des 3 dernière années [11]

Désignation	2016	2017	2018
ILP	5,63	5,46	5,66
ILC	17,7	17,6	17,6

Afin d'analyser les valeurs du tableau ci-dessous, l'agence de l'eau a mis à notre disposition une classification de type de réseau selon les résultats de l'ILP et l'ILC

Tableau 16 : Classification de l'indice linéaire de perte [2]

Catégorie réseau par ILP	Rural	Semi - rural	Urbain
Bon	< 1.5	< 3	< 7
Acceptable	< 2.5	< 5	< 10
Médiocre	< 4	< 8	< 15
Mauvais	> 4	> 8	> 15

Conclusion

Selon les résultats présentés ci-dessus, il s'est avéré que notre réseau est de type semi-rural avec un indice linéaire de perte Médiocre. En ce qui concerne le rendement, sa valeur est supérieure à celle qui a été recommandée par la loi **Grenelle 2** qui stipule que le rendement doit être supérieur ou égal à $65+0.2*ILC$ ce qui donne 68,51% dans notre cas.

Le tableau suivant récapitule les principales caractéristiques de la CA :

Tableau 17 : Chiffres clés du réseau de la CA

Communauté d'agglomération de l'Auxerrois	
Nombre d'abonnée	29 266
Volume produit (m ³)	6 013 541
Volume mis en distribution (m ³)	5 798 315
Volume comptabilisé (m ³)	4 168 903
Volume consommé autorisé (m ³)	4 332 279
Linéaire Réseau (Km)	718
Rendement (%)	75.65
ILP	5.66
ILC	17.60

Les indicateurs de performance du réseau de la CA ne connaissent aucune amélioration depuis 3 ans, cela est expliqué par plusieurs paramètres :

- ✓ Des secteurs très grands en termes de linéaire réseau ce qui rend la recherche des fuites difficile surtout les fuites non visibles ;
- ✓ Aucun programme a été mis en place depuis plus de 3 ans pour la réduction des pertes en eau ;
- ✓ Manque significatif d'appareils de comptages.

L'objectif de la communauté de l'auxerrois en collaboration avec Suez Eau France est de diminuer les pertes en eau qui représente plus de **24%** du volume mis en distribution afin d'améliorer l'efficacité du réseau (rendement global)

L'objectif donc de cette étude est de proposer des solutions optimales pour :

- ✓ Faciliter la gestion de réseau ;
- ✓ Contrôler les volumes mis en distribution par secteur voire des sous-secteurs ;
- ✓ Réduire les pertes en eau afin d'augmenter le rendement.

L'étape suivante consiste à réaliser un modèle hydraulique à l'aide du logiciel **Epanet** afin de se rapprocher de la réalité, comprendre le fonctionnement de notre réseau et faire un diagnostic hydraulique pour détecter les zones sensibles. Le modèle réalisé va être utilisé également comme un outil aide à la décision pour tester les actions à mettre en œuvre.

4. Modélisation hydraulique du réseau d'eau potable de la communauté de l'auxerrois

4.1. Introduction

Le modèle hydraulique est un outil très puissant pour l'ingénieur chargé de la gestion du réseau de distribution, en effet, nous pouvons simuler et prévoir des comportements futurs du réseau, mais cela dépend principalement de la représentativité du modèle de la réalité du terrain. Cette représentativité dépend, pour sa part, de la finesse ou de la précision de calage du modèle, parce qu'un modèle non calé ou non calibré est purement théorique, donc nous ne pouvons faire confiance aux résultats obtenus par un tel modèle. C'est pour cela, que dans ce chapitre après l'élaboration du modèle, nous devons procéder à un calage.

L'objectif de réalisation du modèle hydraulique est :

- ✓ Comprendre mieux le fonctionnement du réseau de distribution ;
- ✓ Faire un diagnostic du réseau ;
- ✓ Tester des aménagements futurs pour l'optimisation du fonctionnement.

4.2. Présentation du logiciel Epanet

Le logiciel EPANET est né suite à une initiative du Congrès des Etats-Unis qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. Dès lors, l'EPA (US Environmental Protection Agency) a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable. Depuis 1993, le logiciel est disponible gratuitement pour tous les bureaux d'études et les sociétés d'affermage qui souhaitent l'utiliser.

Le logiciel *EPANET* est un outil de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau dans les réseaux d'eau potable. Un réseau d'eau potable sur un logiciel se définit par des tuyaux (tronçons sur le logiciel), des nœuds (intersection des tuyaux et extrémité d'une antenne) mais également d'autres organes (réservoirs, pompes, clapets, différents types de vannes,).

Il permet de calculer le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée (ou de simulation). Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de trois formules de calcul de pertes de charges (Hazen – Williams, Darcy – Weisbach et Chezy – Manning), il inclut les différentes pertes de charge singulières et il modélise les pompes à vitesse fixe et variable. [13]

Les lois de calcul de base de Epanet sont présentées en **Annexe N°3**

4.3. Elaboration du modèle

Afin de réaliser un modèle correct qui se rapproche mieux de la réalité plusieurs étapes devraient être faites en amont :

a. Collecte des données

La majorité des données introduit dans le logiciel Epanet sont issus de :

- ✓ Système d'information géographique (APIC chez Suez) ;
- ✓ Les logiciels de télégestion (Aquacalc, Aquadvanced, Topkapi) ;
- ✓ Des échanges avec les exploitants ;
- ✓ Des visites sur terrain.

La description du logiciel du logiciel Aquadvanced est présentée en **Annexe N°4 [12]**

b. Création du squelette réseau et répartition des consommations

Dans notre cas cette étape a été réalisée en 2 phase, la 1^{ère} consiste à faire une extraction du réseau du SIG vers le logiciel de modélisation de Suez **Piccolo** étant donné qu'il existe une passerelle entre les 2 applications. En ce qui concerne la répartition des consommations, le logiciel Piccolo possède un moteur de calcul pour les répartir par nœud selon les coordonnées x, y des abonnés.

Les consommations réparties sur les nœuds sont issues du fichier clientèle (Odysee), celui-ci est renseigné via les relevés compteurs des abonnées, cela dit sur chaque nœud est affecté la consommation annuelle relative à un seul abonné ou plusieurs.

Les gros consommateurs qui dépassent les 6000m³ par an ont été renseignés manuellement après avoir leur localisation sur Google-Map et le SIG

Quant à la 2^{ème} phase, il s'agit de reporter le fichier Piccolo sur un fichier INP afin d'obtenir squelette du réseau avec les différents diamètres des conduites, leur rugosité et la consommation relative à chaque nœud.

Il est à noter qu'uniquement le réseau de 20 communes a été modélisé, sans pris en compte les 7 nouvelles communes rajoutées récemment.

La figure suivante illustre le réseau obtenu

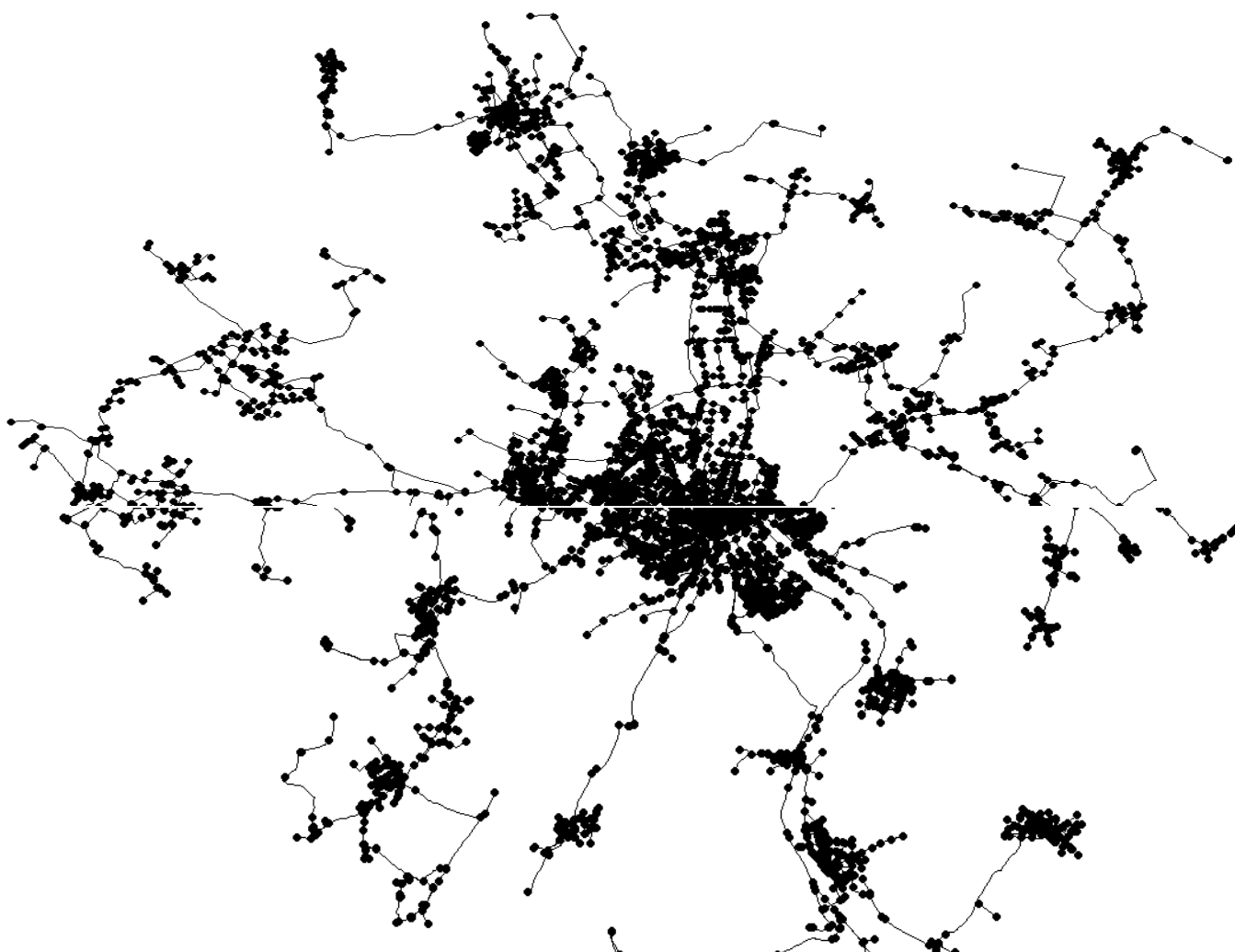


Figure 12 : L'architecture du réseau de la CA

c. Mise en place des différents équipements

Cette phase consiste d'introduire toutes les données collectées dans notre modèle

- ✓ Les réservoirs avec leurs caractéristiques ;
- ✓ Les stations de pompage, les surpresseurs, les accélérateurs ;
- ✓ Les stabilisateurs, les vannes de modulations et les vannes fermées ;
- ✓ Les consignes d'asservissement et les consigne de pression.

d. Les profils de consommation

Le logiciel EPANET nous permet de simuler le comportement du réseau sur une journée entière avec des variations de consommation de la population. Dès lors, il est nécessaire de différencier les consommateurs qui ont un comportement différent.

- ✓ Consommation domestique ;
- ✓ Consommation industrielle.

Dans la présente étude, les profils de consommation ont été créés selon les secteurs de la CA définis dans le premier chapitre, et pour être plus précis d'autres sous-secteurs ont été pris en compte comme par exemple les réseaux surpressés.

Chaque secteur est défini par débitmètre d'entrée et de sortie, la différence des débits d'entrée et de sortie est la résultante d'un profil de consommation sur une journée choisie en prenant en considération les fuites.

Les débits de fuite relatifs à chaque secteur ont été renseignés via :

- ✓ Le rendement relatif à chaque secteur pour estimer le volume d'eau perdu ;
- ✓ L'application **Aquadvanced** de Suez Eau France dédiée au suivi des volumes journaliers distribués et au suivi des débit de nuit également

Les fuites ont été représentées sur le modèle par un profil de consommation constant.

30 profils de consommations ont été établis pour cette étude, le graphe suivant illustre un exemple de profil de consommation du secteur Auxerre Rive Gauche, les principaux profils sont présentés en **Annexe N°5**.

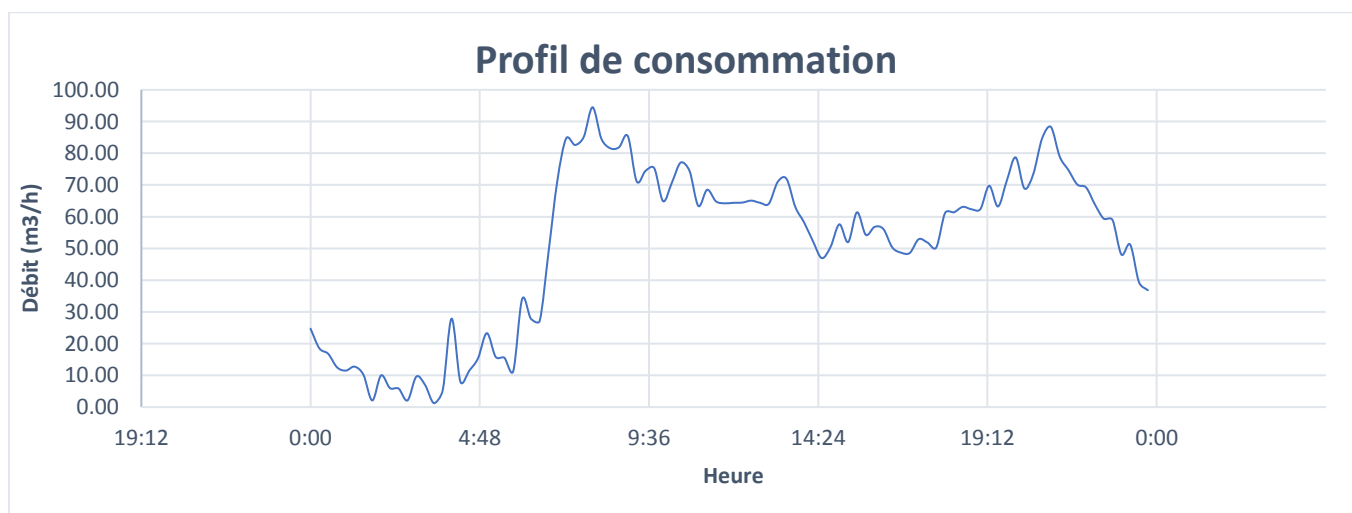


Figure 13 : Exemple de profil de consommation – Auxerre Rive Gauche

e. Courbe de modulation

Les courbes de modulation sont les outils qui permettent au logiciel EPANET de calculer les variations journalières de pression et de débit sur l'ensemble du réseau

Elles se présentent sous la forme de courbes possédant une valeur différente à chaque pas de temps choisi (15 min en générale). Le produit des valeurs saisies ou coefficients avec la valeur moyenne de consommation au nœud considéré nous renseigne sur la consommation indiquée à cette heure pour ce nœud.

La figure suivante montre un exemple de courbe de modulation (Auxerre Rive Gauche) introduit dans Epanet.

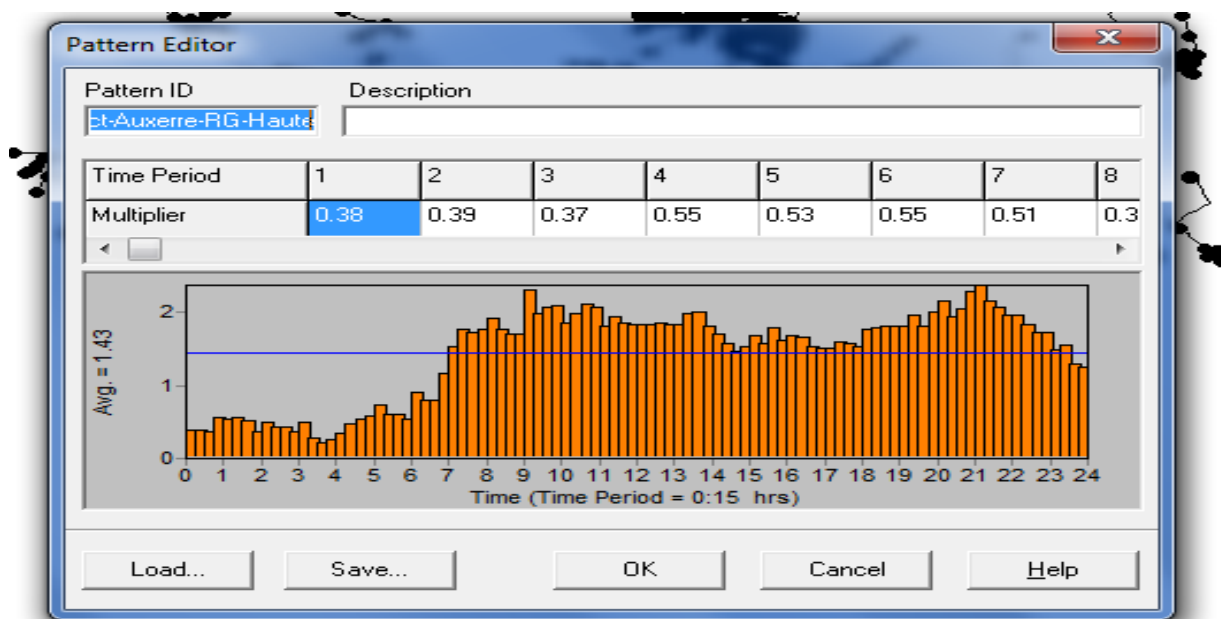


Figure 14 : Exemple de Courbe de modulation – Auxerre Rive Gauche

4.4. Calage du modèle

Le calage a pour objectif de rapprocher le comportement du modèle de celui du système réel. Il s'agit de rendre le modèle représentatif, pour cela les données de mesure des débits des différents débitmètres de sectorisation, les mesures de marnage des réservoirs ainsi que les mesures de pressions sur les poteaux d'incendie ont été utilisées dans cette phase.

a. Journée de calage

Afin de bien choisir la journée de calage, il est nécessaire de tenir compte des hypothèses suivantes :

- ✓ Eviter les journées des incidents significatifs (Grosse fuite, travaux...);
- ✓ Eviter les jours fériés et les week-ends;
- ✓ Choisir une journée durant laquelle un maximum de données est disponible

Pour la présente étude et après avoir pris en compte les conditions ci-dessus, la journée retenue pour le calage est celle du **26.06.2019**. Nous avons procédé également au calage de tous les secteurs de la communauté de l'Auxerrois.

Tableau 18 : différents volumes de production

Production moyenne journalière (m ³ /j)	Production journée de calage (26.06.2019) (m ³ /j)	Production jour de pointe (m ³ /j)	Coefficient jour de pointe
15600	18 200	21 645	1.2

b. Calage des débits

La phase calage des débits consiste à comparer les débits mis en distribution à l'entrée du secteur ou à la sortie du réservoir issus de la télégestion avec les débits simulés sous le modèle. Ledit calage dépend principalement des profils de consommations affectés à chaque secteur.

Un lissage de profil de consommation ou un ajustement par des coefficients de majoration ou minoration est nécessaire pour être plus proche de la réalité sans forcer le modèle.

La figure suivante illustre le calage du débit d'entrée du secteur Auxerre-Rive Droite

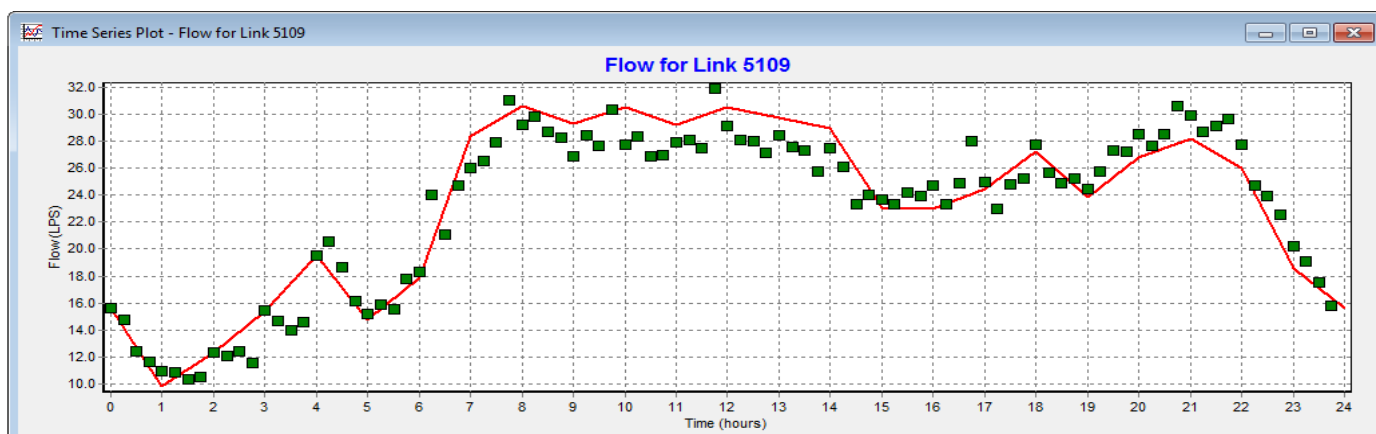


Figure 15 : Courbe de calage du débit d'entrée secteur Auxerre Rive Droite

c. Calage du marnage des réservoirs

Ce calage consiste à reproduire les variations au cours d'une journée du niveau d'eau dans le réservoir.

Les réservoirs sont considérés comme étant calés lorsque les pics de marnage obtenus avec le modèle se rapprochent le mieux possible des données mesurées.

La figure suivante illustre le calage du marnage du réservoir Haut Saint-Georges

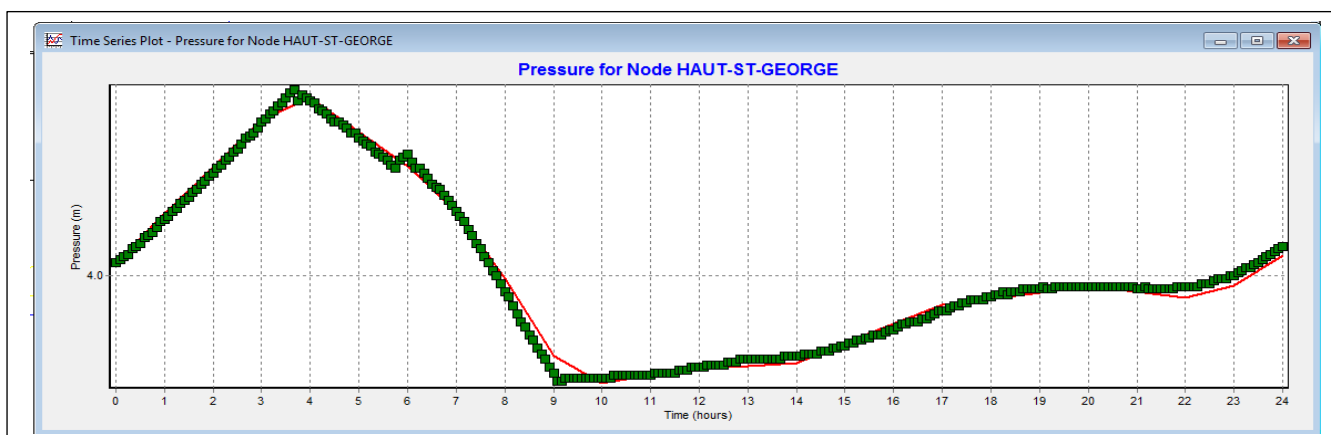


Figure 16 : Courbe de calage du marnage – Réservoir Haut Saint Georges

d. Calage des pressions

Le calage des pressions consiste à comparer les pression statique et dynamique mesurées sur terrain de certains poteaux d'incendie avec les pressions calculé par le modèle.

- ✓ Un poteau d'incendie est calé en statique (Pression à débit nul) lorsque la différence de pression entre la mesure et le modèle est inférieure à 5 mCE.
- ✓ Un poteau d'incendie est calé en dynamique (Pression = 1 bar) lorsque la différence de débit entre la mesure et le modèle inférieur à 10%.

Dans notre étude, les valeurs des pressions statiques obtenues avec le modèle sont très proches des mesures du terrain. La différence entre le modèle et la campagne de mesures n'excèdent pas 0,5 bar sauf pour certains poteaux.

Le calage des pressions statiques a été réalisé principalement sur les poteaux incendie de la commune d'Auxerre vu le manque de données sur les autres communes.

Le tableau suivant montre les résultats de calage de quelques poteaux sur le réseau de la CA.

Tableau 19 : Exemple de résultat de calage des pressions statique des PI

Commune	Numéro de Poteau	Pression statique calculée	Pression statique mesurée	Différence	Remarque
Auxerre	HYD890241008	50.30	48	2.30	Calé
	HYD890241110	52.38	46	6.38	Non calé
	HYD890241111	78.24	78	0.24	Calé
	HYD890241112	82.52	80	2.52	Calé
	HYD890241155	58.26	53	5.26	Non calé
	HYD890241156	38.88	38	0.88	Calé
	HYD890241157	38.29	39	-0.71	Calé
	HYD890241167	43.71	40	3.71	Calé
	HYD890241168	49.11	45	4.11	Calé
	HYD890241169	31.47	31	0.47	Calé
	HYD890241170	45.37	46	-0.63	Calé
	HYD890241171	38.89	38	0.89	Calé
	HYD890241195	71.02	66	5.02	Calé
	HYD890241196	82.91	80	2.91	Calé
Branches	HYD89024993	35.91	34	1.91	Calé
	HYD89053867	38.50	42	3.50	Calé
Appoigny	HYD89053873	30.00	34	4.00	Calé
	HYD89013918	69.00	68	1.00	Calé
Venoy	HYD89013934	58.00	55	3.00	Calé
	HYD89438679	44.00	45	-1.00	Calé
Saint-Georges	HYD89438680	45.50	45	0.50	Calé
	HYD893463127	34.50	36	-1.50	Calé
Charbuy	HYD89346703	52.20	53	-0.80	Calé
	HYD890832142	36.87	34	2.87	Calé
Monéteau	HYD890832149	44.32	42.50	1.82	Calé
	HYD89263775	74.39	69.50	4.89	Calé
	HYD892636195	63.93	65.00	-1.07	Calé

La figure suivante montre la répartition des poteaux d'incendie de la commune d'Auxerre pris en considération pour le calage des pressions statique

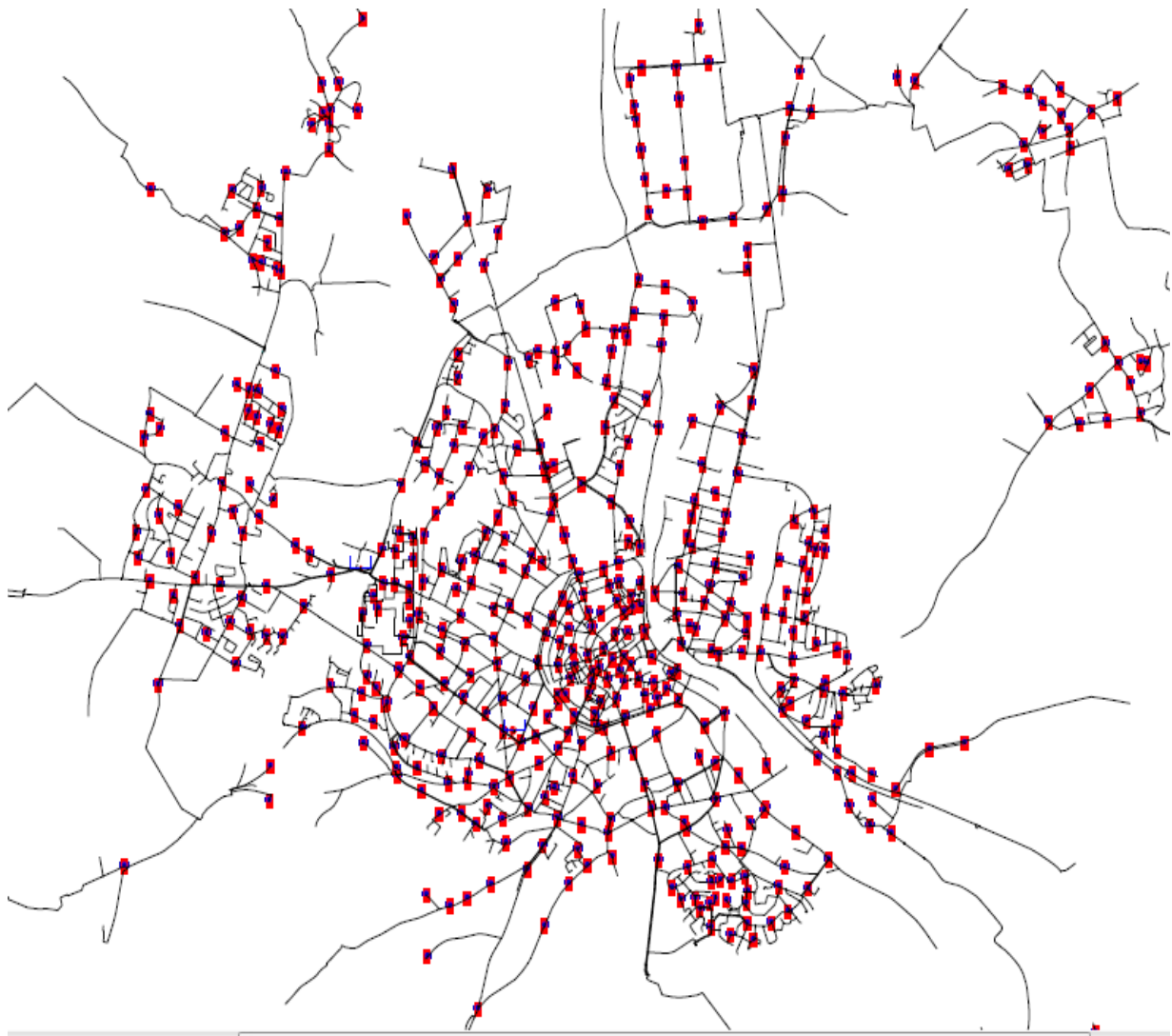


Figure 17 : Répartition des poteaux incendie- Commune d'Auxerre

Les résultats de calage relatifs aux débit, marnage et pression statique sont disponibles en **Annexe N°6** et **Annexe N°7**.

Analyse critique du calage

Lors de la phase calage, plusieurs problèmes liés principalement aux données d'entrée ont été rencontrés

- ✓ Manque des débitmètres d'entrée et de sortie au niveau des réservoirs, ce qui a rendu l'élaboration des profils de consommation très difficile (Estimation des débits avec le marnage des réservoirs) ;
- ✓ Notre réseau de distribution possède plusieurs vannes (Stabilisateur, réducteur de pression,) dont les consigne de pression sont indisponible dans la plupart des cas ;
- ✓ La difficulté à représenter sous le modèle l'effet de robinet par surverse (représenté par un stabilisateur amont sous **Epanet**) ;
- ✓ Dysfonctionnement de quelques appareils de mesure (Un blocage ou une erreur de télétransmission).

Les secteurs dans lesquels les imprécisions de calcul sont significatives :

- ✓ **Monéteau** : plusieurs sources d'alimentation avec l'absence de débitmètre au niveau du réservoir de distribution ;
- ✓ **Le secteur des commune Venoy, Bleigny, Villeneuve et Montigny** : plusieurs ouvrages de stockage et disponibilité d'un seul débitmètre ;
- ✓ **Le secteur Charbuy et Lindry** : les compteurs des ventes et des achats en gros ne sont pas télégrés ;
- ✓ **Les réservoirs Météo, Saint-Simeon et Jonches** : ne sont pas équipés par de débitmètres d'entrée.

Tableau 20 : Comparaisons des débits moyens distribués à chaque secteur

Secteur	Comparaison des débits moyens distribués (m ³ /h)		
	Données de télégestion	Modèle	Ecart
Branches	4.18	4.07	0.11
Appoigny	53.67	52.23	1.44
Gurgy	25.75	25.62	0.13
Perrigny	13.83	13.76	0.07
Monéteau	54.55	56.61	-2.06
Sougère-Pien	4.10	3.81	0.29
Saint-Georges/ Villefargeau	131.22	126.50	4.72
Chevannes	19.33	17.44	1.89
Lindry	13.11	14.13	-1.02
Charbuy	34.58	38.36	-3.78
Vaux	6.85	6.34	0.51
Champs sur Yonne	18.17	19.18	-1.01
Augy	8.65	8.46	0.19
Quenne	5.00	5.10	-0.10
Auxerre Rive-Gauche	374.30	374.41	-0.11
Auxerre Rive-Droite	83.50	83.63	-0.13
Bleigny	31.91	34.77	-2.86
Venoy	64	62.36	1.64
Vallan	10.29	11.2	-0.91

D'après le tableau ci-dessus nous remarquons que les débits moyens calculés par le modèle sont très proche de la réalité. Le modèle donc est bien calé en termes de volumes mis en distribution sur les secteurs de la communauté de l'Auxerrois.

5. Diagnostic du réseau

Après calage du modèle, des simulations ont été réalisées, dans le but de tester le fonctionnement du réseau, suivant différentes hypothèses :

- ✓ Consommation de la journée de calage ;
- ✓ Consommation du jour de pointe (La journée où le réseau est sollicité au maximum)

Les simulations ont été effectuées sur une durée de 24 heures pour certains et une durée de 120 heures pour d'autres afin d'apercevoir la pertinence des résultats.

Le modèle permet d'étudier les points suivants :

- ✓ Les pressions ;
- ✓ Les vitesses et les débits ;
- ✓ Le temps de séjour ;
- ✓ La défense incendie.

5.1. Diagnostic des pressions

Cette étude permet de tester la capacité du réseau à assurer une pression idéalement comprise entre 2 bars et 6 bars. Une pression comprise entre 6 et 8 bars est acceptable pour certain cas. Au-delà, il faut penser à un aménagement pour réduire la pression. Au-dessous de 1 bar, il faut prévoir un surpresseur sur le réseau. [3]

Après simulation des pressions maximale et minimale, nous pouvons dire que le réseau dans sa globalité est conforme aux normes de pression étant donné qu'il est équipé par plusieurs stabilisateurs et supprimeurs, sauf pour les communes de **Gurgy**, **Perrigny** et une partie d'**Appoigny** qui connaissent une forte pression (Supérieur à 8 bar).

Les fortes pressions observées au niveau des communes de Perrigny et Gurgy sont causées par l'absence d'un réservoir de stockage qui permettra de réduire la pression distribuée. (Réservoir Perrigny actuellement hors service).

Les faibles pressions sont quasiment inexistantes étant donné que le réseau est équipé par plusieurs supprimeurs.

En ce qui concerne la commune d'Auxerre, les valeurs de pression sont optimales et ne dépassent pas les 6 bars malgré qu'il existe une dénivellation importante du terrain, cela est dû à l'effet de la modulation de pression mise en place.

