



**HAL**  
open science

# Diagnostic du système d'alimentation en eau potable du contrat Sud Dijonnais

Marouane Iddir

► **To cite this version:**

Marouane Iddir. Diagnostic du système d'alimentation en eau potable du contrat Sud Dijonnais. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2019. dumas-02479072

**HAL Id: dumas-02479072**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02479072>**

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.

**Mémoire de projet de fin d'études**

**Mastère spécialisé eau potable et assainissement**

**Diagnostic du système d'alimentation en eau potable du  
contrat Sud Dijonnais**



Réalisé par :

IDDIR Marouane

Encadré par :

Pr. NAFI Amir (ENGEES)

Mr BRIQUET Patrick (SUEZ)

Mme. MAGNE Audrey (SUEZ)



---

## REMERCIEMENT

Il m'est agréable de m'acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toutes les personnes, dont l'intervention au cours de ce projet, a favorisé son aboutissement.

Tout d'abord, je tiens à remercier le corps de l'Agence Dijon métropole de Suez Eau France qui m'a accueillie au sein de leur organisme et m'a permis d'effectuer mon stage de fin d'étude dans une atmosphère conviviale et chaleureuse.

Je tiens tout particulièrement à exprimer ma gratitude envers Mme. MAGNE Audrey et Mr BRIQUET Patrick, mes encadrants et mentors, qui m'ont été d'un appui incontestable dans ma démarche. Je tiens tout particulièrement à les remercier pour leur intérêt incessant et leurs précieux conseils.

Je souhaite aussi remercier les personnes qui m'ont aidé, conseillé, et qui ont contribué directement à l'accomplissement de mon étude :

- Mr POCHIET Luc, responsable modélisation chez Suez Eau France, pour sa gentillesse, sa compétence et pour l'aide apportée durant cette étude ;
- Mr JIBAR Mohammed, pour sa disponibilité et son appui technique précieux pour la bonne réalisation de l'étude.

Je tiens aussi à exprimer mon entière reconnaissance à toute personne rencontrée et côtoyée durant mon stage, qui ne s'est pas retenue à partager avec moi toute information aussi modeste soit-elle. Je remercie aussi vivement Monsieur NAFI Amir, Professeur à l'ENGEES et tuteur de ce projet pour m'avoir guidé pendant toute la durée du projet.

Mes vifs remerciements vont finalement à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

---

## RESUME

Le contrat du Sud Dijonnais regroupe sept communes (Bretenière, Chenove, Longvic, Magny-sur-Tille, Marsannay-La-Cote, Ouges, Perrigny-Lès-Dijon), appartenant à l'EPCI de Dijon Métropole. Ces communes sont principalement alimentées par trois champs captant situés au droit de la nappe Dijon Sud et par des ventes en gros de Dijon.

L'objectif de ce travail est d'évaluer le système d'alimentation en eau potable, à travers une étude des modes de défaillance, de leurs effets, et de leur criticité et une modélisation du réseau.

La première partie a concerné les trois captages du sud Dijonnais, les trois usines de production, ainsi que les quatre réservoirs. Cette étude a été complétée par une modélisation et diagnostic hydraulique du réseau de distribution, ce qui nous a permis de relever ses dysfonctionnements.

L'étude a mis en évidence les points critiques des installations analysées, ainsi que les pistes d'amélioration possibles. Pour plusieurs ouvrages, il ressort un niveau de risque pouvant être important.

La simulation sous Epanet, en situation actuelle, a mis le point sur des secteurs où les pressions étaient fortes (>7bar), et qui nécessitent une intervention. Le modèle a permis aussi de mettre en évidence des parties de réseau qui connaissent des temps de séjour importants.

Le diagnostic du réseau a ressorti un secteur où l'alimentation en eau potable était vulnérable.

A toutes ces problématiques, des améliorations ont été proposées et testées, qu'il s'agisse de renforcer les usines de production, ou de perfectionner le réseau. Au niveau de la production il a été décidé d'améliorer les systèmes de détection, de garantir la disponibilité d'équipements de secours, et de renforcer le système de protection contre le risque incendie. Sur le réseau, il a été proposé d'installer des stabilisateurs de pression aval, de réduire le volume du réservoir Plateau, et d'ajouter un maillage au réseau de la partie sud de Perrigny Les Dijon.

Des situations de crise ont été simulées et évaluées lors de cette étude.

---

## ABSTRACT

The South Dijonnais contract includes seven communes (Bretenière, Chenove, Longvic, Magny-sur-Tille, Marsannay-La-Cote, Ouges, Perrigny-Lès-Dijon), belonging to the public institution of intercommunal cooperation of Dijon Metropolis. These towns are mainly fed by three capturing fields located at the South of Dijon.

The objective of this work is to evaluate the system of drinking water supply, through a study of failure modes and their criticalities. The study concerns, the three production plants, as well as the four reservoirs. The study highlighted the critical points of the facilities analyzed, as well as the possible improvements. For several works, there is a risk level that can be significant.

This study was supplemented by a modeling and hydraulic diagnosis of the distribution network, which allowed us to note its dysfunctions.

Simulation under Epanet, in current situation, has shown areas where the pressures were high (> 7bar), and which require intervention. The model also made it possible to highlight parts of the network that experience significant residence times.

The diagnosis of the network revealed a sector where the supply of drinking water was vulnerable.

Crisis situations were simulated and evaluated in this study.

To all these problems, improvements have been proposed and tested, whether to strengthen the production plants, or to improve the network. It has been proposed to install downstream pressure stabilizers, to reduce the volume of the reservoir Plateau, and to add a mesh to the network of the southern part of Perrigny Les Dijon. At the production level, it was decided to improve the detection systems, to guarantee the availability of emergency equipment, and to strengthen the fire protection system.

Crisis situations were simulated and evaluated in this study.



---

## TABLE DES MATIERES

1	Introduction .....	6
2	Présentation générale de l'air d'étude .....	7
2.1	Présentation du contexte de l'étude .....	7
2.2	Le délégataire : SUEZ Eau France.....	8
2.3	Production :.....	9
2.3.1	Ouvrages de captage.....	9
2.3.1.1	Champ captant de La Rente logerot de Marsannay-La-Cote .....	9
2.3.1.2	Captage des Herbiottes à Marsannay .....	10
2.3.1.3	Puits des Valendons .....	11
2.3.2	Ouvrages de production :.....	12
2.3.2.1	L'usine de Marsannay-La-cote (La Rente Logerot).....	12
2.3.2.2	L'usine de Chenove .....	14
2.3.2.3	L'usine des Herbiottes.....	15
2.3.3	Supervision et contrôle/commandes.....	15
2.4	Distribution .....	16
2.4.1	Ouvrages de stockage .....	16
2.4.1.1	Réservoir de Longvic.....	16
2.4.1.2	Réservoir Clos du Chapitre .....	17
2.4.1.3	Réservoir Le Plateau.....	17
2.4.1.4	Réservoir La Montagne .....	17
2.4.2	Réseau.....	17
3	Diagnostic du système d'alimentation en eau potable .....	19
3.1	Etude AMDEC des ouvrages de production et de stockage .....	19
3.1.1	Présentation de la méthode AMDEC .....	19
3.1.2	Liste des événements redoutés.....	20
3.1.3	Unités fonctionnelles .....	22
3.1.4	Résultats AMDEC .....	24
3.2	Modélisation et diagnostic du réseau .....	25
3.2.1	Construction du modèle .....	25
3.2.1.1	Logiciel de modélisation utilisé : Epanet .....	25
3.2.1.2	Construction du réseau modélisé.....	25
3.2.1.3	Répartition des consommations aux nœuds .....	30

---

3.2.2	Calage du modèle .....	30
3.2.2.1	Choix de la journée de calage .....	30
3.2.2.2	Modulation des consommations.....	30
3.2.2.3	Procédure et résultats de calage .....	31
3.3	Exploitation du modèle .....	36
3.3.1	Diagnostic des pressions .....	36
3.3.2	Diagnostic des vitesses.....	37
3.3.3	Temps de séjour .....	38
3.3.4	Autonomie des réservoirs.....	39
4	Proposition d'améliorations .....	45
4.1	Amélioration des usines de production .....	45
4.2	Proposition de solutions pour les pressions.....	45
4.3	Proposition de solution pour le temps de séjour .....	49
4.4	Proposition de solution pour la sécurisation de l'alimentation à Perrigny les Dijon .	51
5	Sécurité de l'alimentation en eau.....	52
5.1	Simulation n°1 : Rupture canalisation de distribution du réservoir Chapitre .....	52
5.2	Simulation n°2 : Rupture canalisation de distribution du réservoir Plateau .....	53
5.3	Simulation n°3 : Rupture canalisation de distribution du réservoir la Montagne. ....	54
6	Conclusion .....	55

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Périmètre d'étude .....	7
Figure 2: Coupe schématique de l'aquifère de Dijon Sud .....	9
Figure 3 Captage Larente Logerot .....	9
Figure 4: Capatge les Herbiottes .....	10
Figure 5: Puits des Valendons .....	11
Figure 6: Filtres à charbon à l'usine de Marsannay .....	12
Figure 7: Filtre à charbon à l'usine de Marsannay .....	12
Figure 8: Schéma traitement de l'eau à Marsannay (Document SUEZ) .....	13
Figure 9: Station de pompage de l'usine de Chenove .....	14
Figure 10: Répartition des ouvrages sur le Sud Dijonnais (Document SUEZ).....	16
Figure 11: Réservoir de Longvic.....	16
Figure 12: fonctionnement du réseau ( Document SUEZ ).....	18
Figure 13:Réseau du Sud Dijonnais .....	26
Figure 14: Linéaire du réseau par matériau .....	26
Figure 15: Linéaire du réseau par âge .....	27
Figure 16: Altimétrie du réseau.....	27
Figure 17: Sectorisation du Sud Dijonnais.....	28
Figure 18: Courbe de modulation du secteur Longvic village nord .....	31
Figure 19: Calage du débit en sortie du réservoir La Montagne .....	32
Figure 20: Calage du niveau du réservoir La Montagne.....	33
Figure 21: Comparaison des pressions statiques .....	34
Figure 22: Carte des tronçons sensibles à la rugosité .....	35
Figure 23: Carte des pressions .....	37
Figure 24: Carte des vitesses dans le réseau.....	38
Figure 25: Carte de l'âge de l'eau dans le réseau.....	39
Figure 26: Autonomie critique du réservoir Chapitre .....	40
Figure 27: Autonomie critique du réservoir Plateau.....	41
Figure 28: Autonomie critique du réservoir la Montagne .....	42
Figure 29: Autonomie critique du réservoir de Longvic.....	43
Figure 30: Emplacement de la canalisation sur le réseau Epanet.....	44
Figure 31: Zone impactée par la rupture.....	44
Figure 32: Emplacement du stabilisateur à Chenove bas service .....	46
Figure 33: Carte des pressions en situation actuelle.....	46
Figure 34: Carte des pressions après installation du stabilisateur Chenove bas service .....	47
Figure 35: Emplacement du stabilisateur à Chenove haut service .....	48
Figure 36: Carte des pressions en situation actuelle.....	48
Figure 37: Carte des pressions en situation future .....	49
Figure 38: Carte des temps de séjour en situation projetée.....	50
Figure 39: emplacement du raccordement de la partie sud de Perrigny .....	51
Figure 40: Carte des pressions durant l'alimentation de Chenove par la Montagne .....	52
Figure 41: Carte des pressions durant l'alimentation de Chenove haut service par Chapitre.....	53
Figure 42: Carte des pressions durant l'alimentation de la commune de Marsannay par Chapitre ....	54

---

## INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1: Notation de la fréquence.....	19
Tableau 2: Notation de la détectabilité.....	20
Tableau 3: Notation de la gravité.....	20
Tableau 4: liste des événements redoutés.....	21
Tableau 5: Critères de gravité par rapport aux événements redoutés.....	22
Tableau 6: Résultats AMDEC.....	24
Tableau 7: Matrice AMDEC.....	25
Tableau 8: Comparaison des vitesses.....	35
Tableau 9: Comparaison des pressions.....	36

---

## TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Tableaux AMDEC

Annexe 2 : Commandes des pompes et des vannes

Annexe 3 : Courbes caractéristiques des pompes

Annexe 4 : Caractéristiques des réservoirs

Annexe 5 : Courbes de modulation

Annexe 6 : Calage

Annexe 7 : Mesures de Pressions

Annexe 8 : Synoptiques

---

## 1 Introduction

Dans le cadre de son contrat de délégation de service public, Suez Eau France a été amenée à réaliser une analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC), sur l'ensemble des installations du contrat Sud Dijonnais.

Au-delà de l'engagement contractuel, SUEZ Eau France a souhaité généraliser l'étude à l'ensemble du système d'alimentation en eau potable, et ainsi inclure la modélisation hydraulique et diagnostic du réseau d'eau potable.

SUEZ Eau France a souhaité que cette étude puisse apporter les éléments de réponse aux problématiques suivantes :

- Quel est la stabilité du service, peut-on l'améliorer ?
- Les contrôles sont-ils optimums ?
- Les conditions de desserte des abonnés selon les critères hydrauliques (pression, vitesse), et qualité (temps de séjour) sont-ils garanties ?
- Quel investissements futur à prévoir ?

Le présent rapport expose la méthodologie de l'étude et ses résultats. De plus, au vu des résultats, des pistes d'amélioration ont été proposées.

L'étude est réalisée en quatre étapes :

- Etude du système d'alimentation en eau potable : AMDEC, Modélisation, et diagnostic du réseau.
- Mise en avant des dysfonctionnements.
- Proposition d'améliorations.
- Sécurité de l'alimentation en eau potable.

## 2 Présentation générale de l'aire d'étude

### 2.1 Présentation du contexte de l'étude

Le contrat du Sud Dijonnais regroupe sept communes (Bretenière, Chenove, Longvic, Magny-sur-Tille, Marsannay-La-Cote, Ouges, Perrigny-Lès-Dijon), appartenant à l'EPCI de Dijon Métropole. Ces communes sont principalement alimentées par trois champs captant situés au droit de la nappe Dijon Sud. Cette ressource est exploitée depuis les années 1960 et présente des résidus de pollutions chroniques (nitrates, pesticides et traces d'hydrocarbures).



Figure 1: Périmètre d'étude

Compte-tenu de la qualité de cette nappe, elle subit un traitement sur charbon actif en grain complété par une chloration.

Le réseau Sud Dijonnais est alimenté par un mélange d'eau : plus des trois quarts de l'eau proviennent des captages, à savoir le puits des Valendons à Chenove, le champ captant de la rente Logerot et le captage des Herbiottes à Marsannay-La-Cote, le complément provient d'un achat en gros de Dijon.

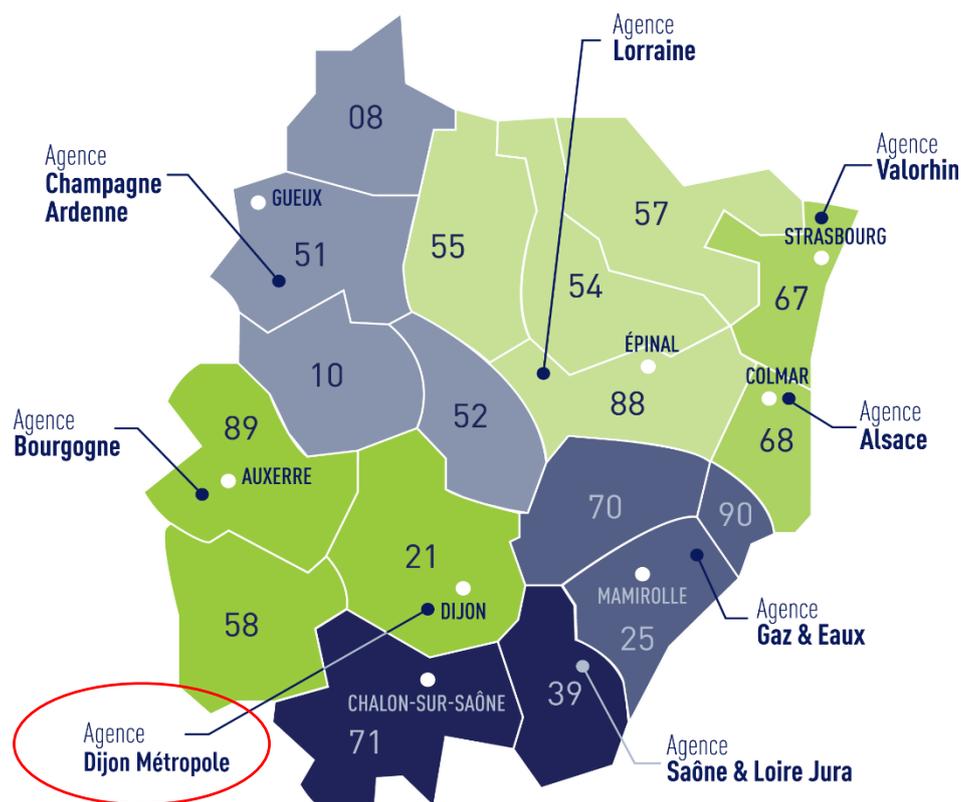
Bien que l'alimentation en eau potable du secteur est sécurisée grâce aux interconnexions avec le réseau de Dijon, l'analyse des risques et de la vulnérabilité du système s'avère très importante.

Dans le cadre de sa délégation de service public auprès de Dijon Métropole, Suez Eau France, a initié une réflexion sur l'approche méthodologique d'analyse de risques applicable au

système de production et de distribution d'eau potable. Ceci afin de garantir un approvisionnement en eau dans de bonnes conditions de qualité, de quantité et de sécurité.

## 2.2 Le délégataire : SUEZ Eau France

La Région Est pour l'activité eau de SUEZ comprend les régions administratives du Grand Est et de Bourgogne - Franche-Comté. 1200 employés travaillent quotidiennement pour préserver les ressources en eau. Son siège est basé à Dijon. Son organisation offre une grande proximité avec les clients. Huit Agences territoriales sont ainsi en charge de la gestion des contrats : Lorraine, Valorhin, Alsace, Gaz & Eaux, Saône & Loire Jura, Dijon Métropole, Bourgogne et Champagne Ardenne.



Les métiers de l'activité concernent le petit cycle de l'eau, activité historique de l'entreprise :

- PRODUIRE de l'eau et protéger la ressource ;
- DISTRIBUER l'eau et proposer des services innovants adaptés aux besoins des consommateurs ;
- COLLECTER ET ASSAINIR les eaux usées pour les rendre propre à la nature.

## 2.3 Production :

### 2.3.1 Ouvrages de captage

Le Sud Dijonnais est principalement alimenté par trois captages. Ils sont situés dans les communes de Chenove et de Marsannay-La-Cote et puisent dans la nappe sud.

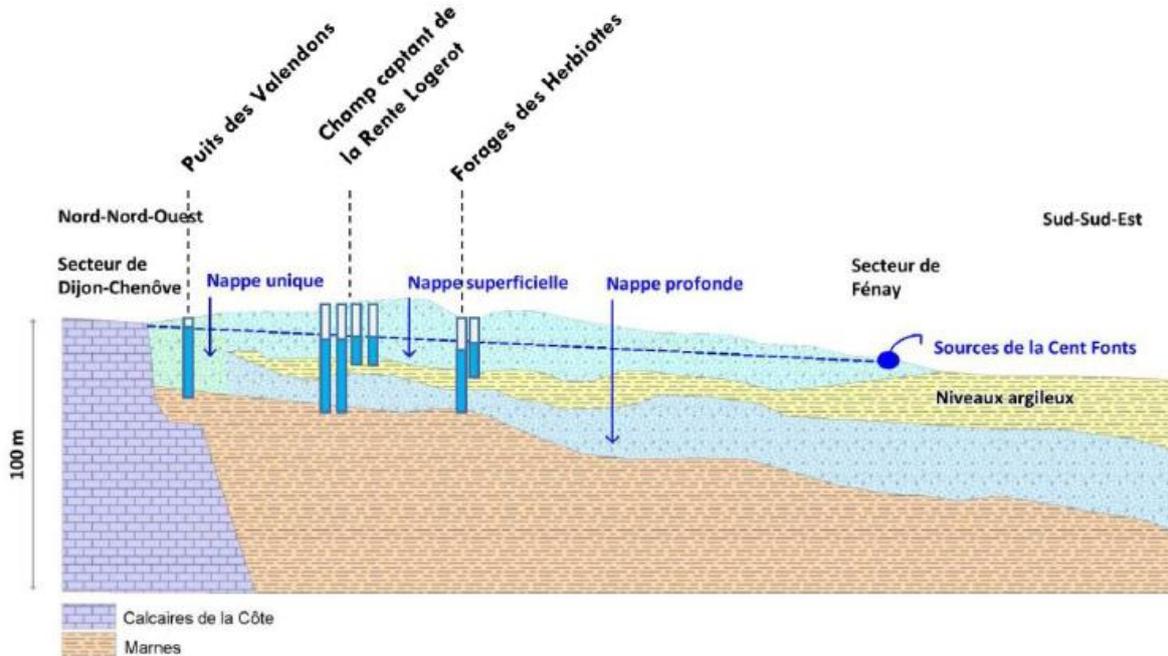


Figure 2: Coupe schématique de l'aquifère de Dijon Sud

#### 2.3.1.1 Champ captant de La Rente logerot de Marsannay-La-Cote

Le champ captant datant de 1975 et d'une capacité de 3480m<sup>3</sup>/jour, est composé de quatre forages prélevant dans la nappe de Dijon Sud (deux en nappe superficielle et deux en nappe profonde)



Figure 3 Captage Larente Logerot

Chaque forage est équipé d'une pompe immergée à débit fixe commandée depuis l'usine de Marssanay -La-Cote. Les pompes 1 et 2 présentent un débit nominal de 70 m<sup>3</sup>/h et une HMT de 41 mètres, les deux autres pompes 3 et 4 présentent un débit nominal de 72m<sup>3</sup>/h et une HMT de 37 mètres.