Les figures suivantes montrent la répartition des pressions maximales sur le réseau de la CA et un exemple de la variation de pression sur la commune d'Auxerre

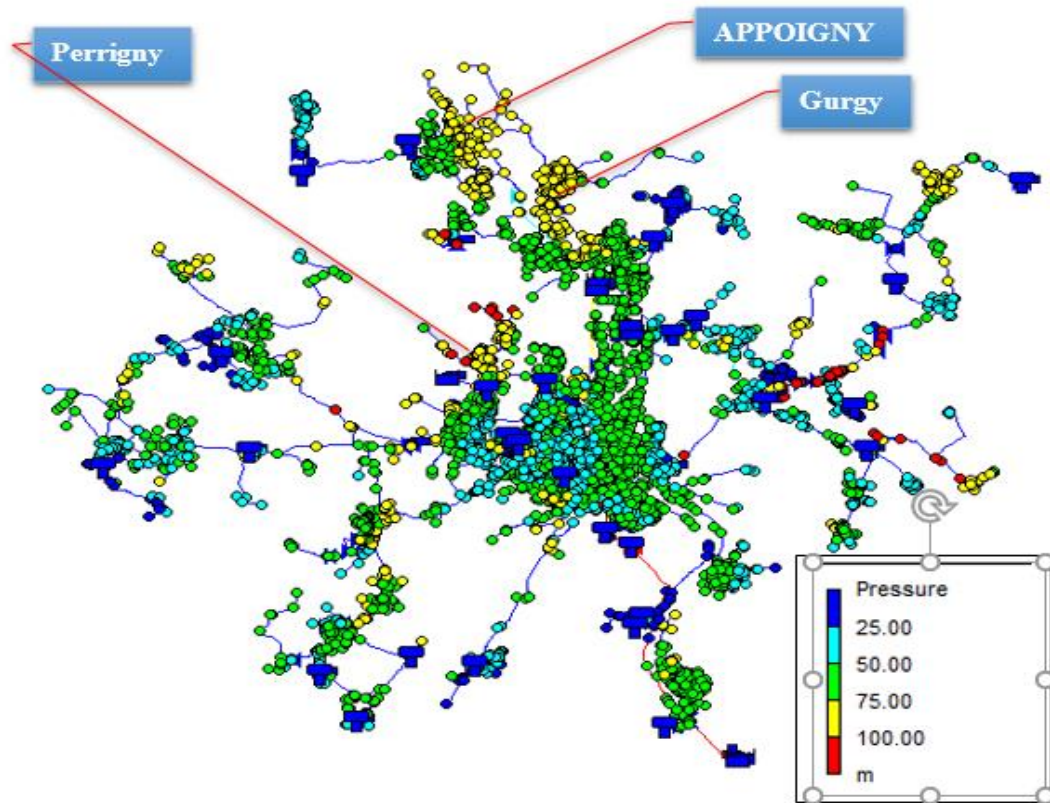


Figure 18 : Répartition des pression maximales sur le réseau de la CA

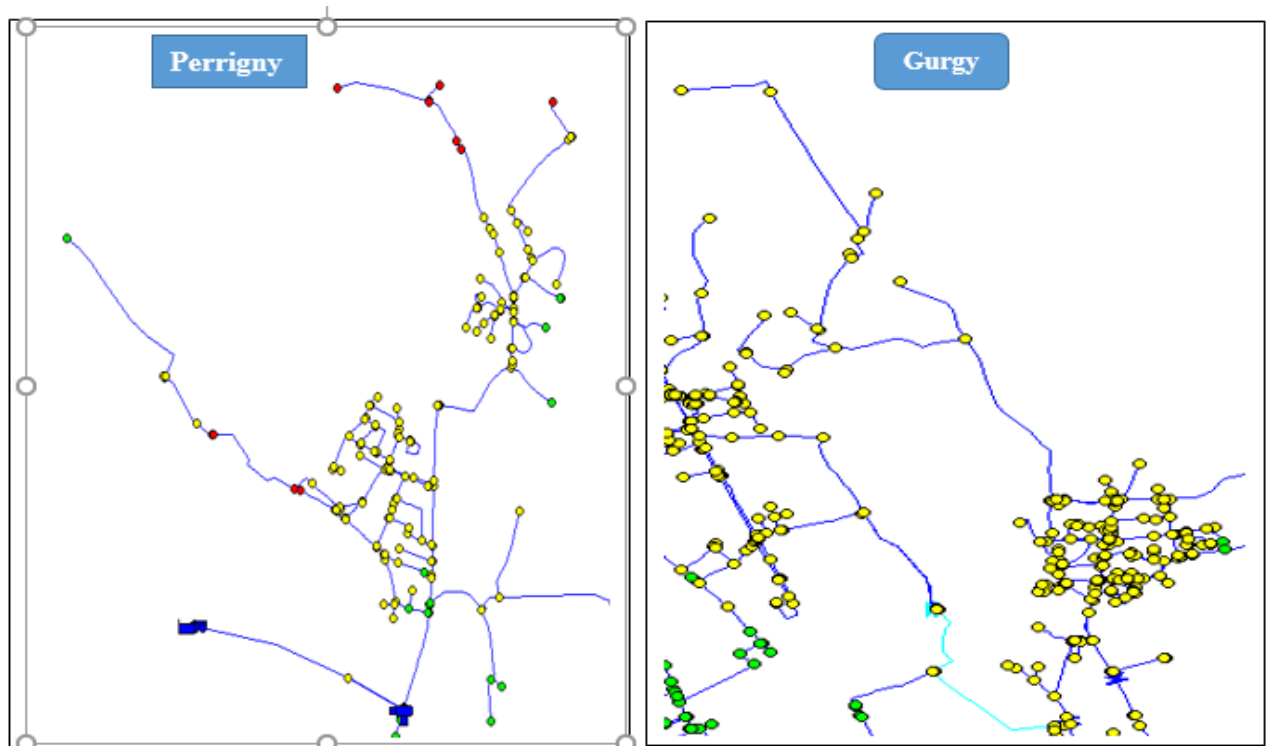


Figure 19 : Répartition des pression maximales sur les communes Gurgy et Perrigny

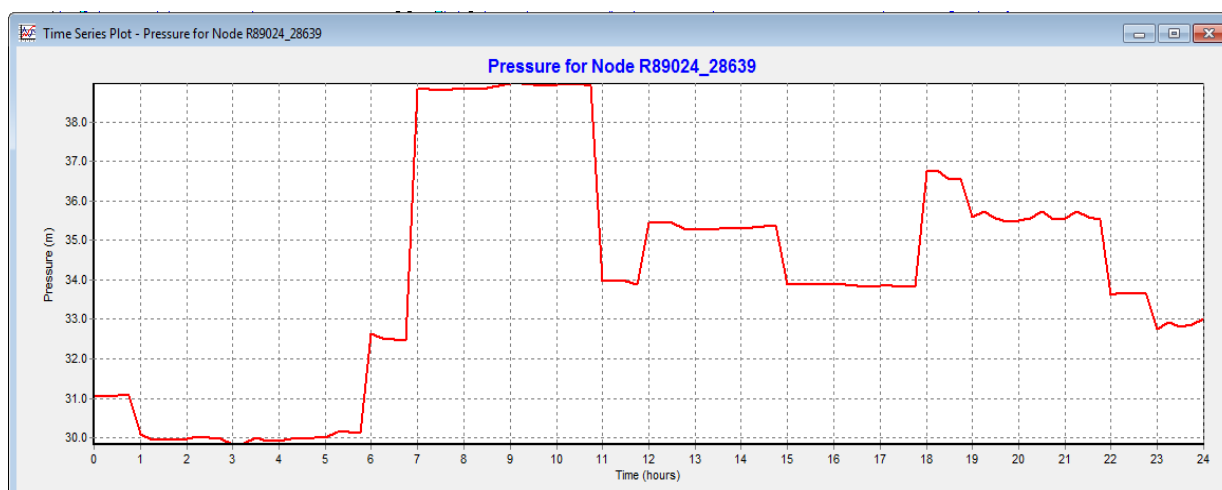


Figure 20 : Variation de la pression journalière au niveau d'Auxerre Rive Gauche-Bas service (Modulation de la pression-Vanne de Chantemerle)

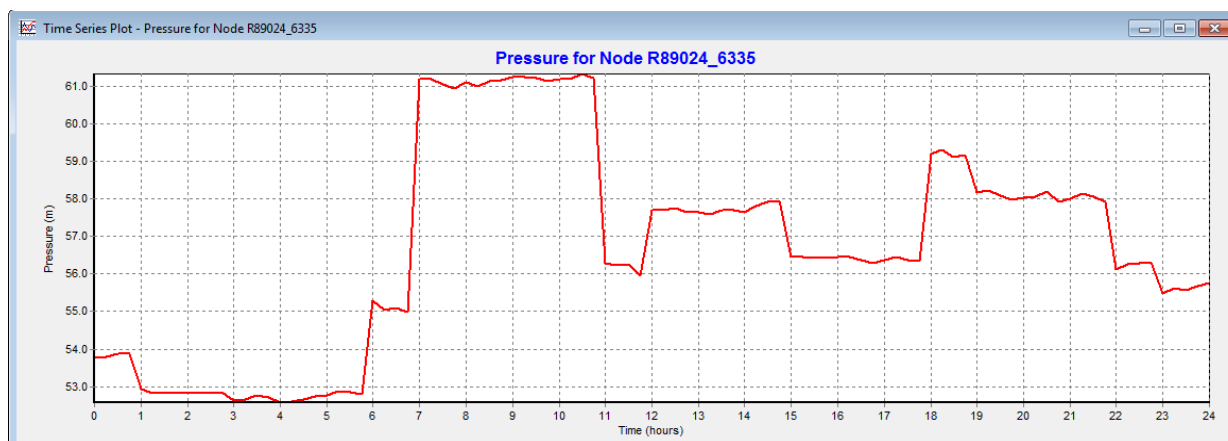


Figure 21 : Variation de la pression journalière au niveau d'Auxerre Rive Droite (Modulation de la pression Vanne de Chantemerle)

5.2. Diagnostic des vitesses d'écoulement

Des vitesses comprises entre 0.05 m/s et 1 m/s sont considérées comme étant satisfaisantes pour un réseau de distribution d'eau potable. [3], [7]

En effet, des vitesses d'écoulement très faibles favorisent l'accumulation de dépôts et augmentent le temps de séjour de l'eau, facteur important de sa qualité.

A l'inverse, des vitesses d'écoulement trop élevées génèrent des pertes de charges excessives, induisant

- ✓ Une diminution de la pression ;
- ✓ Une durée de vie des canalisations plus courte.

La figure suivante montre la répartition des vitesses maximales d'écoulement de l'eau dans le réseau de la CA

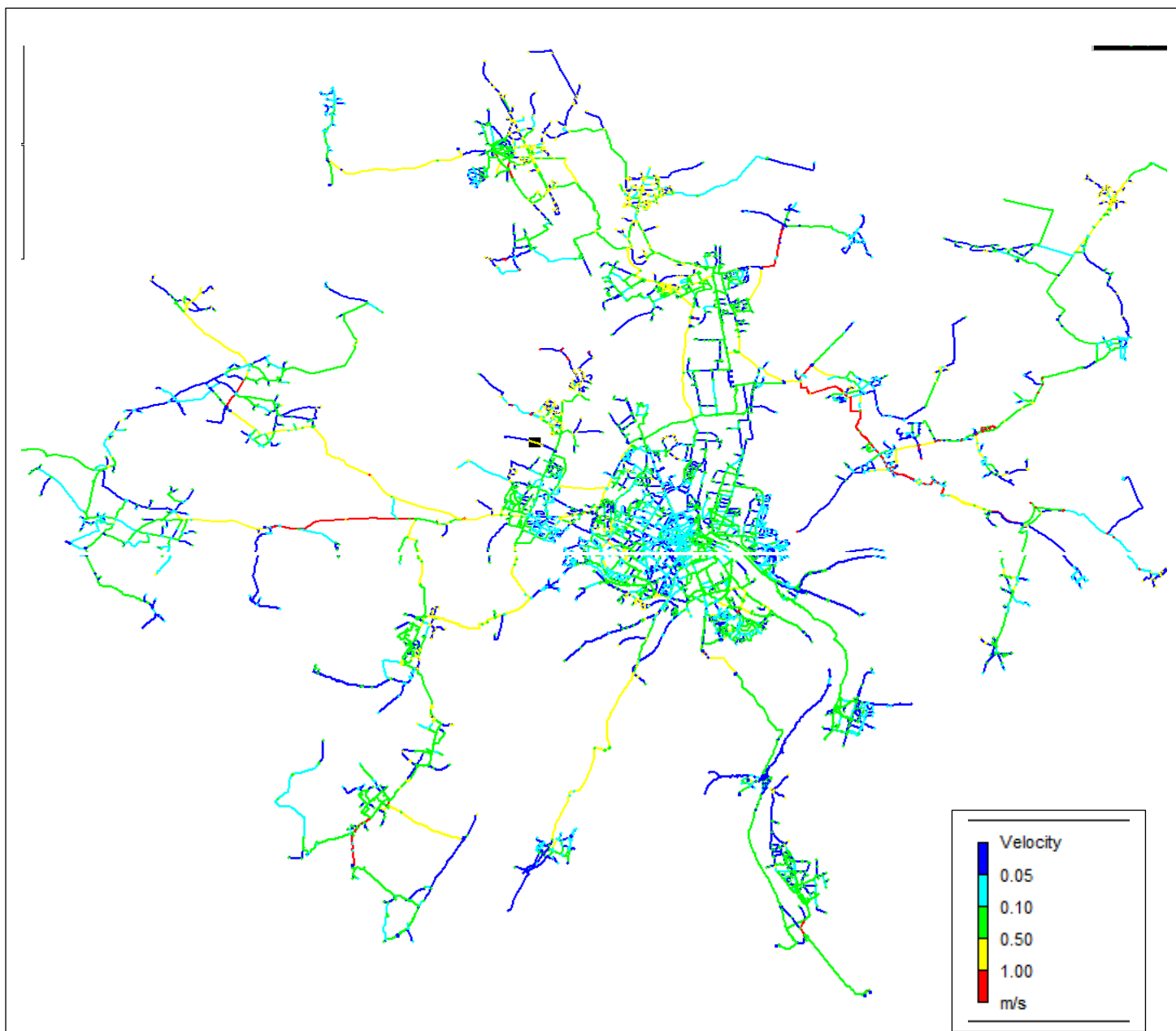


Figure 22 : Carte des vitesses maximales

32% des canalisations possèdent une vitesse inférieure à la valeur limite 0.05 m/s, celles-ci se situent généralement au bout du réseau. Pour certains cas les faibles vitesses sont causées par le surdimensionnement du réseau pour répondre à la défense incendie.

La vitesse dans 67% de canalisations répond parfaitement à la norme. ($0.05\text{m/s} < \text{Vitesse} < 1\text{m/s}$)

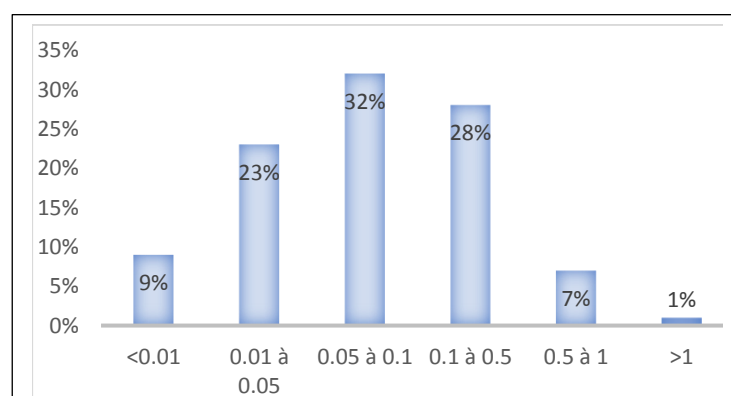


Figure 23 : Répartition des vitesses maximales

5.3. Diagnostic du temps de séjour

Dans les réseaux d'eau potable, le temps de séjour maximal recommandé est de 3 jours (soit 72h). En effet, un temps de séjour trop long peut favoriser le développement de bactéries et ainsi dégrader la qualité de l'eau. [7]

La figure suivante illustre le résultat de la modélisation relatif au calcul de temps de séjour de l'eau dans les canalisations du réseau de la CA

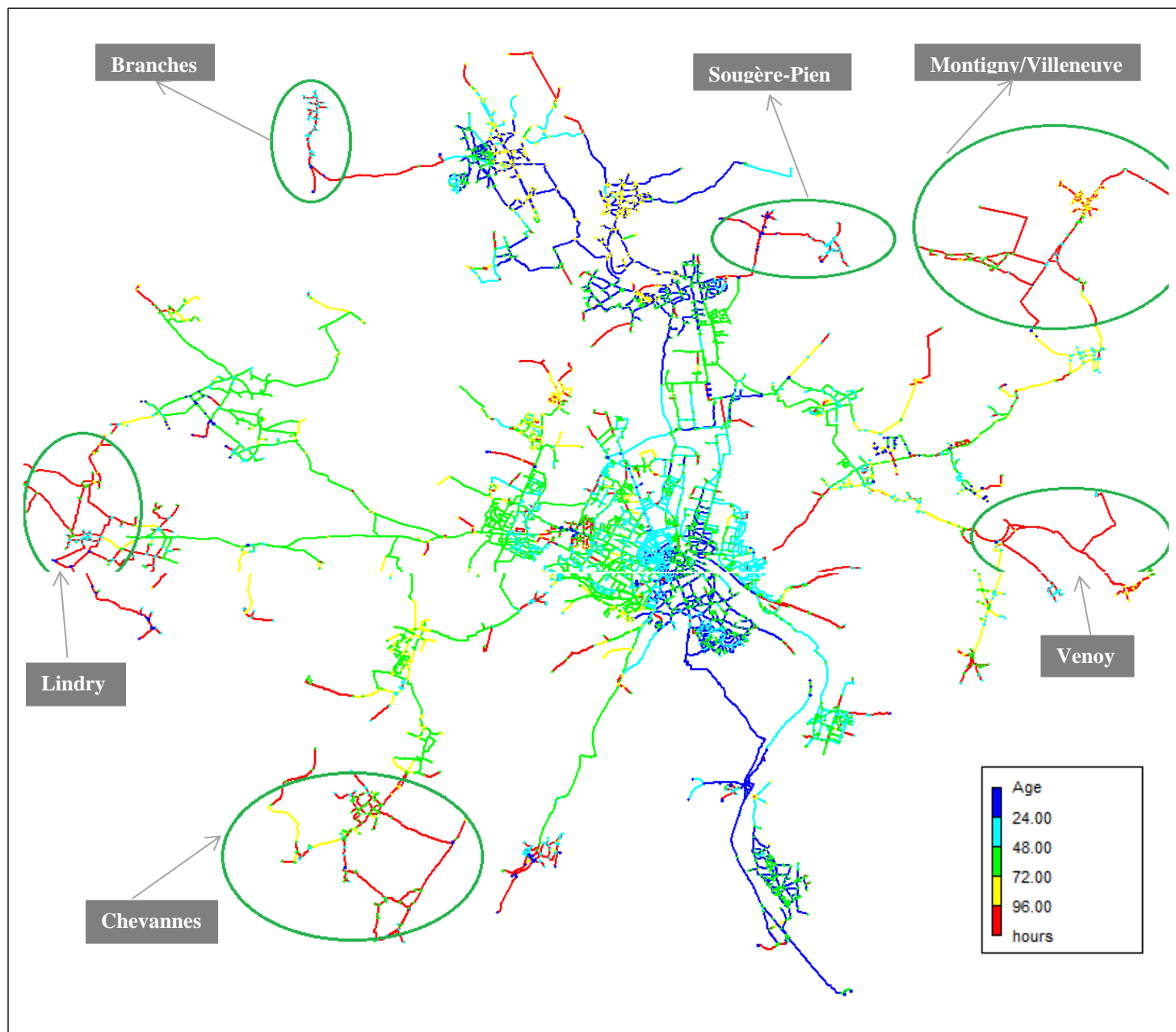


Figure 24 : Carte de temps de séjour de l'eau dans le réseau de la CA

Un important temps de séjour qui dépasse les 4 jours est observé sur le réseau de la communauté de l'Auxerrois au niveau des secteurs : **Branches, Venoy, Montigny, Chevannes, Lindry et Sougère-Pien.**

Le temps de séjour élevé dans ces secteurs est expliqué par le surdimensionnement des canalisations de distribution (Supérieure à DN100) afin de répondre à la défense incendie sachant que les consommations sont faibles.

En ce qui concerne le temps de séjour élevé dans les extrémités du réseau, le renouvellement de l'eau est moins important car les consommations sont faibles également (quelques abonnés seulement).

5.4. Autonomie des réservoirs

Le réseau de la communauté de l'Auxerrois dispose de plus de 35 200 m³ de capacité de stockage via des réservoirs, des bâches et château d'eau dont les plus grands ouvrages se situent à la commune d'Auxerre.

Afin de connaître l'autonomie de ces réservoirs en cas de dysfonctionnement, des simulations en journée de pointe ont été réalisées, faisant une hypothèse que l'arrêt de l'alimentation est effectué à 6h du matin.

Ci-dessous les résultats des simulations pour quelques ouvrage de stockage :

✓ Réservoir Haut-St-Georges

Suite à un arrêt de pompage à 6h du matin, le réservoir se vide entièrement à 20h30, cela dit, le réservoir possède une autonomie de 14h et 30 min.

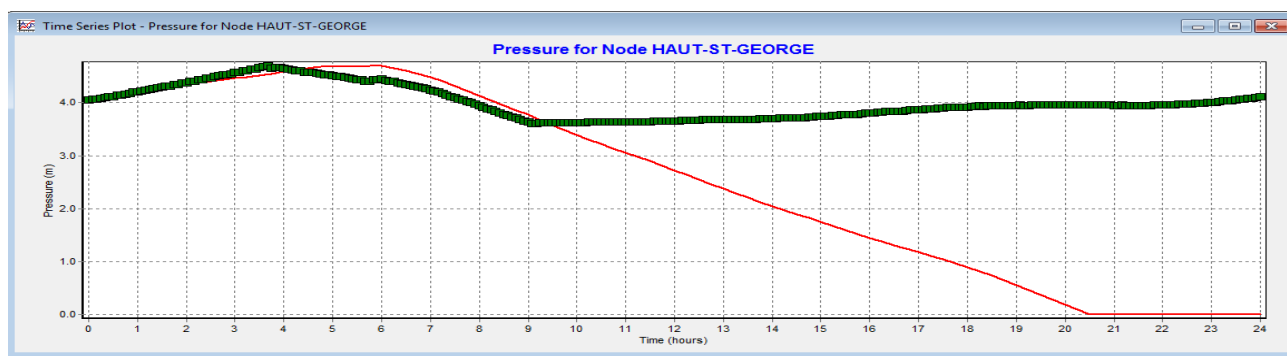


Figure 25 : Courbe du niveau de réservoir Haut-St-Georges après l'arrêt de pompage

✓ Réservoir Chantemerle

Le réservoir de Chantemerle est très sollicité, étant donné qu'il alimente une grande partie de la rive gauche d'Auxerre et actuellement la rive droite, c'est pour cela son autonomie en situation critique est très faible (**5h d'autonomie**).

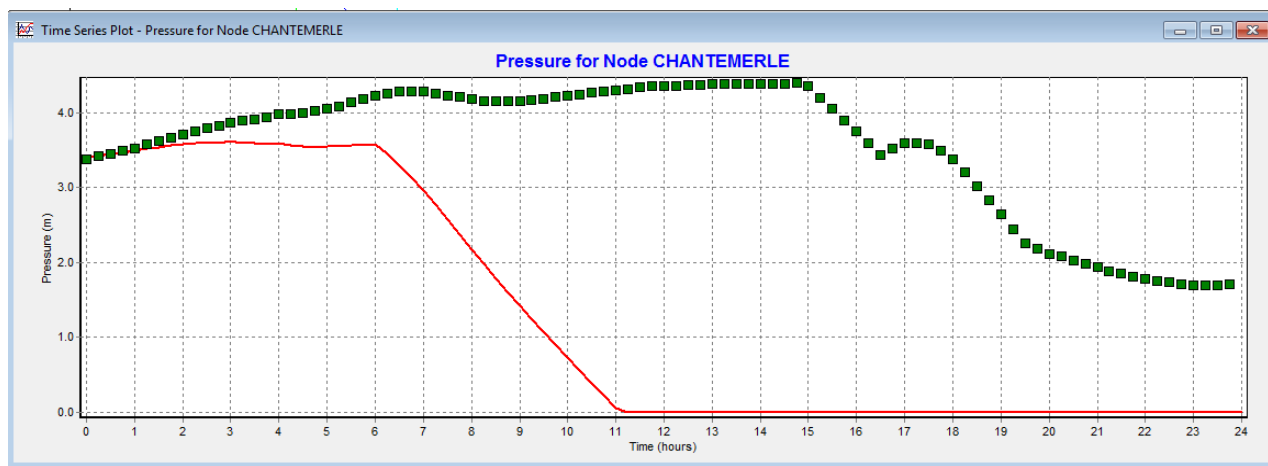


Figure 26 : Courbe du niveau de réservoir Chantemerle après l'arrêt de pompage

✓ **Réservoir Saint-Simon et Jonches**

Les 2 réservoirs sont alimentés actuellement via le refoulement des Boisseaux, de ce fait dans le cas d'un incident (Arrêt de pompage), L'autonomie du réservoir **St-Siméon** est de **10h**.

Quant au réservoir **Jonches**, étant donné que sa capacité de stockage est 6000 m³, donc son autonomie dépasse les 18h.

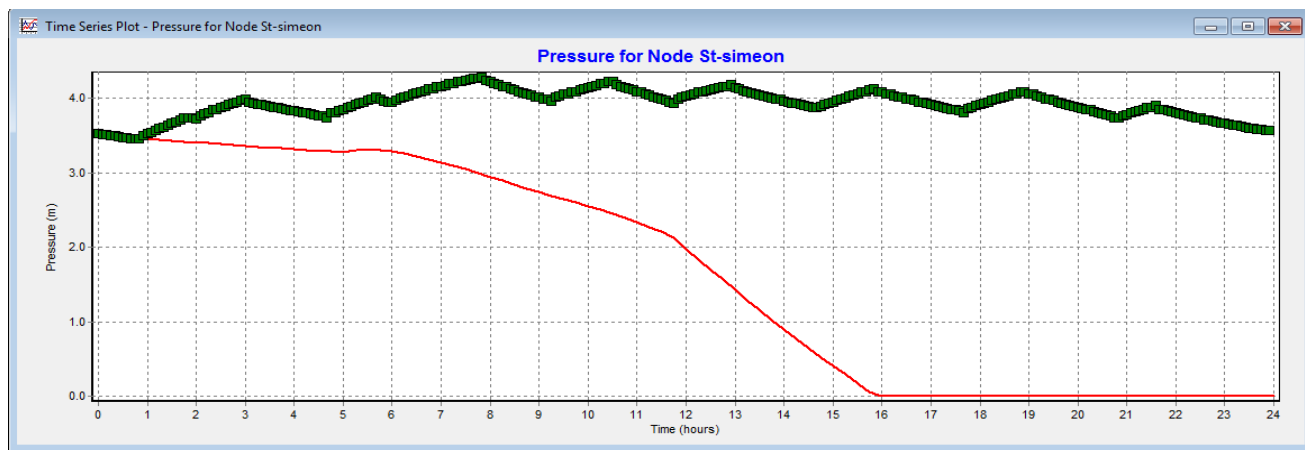


Figure 27 : Courbe du niveau de réservoir Saint-Simeon après l'arrêt de pompage

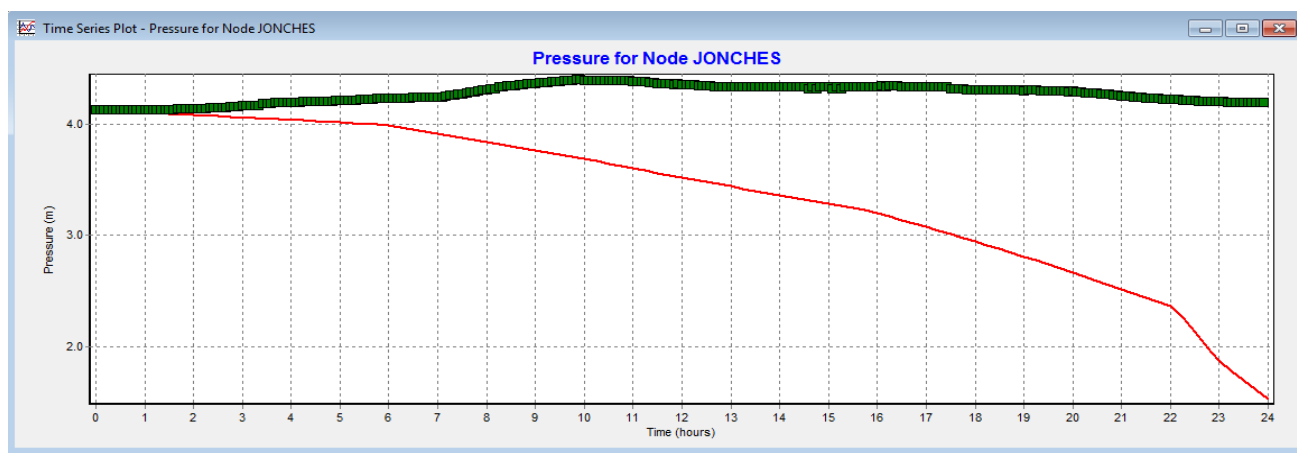


Figure 28 : Courbe du niveau de réservoir Jonches après l'arrêt de pompage

✓ **Réservoir Météo**

Le réservoir Météo possède une capacité de stockage importante (4500 m³), de ce fait même en situation de crise son autonomie reste suffisante (**Plus de 18h**).

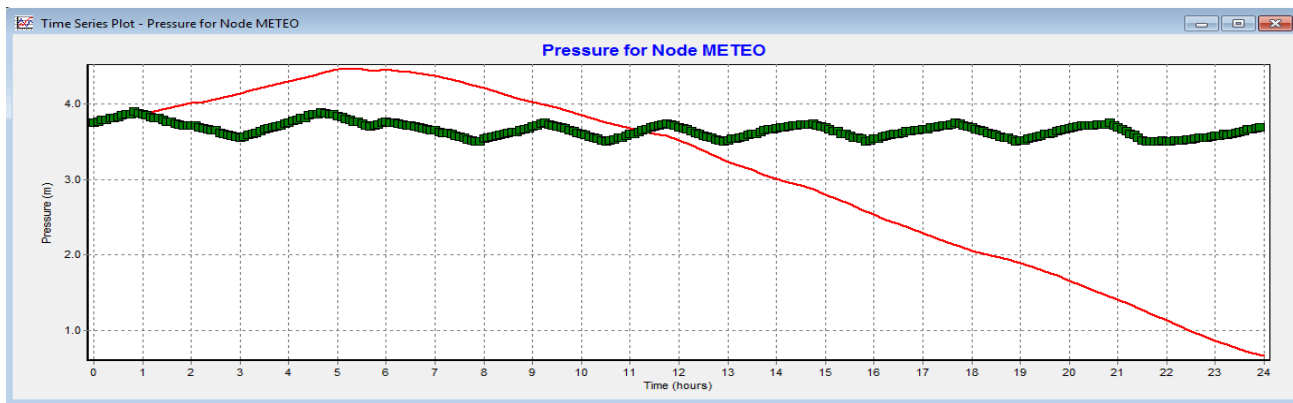


Figure 29 : Courbe du niveau de réservoir Météo après l'arrêt de pompage

En ce qui concerne les autres communes de la communauté de l'Auxerrois, les capacités de stockage sont suffisantes et les réservoirs assurent une autonomie acceptable même en situation de crise sauf pour le cas de Perrigny (Réservoir hors service) et Gurgy (Absence d'un ouvrage de stockage).

Le tableau suivant montre l'autonomie de quelques réservoirs de la CA en situation de crise (journée de pointe + arrêt de l'alimentation) :

Tableau 21 : Autonomie de quelques réservoirs de la CA

Réservoir	Capacité (m ³)	Autonomie
Haute-St-Georges	3000	14h 30min
Chantemerle	3000	5h
Saint-Simeon	4500	10h
Jonches	6000	18h
Météo	4500	18h
Appoigny	1000	5 Jours
Egriselles	1000	9h
Bleigny	800	16h
Charbuy	700	11h
Chevannes	500	22h

Conclusion sur le diagnostic

Suite au diagnostic du réseau d'eau potable de la communauté d'agglomération de l'Auxerrois et malgré un fonctionnement hydraulique plus au moins complexe, nous pouvons dire que les conditions de distribution d'eau potable de bonne qualité avec pression de service satisfaisante et en toute sécurité sont réunies mis à part quelques cas particulier que nous citons :

- ✓ Problème de forte pression au niveau des communes de Perrigny, Gurgy et une partie d'Appoigny ;
- ✓ Temps de séjour trop élevé au niveau des secteurs Branches, Sougère-Pien, Bleigny, Lindry, Venoy, Chevannes, Montigny/Villeneuve
- ✓ Autonomie très faible du réservoir Chantemerle dans la situation la plus défavorable sachant que celui-ci est très sollicité pour alimenter la commune d'Auxerre.

Les différentes simulations montrent que la modulation de pression au niveau d'Auxerre est opérationnelle et elle assure des pressions de service optimales (entre 2 bars et 6 bars), cependant, une pression de nuit plus au moins élevée (5 bars) a été observée à la rive droite d'Auxerre , celle-ci est due à la fermeture de la vanne de modulation de Mermoz étant donné que la rive droite est alimentée actuellement par la rive gauche (Réservoir de Chantemerle) dont la dénivellation entre les 2 représente plus de 65m.

Dans le chapitre suivant, des aménagements seront proposés afin de répondre aux problèmes évoqués ci-dessus.

Dans le but d'assurer un meilleur contrôle des volumes mis en distribution et améliorer le rendement, une amélioration de plan de la sectorisation actuelle sera proposée.

6. Proposition des aménagements

6.1. Forte pression

Afin de réduire les fortes pressions trouvées au niveau des secteurs Perrigny, Gurgy et Appoigny, l'installation des stabilisateurs aval à l'entrée de chaque secteur est proposé avec différentes consignes

a. Secteur Perrigny

Les figures suivantes illustrent les résultats de simulations sur le secteur de Perrigny après l'installation d'un stabilisateur Aval avec une consigne de pression de 2 bar.