Chaque forage est équipé d'une sonde de détection pour sécuriser les pompes.

Le niveau de la nappe phréatique est surveillé à l'aide de trois piézomètres.

#### Inventaire des équipements associés au champ captant La Rente Logerot

- ❖ 4 pompes immergées
- ❖ 4 vannes
- ❖ 4 sondes de niveau
- ❖ 4 débitmètres à l'exhaure
- ❖ 4 conduites d'exhaure

#### Mode de secours actuel et traitement des défauts

- ❖ La pompe du forage 2 et une pompe de secours
- ❖ Détection des défaillances des pompes en contrôlant les débits à l'aide du logiciel de supervision (Topkapi)

#### *2.3.1.2 Captage des Herbiottes à Marsannay*

Ce captage est composé de deux forages permettant le captage de la nappe de Dijon Sud, un en nappe profonde (p2), et un en nappe superficielle (p1).

A l'origine (1978) seul le captage en nappe superficielle faisait l'objet de prélèvement à usage d'eau potable jusqu'en 1993, date d'arrêt d'exploitation de cet ouvrage à cause d'une pollution. En 1994, un deuxième forage (p2) est créé afin de permettre un prélèvement en nappe profonde, en substitution de p1.

La capacité d'exploitation est de 1328m<sup>3</sup>/jour environ.



Figure 4: Captage les Herbiottes

Le forage est équipé d'une pompe immergée à débit fixe commandée à partir de l'usine en fonction du niveau du réservoir de Longvic, et d'une sonde de niveau piézométrique afin de mesurer le niveau de la nappe phréatique, et pour sécuriser la pompe.

### Inventaire des équipements associés au captage des Herbiottes

- ❖ 1 pompe immergée
- ❖ 1 vanne
- ❖ 1 sonde de niveau
- ❖ 1 débitmètre à l'exhaure
- ❖ 1 conduite d'exhaure

### Mode de secours actuel et traitement des défauts

- ❖ Détection des défaillances des pompes en contrôlant les débits à l'aide du logiciel de supervision (Topkapi)

#### 2.3.1.3 Puits des Valendons

Ce puits est situé en zone urbaine au cœur de Chenove.

Le puits des Valendons date de 1964, prélève par le biais d'un puits d'une capacité d'exploitation d'environ 760m<sup>3</sup>/jour, les eaux de la nappe de Dijon Sud



Figure 5: Puits des Valendons

Le forage est équipé de deux pompes immergées à débit fixe commandées à partir de l'usine en fonction du niveau dans la bêche de reprise de l'usine de Chenove. Ces pompes présentent un débit nominal de 26m<sup>3</sup>/h et une HMT de 20 mètres.

### Inventaire des équipements associés au puits des Valendons

- ❖ 2 pompes immergées
- ❖ 2 vannes
- ❖ 2 sondes de niveau
- ❖ 2 débitmètres à l'exhaure
- ❖ 2 conduites d'exhaure
- ❖ 2 clapets

### Mode de secours actuel et traitement des défauts

- ❖ Détection des défaillances des pompes en contrôlant les débits à l'aide du logiciel de supervision (Topkapi)

### 2.3.2 Ouvrages de production :

Les sites de traitements du Sud Dijonnais sont la station des Valendons (Chenove), l'usine de La Rente Logerot et le site des Herbiottes (tous les deux sur la commune de Marsannay-la-cote).

#### 2.3.2.1 L'usine de Marsannay-La-cote (La Rente Logerot)

Cette usine a une double vocation :

La première consiste à produire de l'eau potable à partir des forages des nappes inférieure et supérieure selon une combinaison choisie en fonction de la qualité des nappes. Pour traiter les pesticides et les traces de COHV (Composés Organo-Halogènes Volatiles), l'eau est filtrée sur 3 filtres contenant du charbon actif en grains de granulométrie moyenne 0.5-0.6 mm pour un volume de traitement de 210m<sup>3</sup>/h (3\*70m<sup>3</sup>/h). Cette eau arrive par le dessus de chaque filtre, pour ensuite ressortir par le bas de chaque filtre. Ce traitement se réalise par un phénomène d'adsorption.

Au contact du charbon en grain, les molécules à piéger se fixent sur les parties poreuses de ce matériau.

Cette eau une fois filtrée va rejoindre la bêche eau filtrée d'un volume de 750m<sup>3</sup>.



Figure 6: Filtres à charbon à l'usine de Marsannay

Sa deuxième vocation est la détection et la dépollution de l'eau de la nappe. La qualité de l'eau est placée sous haute surveillance et l'usine éliminera les pollutions éventuelles.

forages de taille réduite réalisés en amont des forages principaux de Marsannay-La-Cote sont équipés de pompes qui alimentent en continu un analyseur capable de détecter les pollutions.

En cas de pollution, l'eau de la nappe sera traitée sur une tour de stripping destinée à éliminer, par ventilation, les solvants d'origine industrielle.

Cette eau rejoindra par la suite le milieu naturel via le réseau pluvial.

La pollution est donc complètement éliminée par l'usine, protégeant ainsi les forages d'eau potable situés en aval de Marsannay-La-Cote.

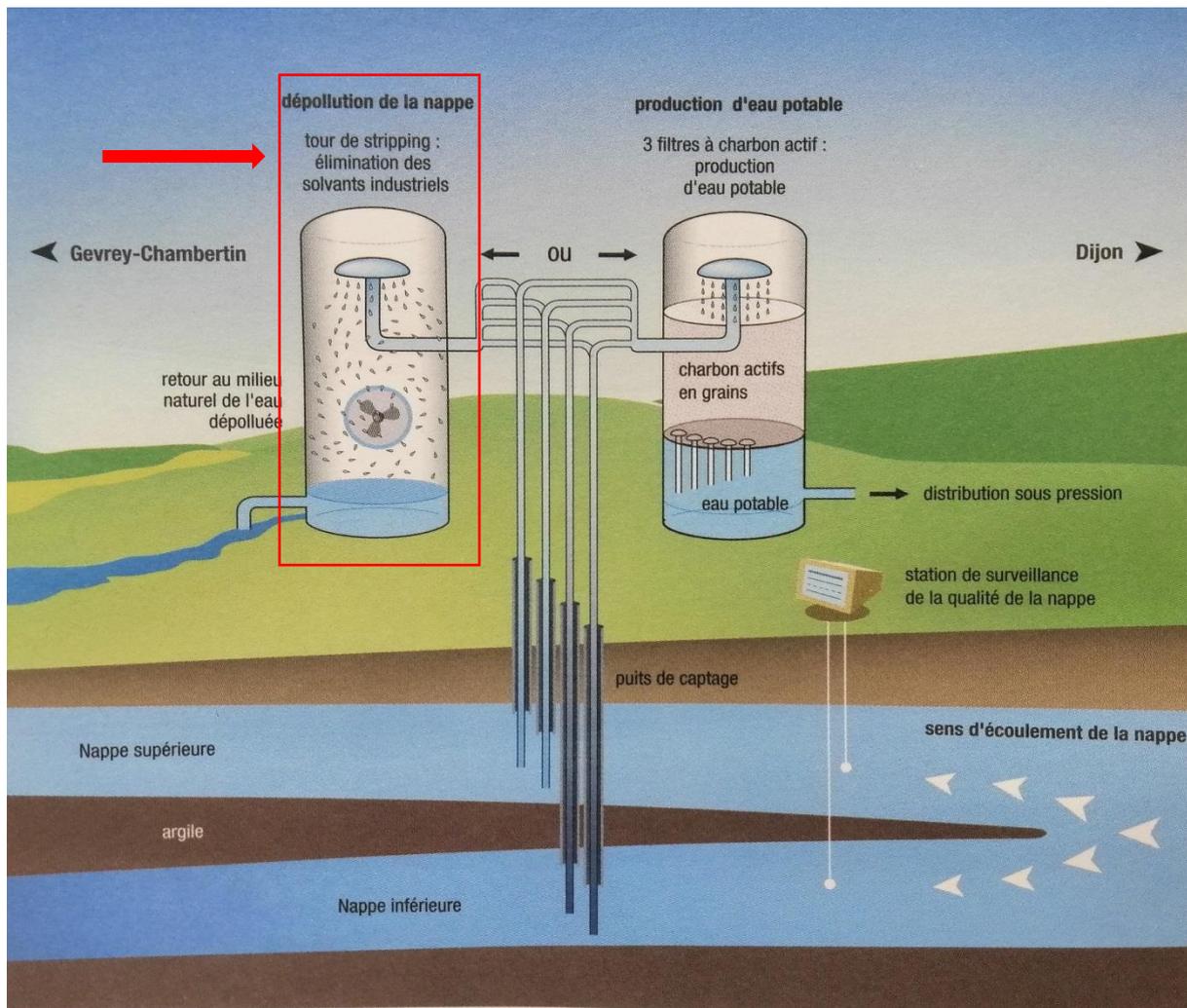


Figure 8: Schéma traitement de l'eau à Marsannay (Document SUEZ)

#### Inventaire des équipements associés à l'usine de Marsanna-La-Cote :

- ❖ 3 filtres à charbon actif en grain
- ❖ 1 surpresseur d'air
- ❖ 1 déshumidificateur d'air
- ❖ 3 débitmètres en sortie de chaque filtre
- ❖ 1 compteur en sortie d'usine
- ❖ 1 tour de stripping

- ❖ 1 Analyseur solvant META
- ❖ 1 Système de chloration
- ❖ 2 bouteilles de chlore
- ❖ 1 station de pompage (2 pompes)
- ❖ 1 cuve d'eau filtrée (750m<sup>3</sup>)

#### Mode de secours actuel et traitement des défauts

- ❖ Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO

#### *2.3.2.2 L'usine de Chenove*

Elle comprend un filtre à charbon actif dont le rôle est de retenir les pesticides.

Les deux tiers des eaux pompées partent directement vers la bêche de reprise, le complément passe par le filtre à charbon ce qui permet une dilution de l'eau dans la bêche, et ainsi le respect des normes de la qualité. L'eau est par la suite refoulée vers le réservoir Chapitre à travers 4 pompes.



*Figure 9: Station de pompage de l'usine de Chenove*

#### Inventaire des équipements associés à l'usine de Chenove

- ❖ 1 filtre à charbon actif en grain
- ❖ 1 surpresseur d'air

- ❖ 1 déshumidificateur d'air
- ❖ 1 débitmètre en entrée du filtre
- ❖ 1 compteur en sortie d'usine
- ❖ 1 Système de chloration
- ❖ 2 bouteilles de chlore
- ❖ 1 station de pompage (4 pompes)
- ❖ 1 cuve d'eau filtrée (1000m<sup>3</sup>)

#### Mode de secours actuel et traitement des défauts

- ❖ Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO

#### *2.3.2.3 L'usine des Herbiottes*

Elle comprend un filtre à charbon actif dont le rôle est de retenir les pesticides.

#### Inventaire des équipements associés à l'usine des Herbiottes

- ❖ 1 filtre à charbon actif en grain
- ❖ 1 surpresseur d'air
- ❖ 1 déshumidificateur d'air
- ❖ 1 débitmètre en entrée du filtre
- ❖ 1 compteur en sortie d'usine
- ❖ 1 Système de chloration
- ❖ 2 bouteilles de chlore

#### *2.3.3 Supervision et contrôle/commandes*

La supervision est assurée par le système TOPKAPI qui permet le contrôle et la commande de l'ensemble des équipements.

Des automates dans chaque usine assurent le pilotage et la gestion des communications entre les différents ouvrages.

#### Inventaire des équipements associés à L'unité « supervision/contrôle/commande

- ❖ Logiciel TOPKAPI
- ❖ 3 automates de commande
- ❖ Télé transmetteurs

## 2.4 Distribution

### 2.4.1 Ouvrages de stockage

Le stockage de l'eau distribuée est assuré par quatre ouvrages répartis sur le territoire du Sud Dijonnais.

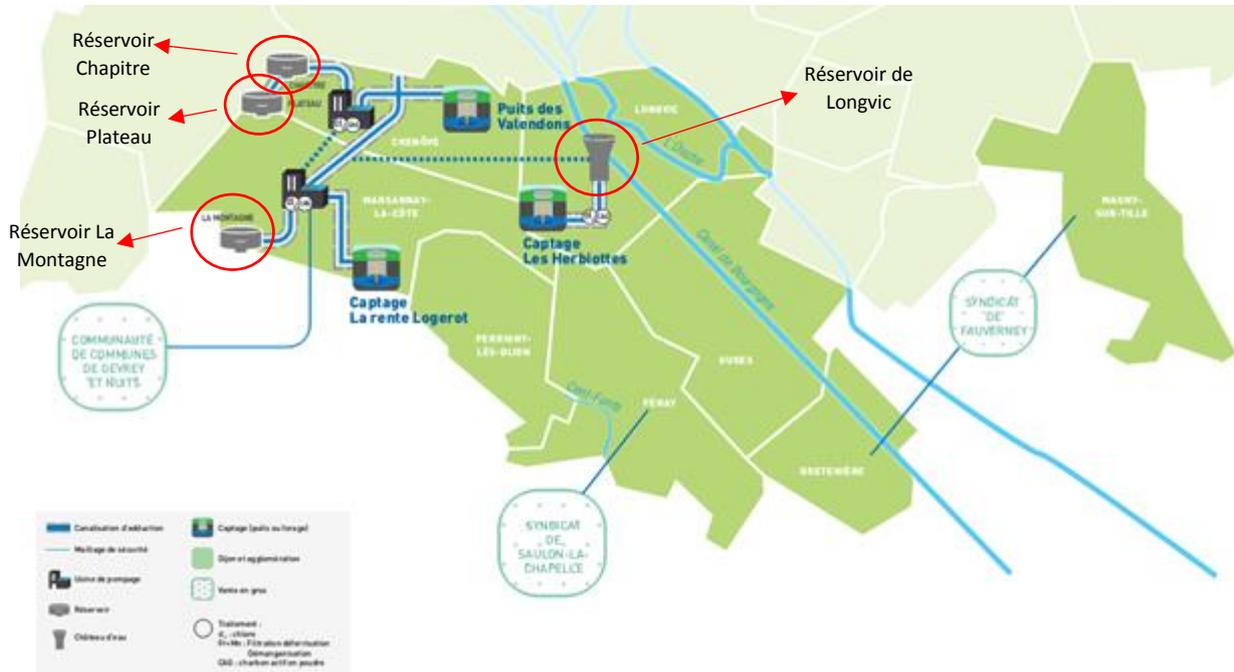


Figure 10: Répartition des ouvrages sur le Sud Dijonnais (Document SUEZ)

#### 2.4.1.1 Réservoir de Longvic

Le réservoir sur tour de Longvic alimente les communes de Longvic, et d'Ouges. Il est constitué d'une seule cuve conique d'un volume de 1400m<sup>3</sup>. Ce réservoir est alimenté par deux alimentations à partir de Dijon, et par le captage des Herbiottes. Il est équipé d'un by-pass permettant son isolement complet.

L'ouverture et la fermeture des vannes des ventes en gros (VEG), ainsi que le fonctionnement des pompes, sont contrôlés suivant le niveau d'eau dans le réservoir.



Figure 11: Réservoir de Longvic

---

#### 2.4.1.2 Réservoir Clos du Chapitre

Le réservoir Clos du Chapitre alimente toute la partie bas service de la commune de Chenove. Il est constitué de deux cuves circulaires d'un volume total de 4000m<sup>3</sup>. Les deux cuves en équilibre sont équipées d'une alimentation en DN350 à partir de l'usine de Chenove, de trop plein et de vidanges. Deux pompes refoulent l'eau de ce réservoir vers le réservoir du Plateau.

#### 2.4.1.3 Réservoir Le Plateau

Le réservoir Plateau alimente la partie haut service de la commune de Chenove. Il est constitué de deux cuves circulaires d'un volume total de 1100m<sup>3</sup>. Les deux cuves en équilibre sont alimentées en DN 150 à partir d'une VEG de Dijon. Une autre alimentation est possible depuis le réservoir du Clos du Chapitre.

L'ouverture et la fermeture de la vannes de la VEG, ainsi que le fonctionnement des pompes, sont contrôlés suivant le niveau d'eau dans le réservoir.

#### 2.4.1.4 Réservoir La Montagne

Le réservoir de La Montagne alimente les communes de Marsannay-La-Cote et de Perrigny. Il est constitué de deux cuves circulaires d'un volume total de 3000m<sup>3</sup>. Les deux cuves en équilibre sont équipées d'une alimentation en DN350 à partir de l'usine de Marsannay, de trop plein et de vidanges.

### 2.4.2 Réseau

Les communes de Sud Dijonnais couvrent une superficie totale de 66km<sup>2</sup>. Le réseau d'eau potable est long de 185km.

Le réseau des deux communes, Breteniere et Magny sur Tille ne sera pas modélisé car ce dernier est isolé du reste du réseau.

Les deux communes Marsannay et Perrigny Les Dijon, sont alimentées à partir du réservoir la montagne, qui à son tour est rempli depuis l'usine de Marsannay.

Le réseau de Chenove est divisé en deux secteurs, haut service et bas service, qui sont respectivement alimentés par les réservoirs Plateau et Chapitre. Ces deux réservoirs sont remplis depuis la station de Chenove et la VEG de saint Vincent. Deux VEG depuis Dijon permettent aussi d'alimenter la commune. Une interconnexion existe entre les deux réseaux de Marsannay et de Chenove.

La commune de Longvic est alimentée à partir du réservoir de Longvic et de trois VEG depuis Dijon.