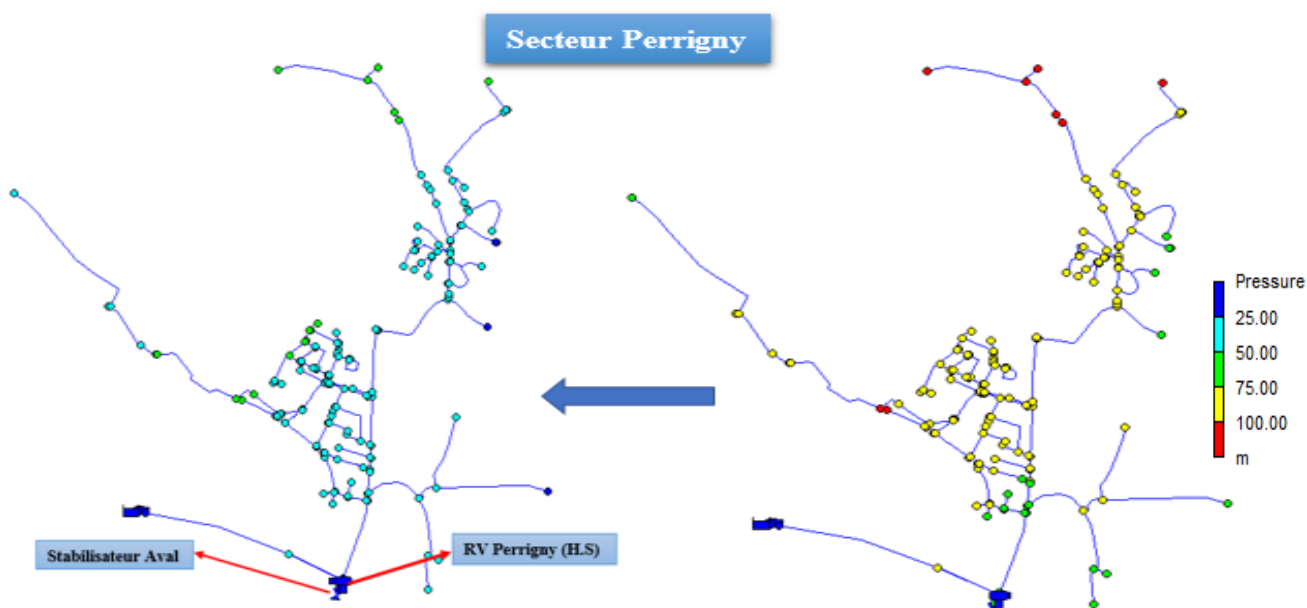


Figure 30 : Répartition des pressions maximales avant / après l'installation d'un stabilisateur aval sur le secteur Perrigny

Une nette amélioration de variation de pression pendant une journée est observée également sur le secteur de Perrigny (Pression inférieure à 6 bar) comme elle montre la figure ci-dessous :

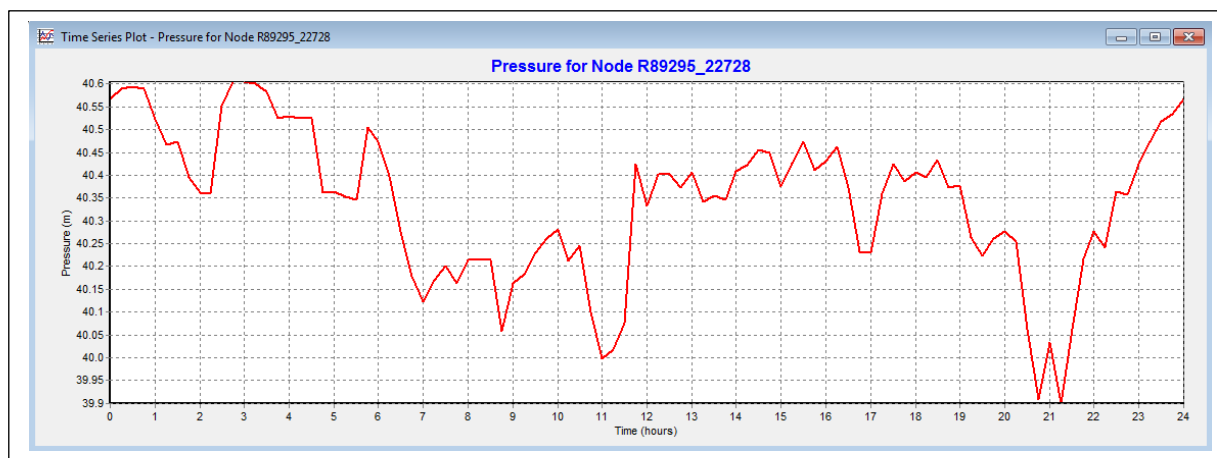


Figure 31 : Variation de la pression journalière sur un nœud de consommation dont la demande de base est $0.4 \text{ m}^3/\text{h}$

b. Secteur Gurgy

Les figures suivantes illustrent les résultats de simulations sur le secteur de Gurgy après l'installation d'un stabilisateur aval à l'entrée de ledit secteur avec une consigne de pression de 4 bars.

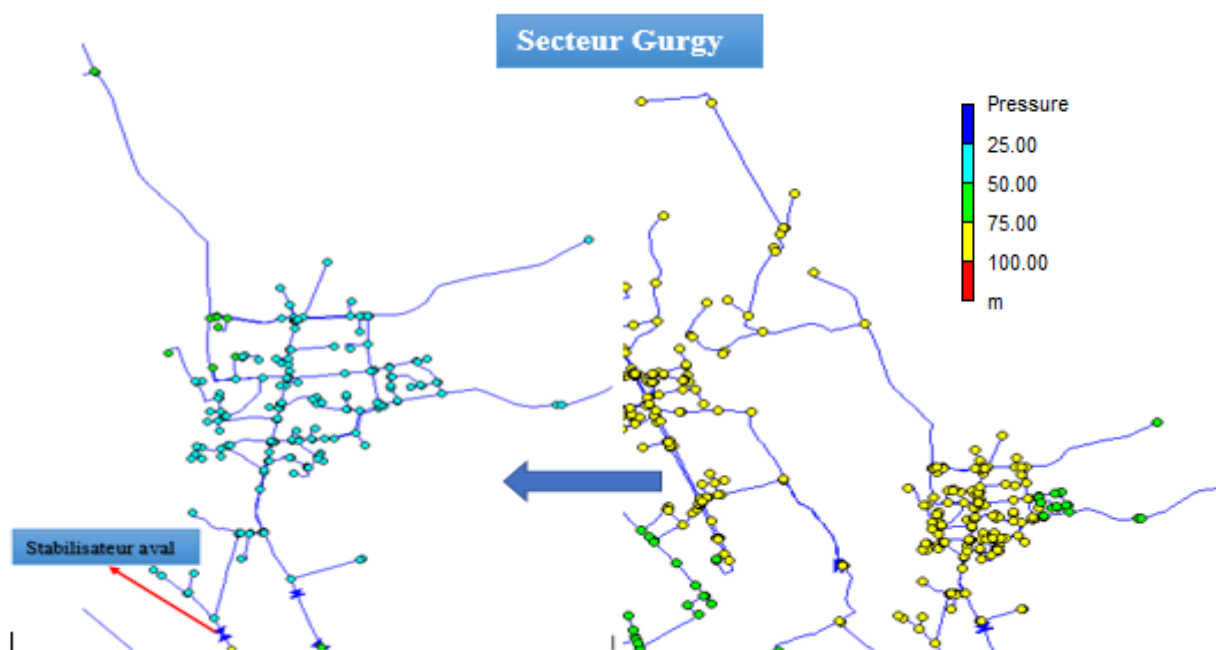


Figure 32 : Répartition des pressions maximales avant / après l'installation d'un stabilisateur aval sur le secteur Gurgy

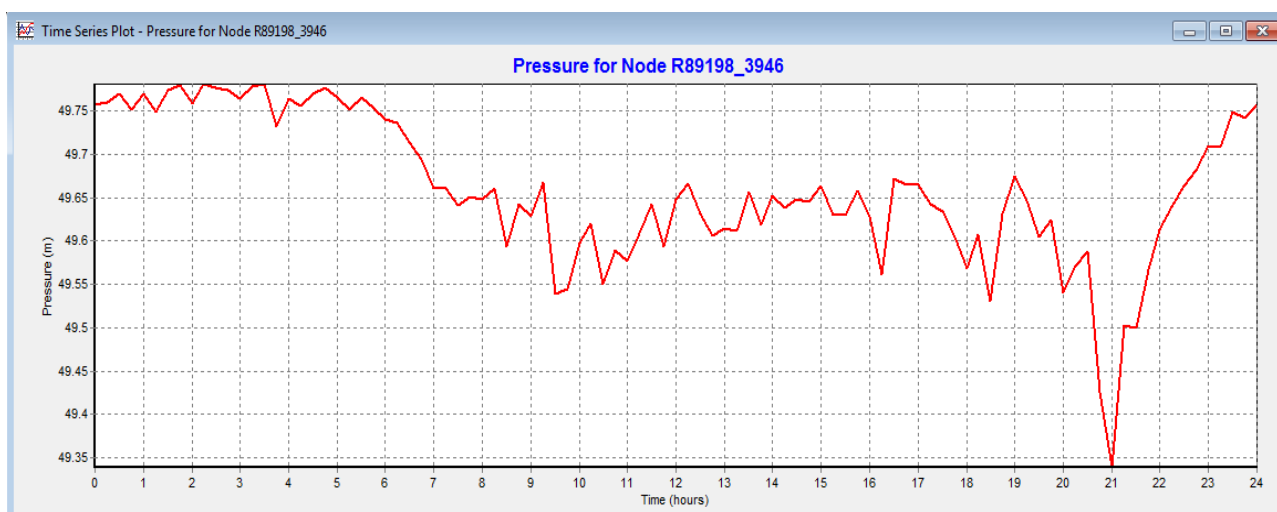


Figure 33 : Variation de la pression journalière sur un nœud de consommation dont la demande de base est $0.3 \text{ m}^3/\text{h}$

Suite à l'installation d'un stabilisateur aval, les pressions maximales sur le secteur de Gurgy, ne dépassent pas les 5 bar.

c. Secteur Appoigny

La figure suivante illustre les résultats de simulation sur le secteur d'Appoigny après l'installation d'un stabilisateur aval à l'entrée dudit secteur avec une consigne de pression de 4.5 bars.

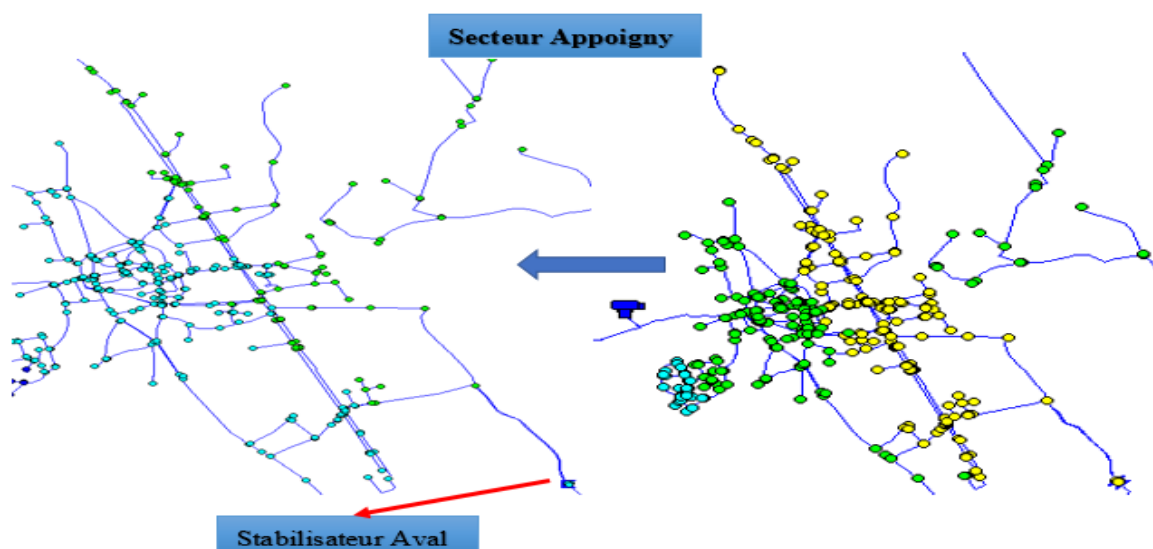


Figure 34 : Répartition des pressions maximales avant / après l'installation d'un stabilisateur aval sur le secteur Appoigny

Après l'installation du stabilisateur aval à l'entrée du secteur d'Appoigny, la variation de la pression journalière ne dépasse pas les 6 bars comme le montre la figure suivante :

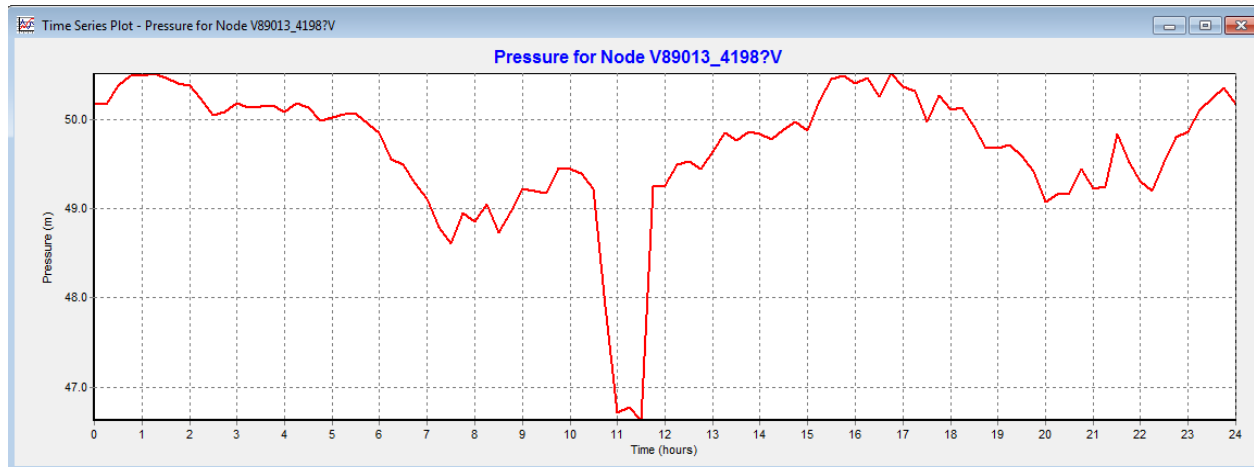


Figure 35 : Variation de la pression journalière sur un nœud de consommation dont la demande de base est $1.3 \text{ m}^3/\text{h}$ (Gros consommateur)

6.2. Problématique temps de séjour

Le temps de séjours élevé trouvé au niveau des secteurs Branches, Sougère-Pein, Montigny, Venoy, Lindry et Chevannes est expliqué par le surdimensionnement des conduites afin de répondre à la réglementation de la défense incendie (**débit 60m³/h à 1 bar**) de ce fait il est impossible de redimensionner le réseau et proposer des diamètres inférieurs à l'existant.

Cependant d'autres alternatives peuvent être proposées comme l'installation des purges afin d'augmenter la vitesse dans le réseau et réduire le temps de séjour.

✓ Exemple secteur Branches

Le diamètre de la conduite principale qui alimente le secteur Branches est DN125. Suite à des mesures effectuées sur les poteaux d'incendie, il s'est avéré que la défense incendie est hors norme malgré le surdimensionnement du réseau.

Les résultats de mesures ont été confirmés après par le calcul sur Epanet.

Tableau 22 : Mesure de débit sur les PI de secteur Branches

Numéro de poteau	Pression fixe (bar)	Débit mesuré (m ³ /h)
HYD89053867	1	36
HYD89053873	1	21

La figure suivante montre les résultats de calcul trouvés via Epanet sur le PI N° **HYD89053873**

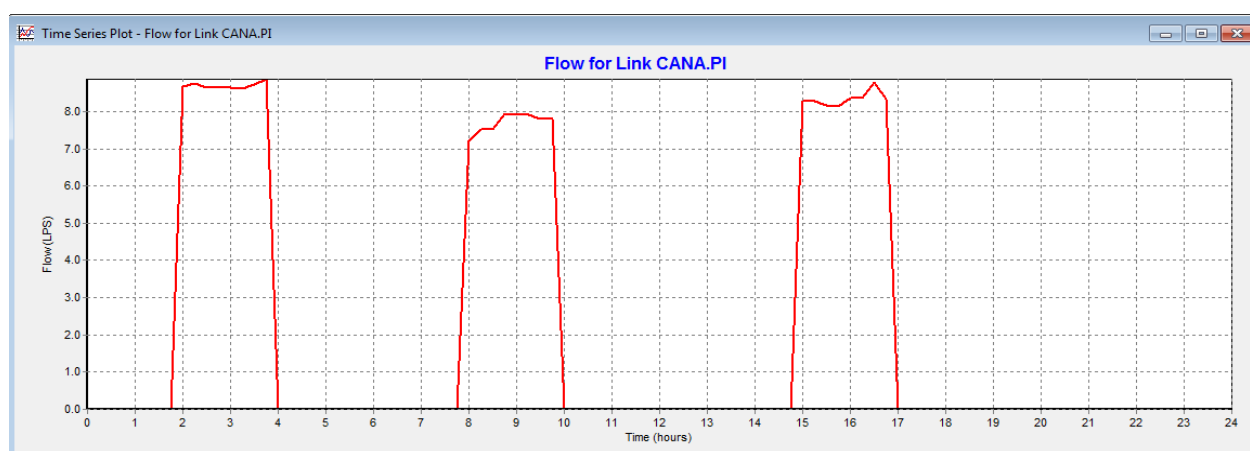


Figure 36 : Courbe de débit à 1 bar pour le poteau N° HYD89053873

Dans le but de trouver un compromis entre répondre à la réglementation de la défense incendie et réduire le temps de séjour, la solution suivante est proposée :

- ✓ Augmenter le diamètre de la conduite principale, à DN150 au lieu de DN125 ;
- ✓ Installer un accélérateur avec un variateur de vitesse ;
- ✓ Installation des purges pour réduire le temps de séjour.

En ce qui concerne les autres secteurs, la contrainte de la défense incendie est également rencontrée, de ce fait la solution optimale est d'installer des purges.

6.3. Autonomie de réservoir Chantemerle

L'autonomie de réservoir Chantemerle est faible (5h) en cas de situation de crise (Jour de pointe + arrêt de la production).

Ledit réservoir est très sollicité étant donné qu'il alimente une grande partie de la commune d'Auxerre avec un volume de distribution moyen journalier entre 8000 et 9000 m³ sachant que son volume utile est de 2900m³.

Pour remédier à cette situation, un renforcement de la capacité de stockage est suggéré (Ajouter une cuve de 2000 m³), de ce fait le volume total de Chantemerle sera 4500 m³ au lieu de 3000 m³

✓ Situation critique (jour de pointe + arrêt de la production)

La nouvelle cuve de 2000 m³ permet d'améliorer l'autonomie du réservoir de Chantemerle (10h au lieu de 5h) comme elle montre la figure suivante

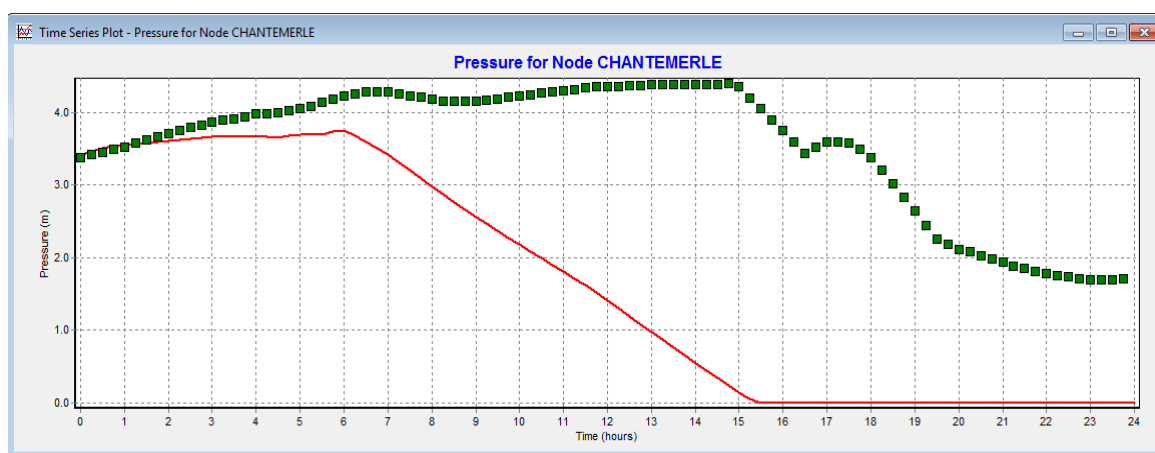


Figure 37 : Courbe du niveau de réservoir Chantemerle avec la nouvelle cuve

✓ Situation normale

L'augmentation du volume de stockage du réservoir de Chantemerle permet de minimiser le pompage de la **Plaine du Saulce** et bénéficier d'un arrêt des pompes de 5h pendant la journée tout en favorisant le pompage durant la nuit.

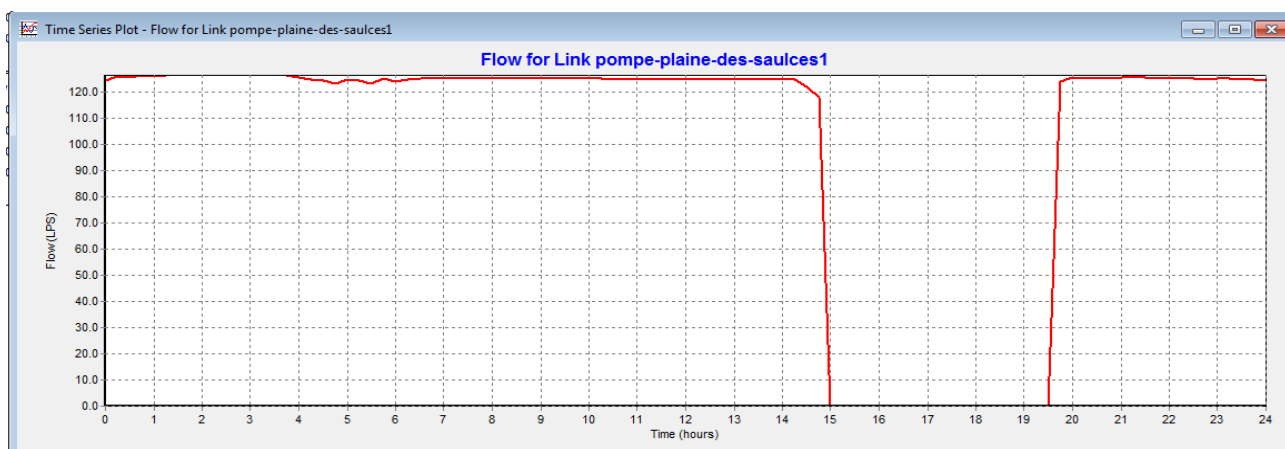


Figure 38 : Pompage La plaine du Saulce après l'augmentation du volume de stockage de Chantemerle

7. La sectorisation du réseau

Le réseau d'eau potable de la communauté de l'Auxerrois connaît un pourcentage de perte en distribution qui n'est pas négligeable, 24% du volume mis en distribution soit plus de 1 400 000 m³ chaque année.

Ce volume de perte n'est pas du uniquement aux grosses fuites qui sont apparentes mais aussi aux fuites à faible débit non visibles qui peuvent durer des mois voire des années, d'où l'importance de la sectorisation qui permet de détecter facilement et rapidement les fuites non visibles surtout quand il s'agit de linéaire de réseau important.

7.1.Principe de la sectorisation

La sectorisation d'un réseau consiste à le décomposer en plusieurs zones distinctes sur lesquelles les volumes mis en distribution sont mesurés. Dans le cadre d'un diagnostic, les débits sont analysés de façon temporaire sur quelques jours ou quelques semaines. Pour le suivi du réseau, l'analyse est permanente et s'inscrit dans les tâches d'exploitation : suivi quotidien, étude des évolutions, calcul des indices.

La subdivision du réseau en zones distinctes ne répond pas à une méthodologie précise et doit être réalisée au cas par cas en fonction du contexte local.

Un réseau de distribution peut être divisé en plusieurs niveaux de sectorisation en fonction de sa taille.

1^{er} niveau

Suivi annuel des volumes mis en distribution et des incidents sur réseau, les indicateurs techniques sont calculés à ce niveau. [4]

- ✓ Les secteurs sont isolés de façon permanente.
- ✓ Les points de mesure sont situés généralement sur les principaux ouvrages,
- ✓ Le suivi des points de mesure permet le calcul des indicateurs techniques (rendement et indices de pertes) sur chaque secteur.

2^{ème} niveau

Quantification des résultats d'une campagne de recherche de fuites, suivi permanent des volumes mis en distribution et débits nocturnes (s'ils sont pertinents) à l'aide de la télégestion, mise en évidence de l'apparition de nouvelles fuites.

Le 2^{ème} niveau de sectorisation sera appliqué sur tout ou en partie du réseau en fonction des possibilités hydrauliques d'isoler un secteur, des possibilités de comptage et des conclusions déduites de l'analyse du 1^{er} niveau de sectorisation. [4]

3^{ème} niveau

Le 3^{ème} niveau aide à la pré-localisation des fuites par manœuvre des vannes et observation de la variation du débit. [4]

7.2.Les appareils de comptage

Les appareils de comptage installés en limite des secteurs de distribution du premier niveau devront mesurer avec une faible erreur et une bonne durabilité les volumes introduits dans le réseau, condition indispensable pour avoir une bonne appréciation du niveau des pertes. Pour les appareils des deuxième et troisième niveau, une exigence supplémentaire est la capacité à mesurer les débits minimum, représentatifs des fuites. [7]

On distingue 3 type d'appareil de comptage :

- ✓ Les compteurs mécaniques ;
- ✓ Les débitmètres électromécaniques ;
- ✓ Les débitmètres à insertion.

7.3.Sectorisation du réseau d'eau potable de la communauté de l'Auxerrois

Cette étape vise à améliorer la sectorisation actuelle de la CA et étudier la faisabilité de proposer des nouveaux secteurs voire des sous-secteurs afin d'être mieux précis dans l'estimation des volumes mis-en distribution.

La priorité est de diviser les secteurs possédant un linéaire de réseau important tout en prenant en considération le type d'urbanisation (domestique ou industriel), la structure du réseau (Maillé ou non) et les consommations (Faibles ou importante).

Pour ce faire, il faudra mettre en œuvre plusieurs actions :

- ✓ Pose de nouveau compteurs ;
- ✓ Télégérer les compteurs existants ;
- ✓ Fermeture des vannes afin de bien isoler les sous-secteurs.

a. Secteur Auxerre-Rive droite

Ce secteur possède un linéaire de 53 Kms avec 3 points de comptage montrés dans le **tableau N°1** de ce fait l'idée est de le diviser en 2 sous-secteurs, pour cela 2 proposition ont été étudiées.

La première solution consiste à fermer uniquement des vannes et garder les 3 points de comptage, quant à la 2^{ème}, il s'agit de rajouter 2 compteurs et fermer une vanne.

1^{ère} proposition

La figure suivante montre les limites du nouveau sous-secteur crée :

Alimentation Mermoz

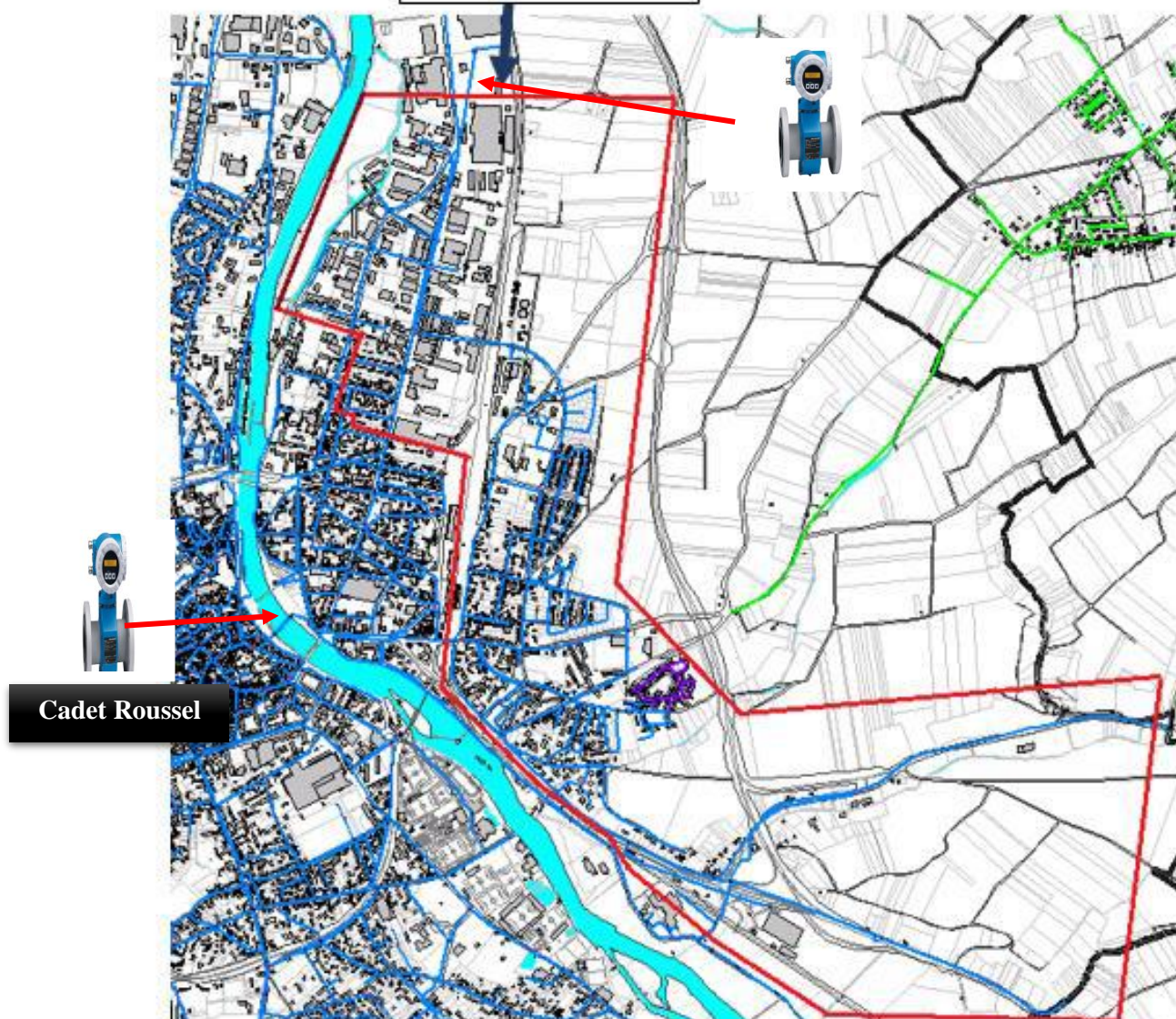


Figure 39 : Délimitation du nouveau sous-secteur Auxerre-Rive Droite

Afin que ledit secteur serait mieux isolé, il est nécessaire de fermer 7 vannes :

- ✓ Vanne rue Moulin président ;
- ✓ Vanne rue des champoulains ;
- ✓ Vanne rue Thomas Ancel ;
- ✓ Vanne avenue Jean-Jaurès ;
- ✓ Vanne avenue Gambetta ;
- ✓ Vanne saint-Nitasse ;
- ✓ Vanne avenue des plaines de l'Yonne.

Les figures suivantes illustrent la localisation des vannes à fermer :

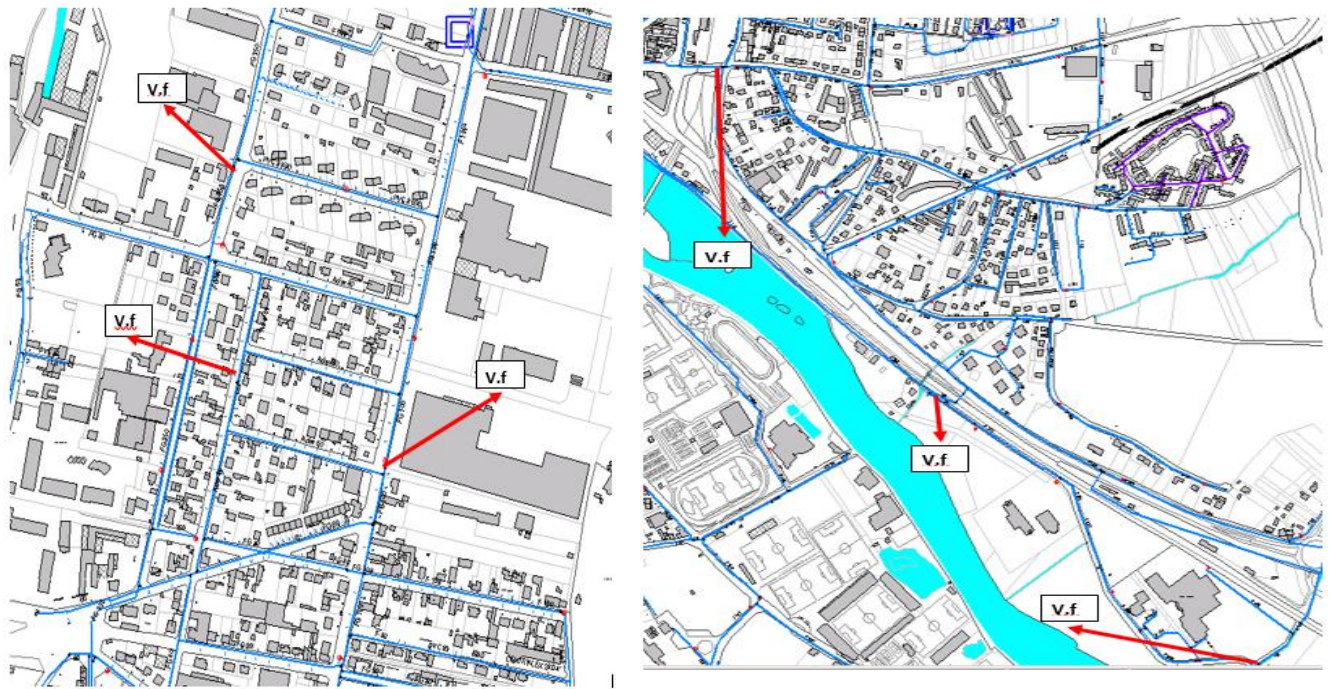


Figure 40 : Les vannes à fermer Auxerre-Rive Droite

En ce qui concerne le calcul des volumes mis en distribution relatifs aux nouveaux sous-secteurs, les compteurs pris en compte sont :

- ✓ **Volume Sous-secteur 1** : Alimentation Mermoz (Compteur Robert Rimbert).
- ✓ **Volume Sous-secteur 2** : Compteur Cadet Roussel (Entrée) – Compteur Augy (Sortie).

Afin d'étudier l'impact sur les volumes distribués, des simulations ont été réalisées, celles-ci montrent une diminution de volume distribué au niveau de cadet-Roussel qui sera équilibré par la distribution de Mermoz (Vanne de modulation), cependant dans ce cas la modulation de pression est opérationnelle afin de diminuer les débits de nuit.