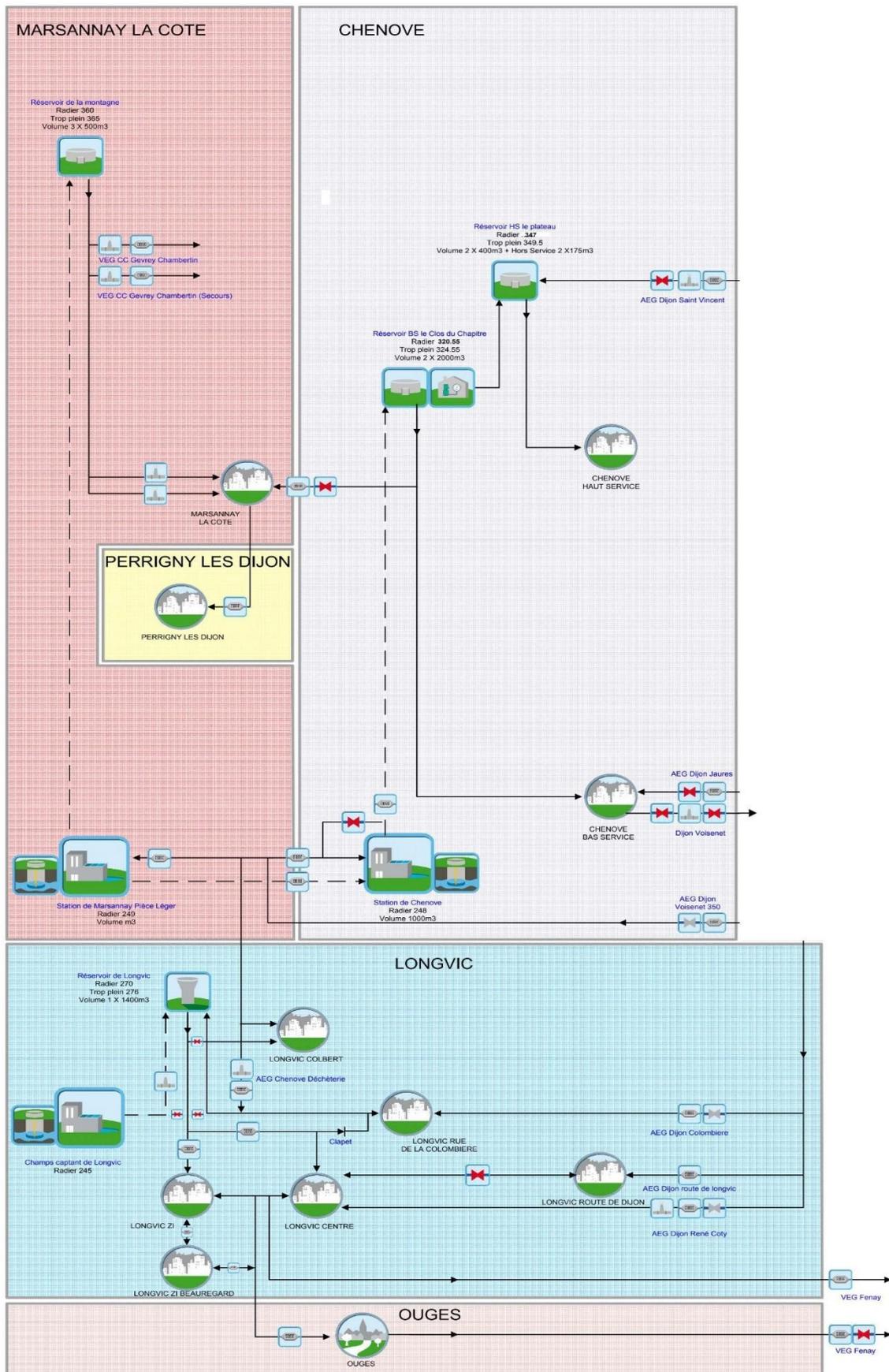


Figure 12: fonctionnement du réseau ( Document SUEZ )

### 3 Diagnostic du système d'alimentation en eau potable

#### 3.1 Etude AMDEC des ouvrages de production et de stockage

##### 3.1.1 Présentation de la méthode AMDEC

L'AMDEC est une méthodologie permettant d'étudier la sécurisation du fonctionnement d'un système. Cette méthodologie rigoureuse permet d'identifier les défaillances possibles du système ainsi que les mesures de prévention ou les actions correctives à mettre en place sur les éléments de ce système.

**Le système concerne l'ensemble des ouvrages de production d'eau potable du Sud Dijonnais.**

La démarche de l'étude est la suivante :

- Définition des Evènements Redoutés (ER) ;
- Décomposition du système en plusieurs unités fonctionnelles ;
- Décomposition des équipements appartenant à chaque unité fonctionnelle ;
- Analyse des défaillances éventuelles de chaque équipement ;
- Analyse des causes de ces défaillances ;
- Mise en évidence des effets et des risques sur le fonctionnement du système ;
- Analyse des risques en déterminant la criticité de chaque défaillance ;
- Identification des pistes d'amélioration possibles ;
- Evaluation des actions correctives mises en œuvre.

L'étape clé de cette méthodologie repose sur la détermination de l'indice de criticité de chaque défaillance, calculée ainsi :

$$C = G \times D \times F$$

Où :

**C** est l'indice de criticité ;

**F** est la fréquence d'apparition de la défaillance ;

**G** est la gravité de la défaillance par rapport aux conséquences qu'elle engendre ;

**D** est la détectabilité de la défaillance ;

Dans le cadre de l'étude AMDEC présentée dans ce rapport, il a été décidé les grilles de cotation ci-dessous.

La fréquence d'une défaillance est cotée de la manière suivante :

Note	Fréquence	Signification
1	$P < 0,1$	Moins d'une occurrence prévisible tous les 10 ans
2	$0,1 < P < 0,2$	Entre une occurrence prévisible tous les 10 ans et une tous les 5 ans
3	$0,2 < P < 0,5$	Entre une occurrence prévisible tous les 5 ans et une tous les 2 ans
4	$0,5 < P < 1,0$	Entre une occurrence prévisible tous les 2 ans et une tous les ans
5	$P > 1,0$	Une ou plus d'une occurrence prévisible par an

Tableau 1: Notation de la fréquence

La détectabilité d'une défaillance est cotée de la manière suivante :

Note	Détection	Signification
1	Détection prédictive	Les dispositions prises assurent une détection préventive du mode de défaillance (détection par anticipation)
2	Détection certaine	Les dispositions prises assurent une détection totale de la cause initiale du mode de défaillance (détection immédiate)
3	Détection incertaine	La cause initiale du mode de défaillance est décelable mais le risque de ne pas être perçu existe ( $1/4h < \text{détection} < 1/2 h$ )
4	Détection improbable	La cause initiale du mode de défaillance est difficilement décelable ou les éléments de détection sont peu exploitables ( $\text{détection} > 1/2 h$ )
5	Détection inexistante	Rien ne permet de déceler la défaillance avant que l'effet ne se produise.

Tableau 2: Notation de la détectabilité

La gravité d'une défaillance est cotée de la manière suivante :

Note	Gravité
1	Mineure
2	Faible
3	Moyenne
4	Majeure
5	Catastrophique

Tableau 3: Notation de la gravité

La signification des critères de gravité est explicitée dans la section suivante.

### 3.1.2 Liste des événements redoutés

L'analyse des dysfonctionnements des équipements dans la méthode « AMDEC » fait appel à une liste d'évènements redoutés (ER) définis en concertation avec les responsables d'exploitation et qu'il paraît intéressant de rappeler dans le cadre de cette évaluation préliminaire des risques. Ils sont présentés dans le tableau suivant :

N° ER	Signification
ER1	<b>Mise en cause de la sécurité des personnes :</b>
	Risque d'intoxication des personnes extérieurs au service d'eau potable ; Risque d'intoxication du personnel, par émission de gaz ou de vapeurs nocives provenant de l'usage des réactifs (ex. : eau de Javel + acide, etc.) ;
ER2	<b>Distribution en quantité d'eau insuffisante :</b>
	Consécutives à un arrêt d'un ouvrage de production Consécutives à un arrêt d'un ouvrage de distribution
ER3	<b>Distribution d'eau en qualité insuffisante :</b>
	Consécutives à un arrêt ou by-pass complet des installations de traitement ; Consécutives à une dégradation du traitement sans arrêt d'un ouvrage quelconque.
ER4	<b>Dégradation sur le plan environnemental</b>
	Dégradation suite à un rejet d'eaux sales
	Dégradation par des émissions de bruit Dégradation par des émissions d'odeurs
ER5	<b>Dégradation des alimentations énergétiques :</b>
	Défaillance ou dégradation de l'alimentation électrique principale de l'usine. Défaillance ou dégradation des Alimentation sans interruption de la production.
ER6	<b>Intrusion</b>
	Dans un ouvrage de production Dans un ouvrage de stockage
ER7	<b>Dysfonctionnement du système de contrôle-commande :</b>
	Perte du système de supervision ou interface IHM, temps de rafraichissement des vues trop long ; Perte de données, non tenue aux avalanches d'alarmes, absence de sauvegardes

Tableau 4: liste des événements redoutés

Ainsi, il en résulte la possibilité de déterminer le niveau de gravité associé à chaque évènement redouté. Ces points ont été validés par SUEZ EAU France.

Note	Gravité	Evènements associés
1	Mineure	Pas d'incidence sur l'ER Exemple : existence de mode de secours ; apport d'eau externe couvrant à 100% les besoins
2	Faible	ER5 (Défaillance ou dégradation des alimentations sans interruption de la production) ER2 (perte de 10% à 40% de la capacité de production)
3	Moyenne	ER4 ER2 (perte de 10% à 40% de la capacité de production)
4	Majeure	ER2 (perte > à 40% de la capacité de production) ER5
5	Catastrophique	ER1 ER2 (arrêt d'un ouvrage de distribution) ER3 ER6 ER7

Tableau 5: Critères de gravité par rapport aux évènements redoutés

### 3.1.3 Unités fonctionnelles

Le système étudié a été décomposé en plusieurs unités fonctionnelles et leurs sous fonctions. Le tableau ci-dessous résume la trame principale du tableau AMDEC présenté en annexe 1. Il est important de rappeler qu'un « évènement redouté » provoqué par la défaillance d'un équipement a été analysé en tenant compte d'un fonctionnement normal de l'ensemble des autres ouvrages. Plusieurs défaillances simultanées n'ont pas été étudiées.

### Prélever l'eau de la nappe phréatique

- Captage par le forage F2 (Captage les Herbiottes)
- Captage par le puits des Valendons
- Captage par le forage 1 (nappe profonde captage La Rente Logerot)
- Captage par le forage 2 (nappe profonde captage La Rente Logerot)
- Captage par le forage 3 (nappe superficielle captage La Rente Logerot)
- Captage par le forage 4 (nappe superficielle captage La Rente Logerot)

### Traiter l'eau captée

- Mode normal traitement de l'eau brute (usines de Marsannay et de Chenove)
- Mode by-pass de l'usine (usines de Marsannay et de Chenove)

### Chlorer l'eau avant stockage

- Mode de fonctionnement normal (usines de Marsannay et de Chenove)

### Traiter l'eau de la nappe superficielle au captage La Rente Logerot

- Mode normal traitement par stripping

### Stocker l'eau traitée en bache

- Mode de fonctionnement normal (Usines de Marsannay et de Chenove)

### Refouler l'eau traitée vers le réseau de distribution

- Mode de fonctionnement normal - refouler l'eau traitée vers le réservoir la Montagne
- Mode de fonctionnement normal - refouler l'eau traitée vers le réservoir Chapitre
- Mode de fonctionnement normal - refouler l'eau traitée vers le réservoir Plateau
- Mode de fonctionnement normal - refouler l'eau traitée vers le réservoir de Longvic

### Stocker l'eau

- Mode de fonctionnement normal du réservoir La montagne
- Mode de fonctionnement normal du réservoir Chapitre
- Mode de fonctionnement normal du réservoir Plateau
- Mode de fonctionnement normal du réservoir de Longvic

### 3.1.4 Résultats AMDEC

L'ensemble des résultats de l'AMDEC sont présentés en annexe 1.

Pour plusieurs ouvrages, il ressort un niveau de risque pouvant être très important. Nous avons choisi d'en résumer certains dans le tableau ci-dessous.

Ouvrage	Équipement	Défaillances	Effet de la défaillance	Événement redoutés	Criticité
<b>Usine de Marsannay</b>	Canalisation de refoulement vers réservoir la Montagne	Rupture	Aucune alimentation du réservoir	Distribution d'eau en quantité insuffisante	40
<b>Usine de Chenove</b>	Canalisation de refoulement vers réservoir Chapitre	Rupture	Alimentation limitée à l'apport de secours depuis Dijon	Distribution d'eau en quantité insuffisante	32
<b>Usine de Marsannay et de Chenove</b>	Automate	Départ incendie	Les pompes ne peuvent plus être commandées	Distribution d'eau en quantité insuffisante	25
<b>Usine de Marsannay et de Chenove</b>	Alimentation BT	Perte d'alimentation	Arrêt de la production / Plus aucun refoulement vers les réservoirs	Dégradation des alimentations énergétiques	20
<b>Usine de Marsannay et de Chenove</b>	Armoire BT	Départ incendie	Arrêt de la production / Plus aucun refoulement vers les réservoirs	Dégradation des alimentations énergétiques	20
<b>Usine x3</b>	Filtre CAG	Saturation	Filtration inefficace	Distribution d'eau en qualité insuffisante	20
<b>Usine x3</b>	Métriologie	Panne matériel	Mauvaise supervision de la qualité de la nappe	Distribution d'eau en qualité insuffisante	20
<b>Réservoir Plateau</b>	Vanne n°5 alimentation cuve n°1 par St Vincent	Bloquée fermée	Aucune alimentation depuis Dijon	Distribution d'eau en quantité insuffisante	16

Tableau 6: Résultats AMDEC

Ci-dessous la matrice AMDEC correspondante à l'étude :

Indice de criticité		
Mini	Maxi	
20	125	Risque inacceptable
12	20	Risque fort
8	12	Risque normal
1	8	Risque faible

Tableau 7: Matrice AMDEC

Plus de 350 équipements ont été analysés au cours de cette étude, les criticités sont généralement faibles à cause du faible facteur de gravité. Ceci s'explique par les nombreuses interconnexions entre le Sud Dijonnais et Dijon, et qui assurent une continuité de service à chaque fois qu'une défaillance se produit au niveau des ouvrages de production ou de stockage. Les alimentations depuis les différentes interconnexions seront simulées et évaluées dans la partie modélisation. Les autonomies des réservoirs seront aussi calculées dans cette même partie pour quantifier les durées disponibles pour l'intervention et la remise en service des organes défaillants.

### 3.2 Modélisation et diagnostic du réseau

#### 3.2.1 Construction du modèle

##### 3.2.1.1 Logiciel de modélisation utilisé : Epanet

Epanet est un logiciel de modélisation d'écoulements hydrauliques dans les réseaux d'eau potable.

Dans le cadre de l'étude, le logiciel permet une meilleure compréhension des écoulements et de réaliser un diagnostic général du réseau. Le logiciel permet aussi de simuler les différents scénarii de crise et les aménagements qui s'en suivront.

Un réseau d'eau potable sur Epanet se définit par des tuyaux (tronçons sur le logiciel), des nœuds (intersection de deux tuyaux et extrémité d'une antenne) et également d'autres organes (réservoirs, pompes, clapets, vannes,...).

Le logiciel calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud mais également le niveau d'eau à tout moment de la journée. Epanet propose également un module qualité permettant de calculer les concentrations de substances chimiques, ainsi que le temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau. Cela permet également de suivre l'origine de l'eau.

##### 3.2.1.2 Construction du réseau modélisé

La construction du modèle se fait sur la base des fichiers issus de l'extraction depuis le logiciel SIG APIC qui sont ensuite traités par la passerelle APIC'OLO.

Un fichier INP est ensuite généré depuis Piccolo pour servir finalement comme entrée à Epanet.

### 3.2.1.2.1 Constitution physique du réseau

Le modèle final compte 3140 nœuds, 4 réservoirs, 3350 arcs, 12 pompes, et 2 bâches. Les commandes d'asservissement des vannes et des pompes seront représentées en annexe 2.

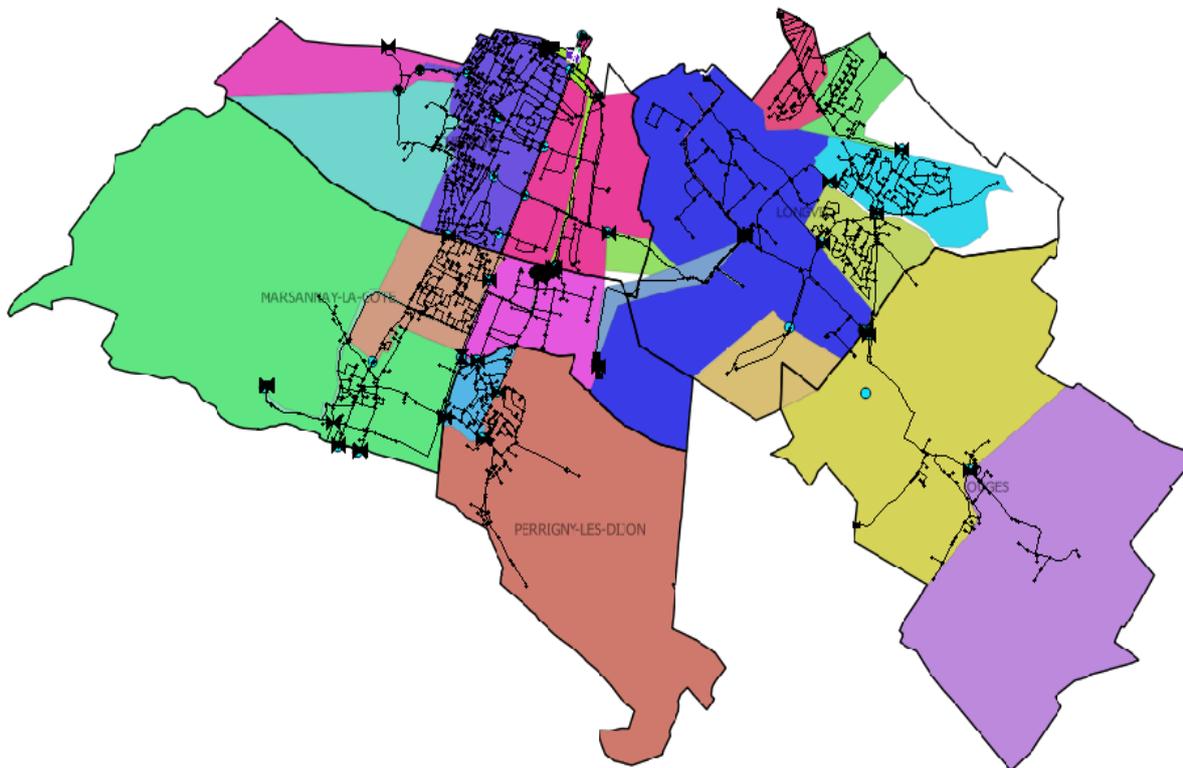


Figure 13: Réseau du Sud Dijonnais

### Répartition des matériaux de conduites en fonction du linéaire.

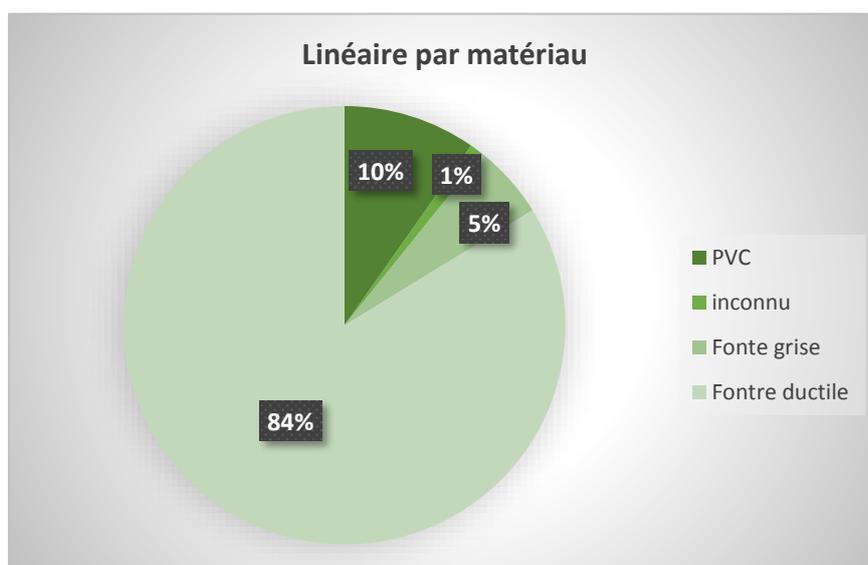


Figure 14: Linéaire du réseau par matériau

Le réseau est en majorité composé de fonte ductile.

### Répartition des âges de conduites en fonction du linéaire.

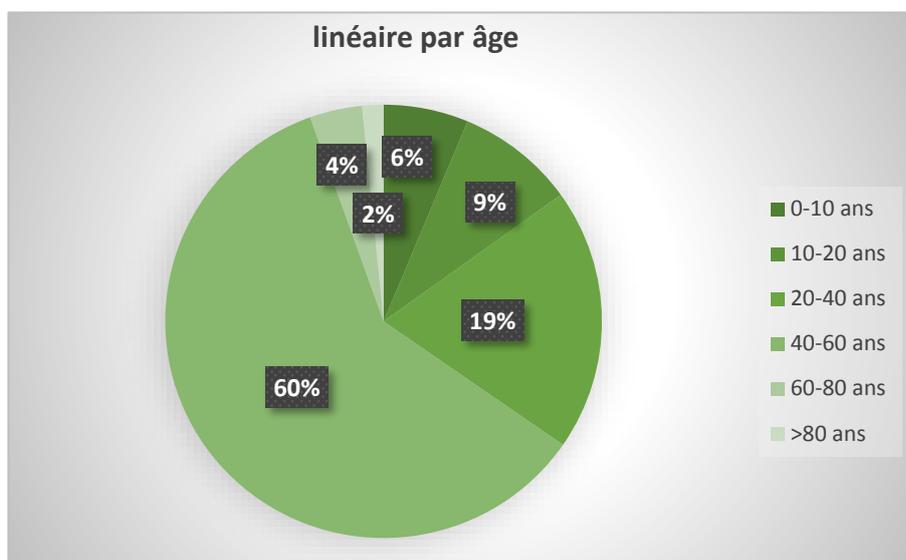


Figure 15: Linéaire du réseau par âge

Le réseau est en majorité âgé de 40 à 60 ans.