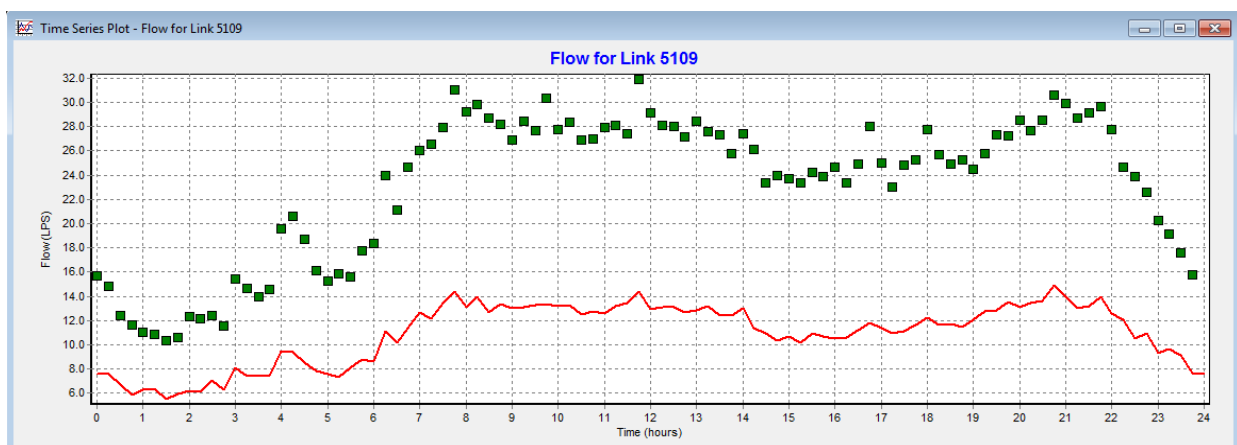


Figure 41 : courbe de distribution compteur Cadet Roussel Avant/Après sectorisation

- La courbe verte : Distribution avant la sectorisation
- La courbe rouge : Distribution après la sectorisation

Impact sur les vitesses des canalisations

Suite à la fermeture des vannes, des simulations ont été réalisées pour vérifier les vitesses maximales et minimales des canalisations. La modélisation montre que la majorité des conduites possède une vitesse entre 0.05 m/s et 1m/s.

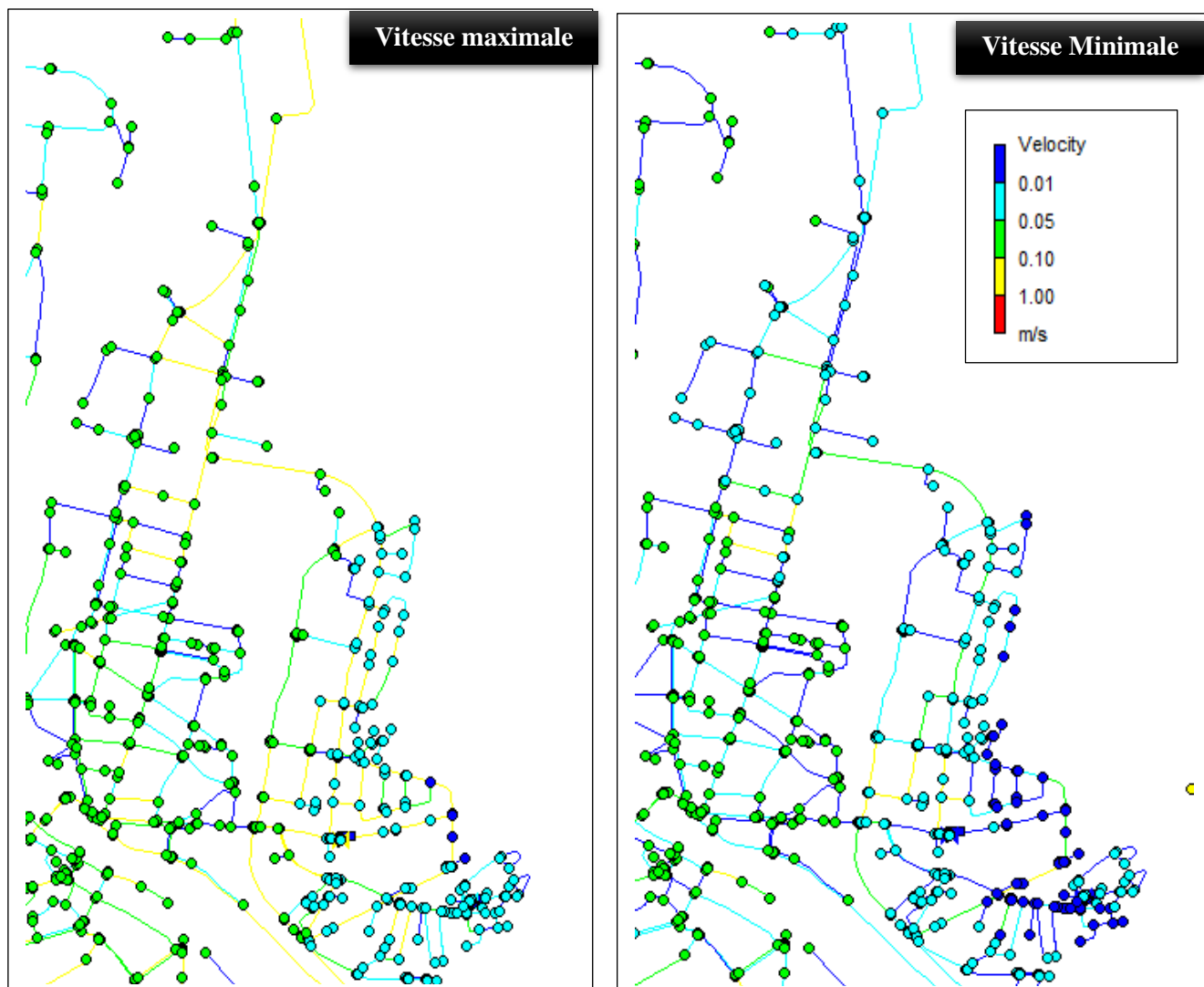


Figure 42 : Répartition des vitesses maximales/minimales après fermeture des vannes – Auxerre Rive Droite

2^{ème} proposition

Les actions à mettre en œuvre sont :

- ✓ Pose d'un débitmètre au niveau d'avenue de la Turgotine ;
- ✓ Pose d'un débitmètre au niveau de la rue de l'île aux Plaisir ;
- ✓ Fermeture de la vanne rue Gambetta.

La figure Suivante montre la délimitation des sous-secteurs plus la localisation des compteurs à poser

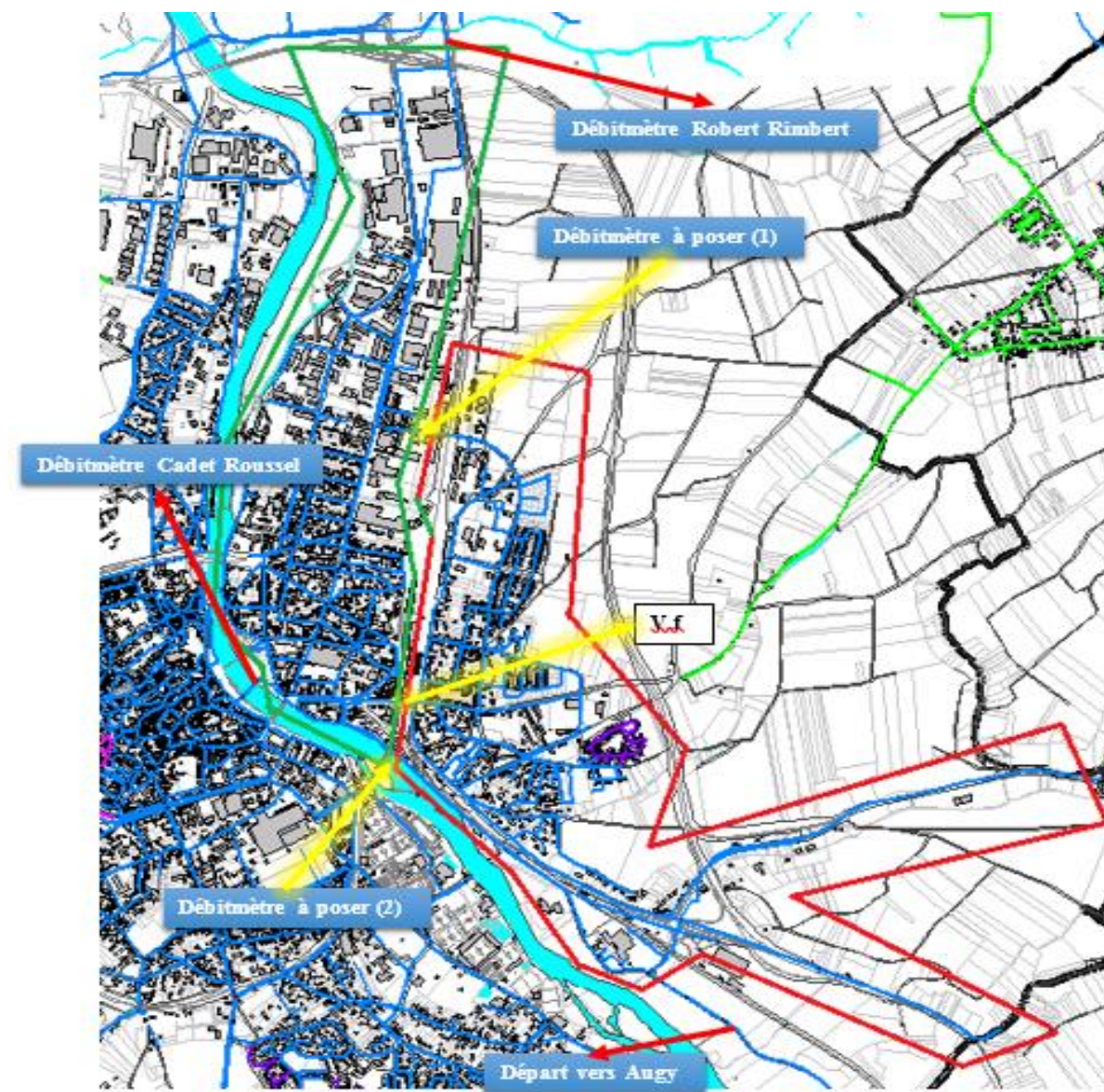


Figure 43 : La délimitation des sous-secteur Auxerre Rive droite

En ce qui concerne le calcul des volumes mis en distribution relatifs aux nouveaux sous-secteurs, les compteurs pris en compte sont :

- ✓ **Volume sous-secteur 1 (rouge)** = V. Débitmètre à poser (1) + V. Débitmètre à poser (2) – V. Compteur départ Augy
- ✓ **Volume Sous-Secteur 2 (Vert)** = V. Débitmètre Cadet Roussel +/- V. Débitmètre Robert Rimbart - V. Débitmètre à poser (1) - V. Débitmètre à poser (2).

b. Auxerre- Rive gauche

Le secteur Auxerre rive gauche possède un linéaire de réseau de l'ordre 155 Kms. Ledit secteur est déjà divisé en 2, le haut service alimenté par le réservoir Haut-St-Georges et le bas service alimenté principalement par le réservoir de Chantemerle, les 2 secteurs sont isolés par des vannes fermées.

L'idée donc est de diviser le secteur bas service en 3 sous-secteur, basant sur les vannes de modulation comme des entrées principales (vanne de Hausmann et Jean-moulin).

Les actions à mettre en œuvre sont :

- ✓ Fermeture d'une vanne au niveau d'avenue les Clairions ;
- ✓ Fermeture d'une vanne au niveau de boulevard de la Chanette ;
- ✓ Fermeture d'une vanne au niveau de la rue Girard du Cailleux ;
- ✓ Fermeture d'une vanne au niveau de la rue Hubert Fabureau ;
- ✓ Fermeture de 2 vannes au niveau d'avenue Hausmann ;
- ✓ Fermeture d'une vanne au niveau d'Avenue Charles de Gaulles

De ce fait 3 sous-secteurs seront distingués :

- ✓ Sous-secteur Haussmann ;
- ✓ Sous-secteur Jean Moulin ;
- ✓ Sous-secteur rive gauche Basse.

Les figures suivantes montrent la délimitation des 3 nouveau sous-secteur et la localisation des vannes fermées :

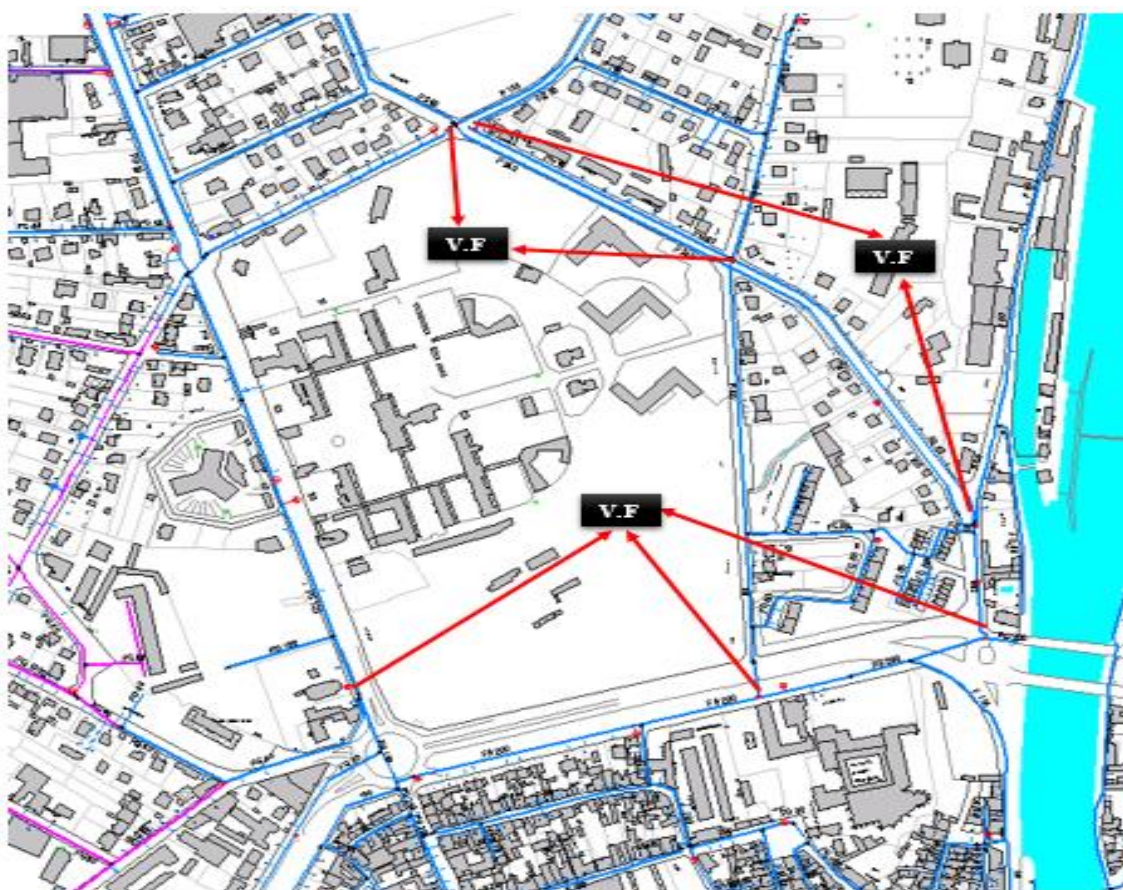


Figure 44 : La localisation des vannes fermées Auxerre rive-gauche

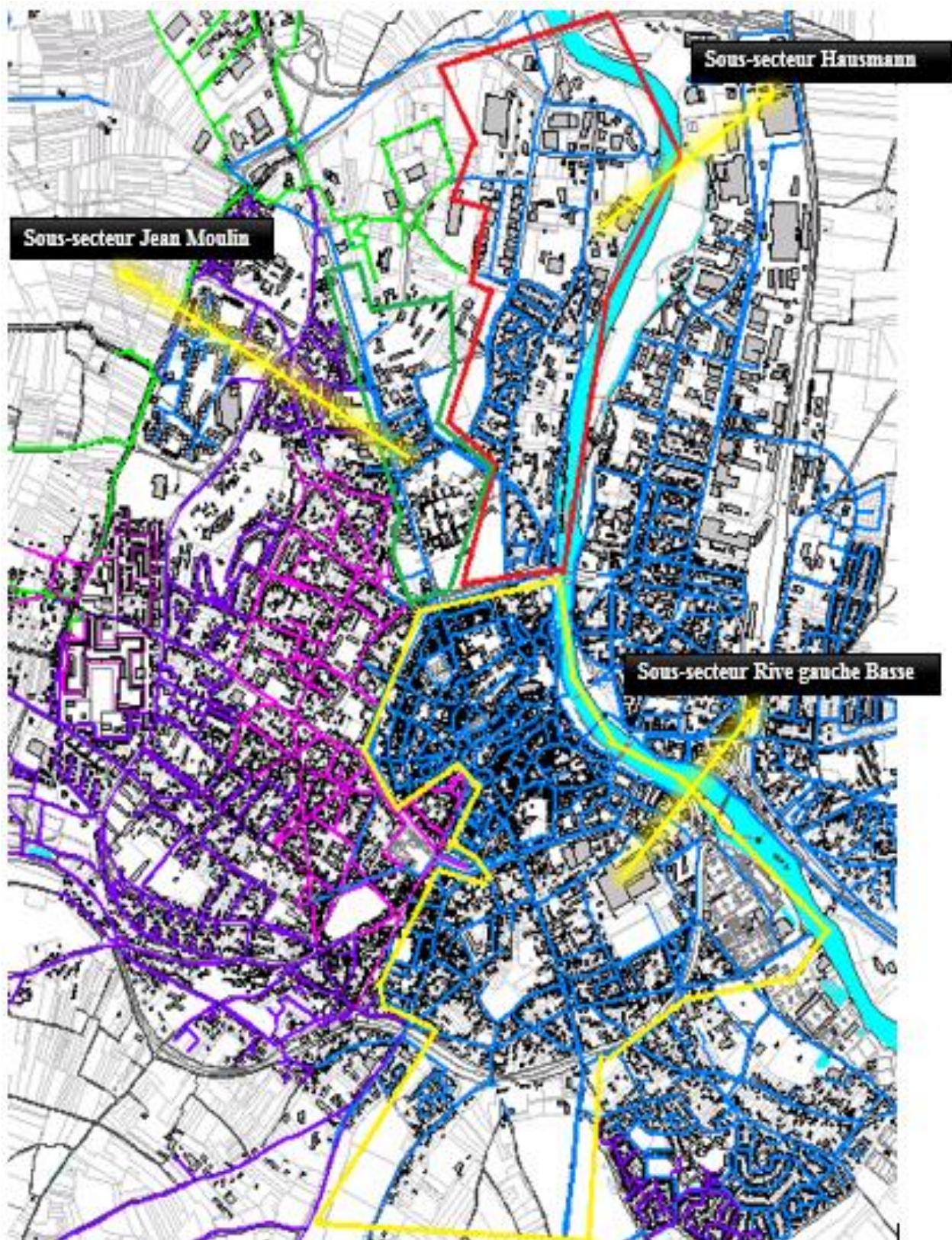


Figure 45 : La délimitation des sous-secteur Auxerre Rive gauche

En ce qui concerne le calcul des volumes mis en distribution relatifs aux nouveaux sous-secteurs, les compteurs pris en compte sont :

- ✓ **Volume sous-secteur 1 (rouge)** = V. Débitmètre Hausmann
- ✓ **Volume Sous-Secteur 2 (Vert)** = V. Débitmètre Jean-moulin
- ✓ **Volume sous-secteur 3 (Jaune)** = V. Compteur Chantemerle – V. Débitmètre Cadet Roussel – V. Compteur entrée réservoir Bas-Moreau

Suite à la fermeture des vannes citées plus haut, des simulations sur Epanet ont été réalisées dans le but de vérifier l'impact sur la variation des pressions

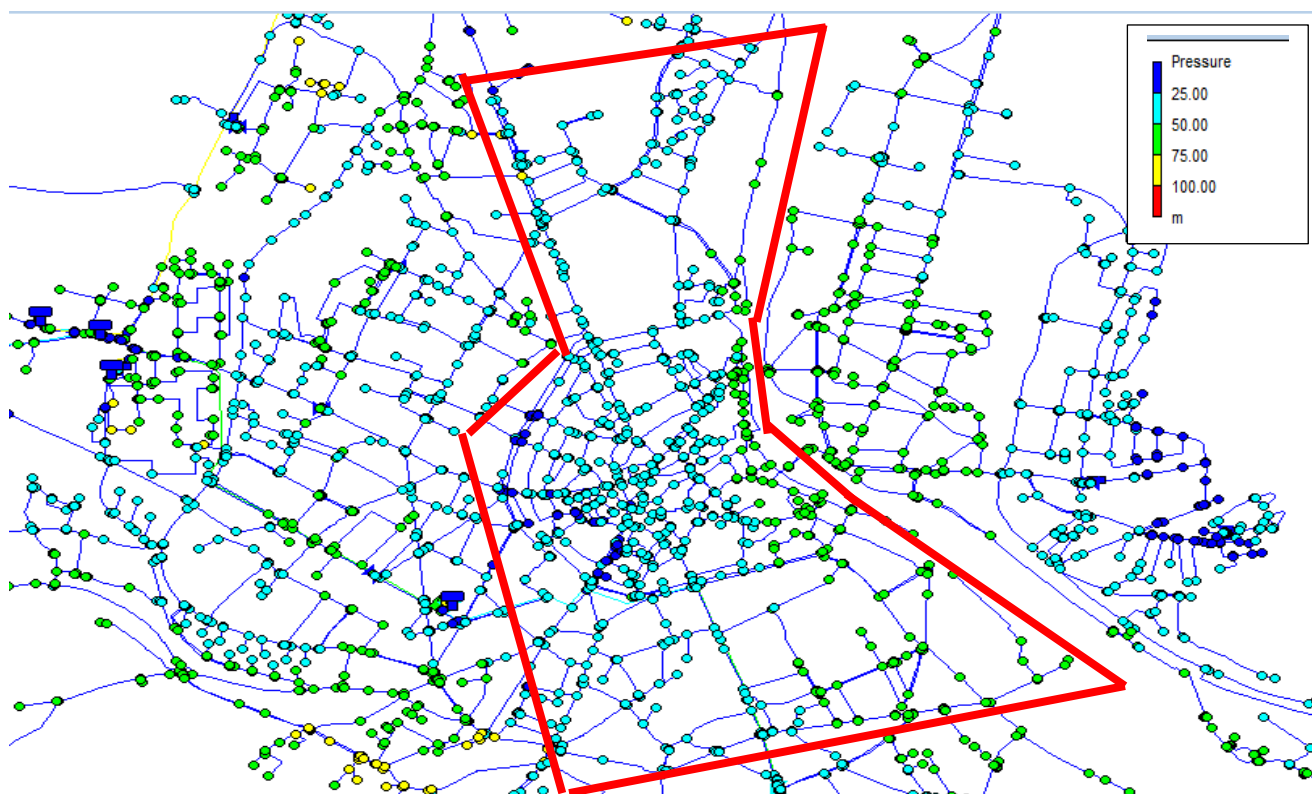


Figure 46 : La répartition des pressions sur la rive gauche après fermeture des vannes

Les simulations illustrent que les pressions ne dépassent pas les 6 bars au niveau d'Auxerre rive gauche et la variation journalière reste également entre 2 et 6 bars.

c. Secteur Monéteau

Le secteur Monéteau possède un linéaire de réseau de 39 Km. Le but est de le diviser en 3 sous secteur comme le montre la figure suivante .

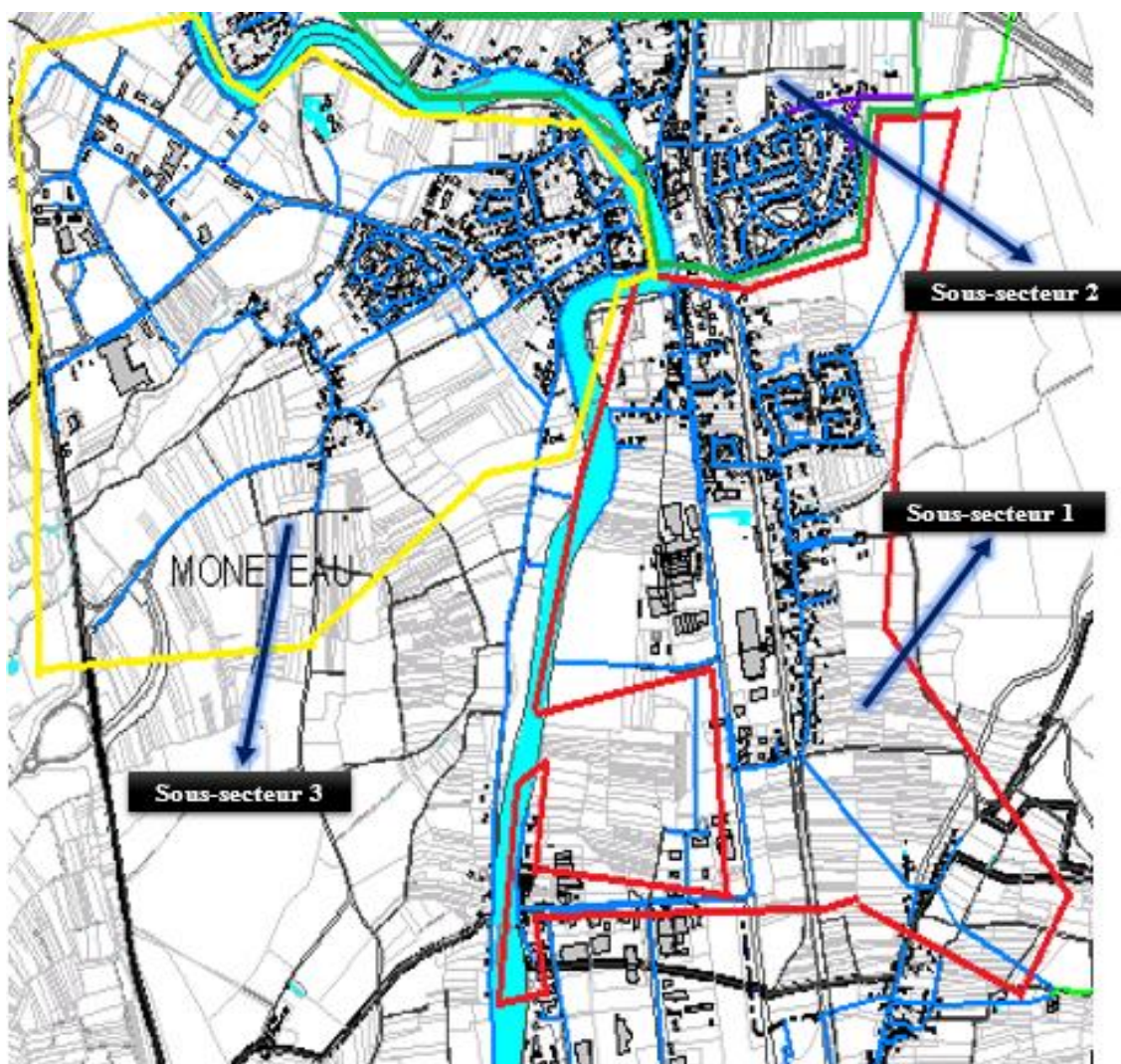


Figure 47 : La délimitation des sous-secteurs Monéteau

Les actions à mettre en œuvre pour mieux contrôler les volumes mis en distribution sont :

- ✓ Fermer 2 vannes au niveau de la rue de la commanderie ;
- ✓ Installer un débitmètre au niveau de l'entrée du réservoir Monéteau ;
- ✓ Installer un débitmètre au niveau de la rue Sommeville.

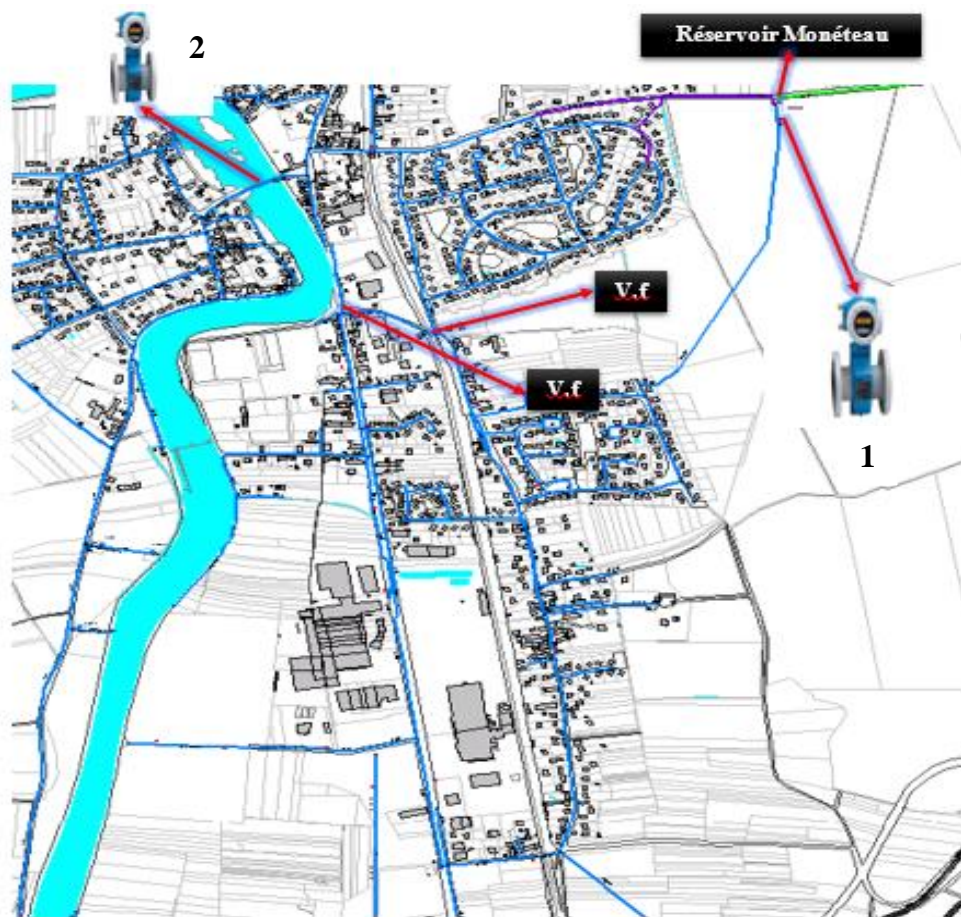


Figure 48 : Localisation des vannes à fermer et l'emplacement des futurs compteurs

Suite à ce nouveau découpage, les compteurs à prendre pour le calcul des volumes mis en distribution sont :

- ✓ **Volume sous-secteur 1 (rouge)** = V. Compteur RV Jonches vers Monéteau +/- V. débitmètre à installer (1)
- ✓ **Volume Sous-Secteur 2 (Vert)** = V. Débitmètre Gurgy AutoRoute + V. Débitmètre à installer (2)
- ✓ **Volume Sous-Secteur 3 (Jaune)** = V. Compteur Les boisseaux – V. Compteur Appoigny – V. Compteur Gurgy (Halage) - V. Débitmètre à installer (2).

Impact sur les vitesses des canalisations

Suite à la fermeture des vannes, des simulations ont été réalisées pour vérifier les vitesses maximales et minimales des canalisations. La modélisation montre que la majorité des conduites possède une vitesse entre 0.05 m/s et 1m/s.

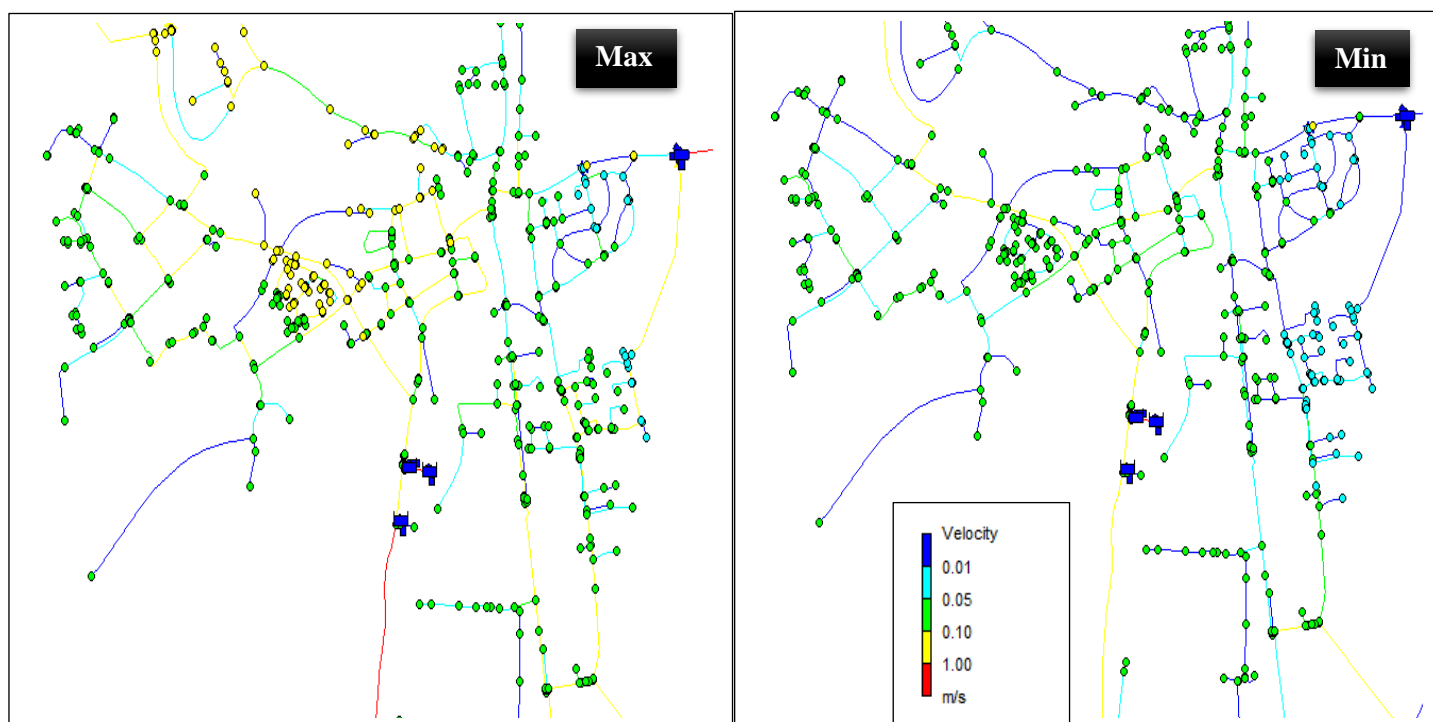


Figure 49 : Répartition des vitesses maximales/minimales après fermeture des vannes – Secteur Monéteau

d. Secteur Saint-Georges/ Villefargeau

Le secteur Saint Georges englobe 2 communes, Saint Georges sur Baulche et Villefargeau, celui-ci possède un linéaire de réseau de 57 Km.

Dans un premier temps, il est nécessaire de séparer les 2 communes, cela sera réalisé par la pose d'un débitmètre au niveau de la route D265 (Parking Bornes Monica), de ce fait 2 secteurs seront distingués :

- ✓ Secteur Saint-Georges sur Baulche ;
- ✓ Secteur Villefargeau.

Deuxièmement, le secteur saint- Georges sur Baulche peut être divisé en 2 et former 2 sous-secteurs, le premier est défini par le débitmètre le cormier, quant au 2^{ème}, il sera défini par le débitmètre de Saint-Georges.

Pour bien isoler les 2 sous-secteur, il est nécessaire de fermer 3 vannes :

- ✓ 2 vannes au niveau d'avenue d'Auxerre ;
- ✓ Une vanne au niveau d'Avenue la Paix

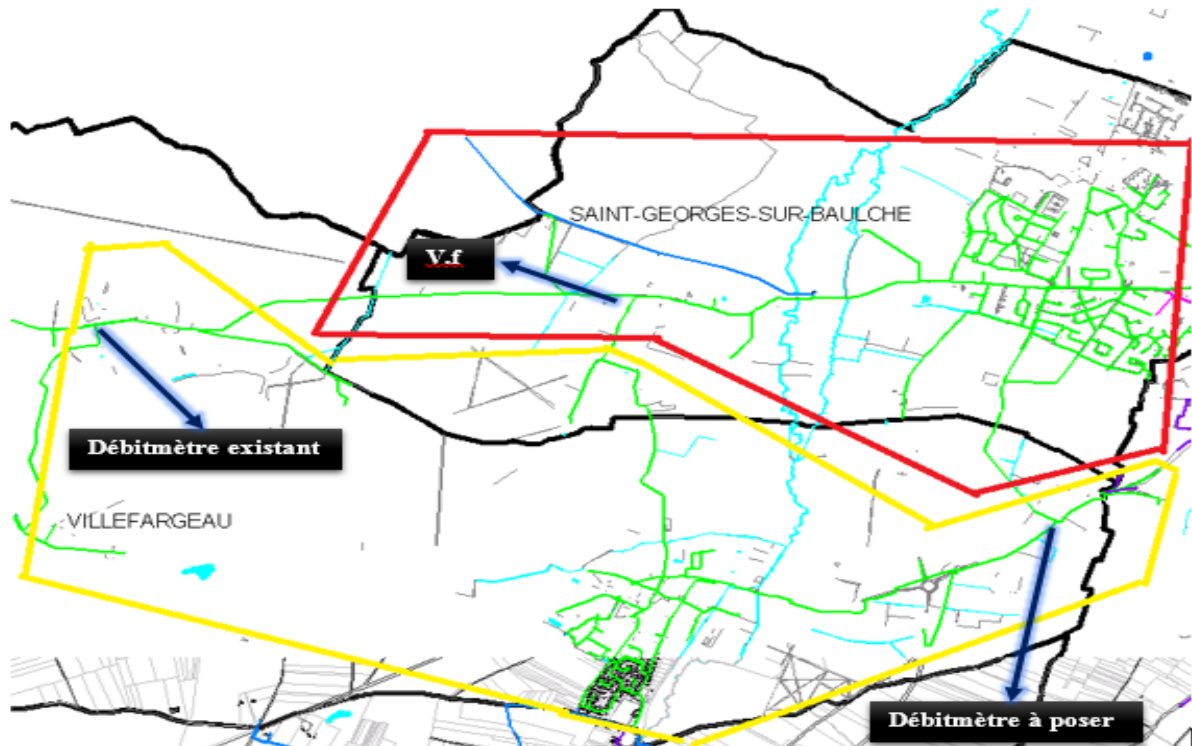


Figure 50 : Découpage de secteur Saint-Georges



Figure 51 : Délimitation des sous-secteurs Saint georges sur Baulche

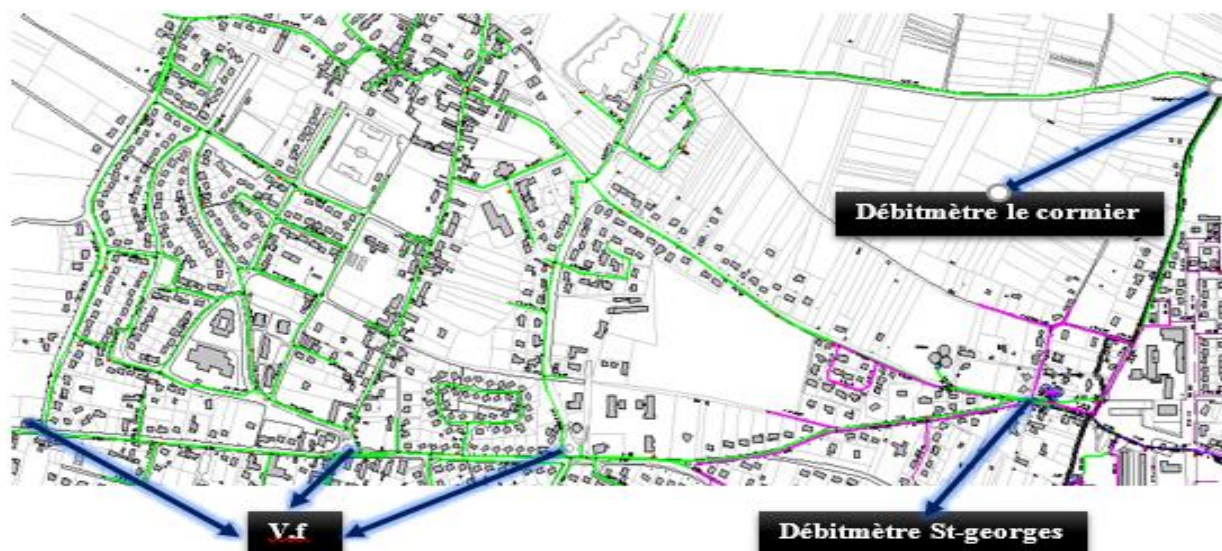


Figure 52 : Localisation des vannes à fermer et le débitmètre existant

En ce qui concerne le calcul des volumes mis en distribution relatifs aux nouveaux secteurs, les compteurs pris en compte sont :

Secteur Saint Georges sur Baulche

- ✓ **Volume sous-secteur 1 (rouge)** = V. Débitmètre le cormier – V. Compteur Perrigny
- ✓ **Volume Sous-secteur 2 (Jaune)** = V. Débitmètre St-Georges – V. Débitmètre à poser (Villefargeau) – V. Compteur relance vers Lindry – V. Compteur relance vers Charbuy

Secteur Villefargeau

- ✓ **Volume secteur Villefargeau** = V. débitmètre à poser – V. Compteur relance vers Chevannes

e. Secteurs Venoy/ Bleigny

Ces 2 secteurs englobent 4 communes, Venoy, Bleigny, Montigny et Villeneuve dont le linéaire de réseau est plus de 63 Kms avec un système de refoulement-distribution ce qui rend le contrôle des volumes mis en distribution très compliqué.

Pour remédier à cette situation, un découpage en sous-secteurs a été proposé avec l'installation de plusieurs débitmètres, de ce fait 5 sous-secteurs ont été distingués :

- ✓ Sous-secteur Laborde ;
- ✓ Sous-secteur Venoy ;
- ✓ Sous-secteur Bleigny ;
- ✓ Sous-secteur Montigny ;
- ✓ Sous-secteur Villeneuve.

La figure suivante montre la délimitation des sous-secteurs :

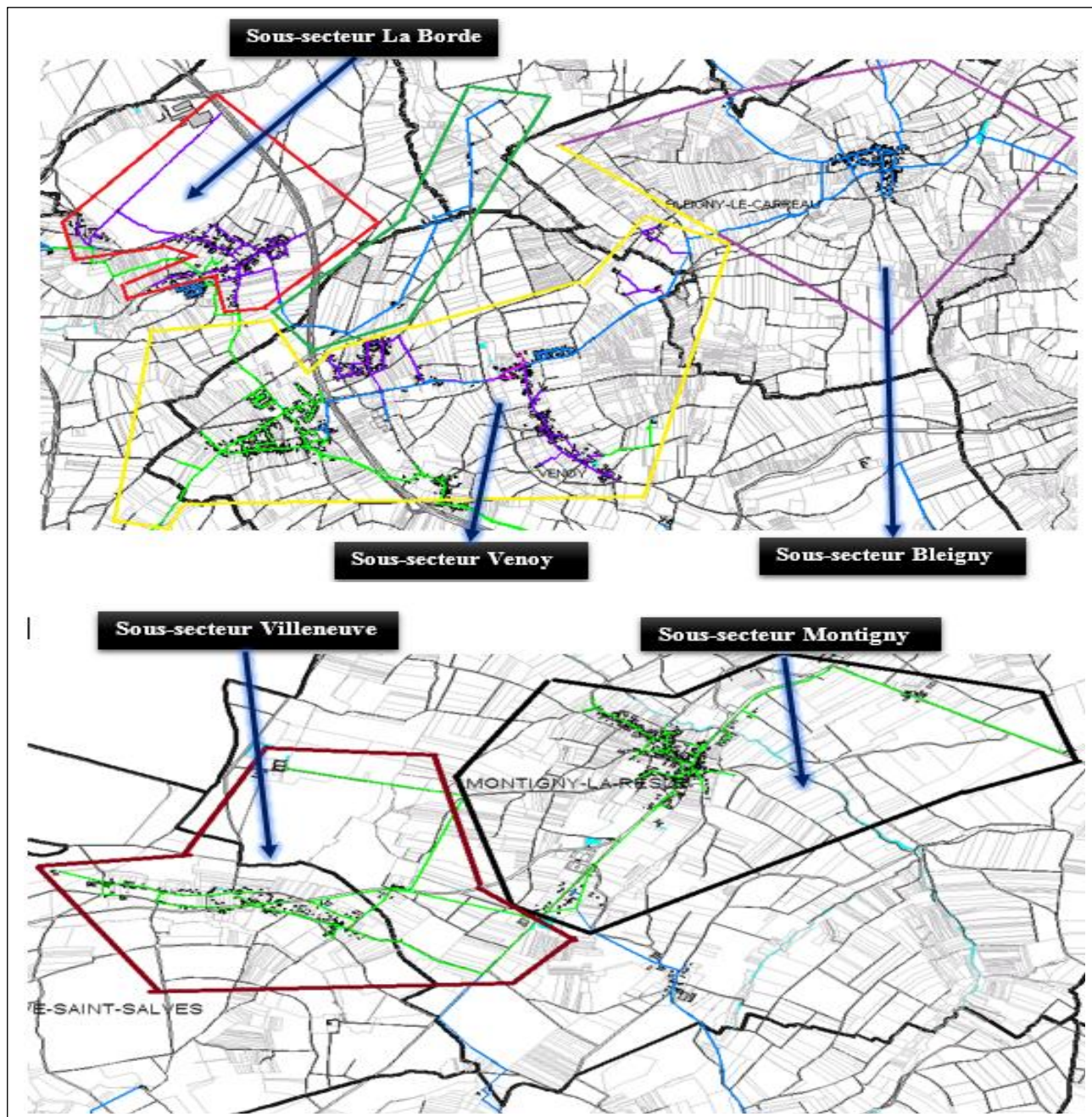


Figure 53 : délimitation des sous-secteurs Bleigny/ Venoy

Les actions à mettre en œuvre pour contrôler les volumes mis en distribution sont :

- ✓ Réparer et télégérer le compteur de La Borde (Arrivé du réservoir Jonches qui se situe au niveau de la rue de de la Tour de Coulon ;
- ✓ Réparer et télégérer le compteur qui se situe au niveau du Jardin Laborde ;
- ✓ Installer un débitmètre double sens à l'entrée du réservoir Egriselles ;
- ✓ Installer un débitmètre double sens à l'entrée du réservoir Bleigny ;
- ✓ Télégérer le compteur de vente en gros (Bleigny vers Beine) et le déplacer à la limite du secteur Bleigny ;
- ✓ Installer un compteur à la sortie du réservoir Bleigny (Distribution vers Montigny et Villeneuve) ;
- ✓ Installer un compteur au niveau de la rue Romain (Départ vers Montigny).

En ce qui concerne le calcul des volumes mis en distribution relatifs aux nouveaux sous-secteurs, les compteurs pris en compte sont :

- ✓ **Volume sous-secteur La Borde** = V. Compteur La Borde (Tour de Coulon) - V. Compteur La Borde (Jardin La Borde) ;
- ✓ **Volume sous-secteur Venoy** = V. Compteur refoulement RV Jonches - V. Compteur La Borde (Tour de Coulon) +/- V. Débitmètre à installer (RV Egriselles)
- ✓ **Volume sous-secteur Bleigny** = V. Compteur refoulement RV Egriselles +/- V. Débitmètre à installer (RV Bleigny) – V. Compteur VEG Beine
- ✓ **Volume sous-secteur Montigny** = V. Compteur à installer (Rue Romain)
- ✓ **Volume sous-secteur Villeneuve** = V. Compteur à installer Sortie RV Bleigny - V. Compteur à installer (Rue Romain)

f. Appareils de mesure à prévoir dans d'autres secteurs

Considérant le manque d'appareils de comptage, les plus importants ouvrages de stockage de la CA ne sont pas équipés de débitmètres, de ce fait il est nécessaire d'installer :

- ✓ Un débitmètre double sens à l'entrée du réservoir Saint-Simeon ;
- ✓ Un débitmètre double sens à l'entrée du réservoir Jonches ;
- ✓ Un débitmètre double sens à l'entrée du réservoir Météo.

En ce qui concerne les VEG, il est primordial de télégérer les compteurs :

- ✓ VEG de Charbuy vers Fleury ;
- ✓ VEG de Lindry vers Toucy ;

2 compteurs existants sont hors service, ceux-ci définissent 2 importants sous-secteurs d'où la nécessité de les réparer :

- ✓ Compteur ZAC Saint-Simon (Refoulement RV Saint Siméon)
- ✓ Compteur distribution ZA les Brandes (Refoulement RV Saint Siméon)

La figure suivante montre la localisation des divers débitmètres et compteurs à prévoir :

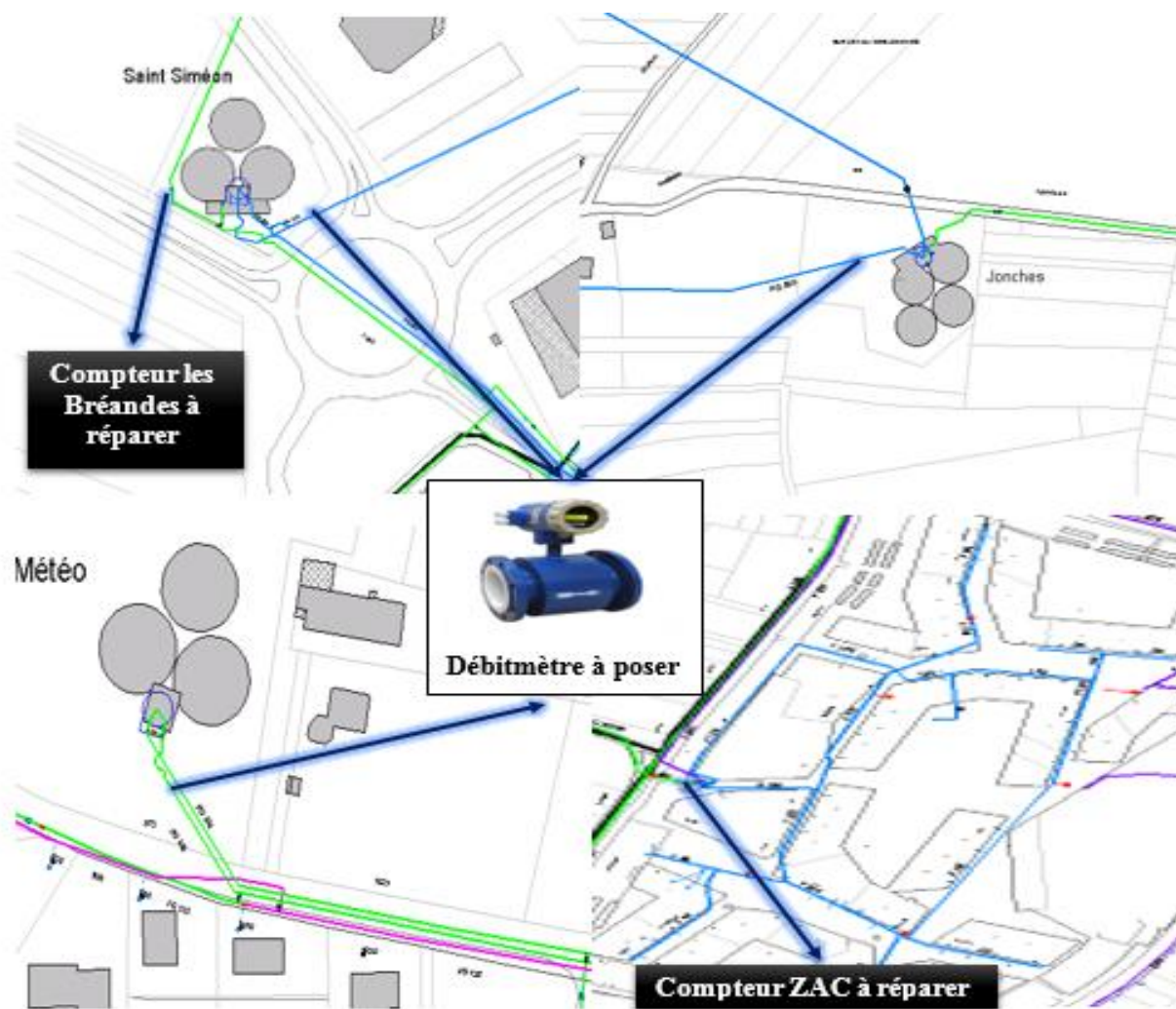


Figure 54 : Localisation des différents compteur / Débitmètre à prévoir

7.4. Récapitulatif de la sectorisation proposée

Tableau 23 : Récapitulatif de la sectorisation

Secteur principale	Sous-secteur créée	Nombre de vanne à fermer	Nombre de compteur/Débitmètre à installer	Nombre de compteur/Débitmètre à réparer/ télégérer
Auxerre-Rive droite	2	7	/	/
	2	1	2	/
Auxerre-Rive gauche	3	7	/	/
Monéteau	3	2	2	
Saint-Georges	3	3	1	/
Venoy/Bleigny	5	/	4	3
Lindry	/	/	/	1
Charbuy	/	/	/	1

Un tableau détaillé plus des plans A3 de la sectorisation sont présentés en **Annexe N°8**

Conclusion générale

L'optimisation du fonctionnement du réseau d'eau potable de la communauté d'agglomération de l'Auxerrois fait partie des priorités de l'entreprise Suez-Eau France étant donné la faiblesse des ressources en eau disponible en termes de qualité ainsi que l'absence d'une station de traitement de ce fait le but principal de ce projet était de proposer des actions sur le réseau d'eau potable de la CA afin de répondre à ce sujet.

Le réseau d'eau potable de la CA s'étend sur un linéaire de 718 Kms avec un fonctionnement assez complexe principalement au niveau de la plus grande commune Auxerre, d'où la nécessité de réaliser un modèle hydraulique afin de se rapprocher le mieux de la réalité. Celui-ci est considéré comme un outil aidant à la décision.

Durant la réalisation de ce projet, le modèle réalisé sous le logiciel Epanet a été utilisé dans les différentes étapes :

- ✓ Compréhension du fonctionnement du réseau ;
- ✓ Diagnostic du réseau afin de détecter les zones de dysfonctionnements ;
- ✓ Vérification et validation des aménagements proposés

L'étape diagnostic nous a permis de repérer les zones qui connaissent de fortes variations de pression, de faible vitesse et des temps de séjour importants. Le diagnostic nous a donné également une indication sur l'autonomie des principaux réservoirs de stockage de la CA.

Suite à ce diagnostic et à l'aide du modèle hydraulique, des aménagements ont été testés ainsi que des explications ont été faites dans le but de répondre aux différents dysfonctionnements.

A la fin de cette étude et restant dans le même contexte qui est la **préservation de la ressource**, un plan d'amélioration de la sectorisation actuelle a été proposé dans le but de mieux contrôler les volumes mis en distribution et limiter voire diminuer les pertes en eau sur le réseau de la CA qui représente 24% du volume annuel mis en distribution. Le plan de sectorisation proposé vise à faciliter la recherche des fuites et améliorer l'efficacité du réseau.

En fin, il est primordial de mettre à jour le modèle réalisé afin qu'il reste exploitable dans la gestion et l'optimisation du réseau d'eau potable de la communauté de l'Auxerrois sachant que les consommations et le réseau évoluent constamment.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Dupont A, (1979). « **Hydraulique Urbaine** », Tome II « **Ouvrage de transport-Élévation et Distribution des eaux** ». Edition Eyrolles,484p.
- [2] Eugène WEBER, Denis GILBERT. **Alimentation en eau potable**, 2001-2008.
- [3] A. BOIREAU. « **Guide méthodologique sur le diagnostic des réseaux d'eau potable** ». TSM, n°1, 2005. p.16-24.
- [4] LAMANDE S., ALBALADEJO H., 2002. « **Sectorisation des réseaux d'eau potable** ». TSM numéro 6 – juin 2002 – 97ème année : 31 – 43.
- [5] MOREAU J-M-G., 2007. « **Réguler la pression. Réduire les pertes. Protéger le réseau. Pressure** » Management. General water savings: p. 55.
- [6] DUBOIS P., « **Modélisation, diagnostic et optimisation de l'exploitation de réseau d'eau potable** » : Exemple du Syndicat du Vignoble (Loire Atlantique), SAUR/ENGEES, 2005, 94p.
- [7] G. BERNHARD. « **Optimisation de la gestion d'un réseau de distribution d'eau potable** ». Mémoire de fin d'étude ENGEES-Régie des Eaux de Bayonne, 2007. 58 p.
- [8] Aubin C. (2011). « **Etude du potentiel des actions de réduction des fuites des réseaux d'eau potable** ». Cemagref. 60 p.
- [9] JAUMOUILLE E., 2009. **Contrôle de l'état hydraulique dans un réseau d'eau potable pour limiter les pertes**. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, Ecole Doctorale de Mathématique et Informatique : p. 132
- [10] Farley M. (2001). **Leakage management and control. A best practice training manual**. World Heath Organization Geneva, Switzerland. 162 p.
- [11] Suez. **Rapport annuel du délégataire, Services de l'Eau Potable**, 2018.
- [12] Suez. **Manuel d'utilisation Aquadvanced 1.3.1**. Suez Smart Solution, 2018.
- [13] Manuel de l'utilisateur d'**EPANET**, 2003.
- [14] Document technique **Cla-Val**.
- [15] <https://www.agglo-auxerrois.fr>

Annexes

Annexe N° 1 : Schéma Altimétrique détaillé de la communauté de l'Auxerrois.....	70
Annexe N° 2 : Les profils de consigne de pressions des vannes de modulation.....	71
Annexe N° 3 : les lois de base de calcul sous le logiciel Epanet.....	72
Annexe N° 4 : Présentation du logiciel Aquadvaned.....	73
Annexe N°5 : Les différents profil de consommation relatifs aux secteurs de la communauté de l'Auxerrois.....	74
Annexe N°6 : Courbes de calage de la communauté de l'Auxerrois par secteur Débit/Marnage des réservoirs.....	80
Annexe N°7 : Résultat de calage des pressions statiques relatives aux poteaux d'incendie de la commune d'Auxerre.....	90
Annexe N° 8 : Tableau détaillé de la sectorisation proposée.....	93

Annexe N° 2 : Les profils de consigne de pressions des vannes de modulation

Vanne Chantemerle	
Heur	Pression (mCE)
0	23
1	22
2	22
3	22
4	22
5	22
6	24,5
7	31
8	31
9	31
10	31
11	26
12	27,5
13	27,5
14	27,5
15	26
16	26
17	26
18	29
19	28
20	28
21	28
22	26
23	25

Vanne Hausmann	
Heur	Pression (mCE)
0	49
1	48
2	48
3	48
4	48
5	48
6	52
7	58,5
8	58,5
9	58,5
10	58,5
11	53
12	55
13	55
14	55
15	54
16	54
17	54
18	57
19	56
20	56
21	56
22	54
23	52

Vanne Jean-Moulin	
Heur	Pression (mCE)
00 :00	20
1	19
2	19
3	19
4	19
5	19
6	21,5
7	32,5
8	32,5
9	30
10	30
11	25
12	27
13	27
14	27
15	26
16	26
17	26
18	29
19	28
20	28
21	28
22	26
23	24

Vanne Mermoz	
Heur	Pression (mCE)
0	46,5
1	45
2	45
3	45
4	45
5	45
6	48,5
7	57
8	57
9	56
10	56
11	50
12	52
13	52
14	52
15	50
16	50
17	50
18	53
19	52
20	52
21	52
22	50
23	48,5

Annexe N° 3 : les lois de calcul de base sous le logiciel Epanet

La méthode utilisée par EPANET pour calculer les équations de perte de charge et de conservation de masse, qui caractérisent l'état hydraulique du réseau à un instant donné, peut être décrite par le nom approche hybride de nœud circuit Todini et Pilati (1987) l'ont appelée la méthode du Gradient (Gradient Method).

Supposons que nous ayons un réseau de tuyaux avec N nœuds de demande et NF nœuds à hauteur fixe (bâches et réservoirs). La relation entre le débit et la perte de charge dans un tuyau entre les nœuds i et j est donnée par la formule :

$$H_i - H_j = h_{ij} = rQ_{ij}^n + mQ_{ij}^2$$

Dans laquelle H est la charge au nœud, h la perte de charge, r le coefficient de résistance, Q le débit, n l'exposant du débit, et m le coefficient de pertes singulières. La valeur du coefficient de résistance dépend de la formule de perte de charge par friction utilisée.

Le calcul des pertes de charge

a. Calcul des pertes de charge linéaire

Le calcul des pertes de charges linéaires sur le logiciel peut se faire par le biais de trois formules différentes (**Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning**). La formule de Hazen-Williams est fortement utilisée aux Etats-Unis et présente la particularité de n'être utilisable que pour l'eau et de n'avoir été développée à la base que pour les écoulements turbulents. La formule de Chezy-Manning est plus souvent utilisée pour les canaux à découvert et pour les grands diamètres.

Nous avons choisi d'utiliser la formule de **Darcy Weisbach** qui traite les écoulements de tout type et pour tout liquide.

Les trois formules utilisent l'équation suivante pour calculer les pertes de charge dans chaque tronçon.:

$$h = A * q^B$$

Avec,

H : la perte de charge en unités de longueur, A : le coefficient de résistance, q: le débit et B :l'exposant du débit.

Les coefficients A et B varient suivant les formules. Pour la formule de **Darcy Weisbach**,

$$A = 0,0827 * f * d^{-5} * L$$

Avec ;

L : longueurs en m du tronçon, d : diamètre du tuyau en m, q : débit en m³/s, f : Facteur de friction

La rugosité correspond à la hauteur des aspérités à la surface de la paroi intérieure d'une canalisation. Plus cette rugosité est importante, plus la perte de charge croît. La rugosité, représentative de l'état intérieur d'une conduite, croît selon la nature de la canalisation (fonte plus rugueuse que le PVC) et avec l'âge de la canalisation.

b. Calcul des pertes de charge singulière

Les pertes de charges singulières représentent la présence ponctuelle d'un obstacle à l'écoulement (vanne partiellement ou totalement ouverte, coude, té ou obstacle non identifié).

La formule utilisée est la suivante :

$$H = \xi * V^2 / 2 g$$

Avec :

V : vitesse de l'écoulement en m/s, ξ : coefficient de perte de charges singulière et g : l'accélération de la pesanteur en m.s⁻².

Le coefficient de perte de charges singulière définit la nature de l'obstacle. A titre d'exemple, on affecte un coefficient de perte de charge singulière de 10 pour une vanne à boule entièrement ouverte et 2,5 pour un clapet anti-retour.

Annexe N° 4 : Présentation du logiciel Aquadvanced

Principe du logiciel

Aquadvanced a été conçu pour le suivi continu des réseaux de distribution d'eau potable, principalement pour la détection de fuites et de la performance réseau.

Aquadvanced organise les données venant de différents systèmes dans le but de :

- ✓ Afficher l'ensemble des données dans une interface conviviale ;
- ✓ Calculer des indicateurs de performance ;
- ✓ Détecter des anomalies dans le réseau de distribution d'eau potable ;
- ✓ Grouper les occurrences détectées en évènements et gérer ces évènements.

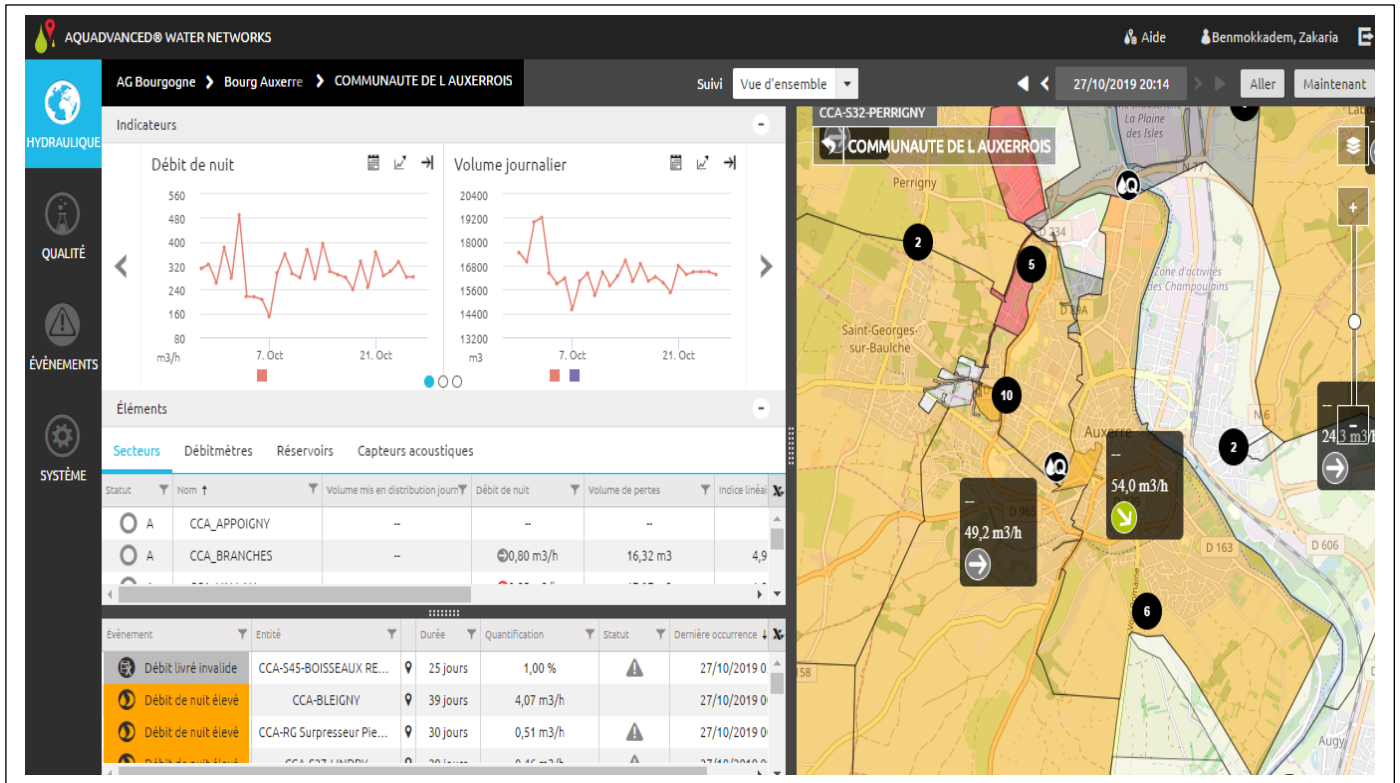
Aquadvanced récupère les données brutes des équipements :

- ✓ Débitmètres (débit ou index) ;
- ✓ Points de pression ;
- ✓ Réservoirs (niveau) ;
- ✓ Capteurs acoustiques (niveau de bruit, fréquence, etc.) ;
- ✓ Capteurs qualité (capteurs simples, sonde multi paramètre, points de prélèvement...).