#### 3.2.1.2.2 Altitudes

Les altitudes ont été fournies à partir de la base de données d'altitudes de l'Institut National Géographique (IGN). Les altitudes du secteur étudié s'échelonnent entre 200 m et 300 m NGF comme représenté sur la carte ci-après.

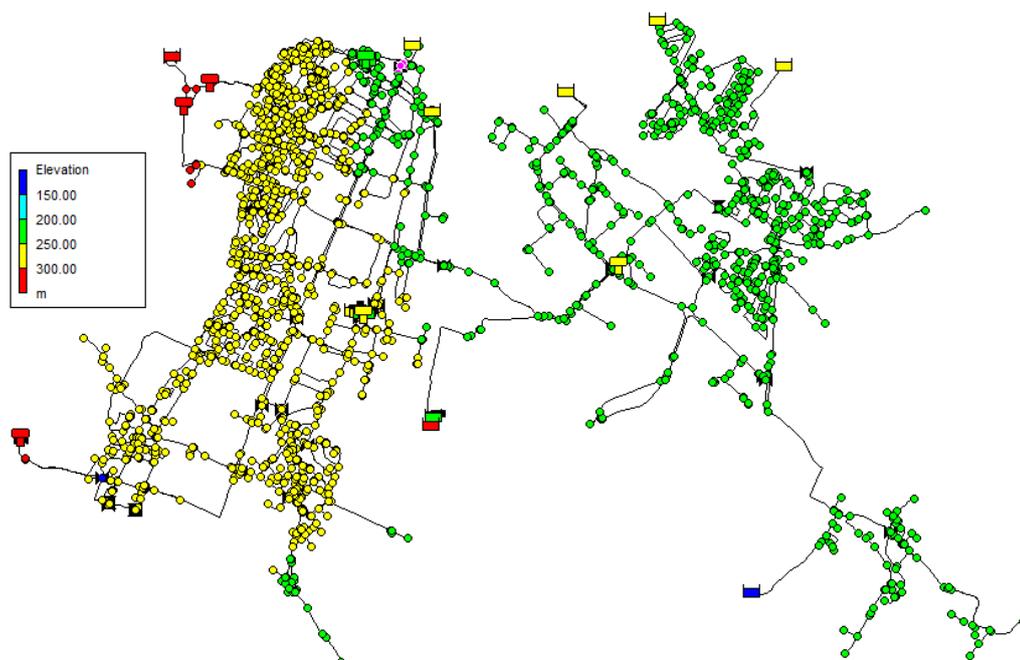


Figure 16: Altimétrie du réseau

### 3.2.1.2.3 Sectorisation

En raison de son approvisionnement en eau potable par le VEG de Dijon aux deux villes de Chenove et Longvic, une sectorisation évidente semble essentielle. Les 17 secteurs détaillés ici ne sont pas équivalents en taille, que ce soit en termes de consommation ou de linéaire de réseau.

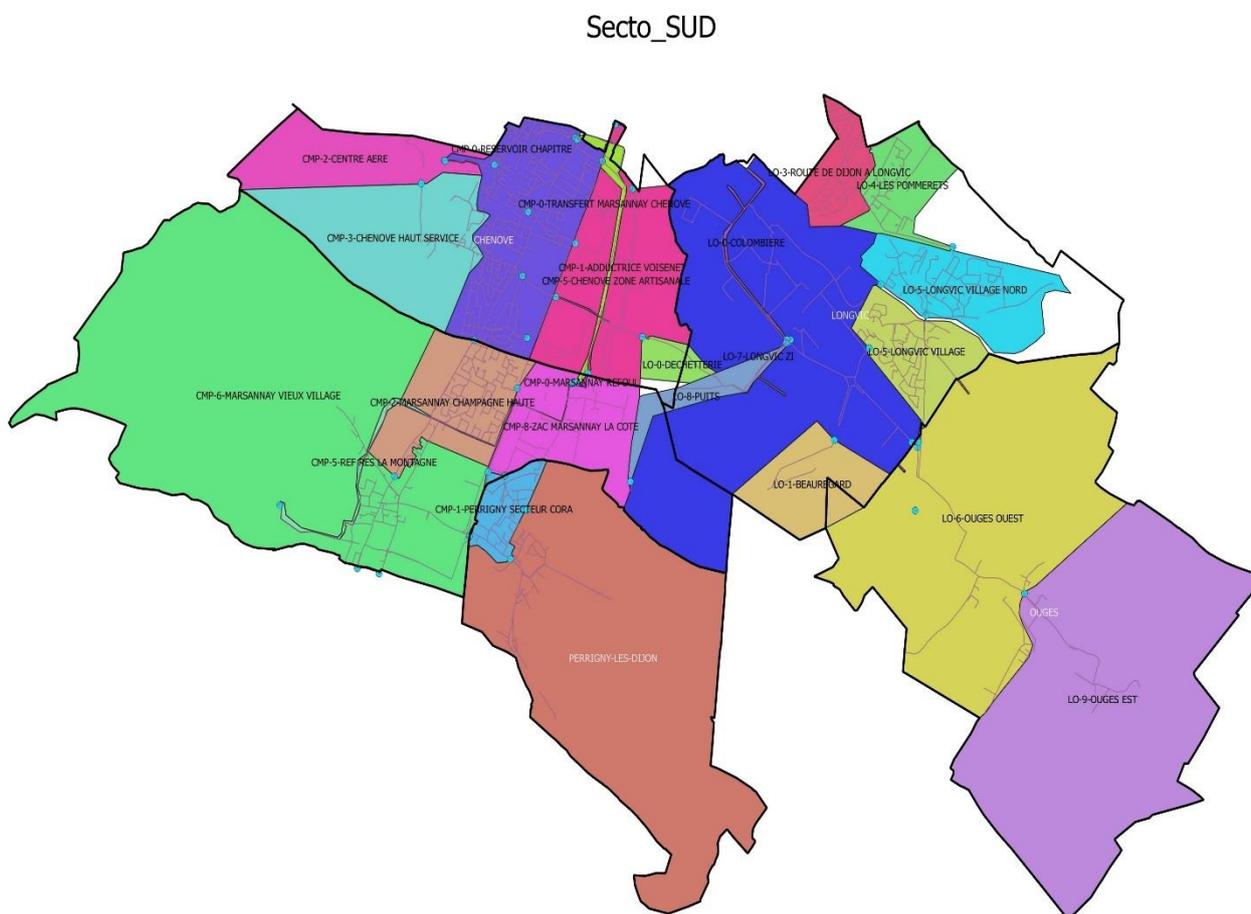


Figure 17: Sectorisation du Sud Dijonnais

### 3.2.1.2.4 Intégration des ouvrages

#### Station de Pompage de Marsannay

L'alimentation du réseau de la commune de Marsannay repose sur la station de pompage de Marsannay, cette station de deux pompes identiques alimentent le réservoir de Montagne lorsqu'il descend au-dessous d'un certain niveau.

Une seule pompe est suffisante pour assurer le refoulement, la deuxième et une pompe de secours. Les deux pompes sont permutées pour empêcher l'usure de la pompe de secours. Les courbes des pompes sont livrées par le constructeur et ont été ajustées au cours du calage. (Voir Annexe n° 3)

#### Station de pompage de chenove

La station de pompage de Chenove est équipée de quatre pompes (deux grandes pompes et deux petites) qui alimentent le réservoir du Chapitre lorsqu'il descend au-dessous d'un certain niveau.

Seule une grande pompe et une petite permettent d'assurer le refoulement, les deux autres sont des pompes de secours. Les quatre pompes sont permutées pour empêcher l'usure des pompes de secours.

Les courbes des pompes sont livrées par le constructeur et ont été ajustées au cours du calage.

### **Puits des Valendons**

Le puits a été modélisé sous forme d'une bêche d'eau infinie avec une charge de 231.86m. Le prélèvement de l'eau est assuré par deux pompes qui démarrent en fonction du niveau d'eau dans la bêche de Chenove.

Les courbes des pompes sont livrées par le constructeur et ont été ajustées au cours du calage.

### **Captage les Herbiottes**

Ce captage est constitué d'un seul puits en service qui est modélisé sous forme d'une bêche d'eau infinie avec une charge de 231.62m. Le prélèvement de l'eau est assuré par une pompe qui démarre en fonction du niveau d'eau dans le réservoir de Longvic.

La courbe caractéristique de la pompe est livrée par le constructeur et a été ajustée au cours du calage.

### **Captage La Rente Logerot**

Ce captage est constitué de quatre puits. Ils sont modélisés sous forme de quatre bèches d'eau infinies avec des charges de 253.29m et 252.56m pour les puits correspondants à la nappe superficielle, et 242.16 et 238m pour les puits correspondants à la nappe profonde.

Les pompes sont contrôlées suivant le niveau d'eau dans la bêche de Marsannay. Leurs courbes caractéristiques sont livrées par le constructeur et ont été ajustées au cours du calage.

### **Les réservoirs**

Cinq éléments ont été renseignés pour chacun des quatre réservoirs (Voir Annexe 4) :

- La cote du radier, renseignée à partir des levés sur le terrain.
- Les niveaux minimum et maximum, extraits depuis les données de télégestion durant la journée de calage.
- Le diamètre, extrait des plans GC
- Le niveau initial, renseigné grâce aux données de télégestion selon l'heure de début des simulations.

Les réservoirs sont équipés de divers systèmes de contrôle de niveau qui permettent d'économiser l'électricité tout en garantissant un marnage suffisant et un fonctionnement viable des pompes

#### **3.2.1.2.5 Régulateurs**

Deux stabilisateurs de pression aval régulent la pression dans le réseau de Marsannay. Ils sont installés sur la canalisation de distribution du réservoir la montagne, et ont comme consigne de pression 3.8bar.

### 3.2.1.2.6 Les Points d'entrée du réseau

- ✓ Interconnexion VEG Dijon Saint Vincent (ouverte) : modélisation sous forme de référence de pression ;
- ✓ Interconnexion VEG Dijon Gaulois (fermée) : modélisation sous forme de référence de pression ;
- ✓ Interconnexion VEG Dijon Voisenet (ouverte) : modélisation sous forme de référence de pression ;
- ✓ Interconnexion VEG Dijon Colombière (ouverte) : modélisation sous forme de référence de pression ;
- ✓ Interconnexion VEG Dijon Route de Longvic (ouverte) : modélisation sous forme de référence de pression ;
- ✓ Interconnexion VEG Dijon Rene Coty secours(fermée) : modélisation sous forme de référence de pression ;
- ✓ Interconnexion VEG Marsannay vers CC de Grevrey Chambertin(fermée) : modélisation sous forme de consommation ponctuelle en bout d'antenne.
- ✓ Interconnexion VEG Marsannay vers CC de Grevrey Chambertin secours (fermée) : modélisation sous forme de consommation ponctuelle en bout d'antenne.

### 3.2.1.3 Répartition des consommations aux nœuds

Les données de consommation ont été affectées par rues à partir de données issues de la base de facturation.

Pour répartir les consommations aux nœuds du modèle, les fichiers de facturation de l'année 2018 sont exploités selon la méthodologie suivante :

- Les consommations facturées sont groupées par rue ;
- La liste des rues issue de la facturation est rapprochée de la liste des noms de rues sur le Logiciel Piccolo ;
- Les regroupements de consommation sont ainsi affectés au modèle, par rue, proportionnellement à la longueur de conduite connectée à chaque nœud ;

Les coefficients de pointe des jours de pointes sont ceux déterminés lors d'une étude précédente sur la ville de Dijon, le secteur étudié ayant le même type de consommation et alimenté par Dijon, un coefficient identique (1.7) est admis.

## 3.2.2 Calage du modèle

### 3.2.2.1 Choix de la journée de calage

Plusieurs conditions doivent être respectées dans le choix de la journée de calage.

Cette dernière doit être représentative de fonctionnement du réseau, donc éviter les weekends et les jours de repos. La disposition d'un maximum de données est aussi une condition importante dans le choix de notre journée.

La journée choisie lors de cette étude est le 05/09/2019.

### 3.2.2.2 Modulation des consommations

Les consommations affectées aux nœuds représentent une moyenne de la consommation facturée pendant l'année 2018, et sont constantes durant la journée.

Pour reproduire approximativement le même comportement des consommateurs durant la journée de calage, on multiplie ces consommations par un coefficient de modulation qui varie pendant la journée.

Ces coefficients sont propres à chaque secteur, et sont calculés en divisant les débits mis en distribution (sans débit de fuites) par la consommation moyenne du secteur (Voir annexe 5).

Les fuites sont modélisées comme étant des consommations ponctuelles avec un coefficient de modulation constant. Le débit de fuite est égal au débit nocturne minimal puisque le type de consommation dans l'air d'étude est domestique.

Ci-dessous un exemple de courbe de modulation, elle correspond au secteur Longvic village nord.

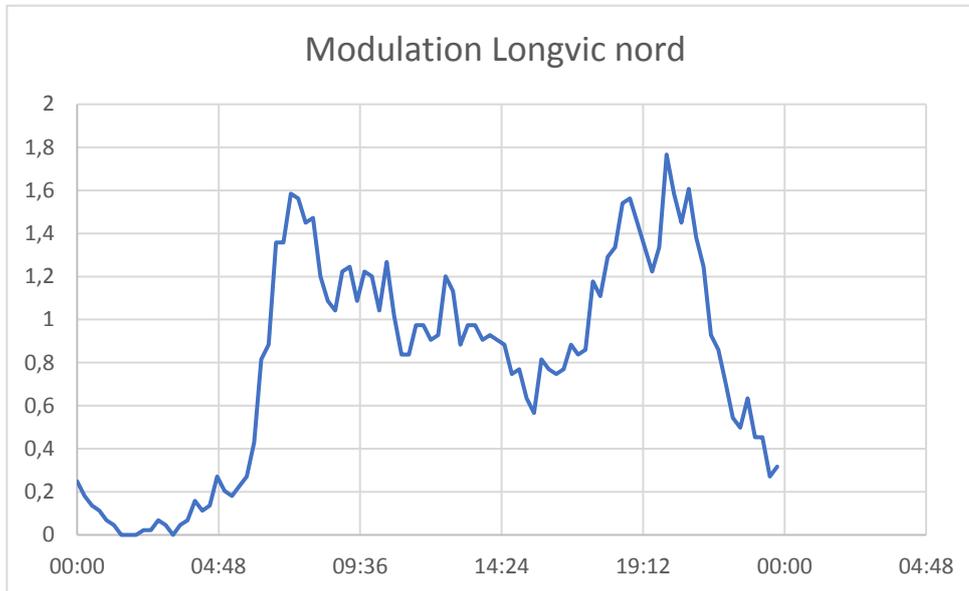


Figure 18: Courbe de modulation du secteur Longvic village nord

### 3.2.2.3 Procédure et résultats de calage

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

C'est un processus itératif. Il consiste à comparer les calculs et les mesures, en effectuant des ajustements sur le réseau. Ces ajustements appliqués au modèle seront ensuite infirmés ou confirmés par les résultats d'un nouveau calcul. Ils peuvent ensuite être affinés de la même manière, jusqu'à la reproduction satisfaisante du comportement réel du réseau sur une période correspondant à la période de calage (minimum 24h).

Les paramètres ajustables sont :

- Les consignes des organes régulateurs de pression et de débit
- Les altitudes des nœuds
- Les rugosités des canalisations

Pour un bon calage des critères s'imposent :

- Un écart de plus ou moins **deux mètres de colonnes** d'eau entre la pression mesurée par le logiciel et calculée,
- Un écart de plus ou **moins 5%** entre les débits calculés par le logiciel et mesurés,
- Un écart de plus ou **moins 0,5 m** entre les hauteurs d'eau calculées par le logiciel et mesurées.

## Calage du débit

Un bon calage de débit dépend essentiellement des consommations affectées depuis les données de télégestion. Pour ce faire, on exploite les valeurs de débits relevées au niveau des compteurs d'entrée et de sortie de chaque secteur, les débits d'entrée et de sortie de chaque réservoir, et enfin les consignes qui ont été intégrées dans le modèle pour le bon fonctionnement des réservoirs et du réseau.

La figure ci-dessous présente la courbe de calage de débit au niveau de **Marsannay** (Débitmètre distribution du réservoir la Montagne), La courbe rouge présente le débit calculé par Epanet, les points verts correspondents aux mesures réelles. Les autres courbes seront mises en annexe 6.

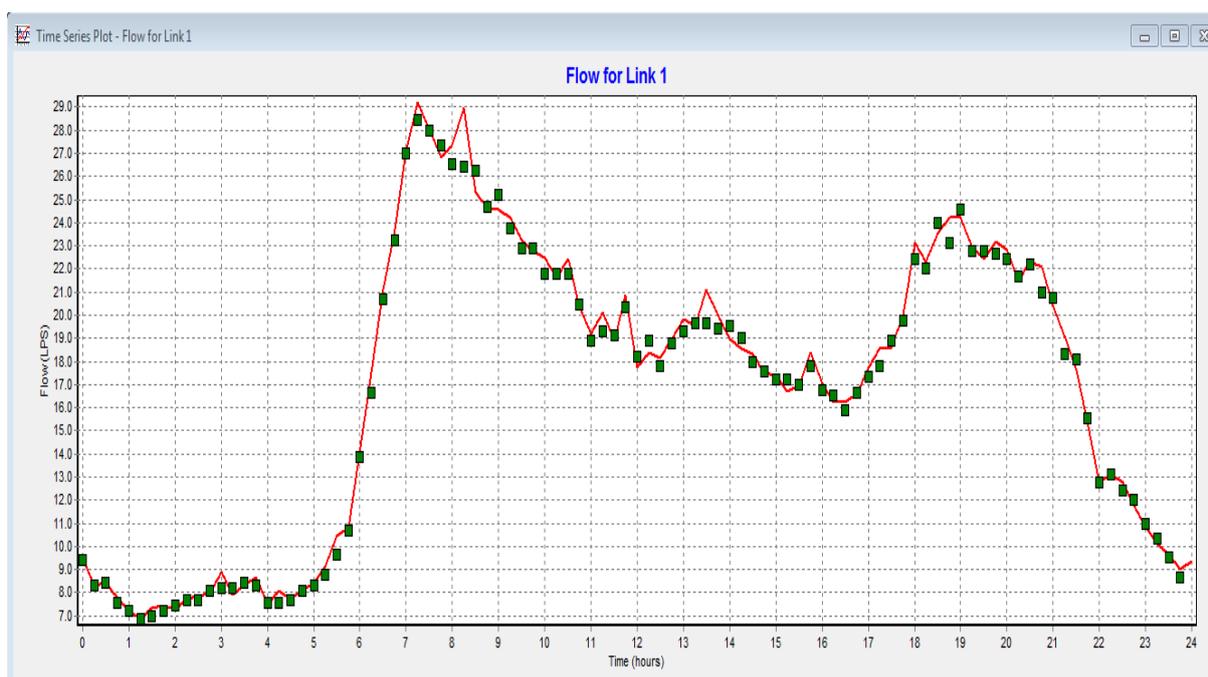


Figure 19: Calage du débit en sortie du réservoir La Montagne

## Calage de niveau

Le plus important dans ce calage c'est de pouvoir renseigner les mêmes asservissements de pompes et consignes de vannes, que dans la réalité.

La courbe ci-dessous présente la courbe du calage du réservoir La Montagne. Les autres courbes seront présentées en annexe 6.

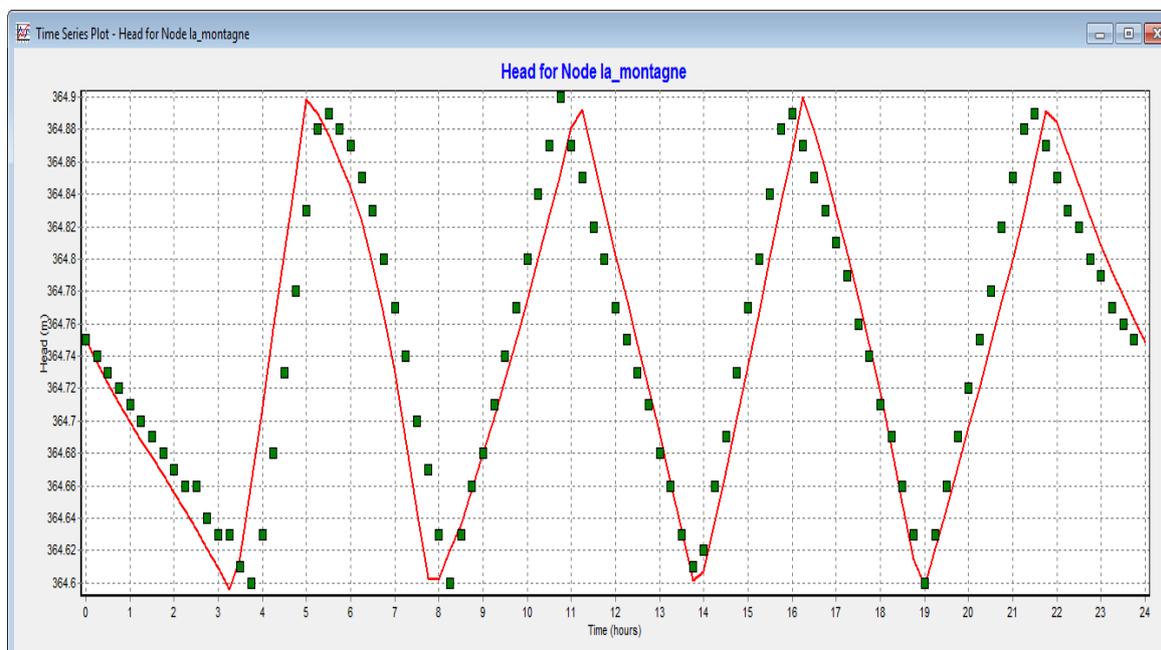


Figure 20: Calage du niveau du réservoir La Montagne

## Calage de pression

Le calage de pression est recommandé en dernier lieu après avoir effectué les calages de niveau et de débit.

Les pressions statiques maximales et minimale ont été calculées à partir du modèle, ensuite elles ont été comparées aux pressions statiques issues de la campagne de mesure annexe 7.

Une grande majorité des pressions mesurées correspond aux pressions calculées avec des écarts acceptables.

Le tableau suivant présente les résultats de quelques comparaisons.

Commune	Poteau d'incendie	Pressions calculées		Pressions mesurées
		Pression maximale	Pression minimal	
Chenove	2006	5,55	5,3	5,5
	2084	7,4	7,3	7,1
	2033	6,4	6,2	6,2
	2074	6,6	6,3	6,5
Marsannay	3806	4,1	3,7	3,5
	3852	6,6	5,6	6
	3828	4,8	4,6	4,2
	3855	5,8	5,3	5,5
Longvic	2858	3,7	3,6	3,5
	2949	3,5	3,4	3,3
	2773	4,4	4,2	4,2
	2864	4,9	4,6	4,7
Perrigny	3930	7,2	7	6,8
	3904	6	5,6	5,5
	3919	6	5,7	5,5
	3914	5	4,3	4,2
Ouges	3966	5,3	4,9	5
	3965	5,9	5,5	6
	3957	5,4	5	5
	3950	5,6	5,3	5,3

Figure 21: Comparaison des pressions statiques

A cause de l'absence de campagne de mesures pour les pressions dynamiques au niveau des poteaux d'incendie, un test de sensibilité aux rugosités a été réalisé, pour voir si ces dernières impactent d'une manière significative les résultats du modèle.

Pour ce faire, les tronçons les plus sensibles ont été identifiés grâce au modèle (figure 14), ils correspondent aux canalisations où les vitesses sont importantes. Ensuite, les rugosités dans ces zones ont été doublées et ensuite divisées par deux dans deux modèles distincts.

La carte suivante illustre les canalisations sensibles à la rugosité et dans lesquelles ce paramètre sera modifié.

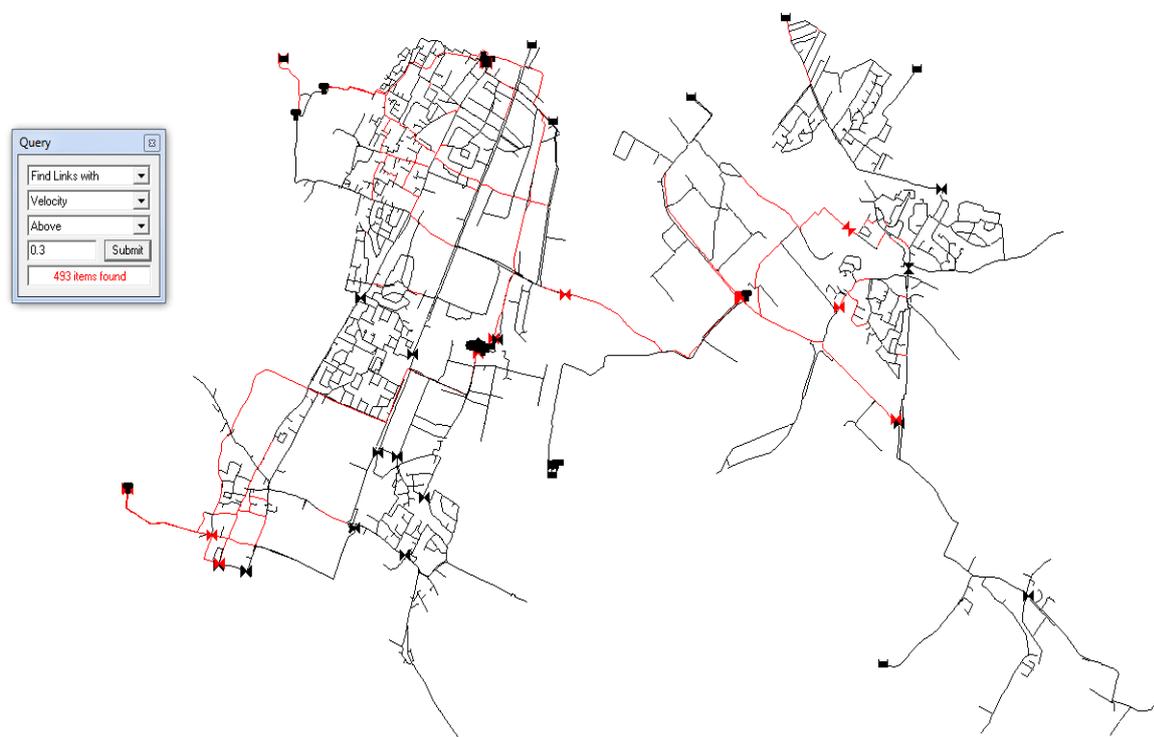


Figure 22: Carte des tronçons sensibles à la rugosité

Les tableaux suivants montrent les résultats de la comparaison :

Vitesses	Nombre d'éléments			Ecart relatif %		Ecart par rapport au nombre total de tronçons	
	Modèle de base	Rugosité doublée (Modèle 1)	Rugosité divisée par 2 (Modèle 2)	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 1	Modèle 2
>0,1	1205	1209	1201	0,33	-0,33	0,13	-0,13
>0,2	755	773	755	2,38	0,00	0,58	0,00
>0,3	493	496	497	0,61	0,81	0,10	0,13
>0,4	318	312	330	-1,89	3,77	-0,19	0,39
>0,5	202	198	213	-1,98	5,45	-0,13	0,35
>0,6	102	95	116	-6,86	13,73	-0,23	0,45
			<b>Ecart Max</b>	<b>-6,86</b>	<b>13,73</b>	<b>0,58</b>	<b>0,45</b>

Tableau 8: Comparaison des vitesses

Pressions (mce)	Nombre d'éléments			Ecart relatif %		Ecart par rapport au nombre total de tronçons	
	Modèle de base	Rugosité doublée (Modèle 1)	Rugosité divisée par 2 (Modèle 2)	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 1	Modèle 2
>10	3066	3066	3066	0,00	0,00	0,00	0,00
>30	3041	3041	3041	0,00	0,00	0,00	0,00
>50	1935	1931	1940	-0,21	0,26	-0,12	0,15
>70	487	487	489	0,00	0,41	0,00	0,06
>90	22	22	22	0,00	0,00	0,00	0,00
			<b>Ecart Max</b>	<b>-0,21</b>	<b>0,41</b>	<b>-0,12</b>	<b>0,15</b>

Tableau 9: Comparaison des pressions

On constate donc que les écarts des pressions et des vitesses entre le modèle initial et les deux autres modèles sont assez faibles. Le modèle initial est donc jugé peu sensible aux rugosités et ainsi représentatif de la réalité.

### 3.3 Exploitation du modèle

Cette partie est importante, elle nous permettra de diagnostiquer notre réseau actuel et de relever tous les problèmes et dysfonctionnements de ce dernier.

Plusieurs simulations ont été effectuées sur des durée allant de 24h à 168h, afin de contrôler toutes les variantes du réseau.

#### 3.3.1 Diagnostic des pressions

Idéalement, les pressions du réseau doivent être comprises entre 2bar et 6bar. Des pressions minimales de 1.5bar et maximales de 7bar sont admissibles si ces dernières représentent des cas isolés.

La carte ci-dessous présente la répartition des pressions dans le réseau étudié.

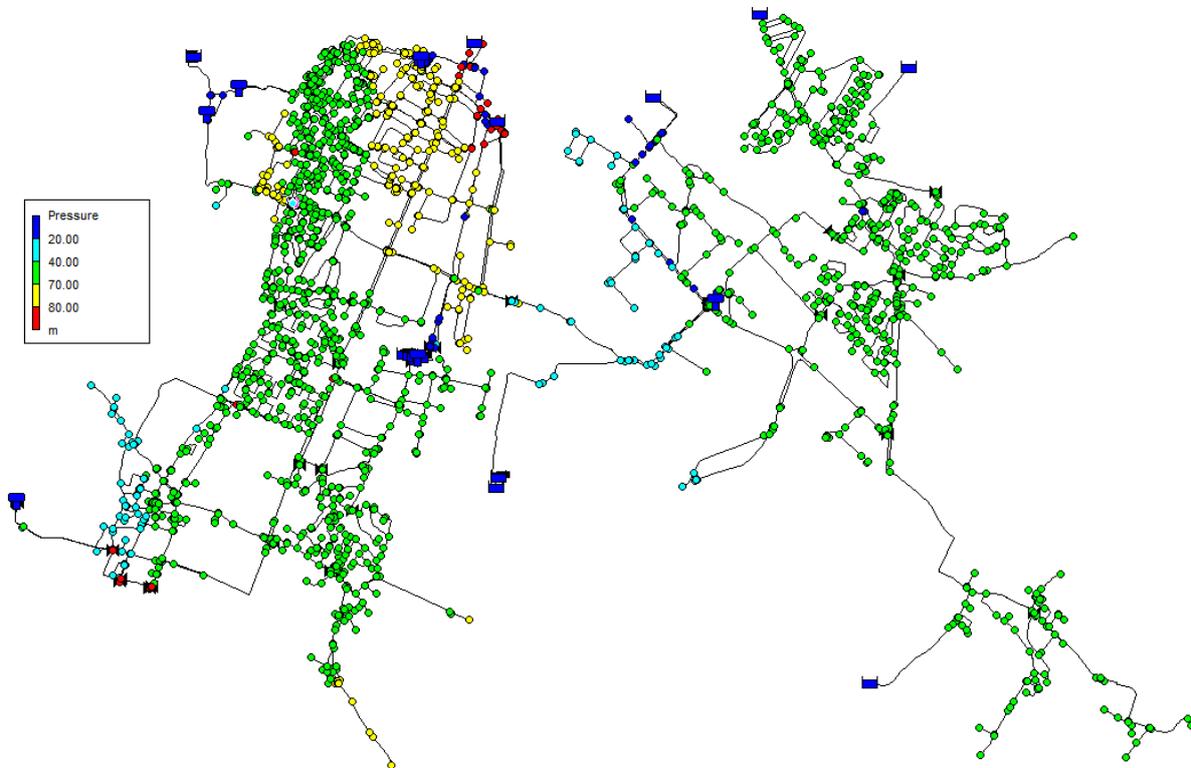


Figure 23: Carte des pressions

On constate que la majorité des pressions sont correctes. Des pressions élevées sont constatées dans la commune de Chenove. Des aménagements seront proposés pour remédier à ce problème.

### 3.3.2 Diagnostic des vitesses

Le diagnostic des vitesses est très important dans un réseau d'eau potable. Un problème de vitesse peut engendrer des problèmes de qualité ou une usure prématurée des conduites.

Des vitesses trop élevées provoqueront la mise en suspension des particules déposées au fond des conduites et diminuent la résistance du matériau. Les vitesses trop faibles favorisent le dépôt des particules dans les canalisations.

La carte ci-dessous présente la répartition des vitesses dans le réseau étudié.

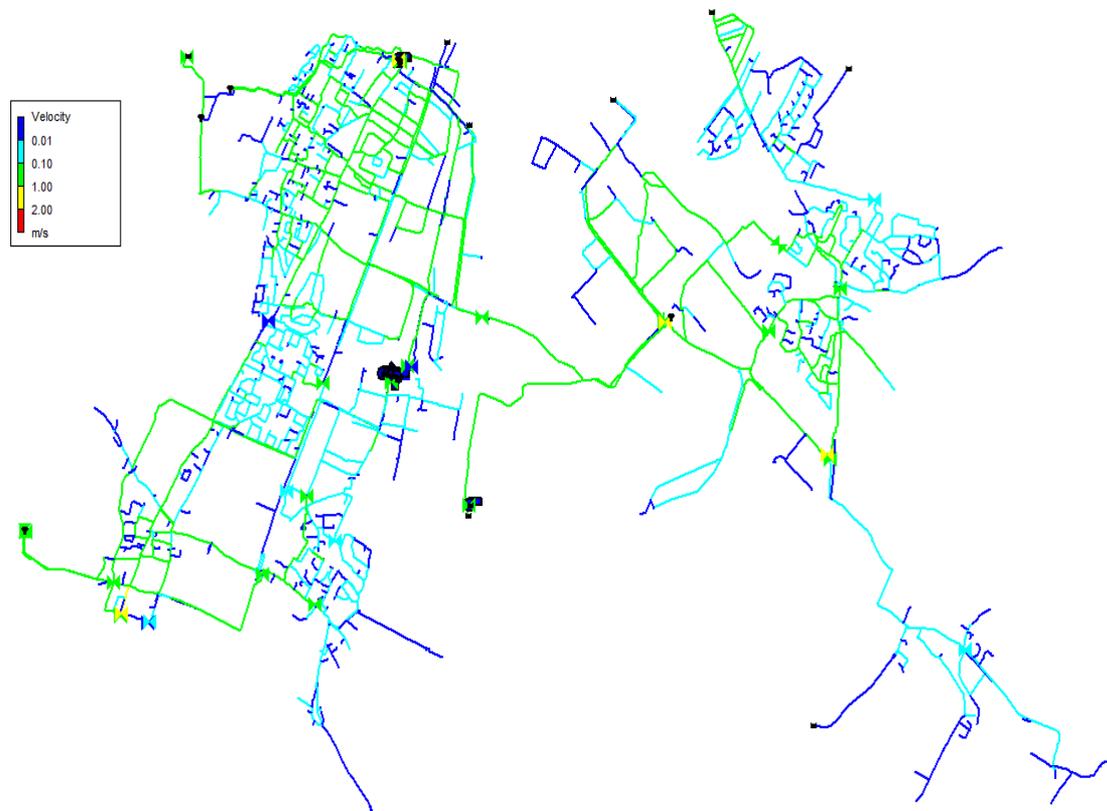


Figure 24: Carte des vitesses dans le réseau

Les vitesses d'écoulement dans le réseau sont relativement faibles et ne dépassent pas 1 m/s. Les vitesses les plus faibles sont observées en bouts de réseau.

### 3.3.3 Temps de séjour

Des temps de séjour importants peuvent provoquer des problèmes de qualité dans le réseau. Le taux des réactifs de désinfection décroît en fonction de l'âge de l'eau.

Donc un temps de séjour supérieur à 4 jours est considéré comme inacceptable. Ce dernier favorise le développement bactériologique et ainsi une dégradation de la qualité de l'eau.

Une simulation a été lancée sur 168h pour quantifier les temps de séjour dans le réseau. L'âge de l'eau est considéré égal à 0h aux entrées du réseau.

La carte ci-dessous présente la répartition des temps de séjour dans le réseau étudié.

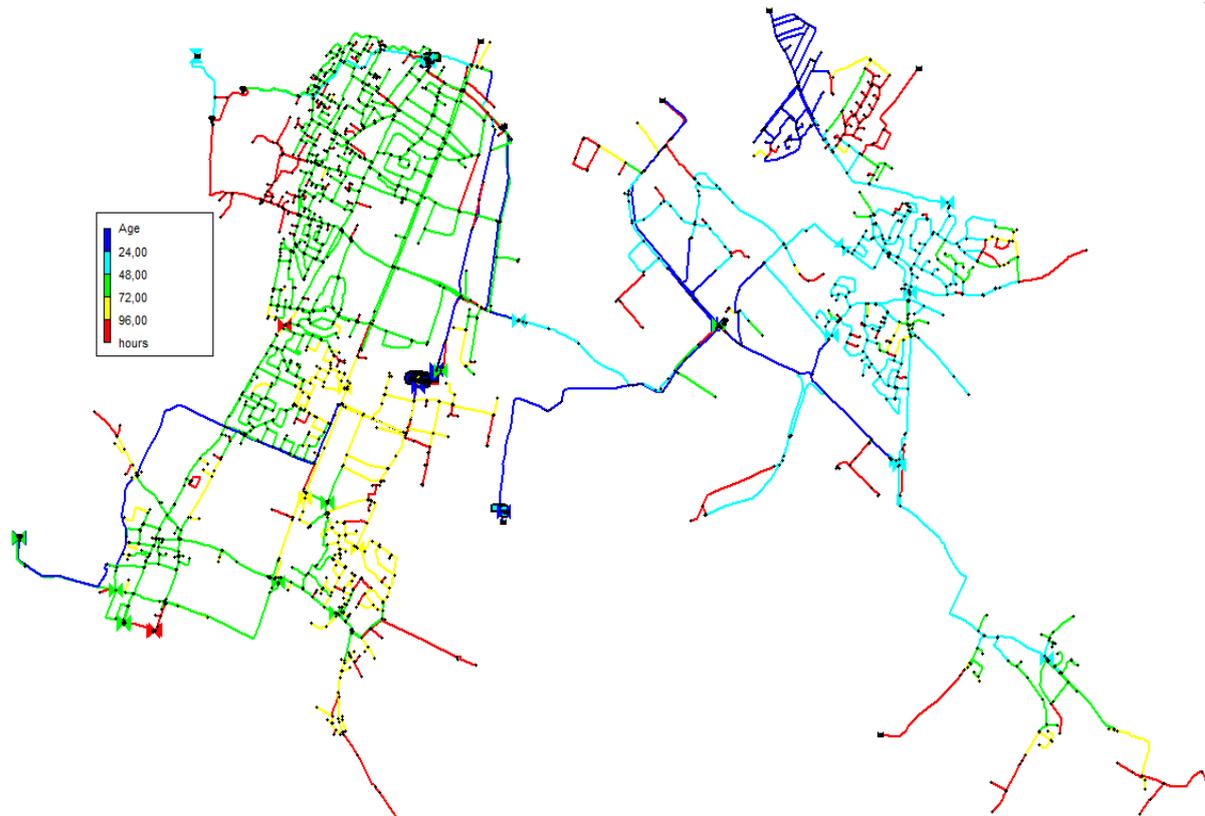


Figure 25: Carte de l'âge de l'eau dans le réseau

Des temps de séjour importants sont observés au niveau du secteur Chenove Haut service. Ceci peut s'expliquer par le volume du réservoir Plateau qui alimente le secteur, et qui est surdimensionné vis-à-vis des besoins journaliers de ce dernier. Le volume du réservoir est égal à  $1100\text{m}^3$  et le besoin journalier moyen de ce secteur est  $200\text{m}^3$ .

### 3.3.4 Autonomie des réservoirs

Le sud Dijonnais possède quatre réservoirs avec une capacité de stockage totale de  $9500\text{m}^3$ .