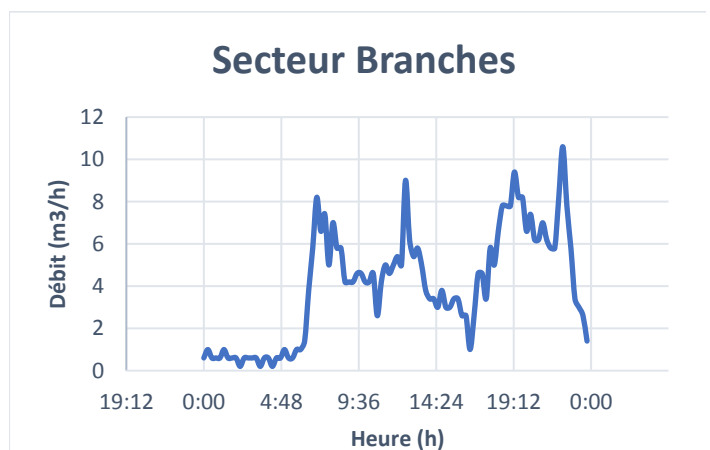
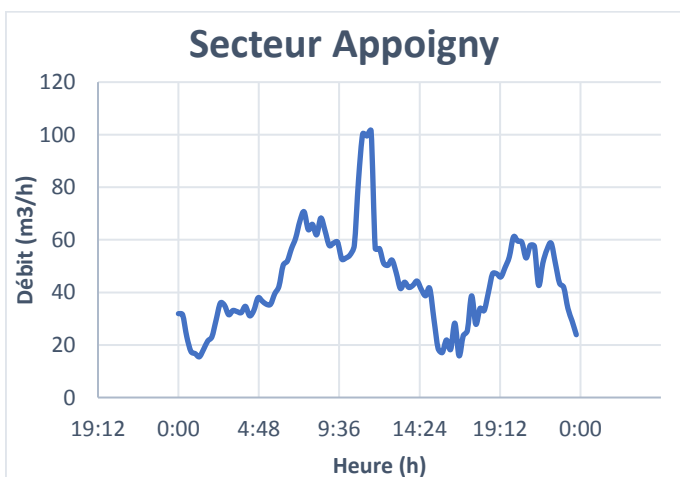
Aquadvanced calcule ensuite des valeurs supplémentaires :

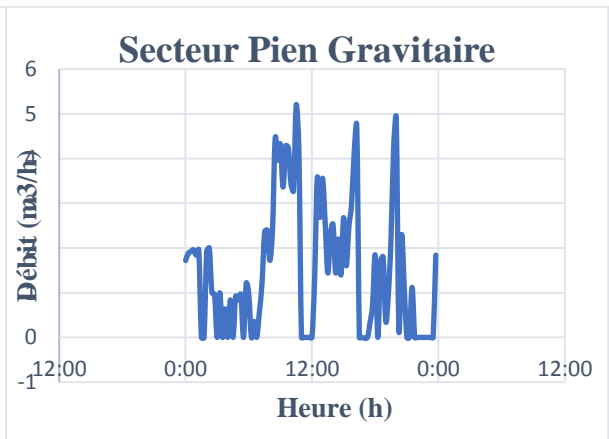
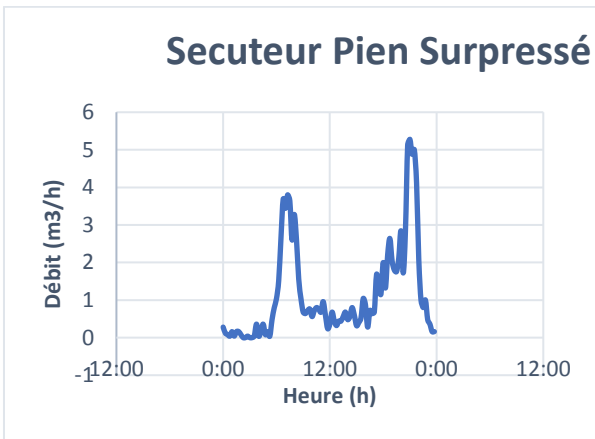
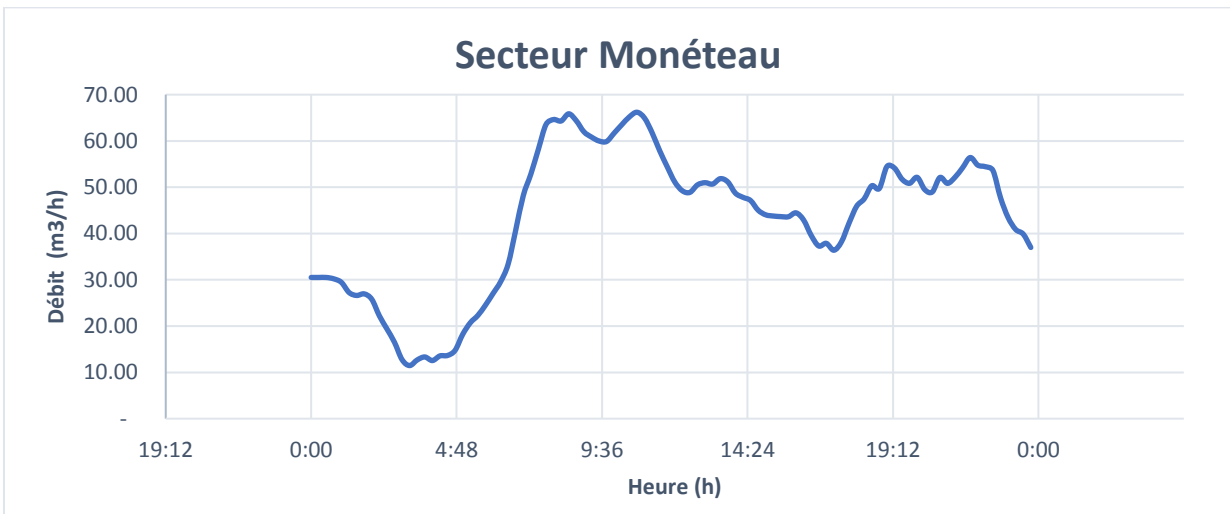
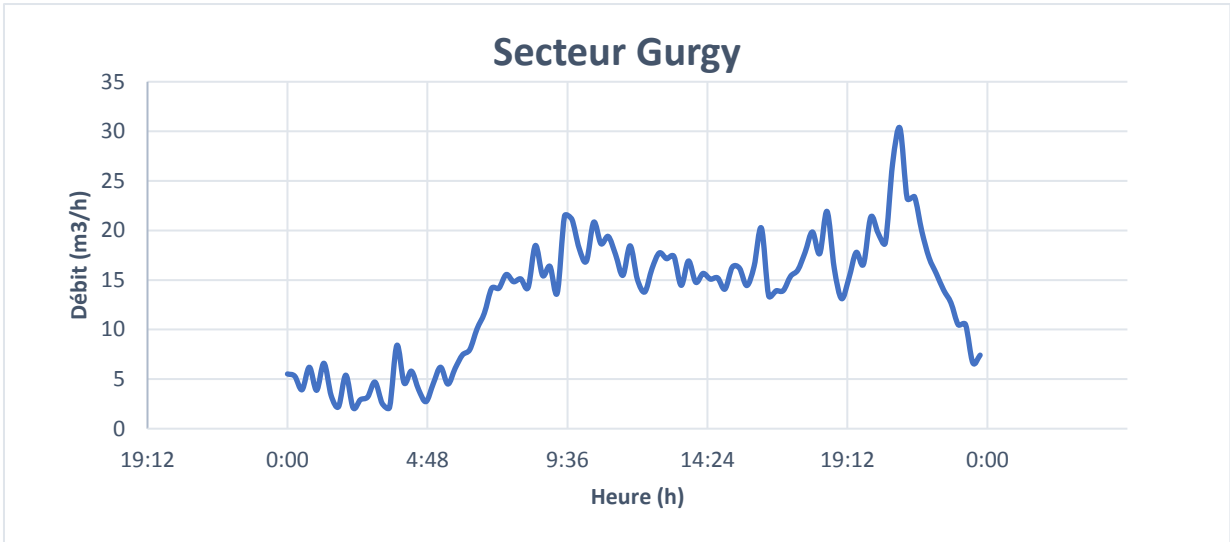
- ✓ Volume journalier et débit depuis l'index ;
- ✓ Débit total résultant des débits directs et inverses ;
- ✓ Si besoin, le débit entrant et sortant des réservoirs depuis le niveau.

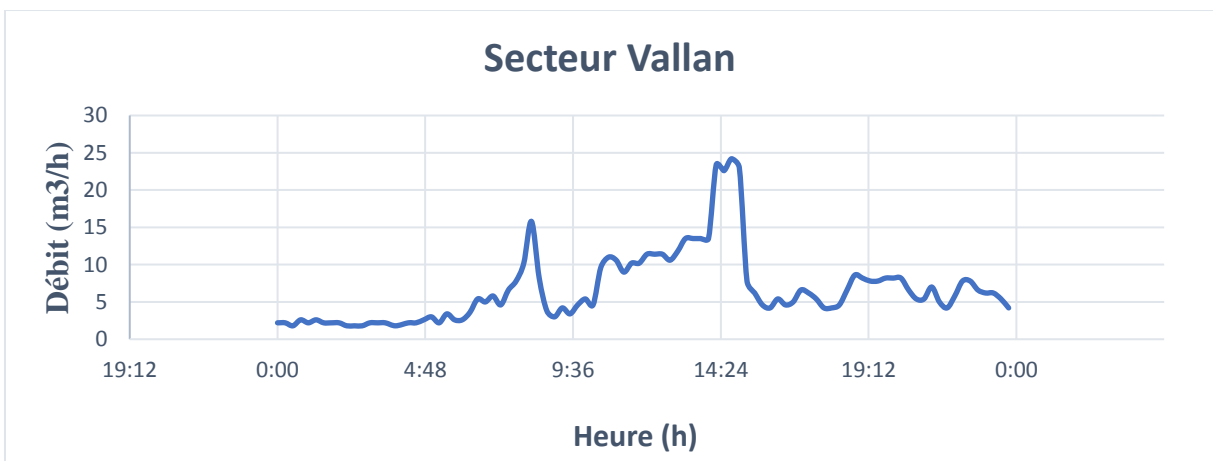
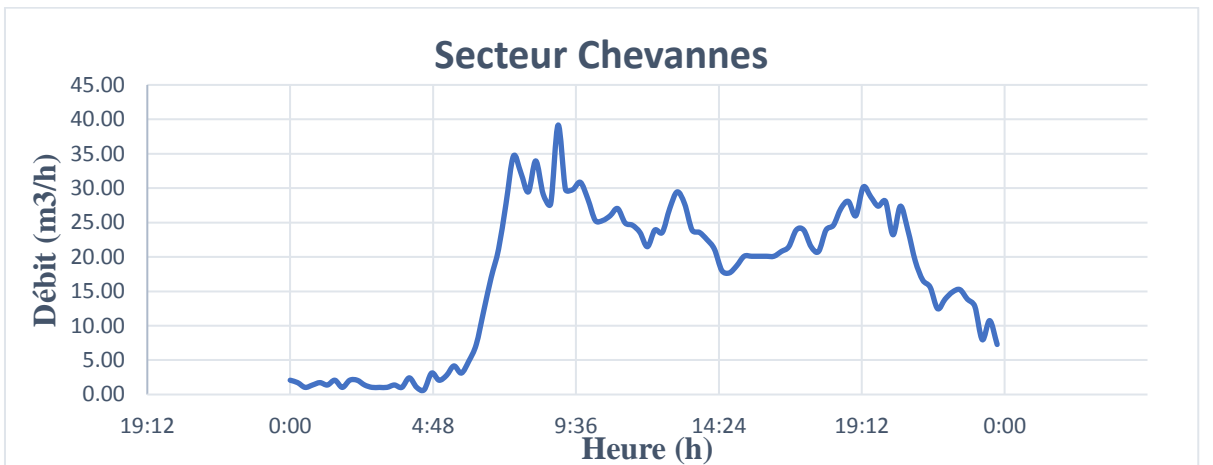
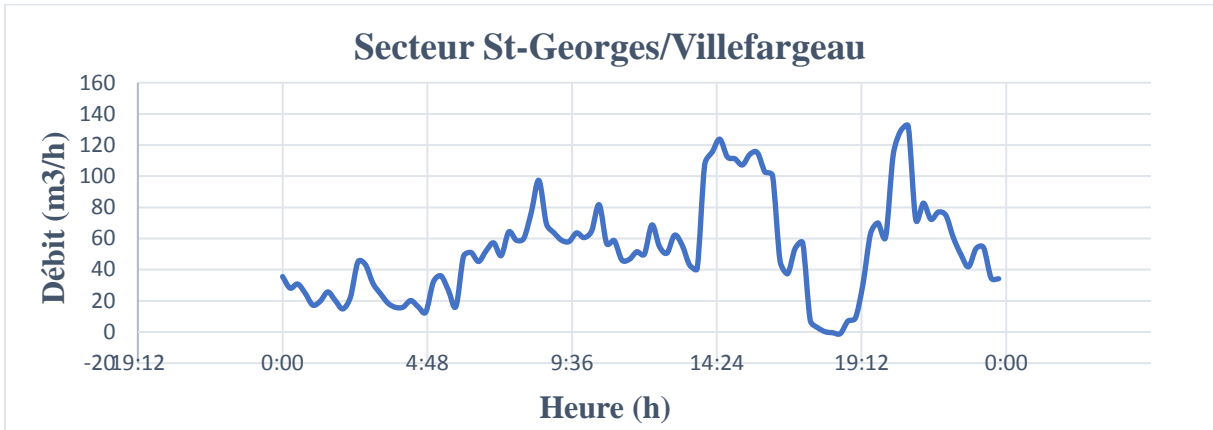
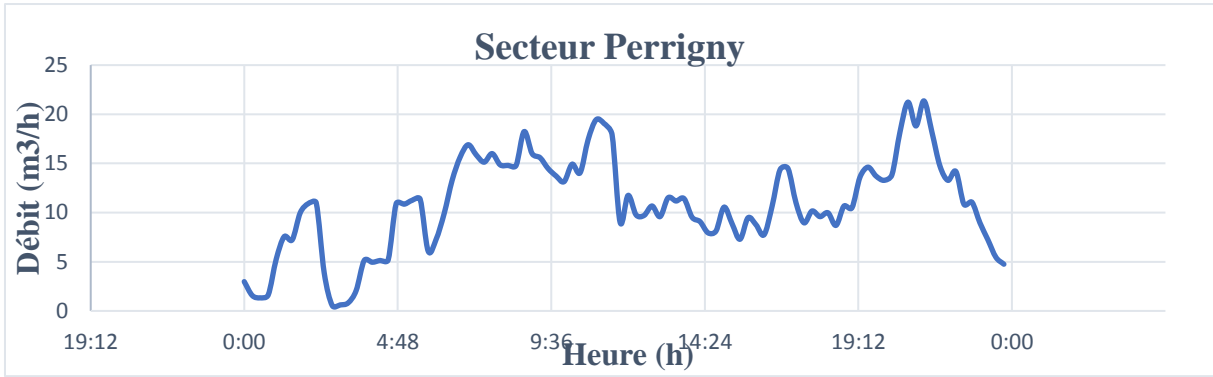
Aperçu sur l'interface du logiciel

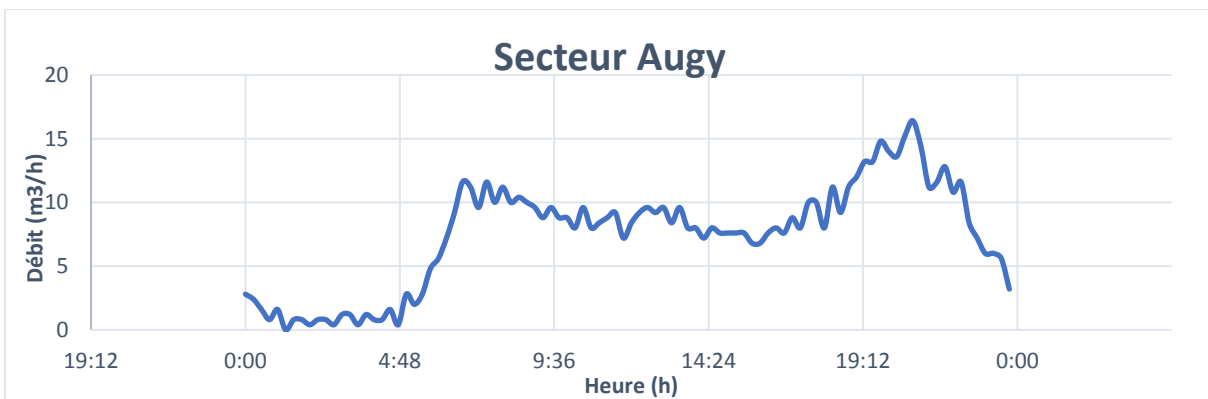
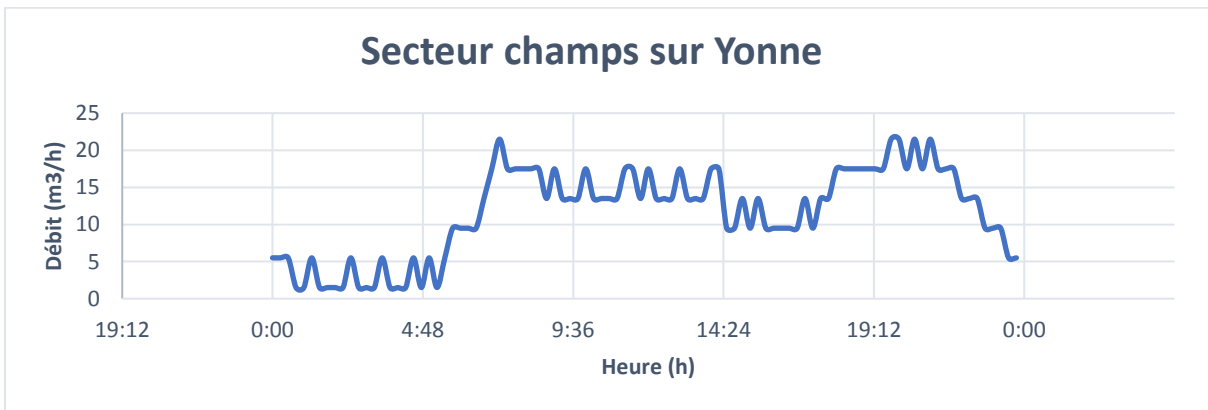
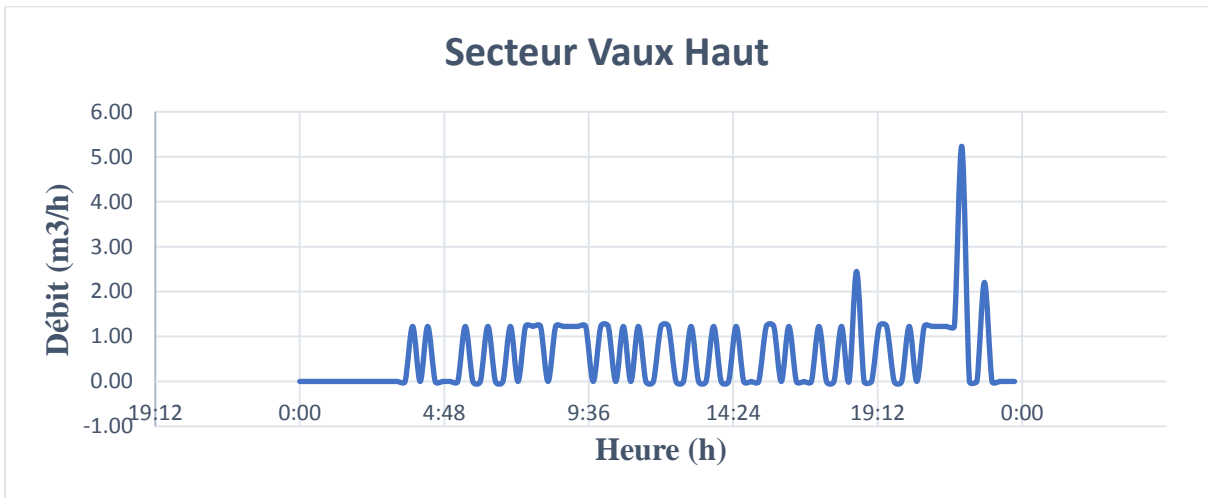
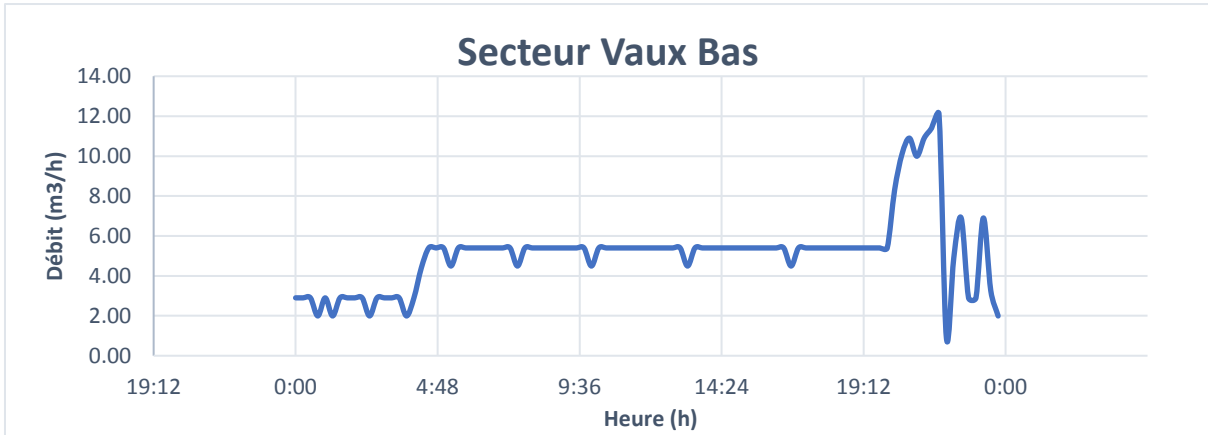


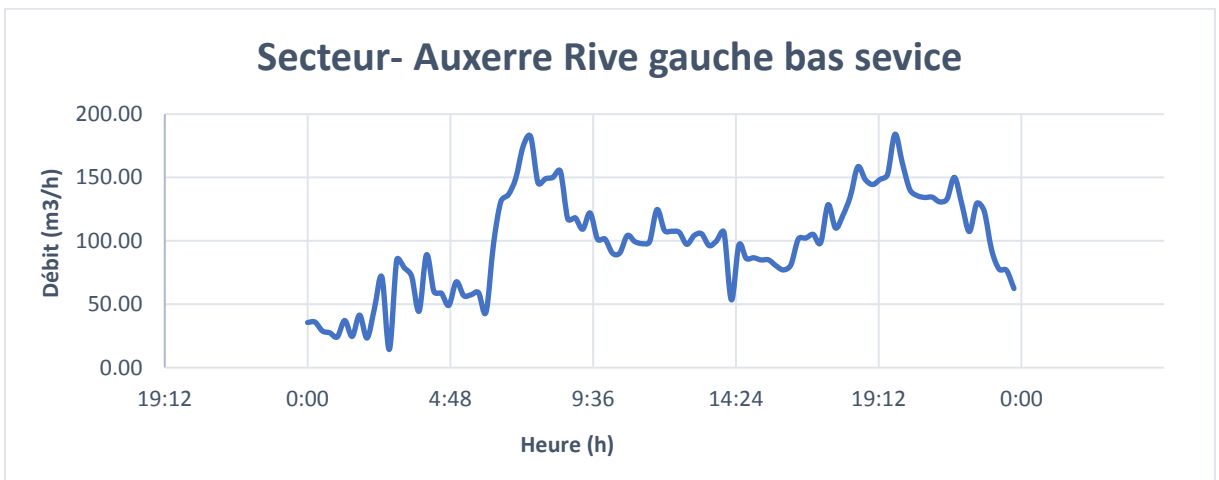
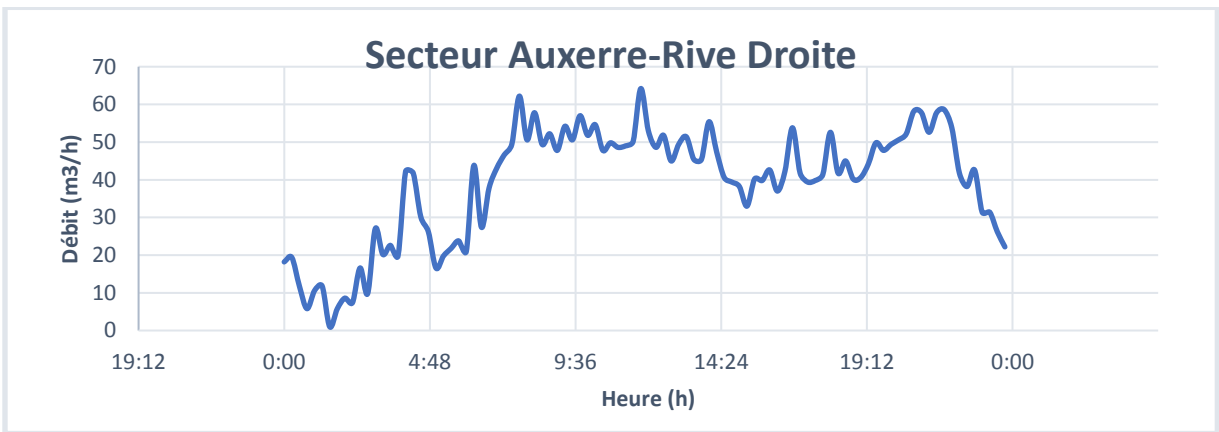
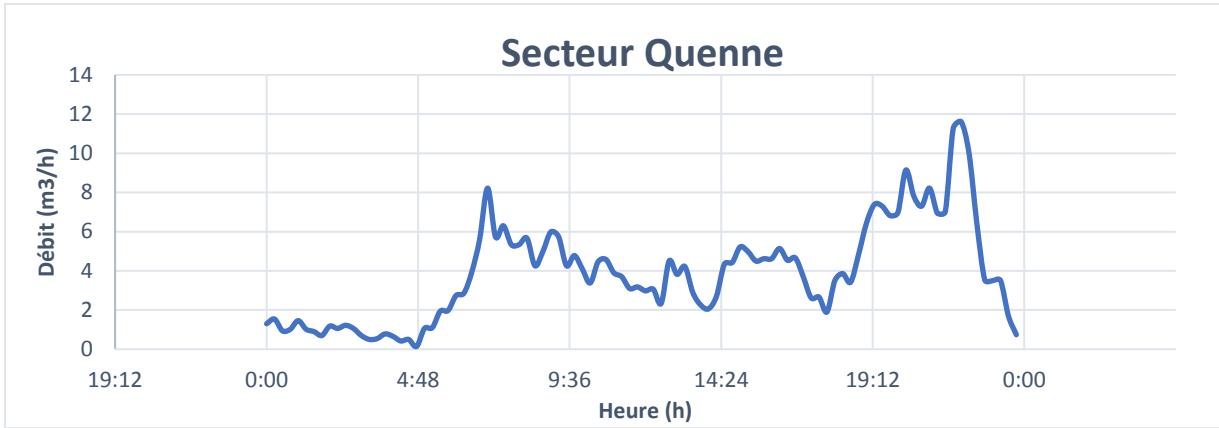
Annexe N°5 : Les différents profil de consommation relatifs aux secteurs de la communauté de l'Auxerrois

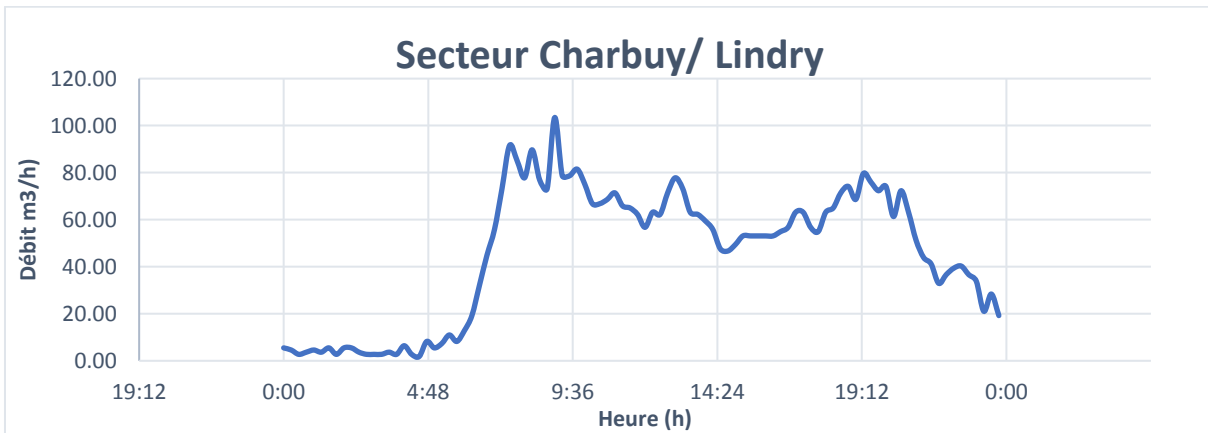
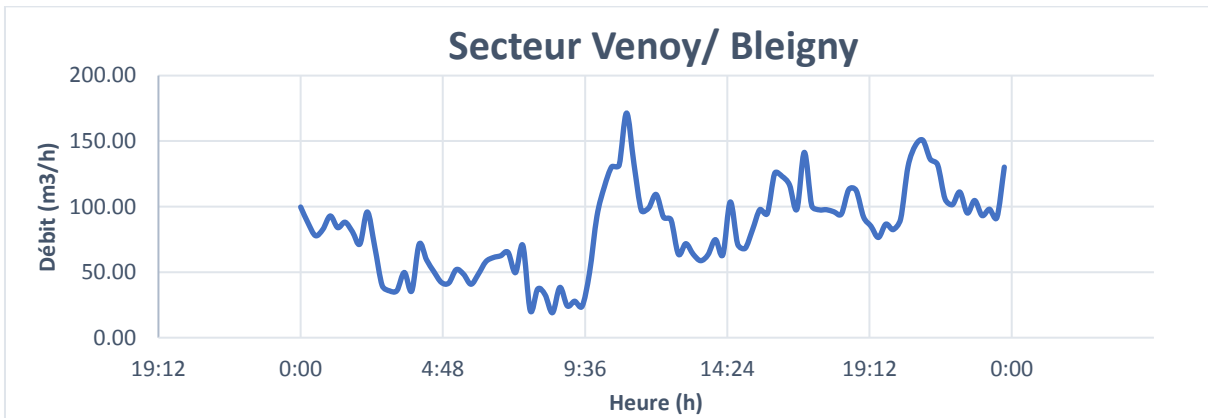
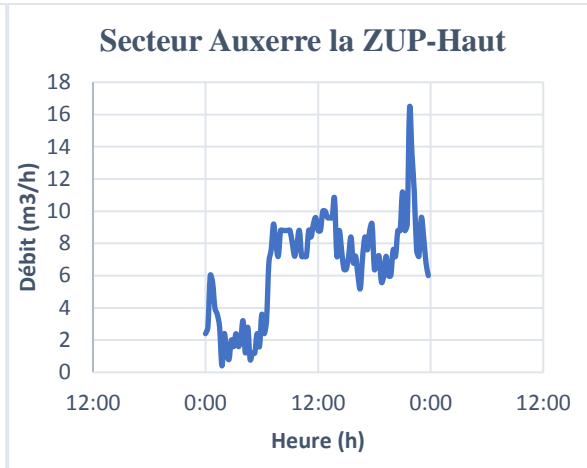
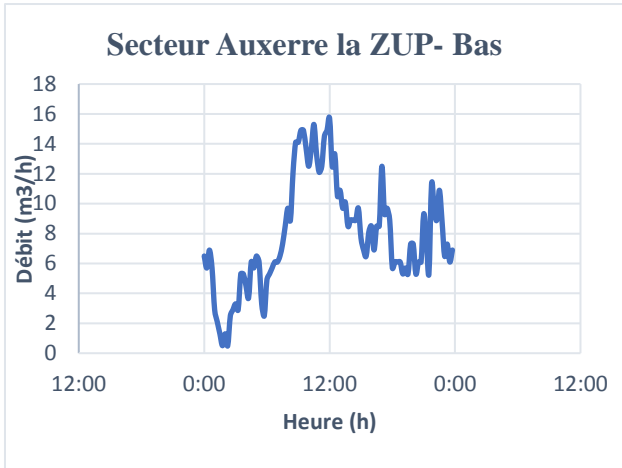






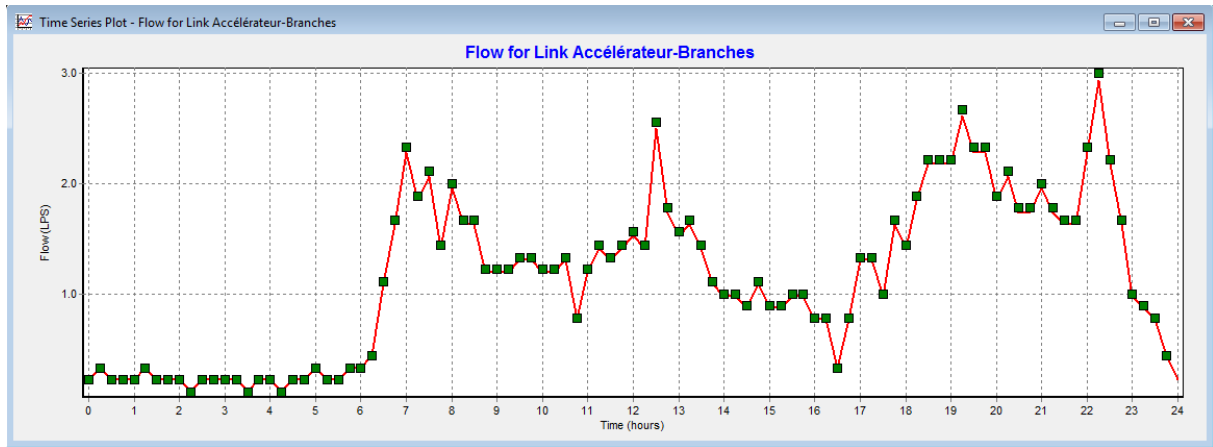




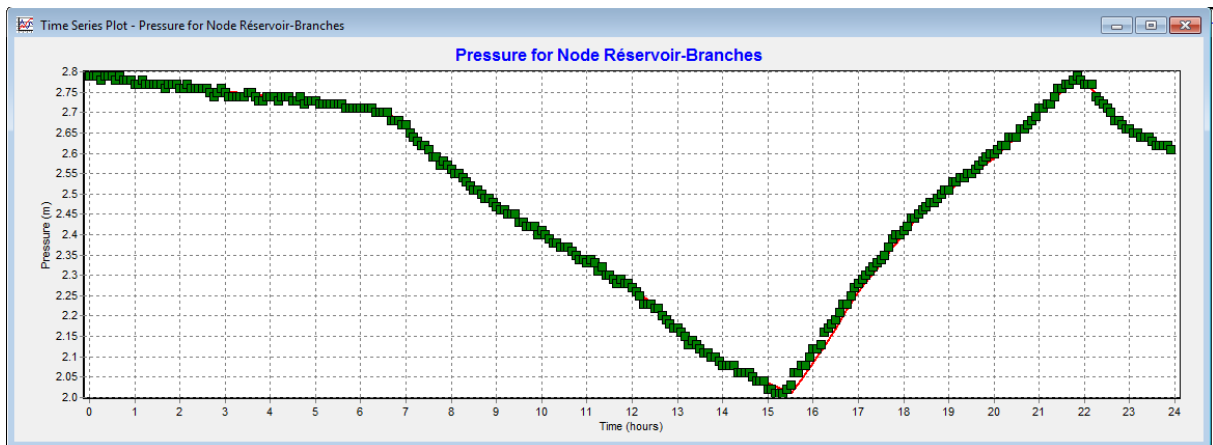


Annexe N°6 : Courbes de calage de la communauté de l'Auxerrois par secteur
Débit/Marnage des réservoirs