L'autonomie de ces réservoirs a été évaluée en journée moyenne et en journée critique.

Pour simuler ces scénarios, chaque réservoir a été évalué en gardant un fonctionnement normal des autres réservoirs. L'interruption de l'alimentation du réservoir est effectuée à 00h00 durant notre journée de calage (niveau du réservoir égal au niveau initial pendant la journée de calage). Une autonomie supérieure à 14h est jugée satisfaisante dans le cadre de cette étude.

#### **Réservoir du Chapitre**

##### Autonomie moyenne

Ce réservoir a une capacité de  $4000\text{m}^3$  et alimente la partie bas service de Chenove, dont le volume journalier moyen distribué est égale à  $2500\text{m}^3$ . D'après le modèle, son autonomie moyenne est égale à 30h.

## Autonomie critique

Une simulation de journée de pointe a été effectuée pour calculer l'autonomie critique du réservoir Chapitre, en appliquant les mêmes hypothèses décrites en début de cette partie.



Figure 26: Autonomie critique du réservoir Chapitre

Compte tenu de cette tendance, nous notons qu'après avoir arrêté les pompes à 00h00 du matin, le réservoir se vide continuellement jusqu'à 16h30 du jour. Nous avons donc une différence de temps  $\Delta t = 16,5h$ . On peut donc en conclure que l'autonomie du réservoir Chapitre est satisfaisante.

## **Réservoir Plateau**

### Autonomie moyenne

Ce réservoir a une capacité de 1100m<sup>3</sup> et alimente la partie haut service de Chenove, dont le volume journalier moyen distribué est égale à 200m<sup>3</sup>. D'après le modèle, son autonomie moyenne est égale à 90h.

## Autonomie critique

Une simulation de journée de pointe a été effectuée pour calculer l'autonomie critique du réservoir Plateau, en appliquant les mêmes hypothèses décrites en début de cette partie.

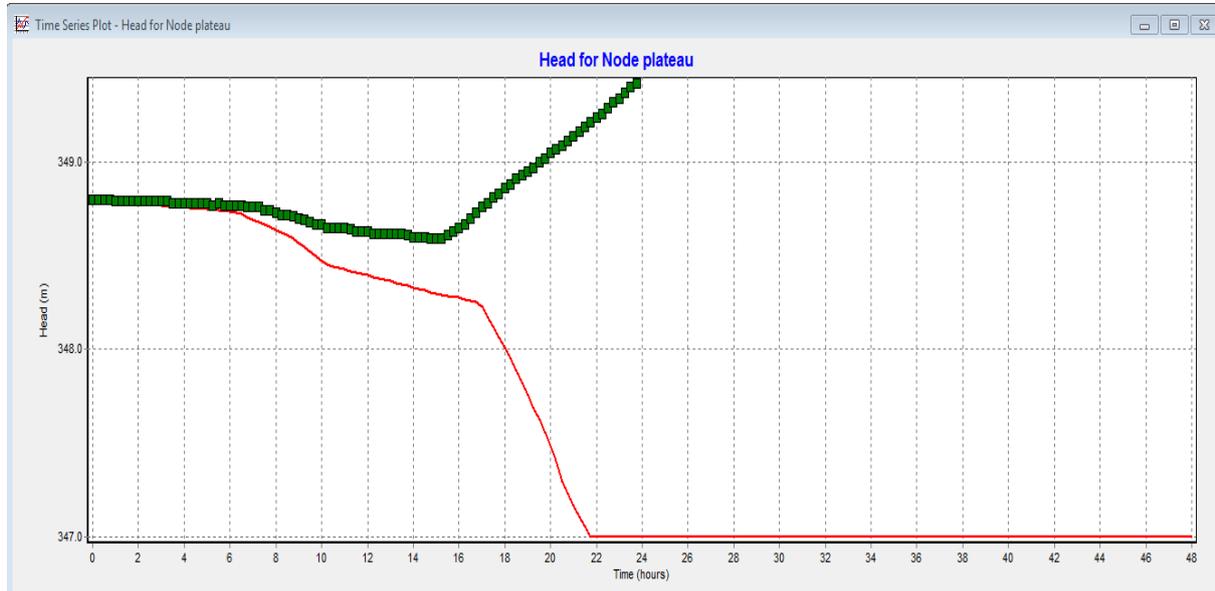


Figure 27: Autonomie critique du réservoir Plateau

Comme sur les autres figures du scénario réservoir, la courbe rouge représente la courbe réelle et représentative du terrain. Il est à noter qu'après la fermeture de la vanne de Saint Vincent à 00h00 du matin, le réservoir se vide continuellement jusqu'à 22h00 du soir. Nous avons donc une différence de temps  $\Delta t = 22h$ . On peut donc considérer que l'autonomie du réservoir Plateau est bonne.

## **Réservoir La Montagne**

### Autonomie moyenne

Ce réservoir a une capacité de 3000m<sup>3</sup> et alimente la commune de Marsannay, dont le volume journalier moyen distribué est égale à 1500m<sup>3</sup>. D'après le modèle, son autonomie moyenne est égale à 45h.

## Autonomie critique

Une simulation de journée de pointe a été effectuée pour calculer l'autonomie critique du réservoir La Montagne, en appliquant les mêmes hypothèses décrites en début de cette partie.



Figure 28: Autonomie critique du réservoir la Montagne

Ce diagramme montre qu'après avoir arrêté les pompes à 00h du matin, le réservoir se vide continuellement. Nous avons donc une différence de temps  $\Delta t = 25h$ . On peut donc en conclure que l'autonomie du réservoir La Montagne est bonne.

## **Réservoir de Longvic**

### Autonomie moyenne

Ce réservoir a une capacité de  $1400m^3$  et alimente une grande partie de la commune de Longvic, dont le volume journalier moyen distribué est égale à  $2500m^3$ . D'après le modèle, son autonomie moyenne est égale à 12h

### Autonomie critique

Une simulation de journée de pointe a été effectuée pour calculer l'autonomie critique du réservoir de Longvic, en appliquant les mêmes hypothèses décrites en début de cette partie.

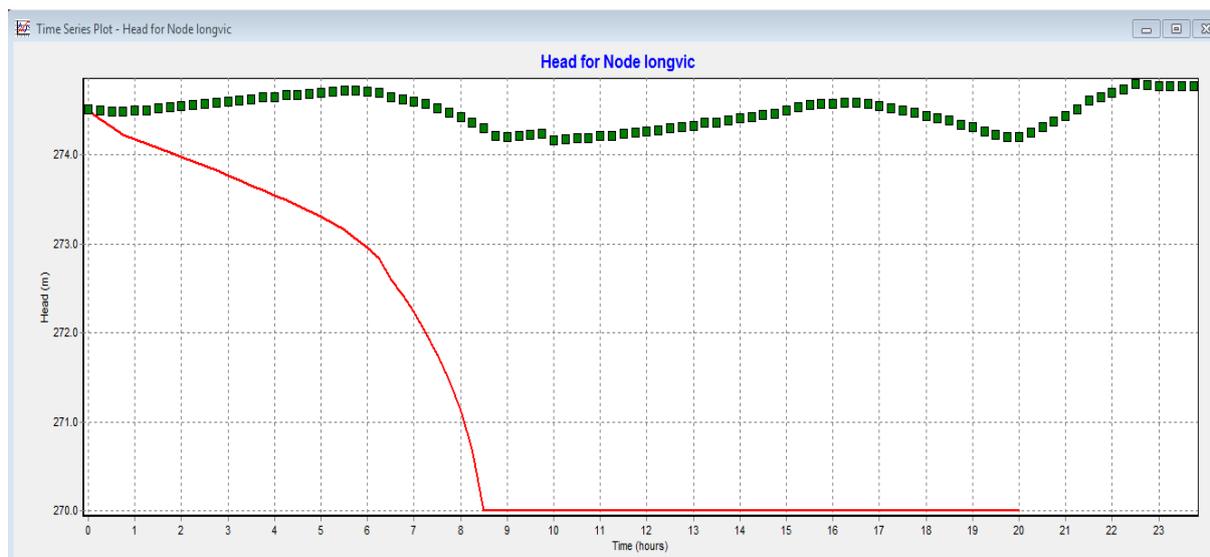


Figure 29: Autonomie critique du réservoir de Longvic

Compte tenu de cette tendance, nous notons qu'après avoir arrêté les pompes et fermé les vannes à 00h00 du matin, le réservoir se vide continuellement jusqu'à 08h30 du jour. Nous avons donc une différence de temps  $\Delta t = 8.5h$ . On peut donc en conclure que l'autonomie du réservoir Chapitre n'est pas satisfaisante.

### 3.3.5 Sécurité de l'alimentation

Une partie de la commune de Perrigny Les Dijon a été identifiée comme critique. Cette zone est alimentée par une canalisation en PVC Longue de 6m, et qui date de 1951. La rupture de cette conduite entrainera une coupure d'alimentation sur cette partie de réseau.

Les schémas en dessous illustrent l'emplacement de cette canalisation, et l'étendue de la zone concernée.

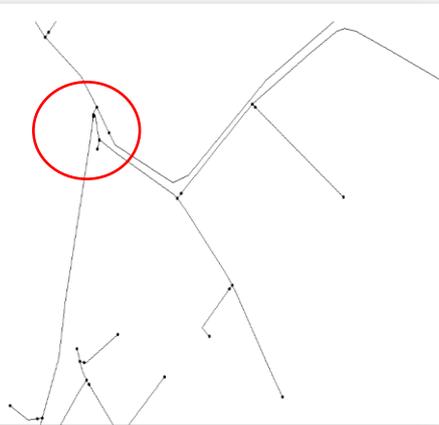


Figure 30: Emplacement de la canalisation sur le réseau Epanet



Figure 31: Zone impactée par la rupture

---

## 4 Proposition d'améliorations

### 4.1 Amélioration des usines de production

#### Amélioration des systèmes de détection

- ✓ Mise en place de capteurs acoustiques pour la recherche de fuites sur les canalisations sensibles.
- ✓ Mise en place de capteurs d'étanchéités équipés d'un système de radio-transmission, en amont et en aval des tronçons sensibles afin de détecter un différentiel de pression caractéristique d'une fuite (alarme sur un seuil du différentiel).
- ✓ Réalisation d'une campagne d'investigations complémentaires afin de localiser, l'ensemble des canalisations sensibles.
- ✓ Mise en place à la sortie des stations d'un tableau de mesure : afin de vérifier la qualité d'eau traitée.

#### Disponibilité d'équipements de secours

- ✓ Equipements hydrauliques : vannes manuelles, vannes motorisées, clapets, crépines.
- ✓ Equipements électromécaniques : servomoteurs de vannes motorisées, groupes électrogènes de puissance adaptée aux ouvrages à secourir : forage, station de pompage, réservoirs.
- ✓ Equipements d'automatisme / armoire électrique : pièces de rechange pour les automates.

#### Système de protection contre le risque incendie

- ✓ Améliorer la détection incendie avec la mise en place d'un système de détection incendie / fumée dans les stations de pompage (local pompe + armoires / automates). Absent ce jour.
- ✓ Limiter la gravité d'un départ de feu à travers la mise en place d'une installation d'extinction automatique à eau type « sprinkler ». Extincteurs uniquement à ce jour,
- ✓ Isoler les équipements électriques sensibles par un mur coupe-feu : Automates, Transformateurs de puissance.

### 4.2 Proposition de solutions pour les pressions

Pour régler les problèmes de pressions élevées à Chenove, il a été décidé d'installer des stabilisateurs avals qui permettront de diminuer les pressions, et assurer la distribution de l'eau dans les meilleures conditions.

#### Chenove Bas service.

Un stabilisateur de pression aval sera installé sur la canalisation de distribution du réservoir Chapitre avec une consigne de pression de 3.8bar.

Le schéma suivant illustre l'emplacement de l'aménagement.

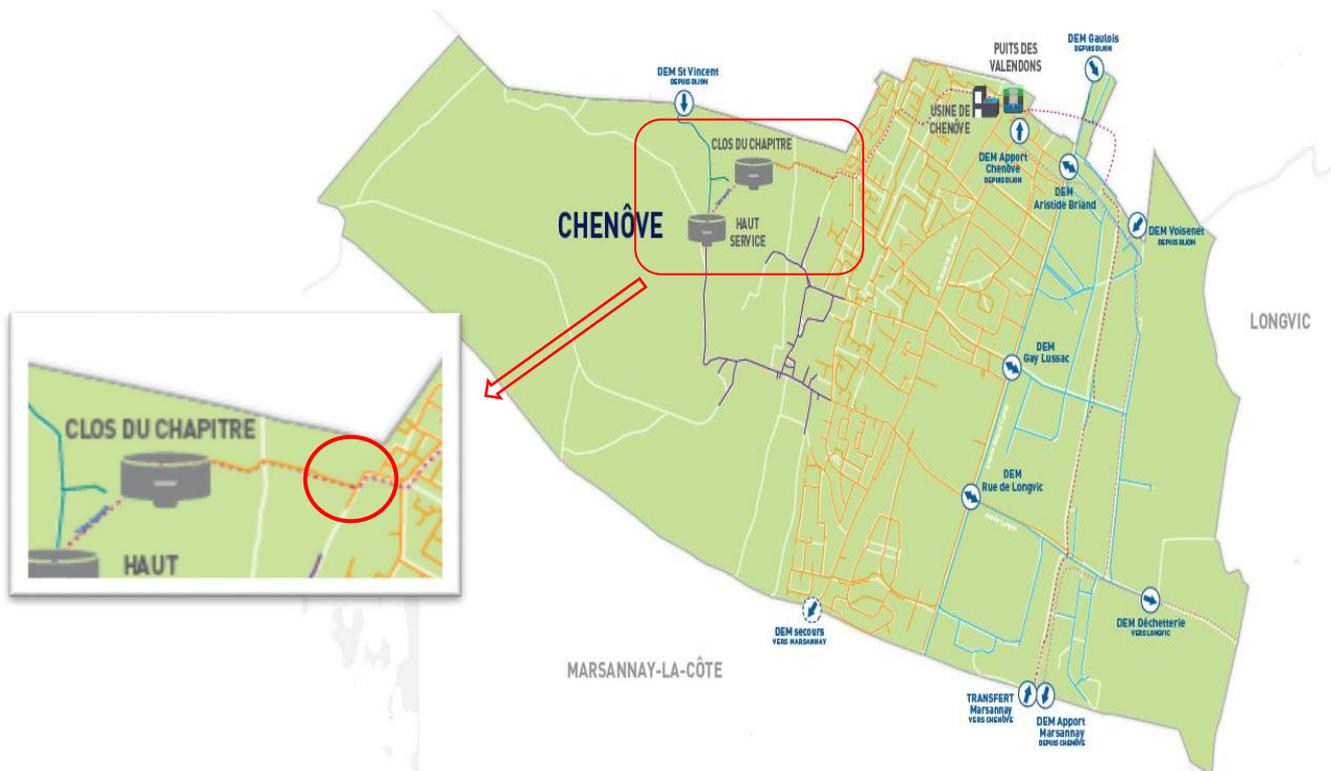


Figure 32: Emplacement du stabilisateur à Chenove bas service

### Situation actuelle

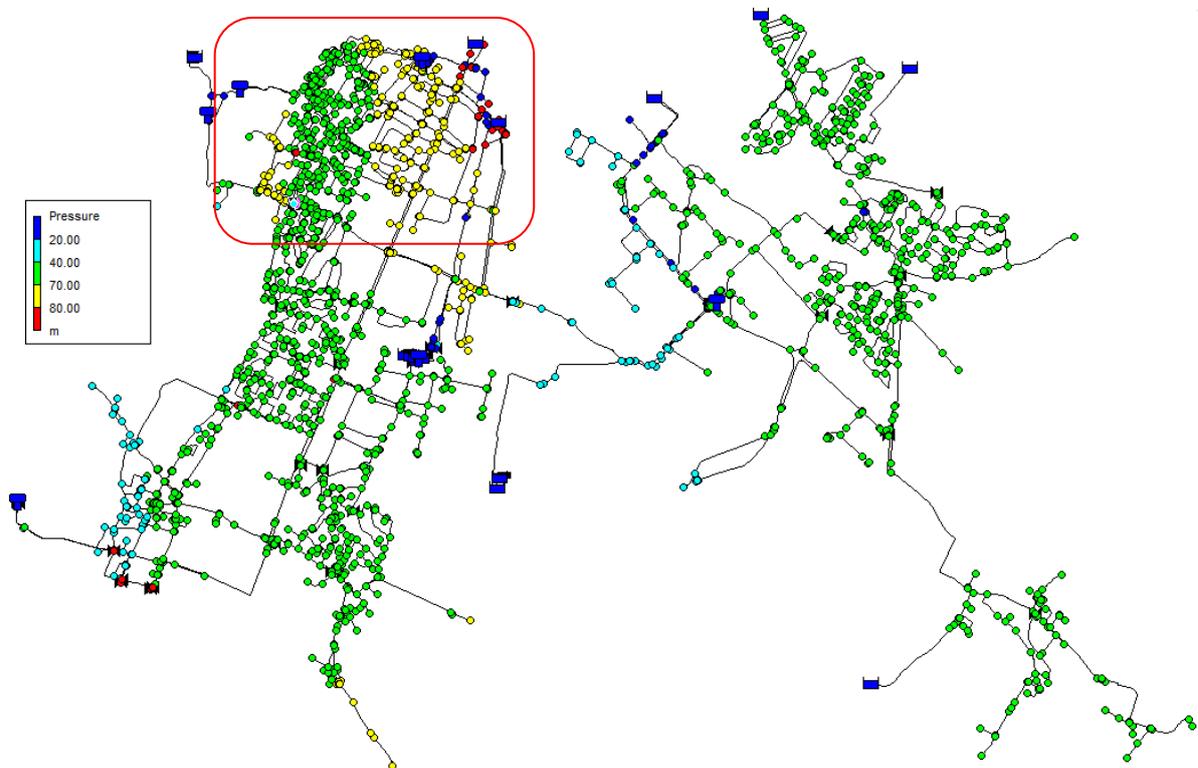


Figure 33: Carte des pressions en situation actuelle

## Situation projetée

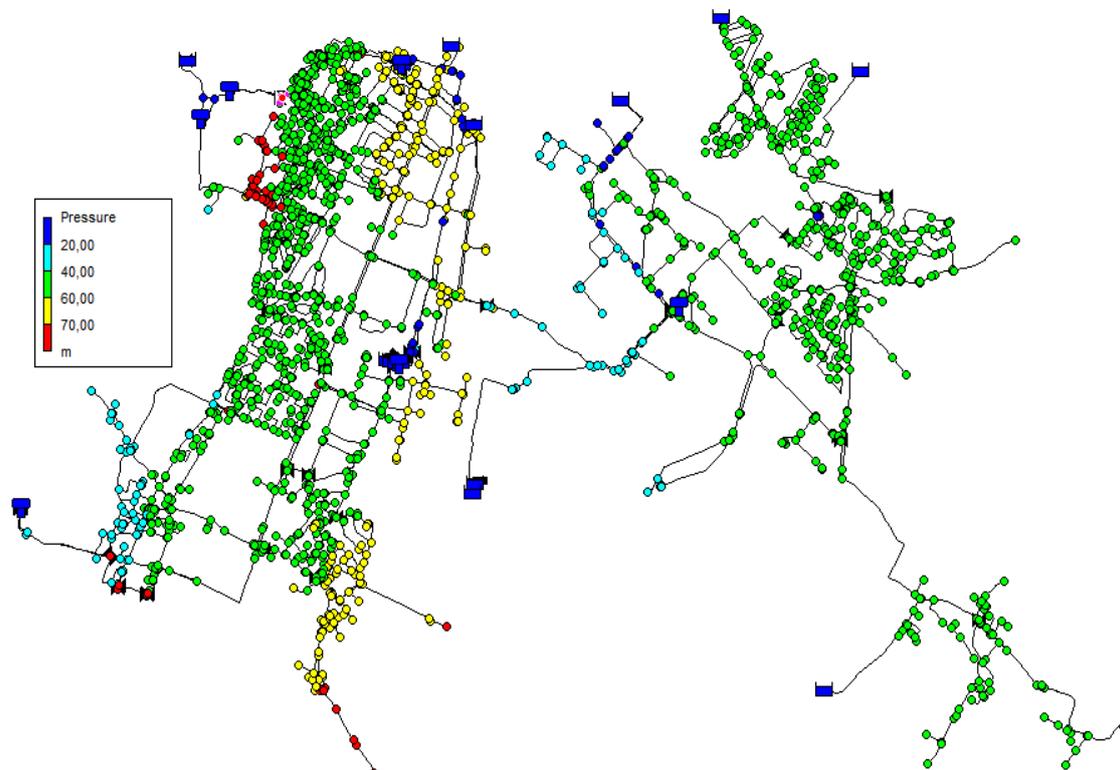


Figure 34: Carte des pressions après installation du stabilisateur Chenove bas service

Cet aménagement permet de baisser les pressions en dessous de 7bar, tout en gardant une pression supérieure à 4bar dans la partie centrale de Chenove (pression suffisante pour alimenter les immeubles présents dans ce secteur).

### Chenove Haut service

Un stabilisateur de pression aval sera installé sur la canalisation de distribution du réservoir Plateau avec une consigne de pression de 4bar.

Le schéma suivant illustre l'emplacement de l'aménagement.

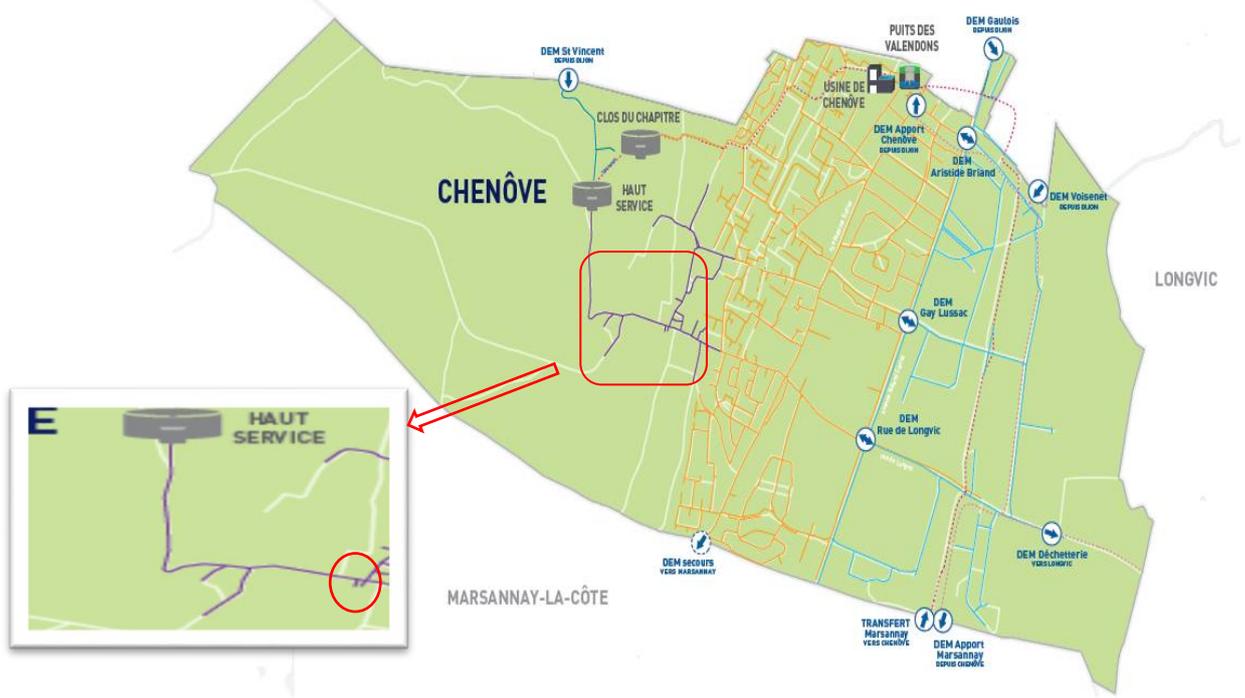


Figure 35: Emplacement du stabilisateur à Chenove haut service

Situation actuelle

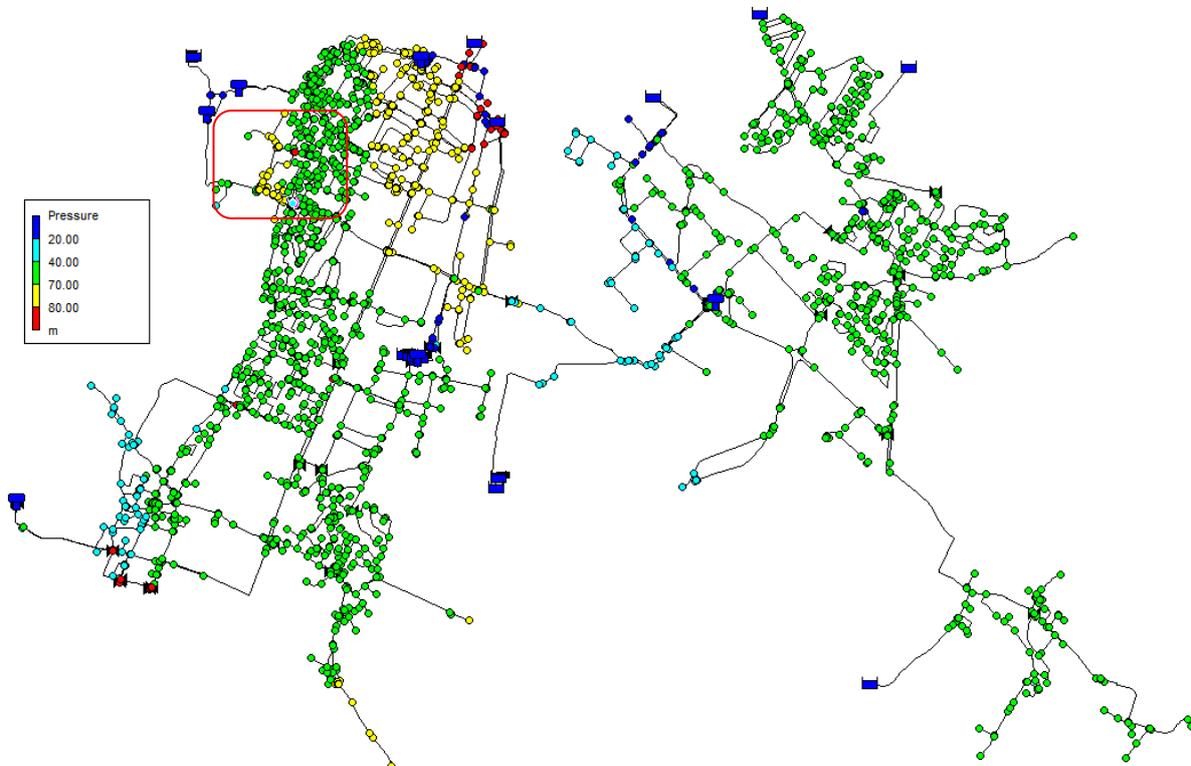


Figure 36: Carte des pressions en situation actuelle

## Situation projetée

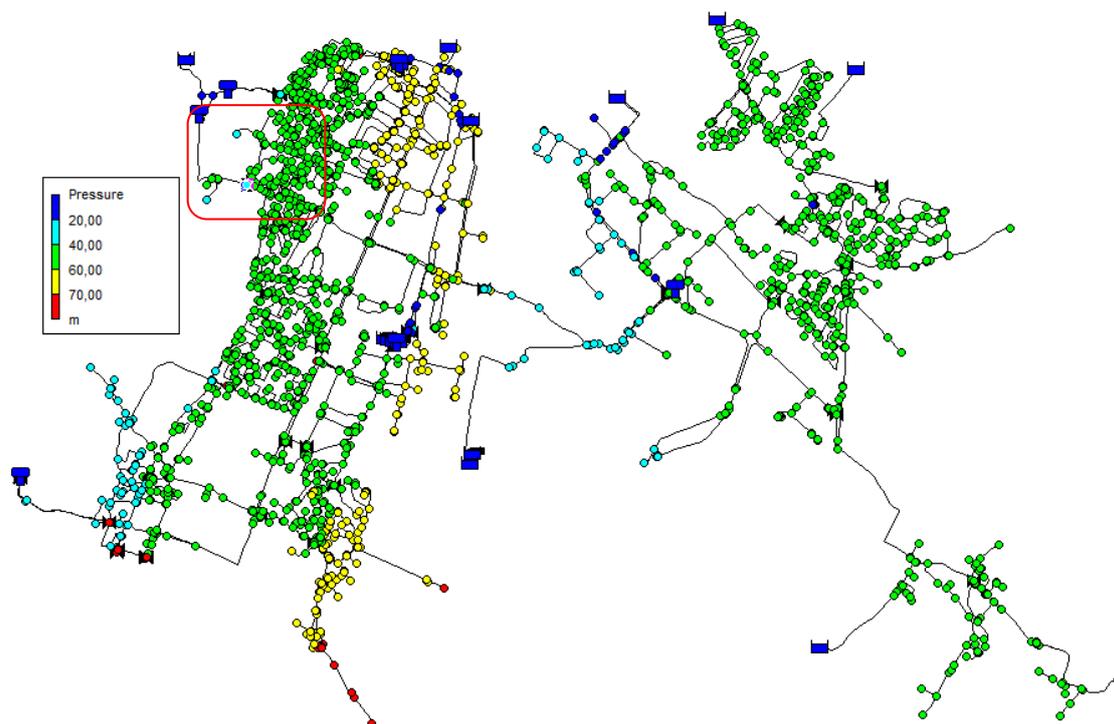


Figure 37: Carte des pressions en situation future

Cet aménagement permet de baisser les pressions en dessous des 7bar.

### 4.3 Proposition de solution pour le temps de séjour

Des temps de séjour importants ont été observés à Chenove haut service, et ceci sans prendre en compte l'âge de l'eau à l'entrée de ce secteur. Le réservoir Plateau et alimenté par Dijon, de ce fait l'eau distribuée a déjà un temps de séjour de base qui s'ajoute au temps de séjour calculé.

Pour diminuer le Temps de séjour dans cette partie du réseau, il a été décidé d'exploiter une seule des deux cuves du réservoir Plateau.

Situation future : exploitation d'une seule cuve

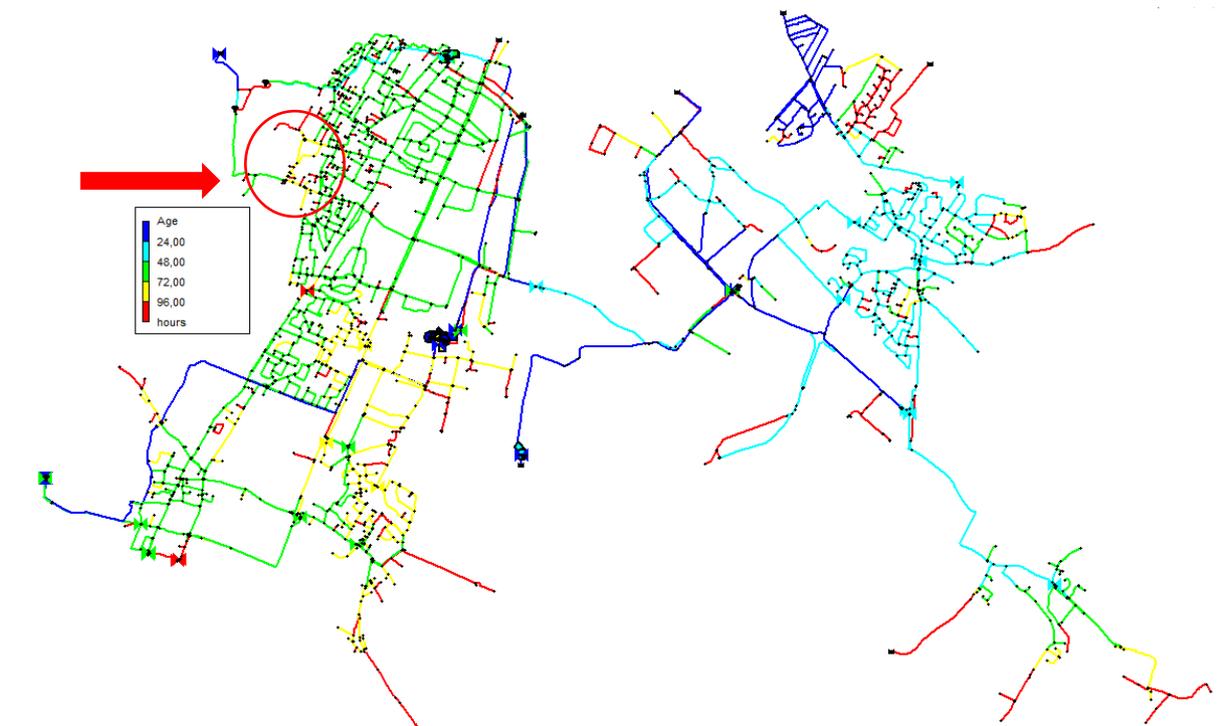


Figure 38: Carte des temps de séjour en situation projetée

Donc en diminuant le volume du réservoir on parvient à réduire l'âge de l'eau.

Une deuxième solution a été discutée. Il est aussi possible d'agrandir le secteur alimenté par le réservoir et ainsi réduire le temps de séjour. Cette proposition a été très vite rejetée, puisqu'en l'adoptant, on prélèvera moins de volumes d'eau depuis les captages du sud Dijonnais. Et cela vient à l'encontre des obligations contractuelles.

#### 4.4 Proposition de solution pour la sécurisation de l'alimentation à Perrigny les Dijon

Pour assurer l'alimentation en cas de rupture, une deuxième canalisation liera les parties sud et nord de Perrigny, et garantira la continuité du service en cas d'accidents.

C'est une canalisation PVC, DN150, et d'une longueur de 8 mètres.

Le plan suivant présente l'emplacement de l'aménagement.

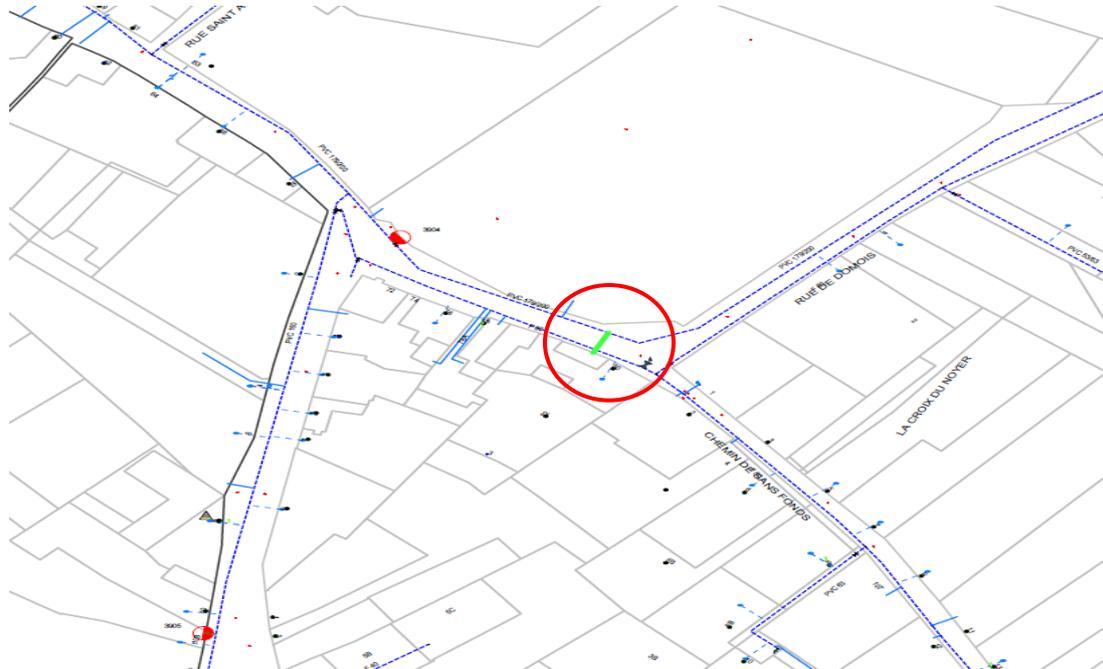


Figure 39: emplacement du raccordement de la partie sud de Perrigny

Afin de sécuriser l'alimentation en eau, au-delà des aménagements proposés, des crises ont été simulées, pour connaître la réaction du réseau et les actions à réaliser afin d'assurer le service. Ces simulations sont détaillées dans la partie qui suit.

## 5 Sécurité de l'alimentation en eau

### 5.1 Simulation n°1 : Rupture canalisation de distribution du réservoir Chapitre

- **Événement** : Casse de la canalisation d'eau potable DN500 qui alimente Chenove bas service.
- **Conséquences** : Risque de manque d'eau sur le réseau bas service de Chenove
- **Origine de l'alerte** : Contrôle opérateur sur logiciel de supervision (Topkapi). Appel d'un témoin.
- **Besoin** : Jour moyen environ 2500m<sup>3</sup> (Chenove Bas service).
- **Réservoirs et volumes disponibles** :
  - ✓ Réservoir Plateau : 1200m<sup>3</sup> (Pressions élevées et le réservoir se vide après 10h).
  - ✓ Alimentation par Dijon (DEM Gaulois) : Pressions insuffisantes en heures de pointe.
  - ✓ **Alimentation depuis la Montagne et changer les consignes des stabilisateurs de pressions de Marssanay.**

Des simulations ont été effectuées pour tester ces propositions. Au vu des résultats et après discussion avec les exploitants, il a été décidé de retenir la dernière proposition.

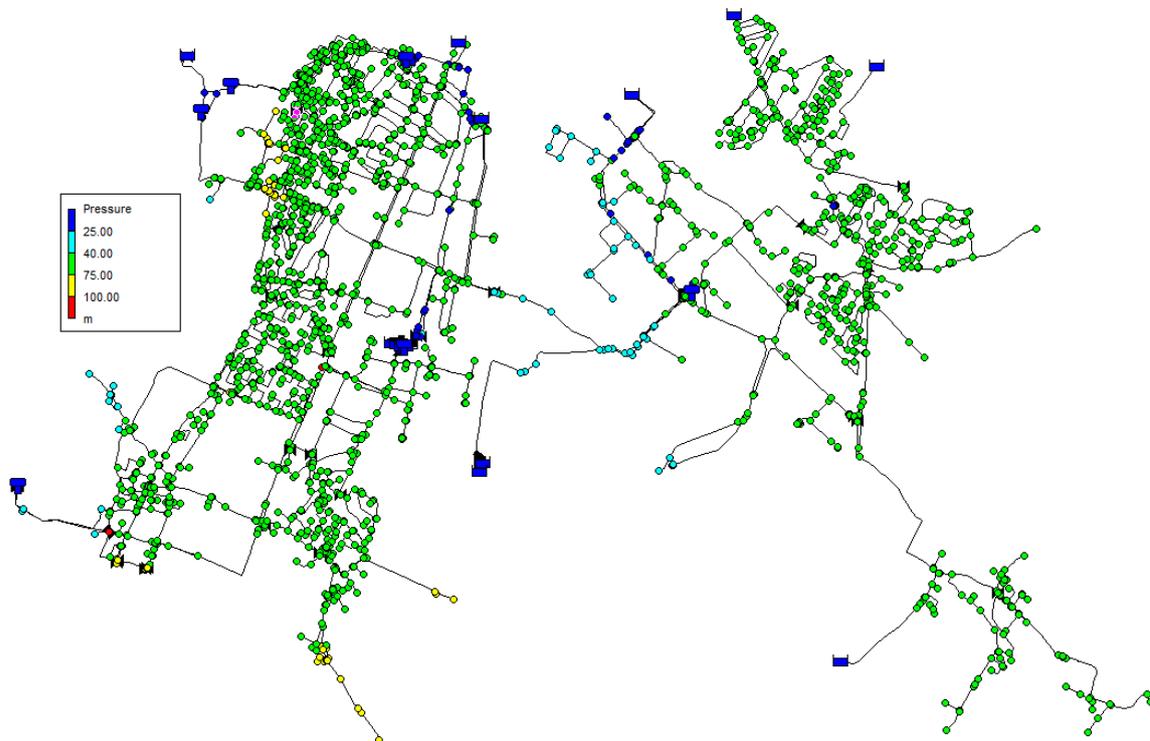


Figure 40: Carte des pressions durant l'alimentation de Chenove par la Montagne

En réglant donc les consignes de pressions des deux stabilisateurs aval sur 5bar, on constate que Chenove bas service subit des pressions correctes en jour moyen variantes de 4 à 7bar.