1. Secteur Branches

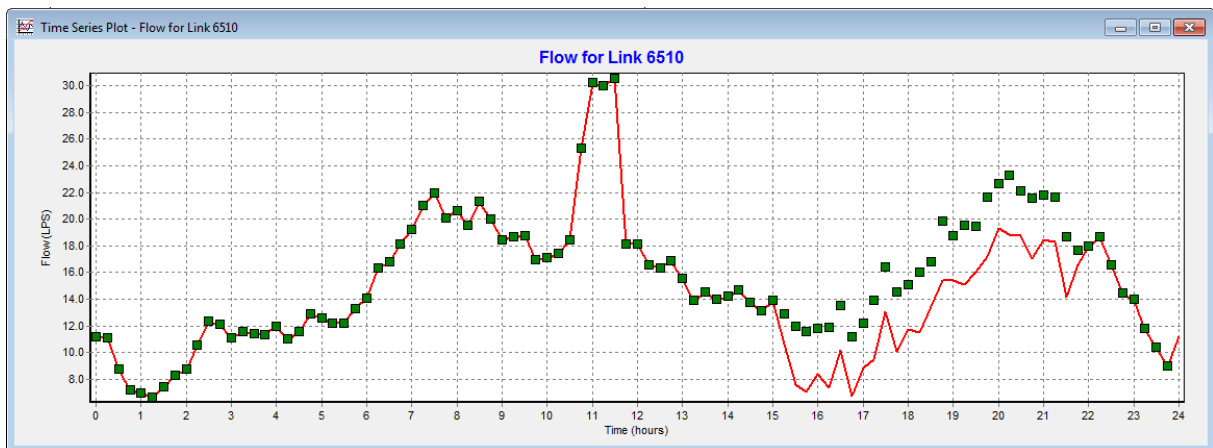


Courbe du débit distribué à l'entrée de Branches

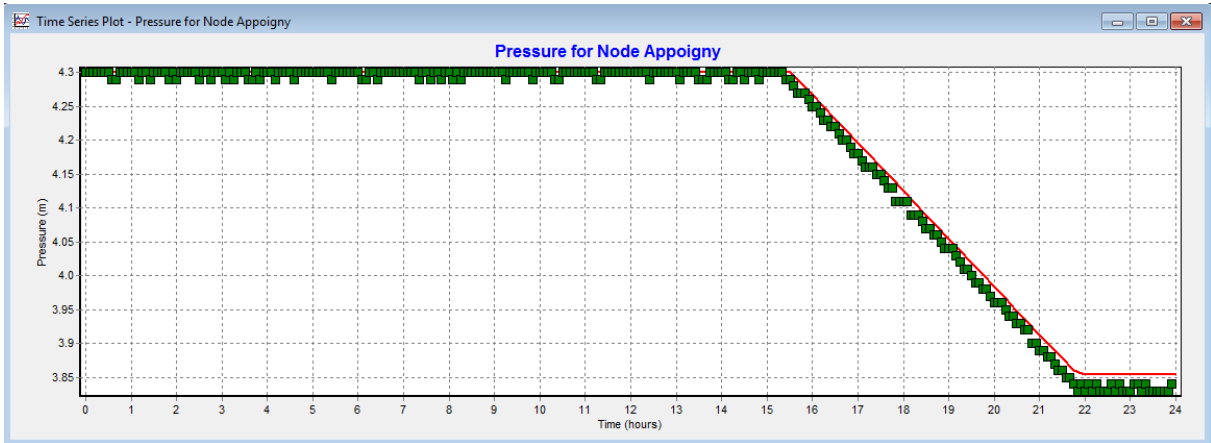


Courbe de marnage de réservoir Branches

2. Secteur Appoigny

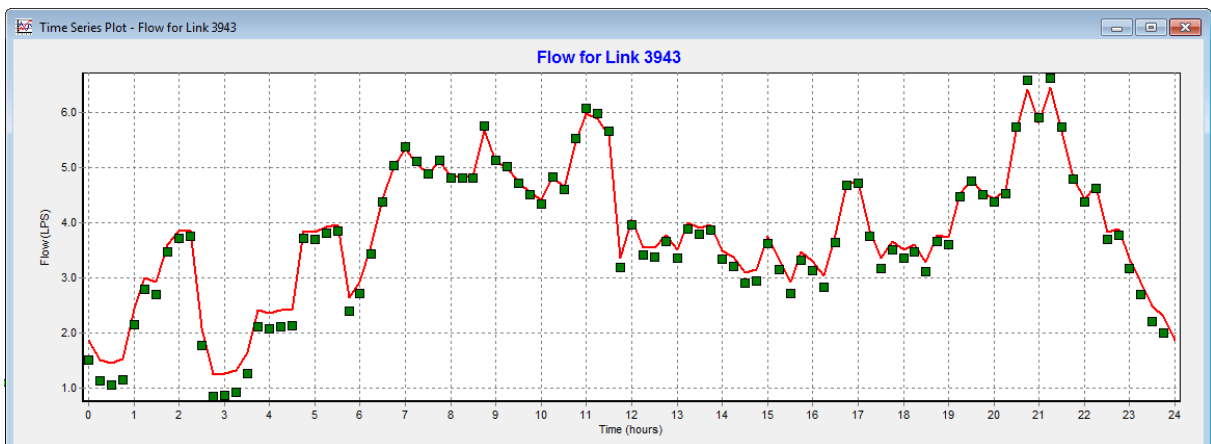


Courbe du débit distribué à l'entrée du secteur Appoigny



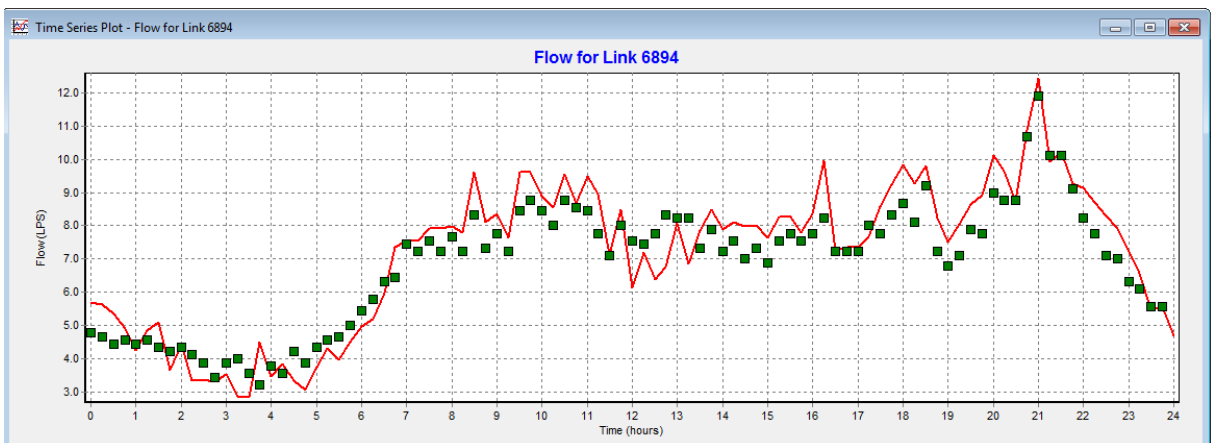
Courbe de marnage de réservoir Appoigny

3. Secteur Perrigny



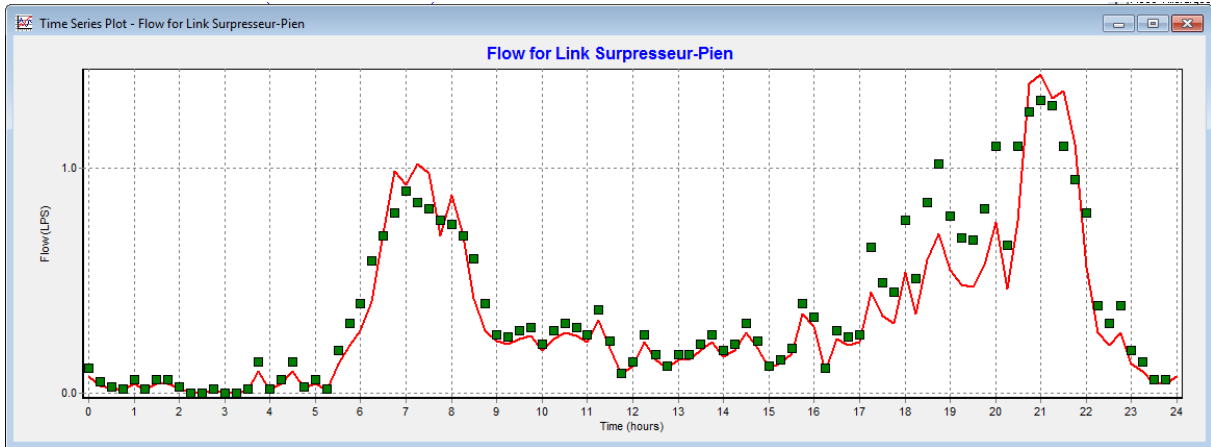
Courbe de débit distribué à l'entrée du secteur Perrigny

4. Secteur Gurgy

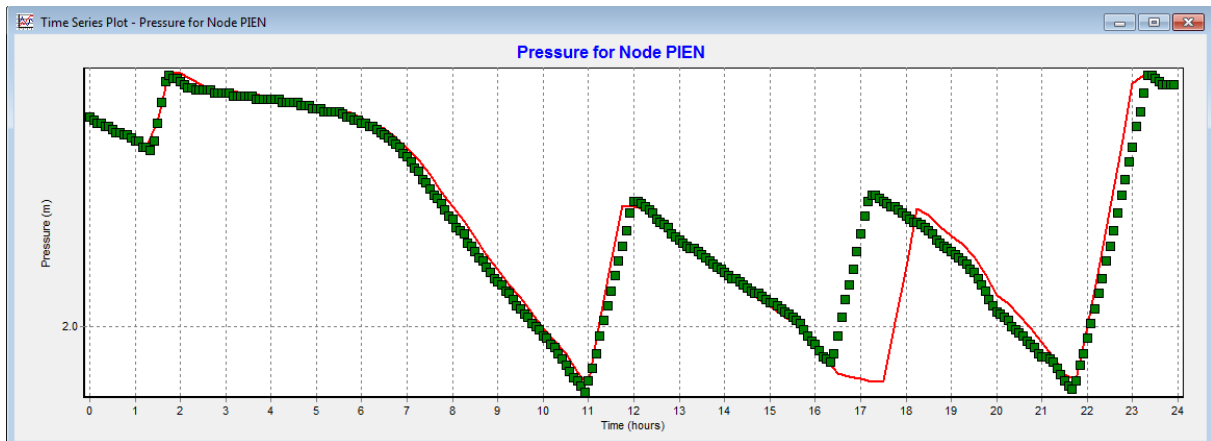


Courbe de débit distribué à l'entrée du secteur Gurgy

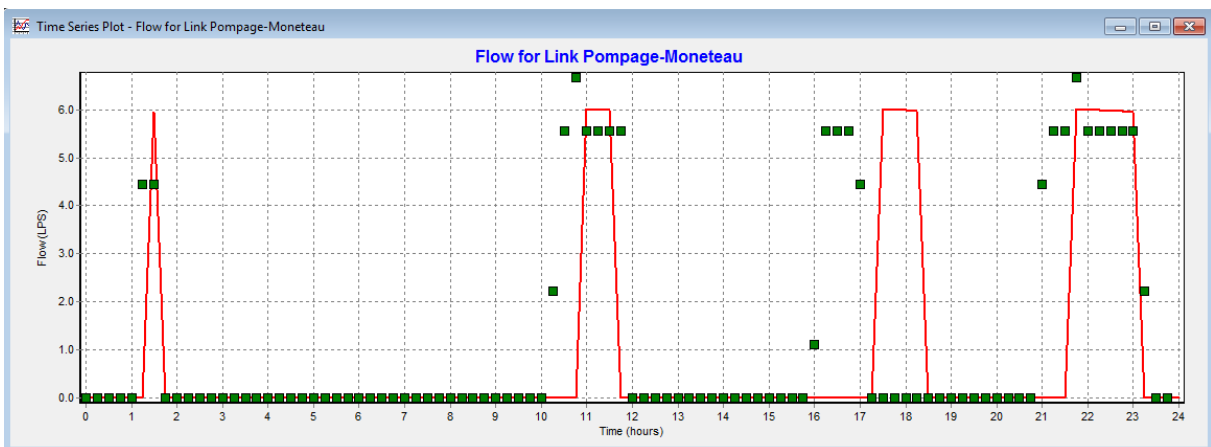
5. Secteur Pien



Courbe de débit distribué à la sortie du réservoir Pien

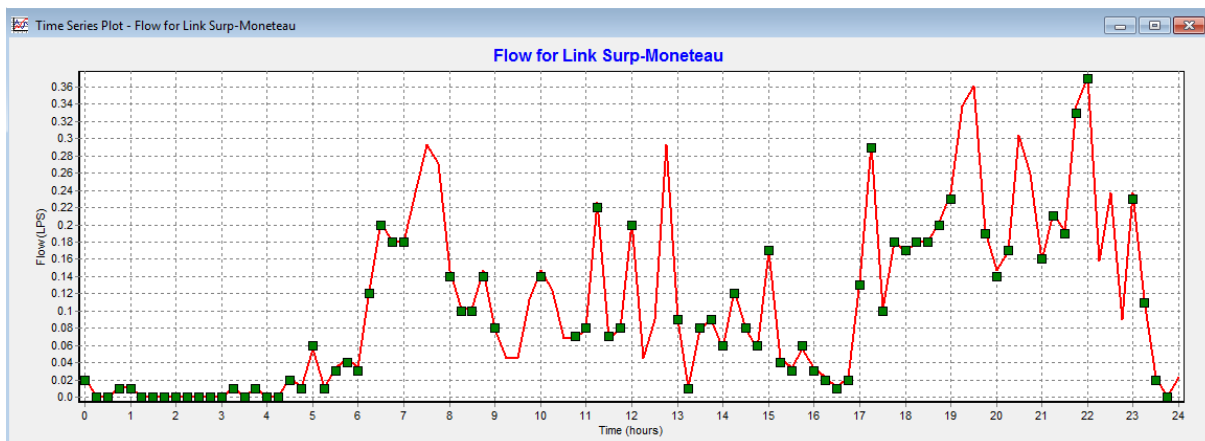


Courbe de marnage de réservoir Pien



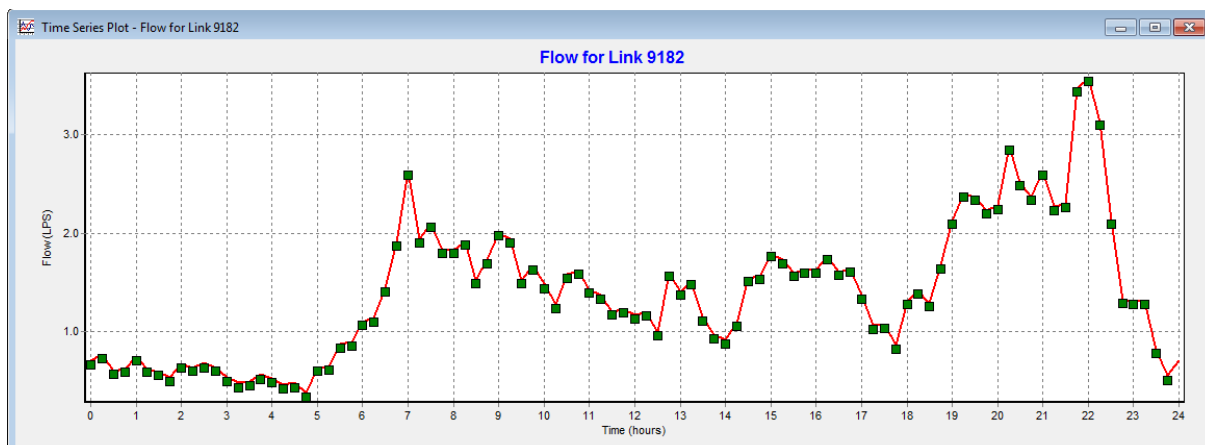
Courbe du pompage Monéteau vers le réservoir Pien

6. Secteur Monéteau



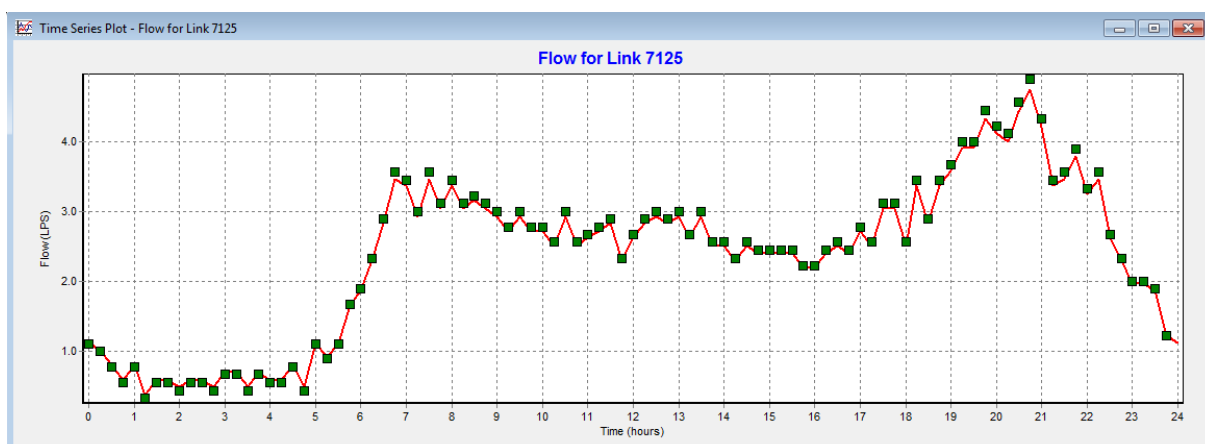
Courbe de débit surpressé à la sortie du réservoir Monéteau

7. Secteur Quenne



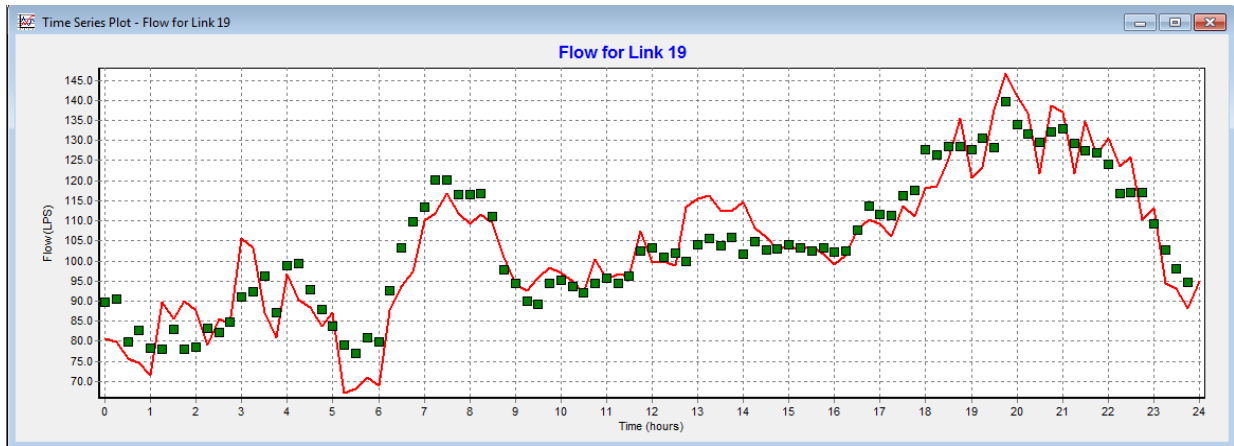
Courbe de débit distribué à l'entrée du secteur Quenne

8. Secteur Augy

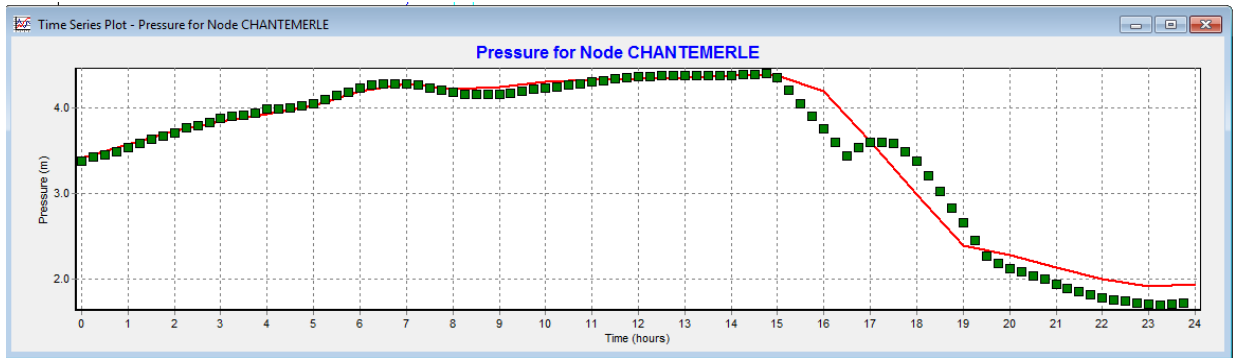


Courbe de débit distribué à l'entrée du secteur Augy

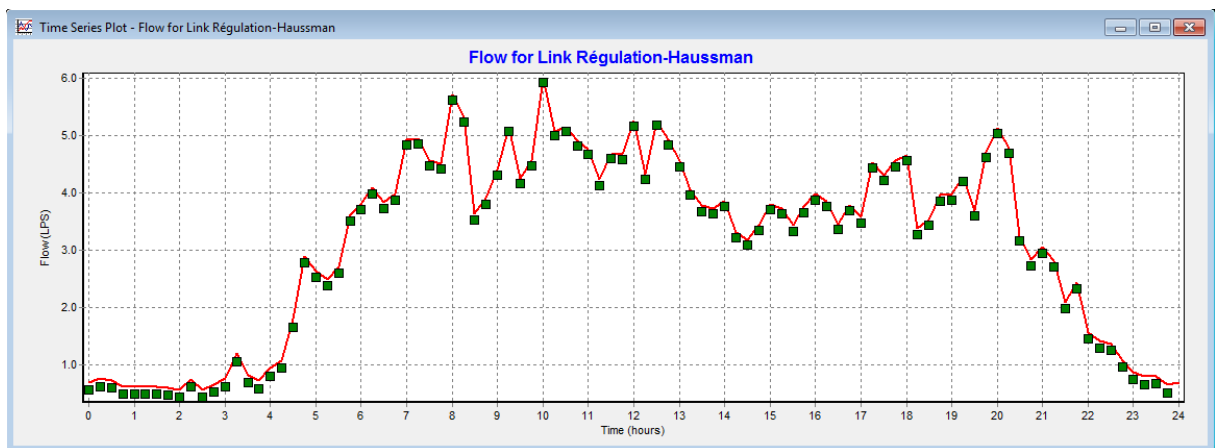
9. Secteur Auxerre Rive Gauche – Bas service



Courbe de débit distribué à la sortie du réservoir Chantemerle

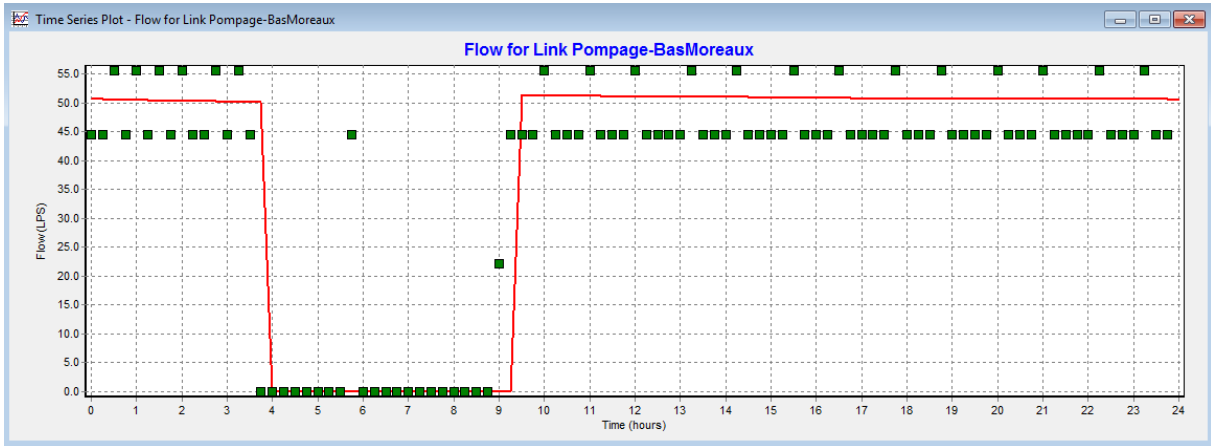


Courbe de marnage de réservoir Chantemerle

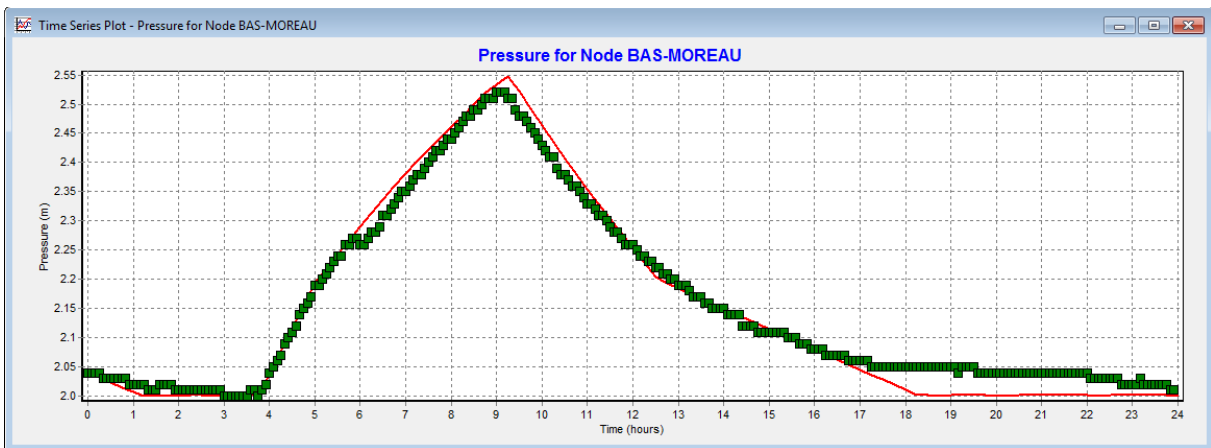


Courbe de débit distribué à la rive gauche via la vanne de régulation Hausmann

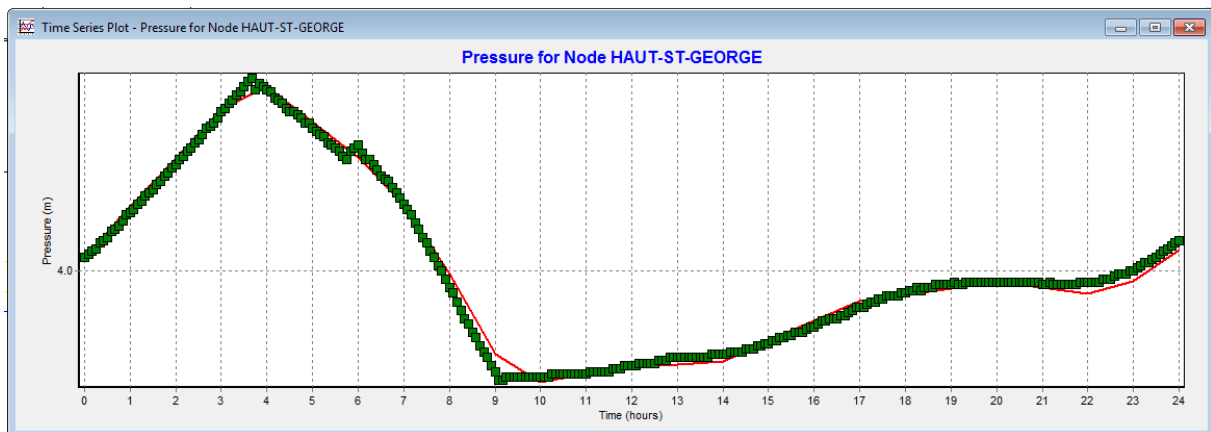
10. Secteur Auxerre Rive gauche- Haut service



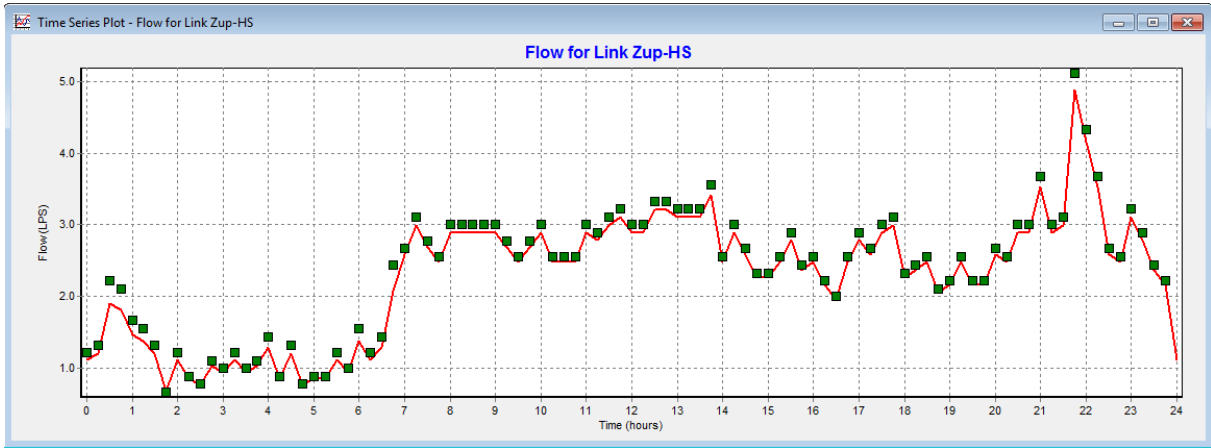
Courbe de débit de pompe Bas-Moreau vers réservoir Haut-St-Georges



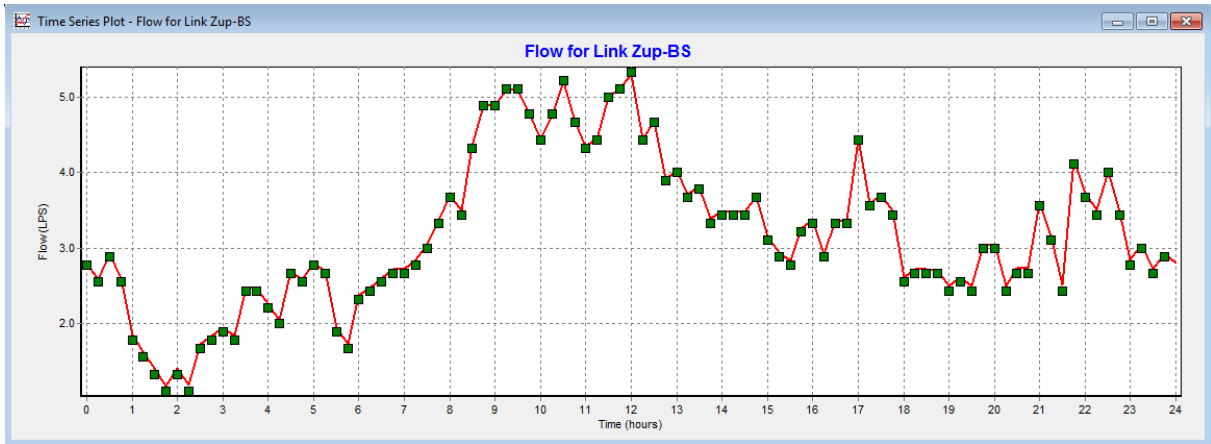
Courbe de marnage de réservoir Bas-Moreau



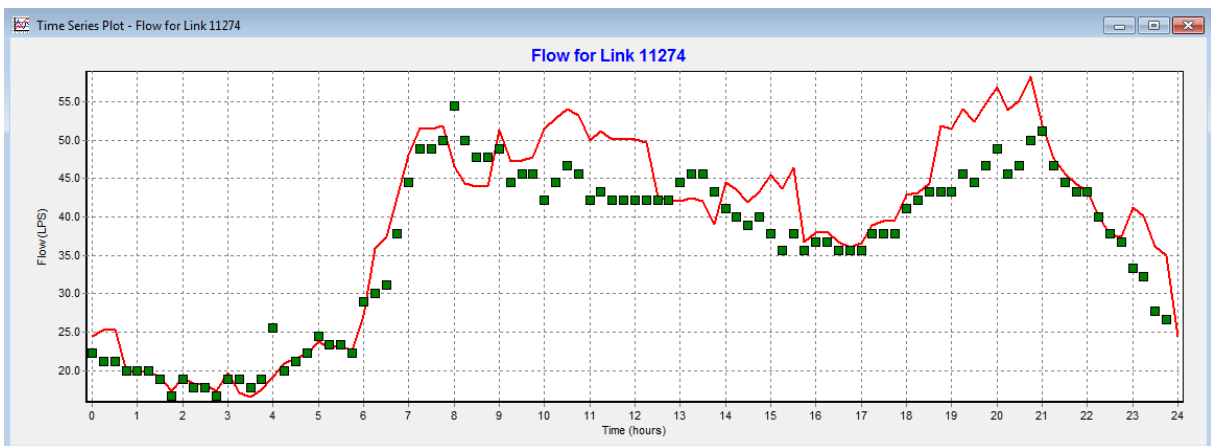
Courbe de marnage de réservoir Haut-St-Georges



Courbe de distribution du surpresseur la ZUP Haut

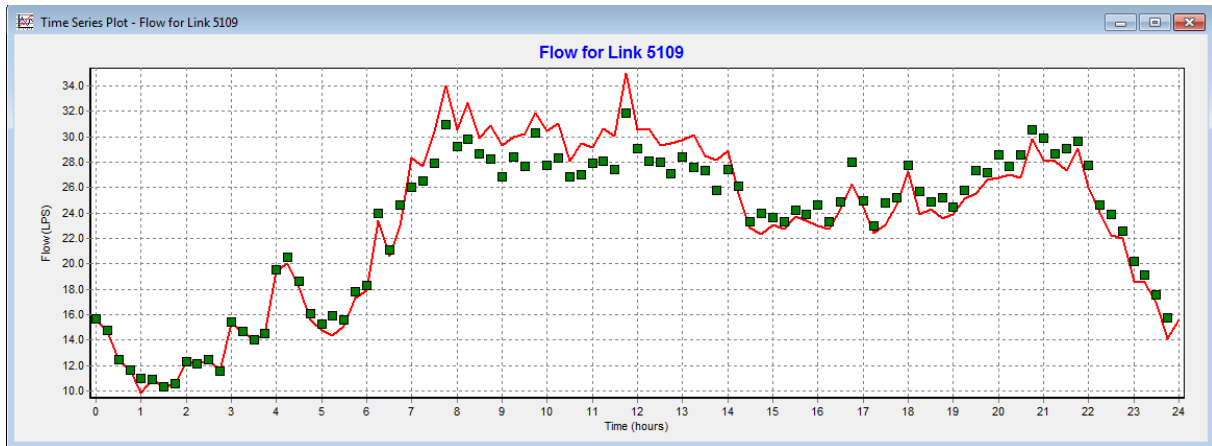


Courbe de distribution du surpresseur la ZUP Bas



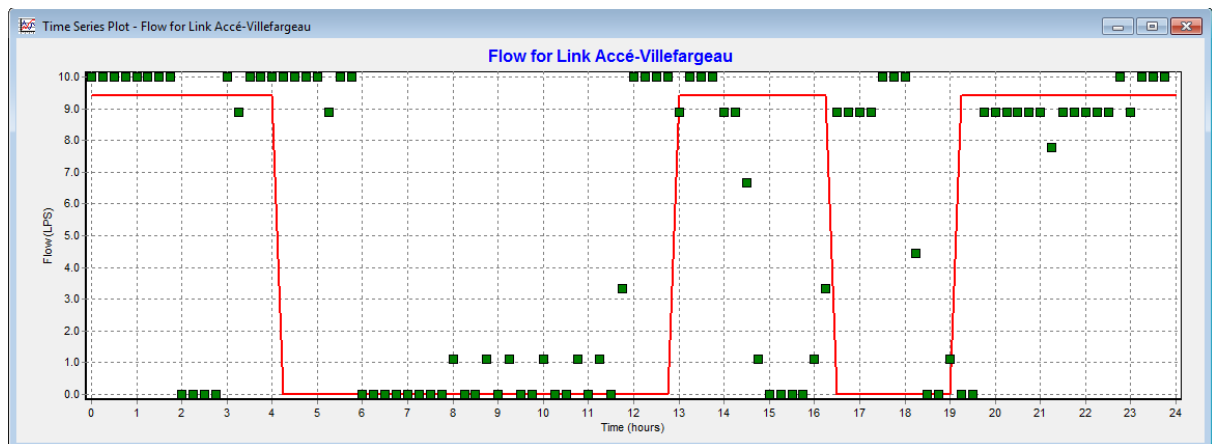
Courbe de distribution du réservoir Haut-St-Georges

11. Secteur Auxerre Rive Droite

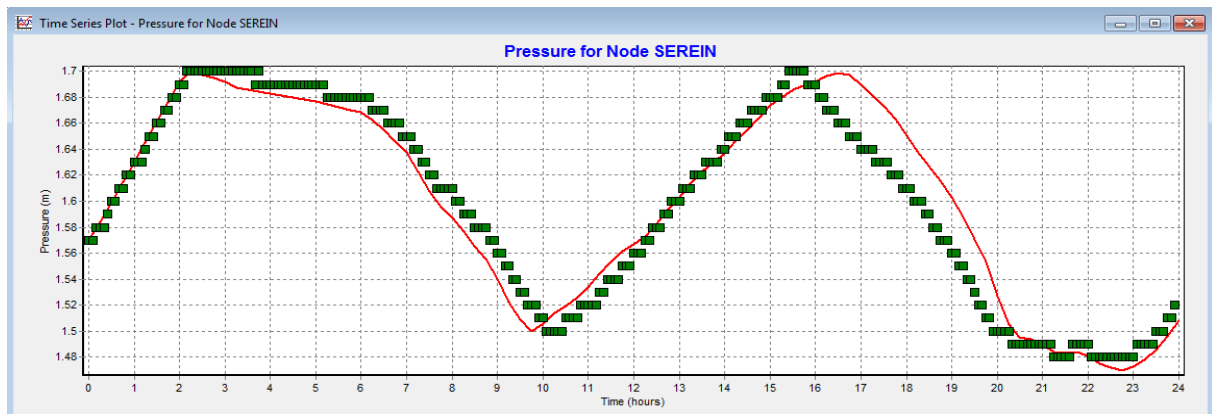


Courbe de débit distribué au secteur Rive-Droite

12. Secteur Chevannes

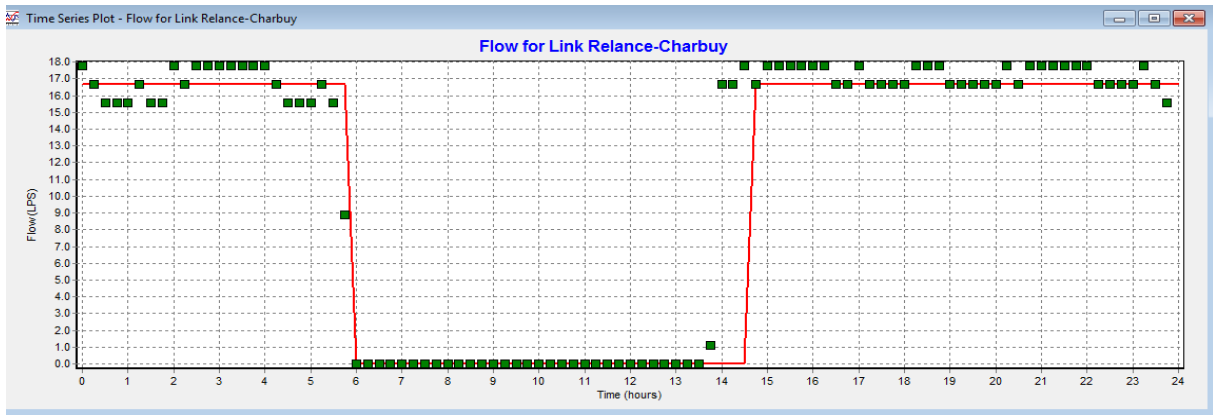


Courbe de débit d'entrée au secteur Chevannes



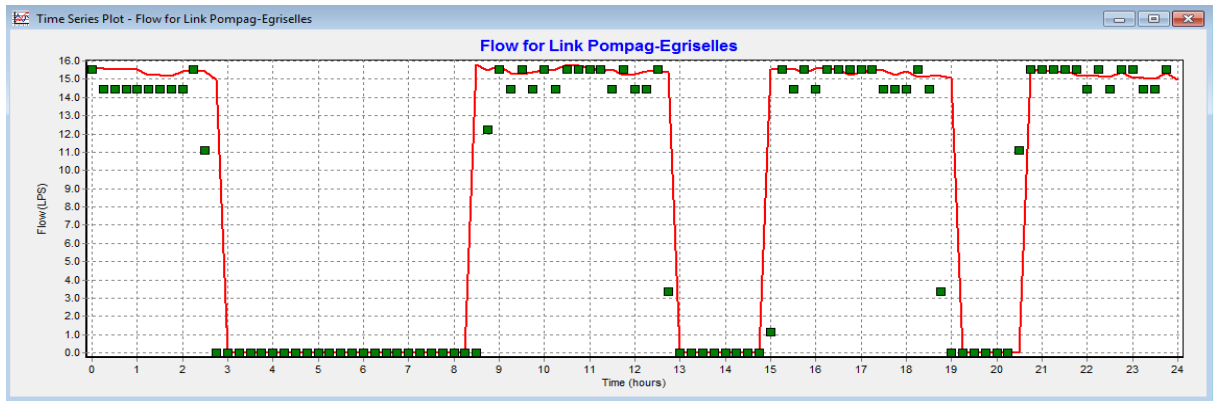
Courbe de marnage de réservoir Serein

13. Secteur Charbuy

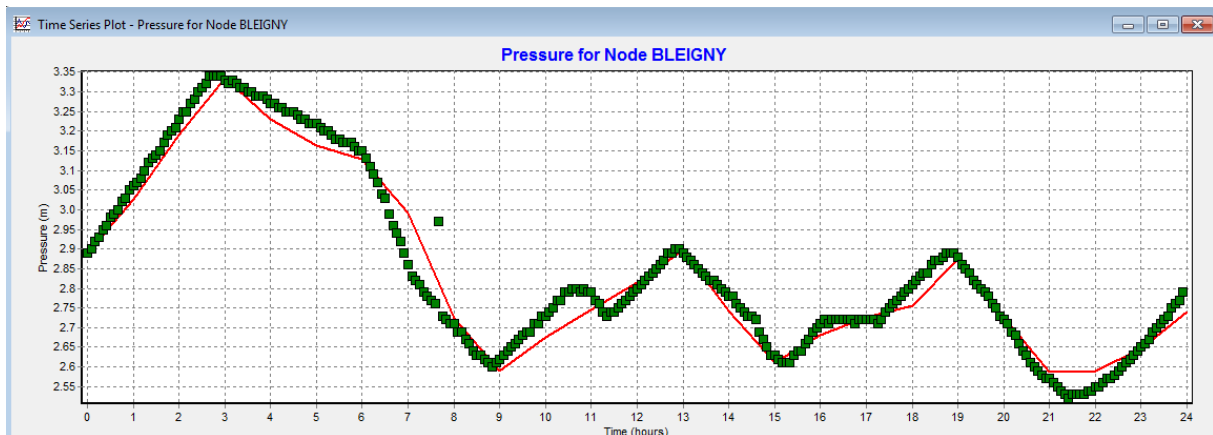


Courbe de débit d'entrée au secteur Charbuy

14. Secteur Bleigny

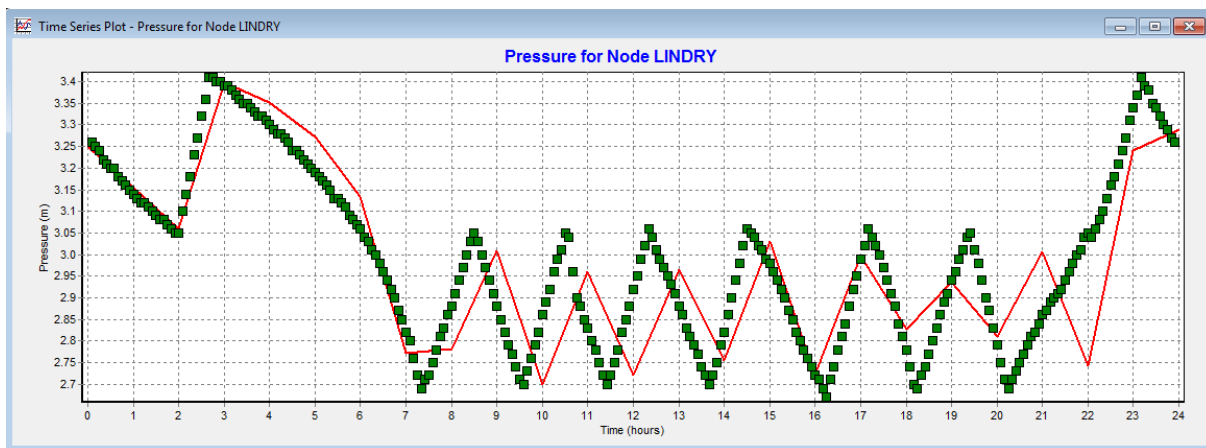


Courbe de pompage Egriselles vers Bleigny



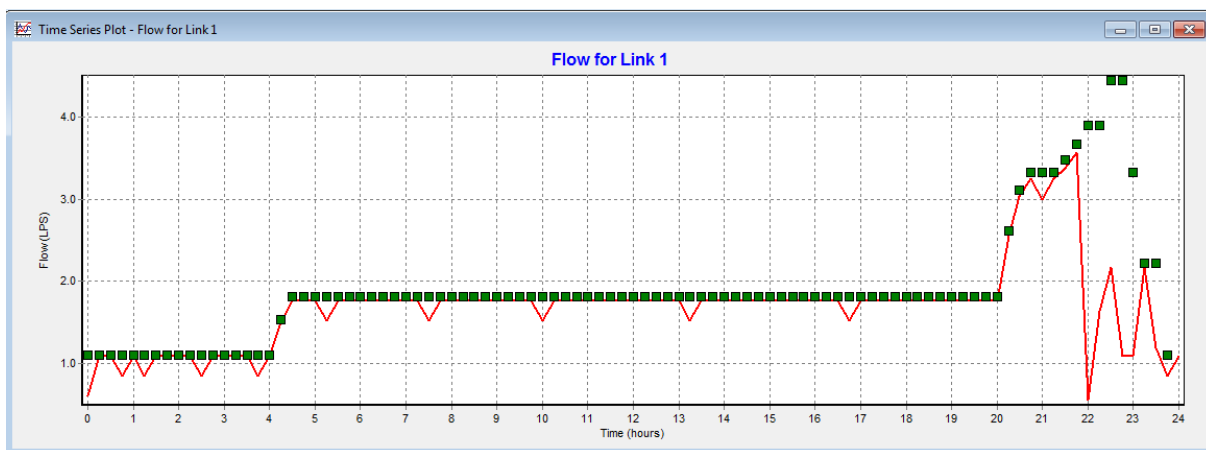
Courbe de marnage de réservoir Bleigny

15. Secteur Lindry



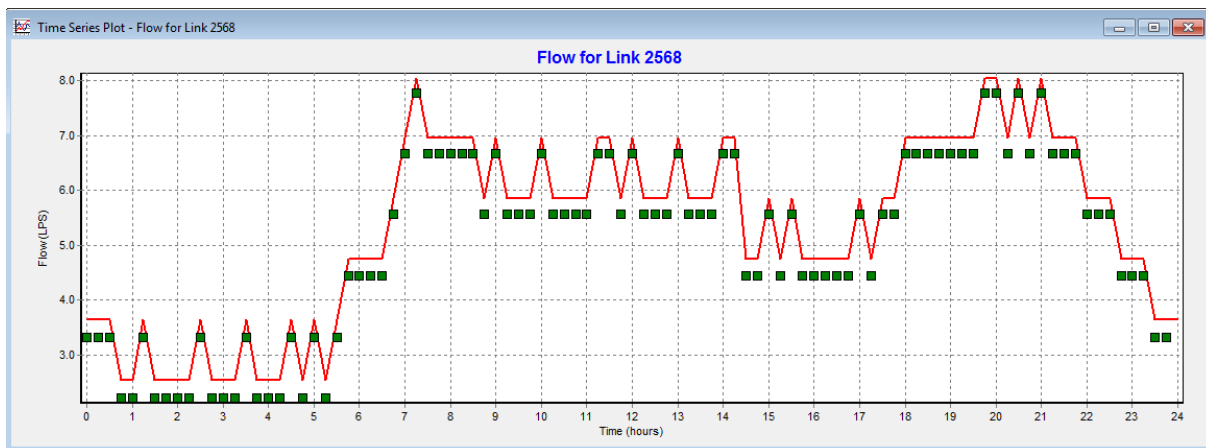
Courbe de marnage de réservoir Lindry

16. Secteur Vaux



Courbe de débit distribué au secteur Vaux

17. Secteur Champs sur Yonne



Courbe de débit distribué au secteur Champ sur Yonne

**Annexe N°7 : Résultat de calage des pressions statiques relatives aux poteaux d'incendie de la
commune d'Auxerre**

Numéro de poteau	Pression statique calculée	Pression mesurée	Différence	Remarque
HYD890241008	50.3	48	2.3	Calé
HYD890241009	36.62	37	-0.38	Calé
HYD890241010	52.13	52	0.13	Calé
HYD890241011	56.2	55	1.2	Calé
HYD890241043	62.21	59	3.21	Calé
HYD890241056	35.56	32	3.56	Calé
HYD890241061	42.05	40	2.05	Calé
HYD890241062	56.23	52	4.23	Calé
HYD890241066	61.08	56	5.08	Calé
HYD890241067	63.54	59	4.54	Calé
HYD890241070	63.15	57	6.15	Non calé
HYD890241072	63.03	60	3.03	Calé
HYD890241074	62.87	59	3.87	Calé
HYD890241092	29.9	28	1.9	Calé
HYD890241101	61.35	59	2.35	Calé
HYD890241105	48.26	43	5.26	Non calé
HYD890241106	55.36	50	5.36	Non calé
HYD890241107	55.06	53	2.06	Calé
HYD890241108	60.06	55	5.06	Non calé
HYD890241109	53.17	50	3.17	Calé
HYD890241110	52.38	46	6.38	Non calé
HYD890241111	78.24	78	0.24	Calé
HYD890241112	82.52	80	2.52	Calé
HYD890241120	44.08	40	4.08	Calé
HYD890241121	45.22	40	5.22	Non calé
HYD890241122	44.76	42	2.76	Calé
HYD890241125	88.24	87	1.24	Calé
HYD890241127	21.92	20	1.92	Calé
HYD890241133	39.29	41	-1.71	Calé
HYD890241134	38.99	40	-1.01	Calé
HYD890241135	37.08	36	1.08	Calé
HYD890241136	68.94	70	-1.06	Calé
HYD890241137	76.68	72	4.68	Calé
HYD890241138	94.21	90	4.21	Calé
HYD890241139	51.55	48	3.55	Calé
HYD890241143	47.3	46	1.3	Calé
HYD890241150	47.51	40	7.51	Non calé
HYD890241151	47.09	42	5.09	Non calé
HYD890241153	48.2	45	3.2	Calé
HYD890241155	58.26	53	5.26	Non calé
HYD890241156	38.88	38	0.88	Calé
HYD890241157	38.29	39	-0.71	Calé
HYD890241158	30.13	30	0.13	Calé
HYD890241159	31.89	33	-1.11	Calé
HYD890241160	53.29	50	3.29	Calé
HYD890241161	48.42	48	0.42	Calé
HYD890241162	39.07	35	4.07	Calé

HYD890241163	33.63	31	2.63	Calé
HYD890241164	33.83	30	3.83	Calé
HYD890241165	40.33	33	7.33	Non calé
HYD890241166	46.17	40	6.17	Non calé
HYD890241167	43.71	40	3.71	Calé
HYD890241168	49.11	45	4.11	Calé
HYD890241169	31.47	31	0.47	Calé
HYD890241170	45.37	46	-0.63	Calé
HYD890241171	38.89	38	0.89	Calé
HYD890241173	36.06	35	1.06	Calé
HYD890241174	47.59	45	2.59	Calé
HYD890241176	63.86	60	3.86	Calé
HYD890241177	70.42	70	0.42	Calé
HYD890241178	74.16	70	4.16	Calé
HYD890241181	37.5	35	2.5	Calé
HYD890241182	43.38	40	3.38	Calé
HYD890241183	67.3	62	5.3	Calé
HYD890241184	73.39	70	3.39	Calé
HYD890241187	35.85	33	2.85	Calé
HYD890241193	21.96	22	-0.04	Calé
HYD890241194	48.69	50	-1.31	Calé
HYD890241195	71.02	66	5.02	Non calé
HYD890241196	82.91	80	2.91	Calé
HYD890241197	43.5	43	0.5	Calé
HYD890241202	53.35	50	3.35	Calé
HYD890241203	53.92	52	1.92	Calé
HYD890241204	51.09	50	1.09	Calé
HYD890241210	30.82	30	0.82	Calé
HYD890241211	25.19	30	-4.81	Calé
HYD890241212	43.61	43	0.61	Calé
HYD890241213	29.01	32	-2.99	Calé
HYD890241214	28.71	30	-1.29	Calé
HYD890241215	58.34	56	2.34	Calé
HYD890241216	60.66	60	0.66	Calé
HYD890241217	35.64	38	-2.36	Calé
HYD890241218	49.21	50	-0.79	Calé
HYD890241219	52.24	52	0.24	Calé
HYD890241222	48.55	48	0.55	Calé
HYD890241223	47.24	46	1.24	Calé
HYD890241224	42.07	43	-0.93	Calé
HYD890241225	48.55	48	0.55	Calé
HYD890241227	42.8	41	1.8	Calé
HYD890241228	48.28	50	-1.72	Calé
HYD890241229	25.51	24	1.51	Calé
HYD890241230	46.95	42	4.95	Calé
HYD890241231	34.96	32	2.96	Calé
HYD890241239	43.29	42	1.29	Calé
HYD890241240	40.49	40	0.49	Calé
HYD890241241	41.08	40	1.08	Calé
HYD890241264	33.66	32	1.66	Calé
HYD890241265	46.72	45	1.72	Calé
HYD890241266	39.18	40	-0.82	Calé
HYD890241267	44.89	40	4.89	Calé

HYD890241272	43.08	45	-1.92	Calé
HYD890241273	31.91	30	1.91	Calé
HYD890241280	49.41	45	4.41	Calé
HYD890241281	61.5	52	9.5	Non calé
HYD890241283	35.11	30	5.11	Non calé
HYD890241285	57.49	55	2.49	Calé
HYD890241286	62.01	58	4.01	Calé
HYD890241290	39.65	38	1.65	Calé
HYD890241304	62.8	59	3.8	Calé
HYD890241412	63.24	60	3.24	Calé
HYD890241530	33.59	33	0.59	Calé
HYD890242106	51.54	48	3.54	Calé
HYD890242107	38.07	40	-1.93	Calé
HYD890242108	40.48	40	0.48	Calé
HYD890242110	36.79	38	-1.21	Calé
HYD890242940	72.76	70	2.76	Calé
HYD890243388	46.51	40	6.51	Non calé
HYD890243398	36.61	35	1.61	Calé
HYD890243759	53.49	50	3.49	Calé
HYD890243760	48.65	48	0.65	Calé
HYD890243987	83.24	83	0.24	Calé
HYD890244436	32.56	31	1.56	Calé
HYD890244438	27.84	30	-2.16	Calé
HYD890244439	54.51	50	4.51	Calé
HYD890244528	78.86	75	3.86	Calé
HYD890244802	42.6	38	4.6	Calé
HYD890244882	79.9	78	1.9	Calé
HYD890246122	46.72	45	1.72	Calé
HYD890246231	40.04	37	3.04	Calé
HYD89024938	41.18	42	-0.82	Calé
HYD89024939	40.45	38	2.45	Calé
HYD89024945	60.9	58	2.9	Calé
HYD89024947	61.3	58	3.3	Calé
HYD89024948	59.1	58	1.1	Calé
HYD89024949	62.41	59	3.41	Calé
HYD89024953	67.36	62	5.36	Non calé
HYD89024954	35.26	35	0.26	Calé
HYD89024961	41.67	38	3.67	Calé
HYD89024965	40.08	40	0.08	Calé
HYD89024970	32.66	32	0.66	Calé
HYD89024978	32.65	32	0.65	Calé
HYD89024979	36.83	30	6.83	Non calé
HYD89024980	45.26	45	0.26	Calé
HYD89024981	50.19	47	3.19	Calé
HYD89024983	34.81	33	1.81	Calé
HYD89024984	52	49	3	Calé
HYD89024985	83.56	81	2.56	Calé
HYD89024988	41.81	42	-0.19	Calé
HYD89024989	43.86	42	1.86	Calé
HYD89024991	49.57	50	-0.43	Calé
HYD89024992	42.15	40	2.15	Calé
HYD89024993	35.91	34	1.91	Calé

Annexe N° 8 : Tableau détaillé de la sectorisation proposée

Secteur principal	Sous-secteur	Linéaire de canalisation (Km)	Nombre de vannes à Fermées	Volume entrant	Volume sortant
Auxerre-Rive droite (1 ^{er} proposition)	Sous-secteur 1	28.00	7	Débitmètre Robert Rimbart	/
	Sous-secteur 2	25.121		Débitmètre Cadet Roussel	Cptr Augy
Auxerre-Rive droite (2 ^{ème} proposition)	Sous-secteur 1	24.5	1	*Débitmètre à poser (1) *Débitmètre à poser (2)	Cprt Augy
	Sous-secteur 2	28.621		Débitmètre Cadet Roussel	*Débitmètre Robert Rimbart *Débitmètre à poser (1) *Débitmètre à poser (2).
Auxerre-Rive gauche	Sous-secteur 1	9.135	7	Débitmètre Hausmann	/
	Sous-secteur 2	4.45		Débitmètre Jean Moulin	/
	Sous-secteur 3	36.5		Cptr Chantemerle	*Débitmètre Cadet Roussel *Cpt Bas-Moreau
Monéteau	Sous-secteur 1	11.5	2	*Cptr Sortie Jonches *Débitmètre à installer (1)	*Débitmètre à installer (1)
	Sous-secteur 2	8.25		*Débitmètre Gurgy AutoRoute *Débitmètre à installer (2)	/
	Sous-secteur 3	16.76		Cptr Les boisseaux	*Cptr Appoigny *Cptr Gurgy *Débitmètre à installer (2).
Saint Georges/ Vilfargeau	St-Georges (Sous-secteur 1)	16	3	Débitmètre le cormier	Cptr Perrigny
	St-Georges (Sous-secteur 2)	13.93		Débitmètre St-Georges	*Débitmètre à poser (Vilfargeau) *Cptr relance vers Lindry *Cptr relance vers Charbuy
	Vilfargeau	11.35	/	Débitmètre à poser	Cptr relance vers Chevannes

Venoy/ Bleigny	Sous-secteur Laborde	6.77	/	*Cptr La Borde (Tour de Coulon)	Cptr La Borde (Jardin La Borde)
	Sous-secteur Venoy	17.55	/	*Cptr refoulement RV Jonches + *Débitmètre à installer (RV Egriselles)	*Cptr La Borde (Tour de Coulon) *Débitmètre à installer (RV Egriselles)
	Sous-secteur Bleigny	19.95	/	*Cptr refoulement RV Egriselles *Débitmètre à installer (RV Bleigny)	*Cprt VEG Beine *Débitmètre à installer (RV Bleigny)
	Sous-secteur Montigny	6.45	/	Cprt à installer (Rue Romain)	
	Sous-secteur Villeneuve	6.48	/	Cptr à installer Sortie RV Bleigny	Cptr à installer (Rue Romain)

AUXERRE

Rive Droite & Rive Gauche

5 Secteurs



communauté
de l'auxerrois

Auxerre - RG
s/s Secteur Haussmann

Auxerre - RD
s/s Secteur 2

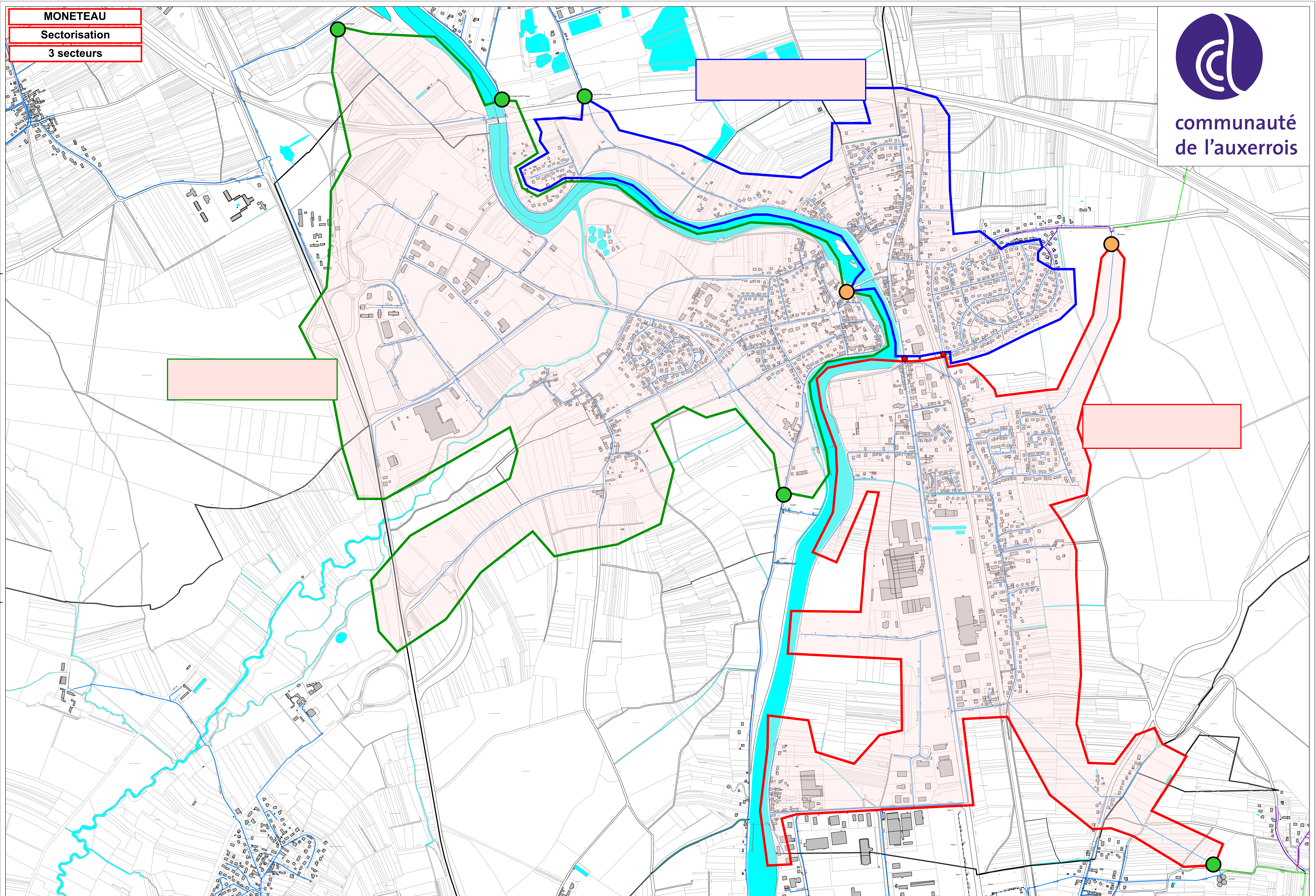
Auxerre - RG
s/s Secteur Jean-Moulin

Auxerre - RD
s/s Secteur 1

Auxerre - RG
s/s Secteur RG Basse

AUGY



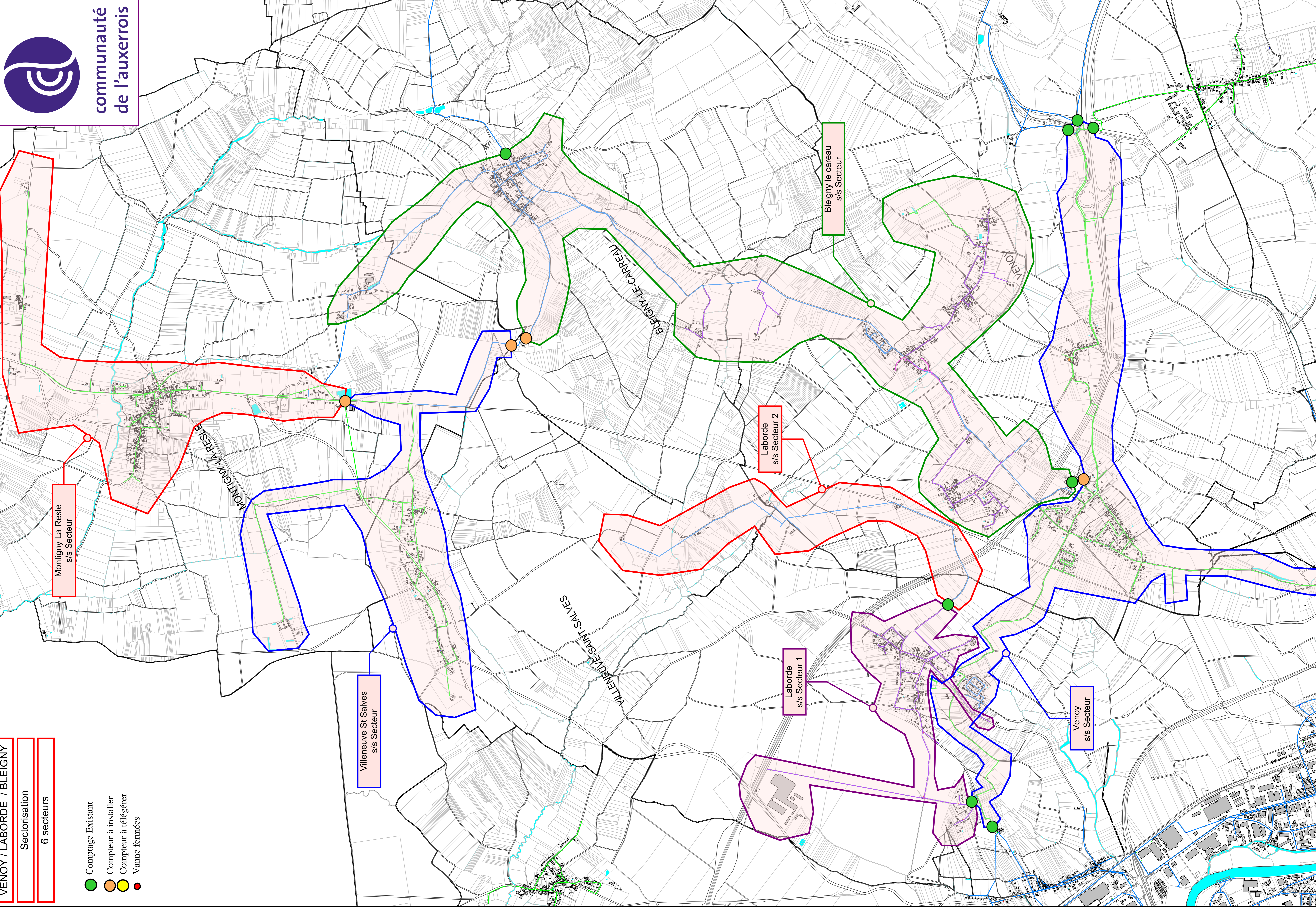


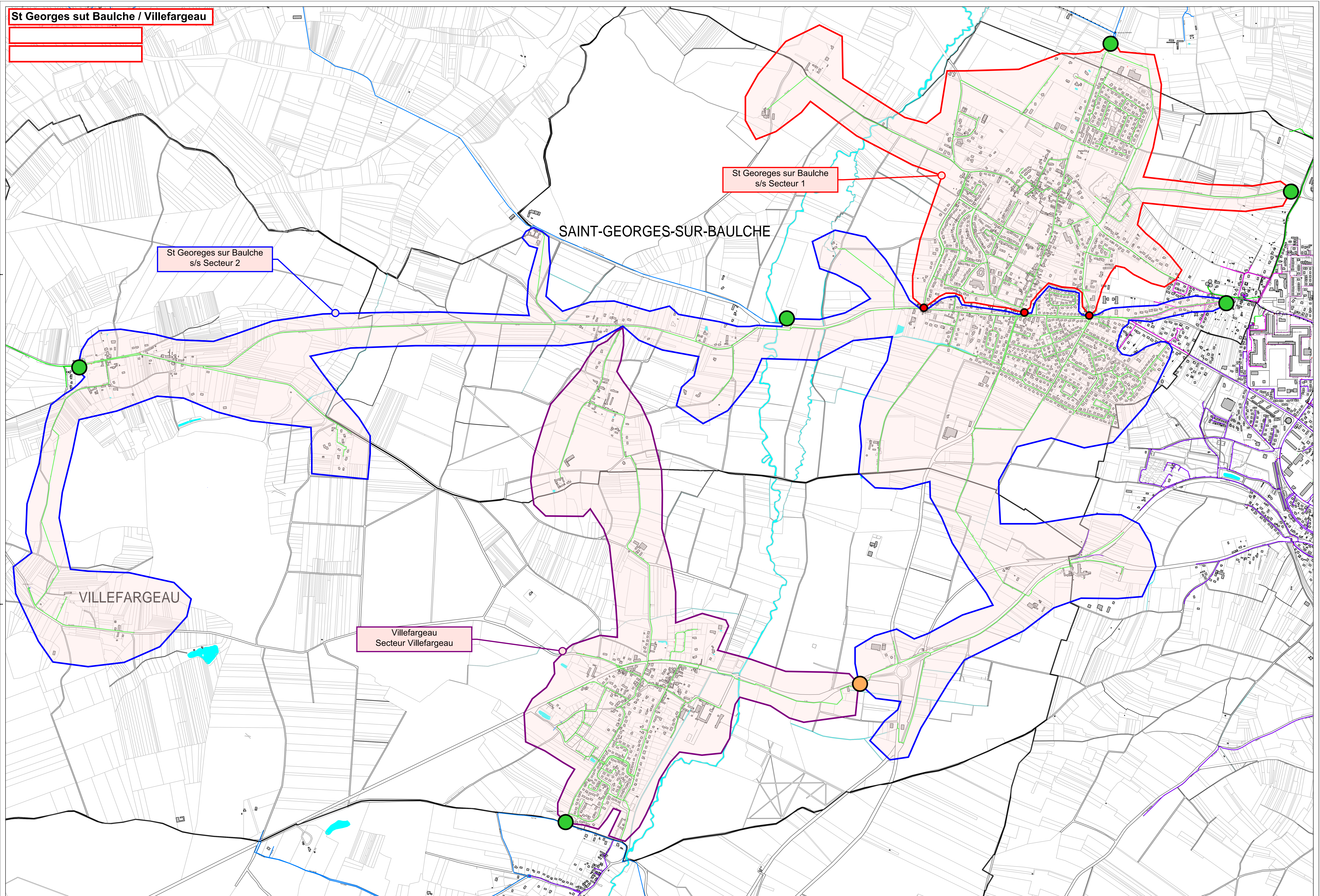


communauté
de l'auxerrois

VENOY / LABORDE / BLEIGNY
Sectorisation
6 secteurs

- Comptage Existant
- Compteur à installer
- Compteur à télégérer
- Vanne fermées





ENGEES – ECOLE NATIONALE DU GENIE DE L'EAU
ET DE L'ENVIRONNEMENT DE STRASBOURG

1 quai Koch 67070 Strasbourg



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Mastère spécialisé Eau Potable et Assainissement

Auteur

Ahmed Zakaria BENMOKKADEM

Année

2018/2019

***Optimisation du fonctionnement du réseau d'eau potable de la
communauté d'agglomération de l'Auxerrois afin de préserver les
ressources en Eau***

Nombre de pages : 67

Nombre des annexes : 8

Nombre de références bibliographiques : 15

Suez Eau France /Agence Auxerre



Maitre de Stage : Jean-Marie BRUN

Dans le contexte de la préservation des ressources en eau de la communauté de l'Auxerrois, la société Suez Eau France vise à optimiser le fonctionnement du réseau d'eau potable de ladite communauté, de ce fait l'objectif de cette étude est de proposer des actions pour répondre à sujet.

La présente étude à été faite via un modèle hydraulique crée sous le logiciel Epanet, ledit modèle nous a permis de comprendre le fonctionnement hydraulique du réseau, faire un diagnostic et détecter les zones sensibles.

Une proposition de l'amélioration de la sectorisation a été réalisée dans le but de faciliter la gestion du réseau et réduire les pertes en eau.

Mots clés : Optimisation, Gestion, Modélisation, Epanet, Les pertes ,Communauté de l'Auxerrois.