## 5.2 Simulation n°2 : Rupture canalisation de distribution du réservoir Plateau

- **Événement** : Casse de la canalisation d'eau potable DN250 qui alimente Chenove haut service.
- **Conséquences** : Risque de manque d'eau sur le réseau haut service de Chenove
- **Origine de l'alerte** : Contrôle opérateur sur logiciel de supervision (Topkapi).  
Appel d'un témoin.
- **Besoin** : Jour moyen environ 200m<sup>3</sup> (Chenove Haut service).
- **Réservoirs et volumes disponibles** :
  - ✓ **Réservoir du Chapitre : 4000m<sup>3</sup>**

Une simulation a été effectuée pour tester l'alimentation de Chenove haut service par le réservoir Chapitre.

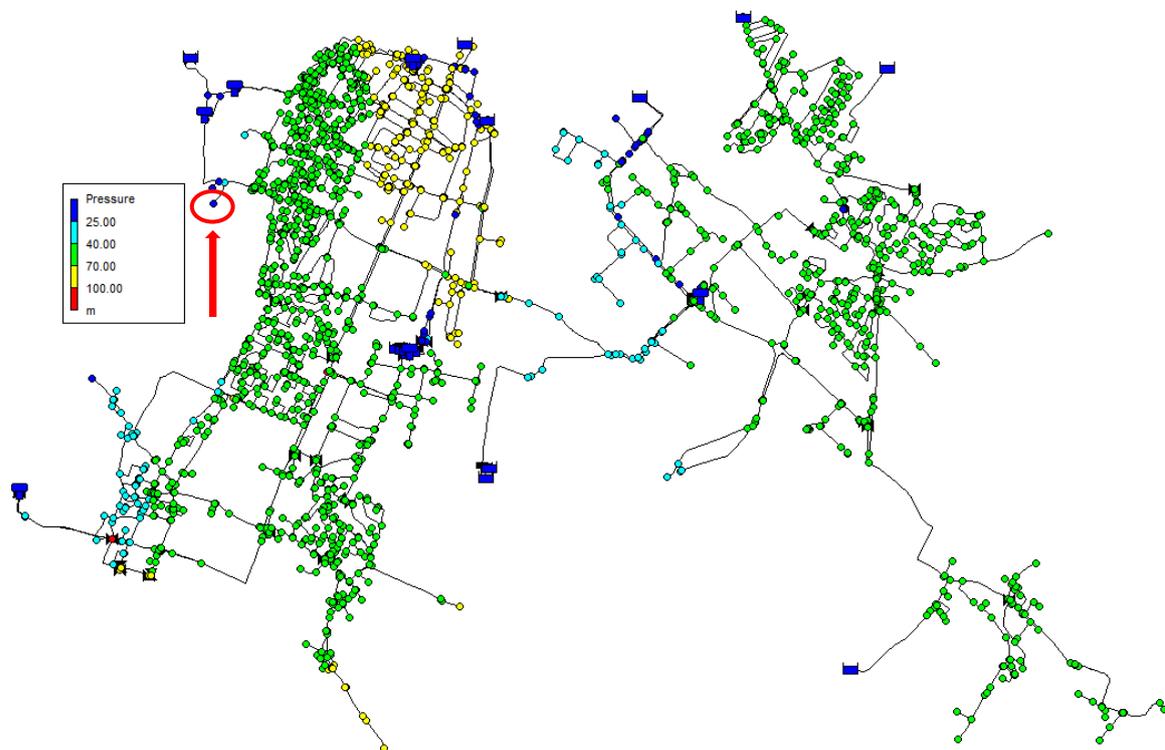


Figure 41: Carte des pressions durant l'alimentation de Chenove haut service par Chapitre

En alimentant donc la partie haut service de Chenove depuis le réservoir Chapitre, on obtient des pressions correctes, à l'exception d'un seul nœud où on obtient une pression de 1bar. Cette pression reste acceptable puisqu'on est en situation de crise.

### 5.3 Simulation n°3 : Rupture canalisation de distribution du réservoir la Montagne.

- **Evénement** : Casse de la canalisation d'eau potable DN350 qui alimente le réseau de Marsannay.
- **Conséquences** : Risque de manque d'eau sur le réseau de Marsannay.
- **Origine de l'alerte** : Contrôle opérateur sur logiciel de supervision (Topkapi).  
Appel d'un témoin.
- **Besoin** : Jour moyen environ 1500m<sup>3</sup> (Commune de Marsannay).
- **Réservoirs et volumes disponibles** :
  - ✓ Réservoir Chapitre : 4000m<sup>3</sup>.

Une simulation a été effectuée pour tester l'alimentation de la commune de Marsannay depuis le réservoir Chapitre.

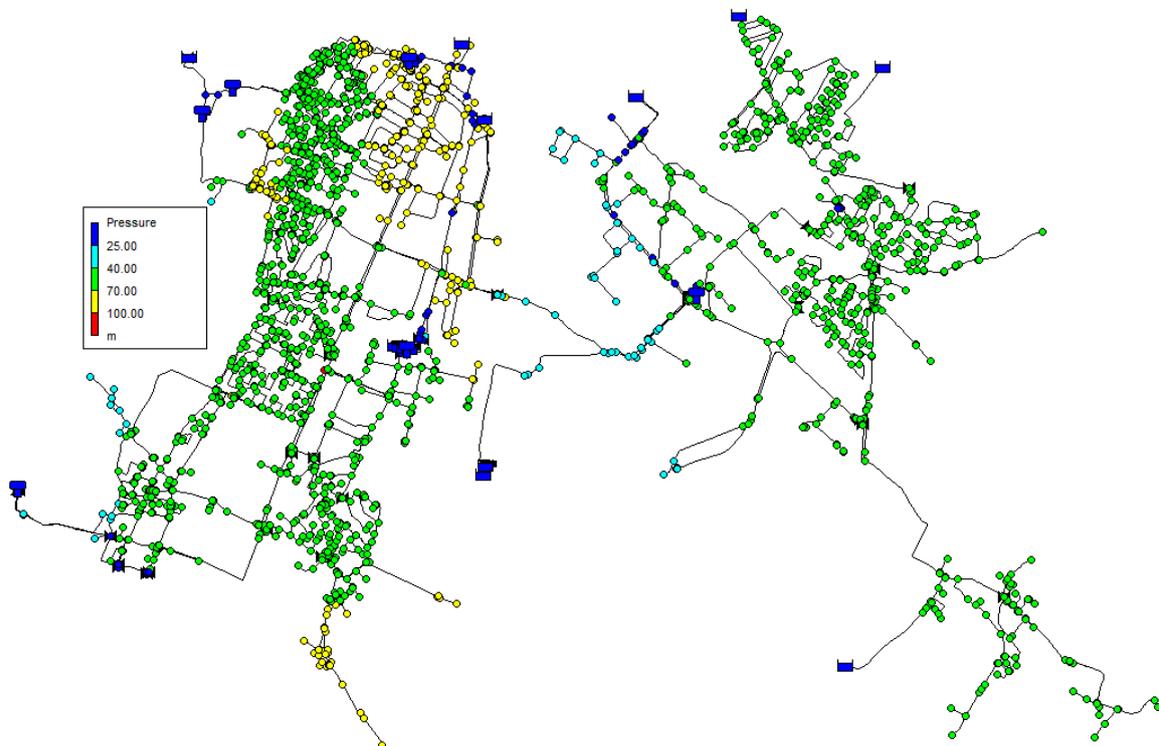


Figure 42: Carte des pressions durant l'alimentation de la commune de Marsannay par Chapitre

La simulation montre que la commune subit des pressions qui varient entre 4 et 7 bar.

Une petite partie de la commune de Perrigny les Dijon présente des pressions élevées, ces valeurs de pression restent acceptables vu qu'on est dans une situation de crise.

---

## 6 Conclusion

Le diagnostic du système d'alimentation en eau potable du Sud Dijonnais établi à l'aide de l'AMDEC pour les ouvrages de captage, de production, et de stockage, et la modélisation hydraulique pour le réseau de distribution, ont permis d'établir un état des lieux de tout le système.

L'étude a relevé qu'au niveau de la partie production, plusieurs défaillances présentent un niveau de criticité élevés. L'AMDEC a mis en avant des points critiques liés au risque incendie, la rupture des canalisations d'alimentation des réservoirs, et à la saturation du charbon actif en grain.

Après modélisation et diagnostic du réseau un grand nombre de ces criticités ont été réduites, ceci s'explique par les nombreuses interconnexions avec le réseau de Dijon, et qui garantissent une continuité du service, dans des conditions correctes au niveau des pressions et vitesses, en cas de problème avec les installations de production propre au secteur étudié.

Le diagnostic du réseau a relevé des problèmes de pressions élevées qui peuvent être résolues par l'installation de stabilisateurs avals. Des temps de séjour importants ont été détectés, la simple réduction du volume du réservoir qui alimente cette partie du réseau résout ce problème.

Les simulations des crises ainsi que l'analyse du système d'alimentation en eau potable ont prouvé que le Sud Dijonnais est sécurisé. Cependant des améliorations restent indispensables pour garantir une meilleure qualité du service.

Cette étude s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue du service.

---

## Bibliographie

- [1] **HERAIL Emilie**. Gestion de crise sur le réseau d'eau potable de la communauté d'agglomération Creilloise. Mémoire de diplôme D'ingénieur en eau et environnement, ENSIL, 2012.
- [2] **Suez Consulting**. TESSITORI François / DAVENEL Christian. Etude AMDEC des installations de production et distribution d'eau potable de la ville de LAON. Rapport technique. 2018
- [3] **Lewis A.Rosman**. Epanet 2.0 Simulation hydraulique et qualité pour les réseaux d'eau sous pression "Manuel de l'utilisateur ". Compagnie générale des eaux, septembre 2003. 222 pages.
- [4] **ZIDA Haoua**, Diagnostic du système d'alimentation en eau potable du syndicat intercommunal de la région Regnouville, Mémoire de Mastère spécialisé EPA, ENGEES, Octobre 2015, 99 pages.
- [5] **SUEZ Eau France**, Rapport annuel du délégataire, Chenove Marsannay-La-Cote Perrigny-les-Dijon, Service de l'eau, 2017, 154 pages.
- [6] **HASNAOUI Imad**, Modélisation hydraulique d'eau potable du syndicat AFMA st de Louvigne du désert dans l'Ille et Vilaine, Mémoire de Mastère spécialisé EPA, ENGEES, Octobre 2013, 84 pages.
- [7] **QUEGUINER Hugues**, Modélisation et diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable du syndicat intercommunal de la région Regnouville, Mémoire de diplôme d'ingénieur, ENGEES, Octobre 2015, 99 pages.
- [8] **J. VASQUEZ et M. DUSFRESNE**, Hydrostatique et Hydraulique en charge, Aout 2012, 87 pages.

***Annexe 1 : Tableaux AMDEC***

Fonction	Conditions de fonctionnement	Sous-Fonction	Equipement	Emplacement de l'équipement	Mode de défaillance	Cause	Contrôle existant (détection)	Effet de la défaillance	Maintenance			Mesures existantes		Fréquence de la panne	Détection	ER1	ER2	ER3	ER4	ER5	ER6	ER7	ER Retenu	Gravité	Criticité	Moyens de prévention et de correction préconisés ou Amélioration	Fréquence	Détection	Gravité	Criticité	Commentaires																																																																						
									Temps d'acheminement	Consignation nécessaire	Temps intervention et remise en service	Redondance	Stock																																																																																								
Prélever l'eau de la nappe phréatique	Captage par le forage F2 (nappe profonde)	Relevage vers conduite d'exhaure	Groupe électro-pompe n°2	Captage les Herbiottes CH	Ne débite pas	Panne électrique moteur Endommagement mécanique pompe	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau vers le filtre impossible	2 mois	Electrique / Hydraulique	12h		non	2	4	X								2	1	8	B	Fréquence : Mise en place d'une armoire électrique au forage centralisant ( débit , pression ) afin d' l'usure de la pompe	1	4	2	8	B	Gravité mineur : apport de Dijon et apport Déchetterie couvrent les besoins du secteur en cas d'arrêt de la production																																																																			
						Niveau nappe détecteur trop bas - Pompe à sec	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau vers le filtre impossible										1	1	X								2	1	1	B				0	B	Gravité mineur : apport de Dijon et apport déchetterie couvrent les besoins du secteur en cas d'arrêt de la production																																																																
						Colmatage du massif filtrant ou de la crépine	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Réduction de l'adduction d'eau par la pompe n°2 Baisse de production	24h	Hydraulique	4h		non	2	3	X												2	1	6	B	Fréquence : Mise en place d'une armoire électrique au forage centralisant ( débit , pression ) afin d'anticiper l'usure de la pompe	1	3	1	3	B	Gravité mineur : apport de Dijon et apport Déchetterie couvrent les besoins du secteur en cas d'arrêt de la production																																																															
		Vannage sur conduite d'exhaure	Vanne sortie puits n°2	CH	Bloquée fermée après opération de maintenance	Obturation, blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°2 vers le filtre impossible	24h	Hydraulique	12h		non	1	5	X									2	1	5	B						Gravité mineur : apport de Dijon et apport Déchetterie couvrent les besoins du secteur en cas d'arrêt de la production																																																																			
					Bloquée fermée après opération de maintenance	Obturation, blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°2 impossible Baisse de production	24h	Hydraulique	12h		non	1	5	X										2	1	5	B						Gravité mineur : apport de Dijon et apport Déchetterie couvrent les besoins du secteur en cas d'arrêt de la production																																																																		
		Protection des équipements	Sonde de niveau puits	CH	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Information non transmise - risque de fonctionnement à sec des pompes (endommagement)	2h	Aucune	<2h		oui	2	2	X									2	1	4	B						0	B																																																																		
		Canalisation d'exhaure	Conduite exhaure 2	CH	Rupture	Vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°2 vers le filtre impossible	24h	Hydraulique	12h		non	2	3	X									2	1	6	B																																																																									
		MESURES / COMPTAGES			Local analyses	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision de la qualité de la nappe	2h	aucune	<2h		non	2	2		X							X	7	5	20	R	Gravité : baisse du temps d'approvisionnement (équipements en stock) Détection : vérification et étalonnage des sondes Fréquence : Renouvellement préventif	1	1	3	3	B																																																																		
																																					Aucune données sur le paramètre Mauvaise supervision de la qualité de la nappe	2h	aucune	<2h		non	2	2		X											X	7	5	20	R	Gravité : baisse du temps d'approvisionnement (équipements en stock) Détection : vérification et étalonnage des sondes Fréquence : Renouvellement préventif	1	1	3	3	B																																		
																																																																					Aucune données sur le paramètre Mauvaise supervision de la qualité de la nappe	2h	aucune	<2h		non	2	2		X												X	7	5	20	R	Gravité : baisse du temps d'approvisionnement (équipements en stock) Détection : vérification et étalonnage des sondes Fréquence : Renouvellement préventif	1	1	3	3	B	







Fonction	Conditions de fonctionnement	Sous-Fonction	Equipement	Emplacement de l'équipement	Mode de défaillance	Cause	Contrôle existant (détection)	Effet de la défaillance	Maintenance			Mesures existantes		Fréquence de la panne	Détection	ER1	ER2	ER3	ER4	ER5	ER6	ER7	ER Retenu	Gravité	Criticité	Moyens de prévention et de correction préconisés ou Amélioration	Fréquence	Détection	Gravité	Criticité	Commentaires										
									Temps d'acheminement	Consignation nécessaire	Temps intervention et remise en service	Redondance	Stock																												
Prélever l'eau de la nappe phréatique	Captage par le forage	Relevage vers conduite d'exhaure	Groupe électro-pompe n°1	Puits des Valendons PV	Ne débite pas	Panne électrique moteur Endommagement mécanique pompe	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°1 vers le filtre impossible Aucune dilution de l'eau pompée par la pompe n°2 Dégradation de la qualité d'eau produite	2mois	Electrique / Hydraulique	12h			2	4		X	X							3	1	8	B	Détection : Mise en place d'une armoire électrique au forage centralisant ( débit , pression ) afin d' l'usure de la pompe	2	2	1	4	B	Gravité mineur car la dilution est suffisante par les deux autres apports						
					Ne débite pas le débit souhaité	Niveau nappe détecter trop bas - Pompe à sec	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°1 vers le filtre impossible Aucune dilution de l'eau pompée par la pompe n°2 Dégradation de la qualité d'eau produite								1	1		X	X									3	5	5	B					0	B			
					Ne débite pas le débit souhaité	Colmatage du massif filtrant ou de la crépine	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Réduction de l'adduction d'eau par la pompe n°1 Dégradation de la qualité d'eau produite Point de fonctionnement de la pompe non optimal	24h	Hydraulique	4h						2	3		X	X									3	1	6	B	Détection : Mise en place d'une armoire électrique au forage centralisant ( débit , pression ) afin d' l'usure de la pompe	2	2	1	4	B	Gravité mineur car la dilution est suffisante par les deux autres apports	
			Groupe électro-pompe n°2	PV	Ne débite pas	Panne électrique moteur Endommagement mécanique pompe	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°2 impossible Baisse de production	2mois	Electrique / Hydraulique	12h					2	4		X									2	1	8	B	Détection : Mise en place d'une armoire électrique au forage centralisant ( débit , pression ) afin d' l'usure de la pompe	1	2	1	2	B	Gravité mineur car les apports de Voisenet et de Marsannay couvrent les besoins du secteur			
					Ne débite pas le débit souhaité	Niveau nappe détecter trop bas - Pompe à sec	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°2 impossible Baisse de production								1	1		X											2	1	1	B					0	B		
					Ne débite pas le débit souhaité	Colmatage du massif filtrant ou de la crépine	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Réduction de l'adduction d'eau par la pompe n°12 Dégradation de la qualité d'eau produite Point de fonctionnement de la pompe non optimal	24h	Hydraulique	4h						2	3		X										2	1	6	B	Détection : Mise en place d'une armoire électrique au forage centralisant ( débit , pression ) afin d' l'usure de la pompe	2	2	1	4	B	Gravité mineur car les apports de Voisenet et de Marsannay couvrent les besoins du secteur	
		Vannage sur conduite d'exhaure	PV	Bloquée fermée après opération de maintenance	Obturation, blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°1 vers le filtre impossible Aucune dilution de l'eau pompée par la pompe n°2 Dégradation de la qualité d'eau produite	24h	Hydraulique	12h					2	2		X	X									3	1	4	B					2	2	2	8	B	Gravité mineur car la dilution est suffisante par les deux autres apports
				Bloquée fermée après opération de maintenance	Obturation, blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°2 impossible Baisse de production	24h	Hydraulique	12h						2	2		X										2	1	4	B					0	B	Gravité mineur car les apports de Voisenet et de Marsannay couvrent les besoins du secteur		
		Protection des équipements	PV	Sonde de niveau puits	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Information non transmise - risque de fonctionnement à sec des pompes (endommagement)	2h	Aucune	<2h					2	2						X	7	1	4	4	B									0	B			
				Clapet refoulement pompe n°1 puits	Bloqué fermé	Vétusté / métallurgie	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°1 vers le filtre impossible Aucune dilution de l'eau pompée par la pompe n°2 Dégradation de la qualité d'eau produite	24h	Hydraulique	12h					1	3		X	X									3	1	3	B					1	3	2	6	B
		Mesure du débit d'exhaure	PV	Clapet refoulement pompe n°2 puits	Bloqué fermé	Vétusté / métallurgie	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°2 impossible Baisse de production	24h	Hydraulique	12h					1	3		X										2	1	3	B					0	B	Gravité mineur car les apports de Voisenet et de Marsannay couvrent les besoins du secteur		
				Débitmètre refoulement puits n°1	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision système de captage	24h	Hydraulique	12h					2	2						X	7	1	4	4	B									0	B			
		Canalisation d'exhaure	PV	Débitmètre refoulement puits n°2	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision système de captage	24h	Hydraulique	12h					2	2						X	7	1	4	4	B									0	B			
				Conduite exhaure 1	Rupture	Vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°1 vers le filtre impossible Aucune dilution de l'eau pompée par la pompe n°2 Dégradation de la qualité d'eau produite	24h	Hydraulique	12h					1	5		X	X									3	1	5	B					0	B	Gravité mineur car la dilution est suffisante par les deux autres apports		
		Communication avec la station de pompage	PV	Conduite exhaure 2	Rupture	Vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe n°2 impossible Baisse de production	24h	Hydraulique	12h					1	5		X										2	1	5	B					0	B	Gravité mineur car les apports de Voisenet et de Marsannay couvrent les besoins du secteur		
				Cable	Aucune information transmissible	Vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucune information (débit, niveau, fonctionnement des pompes ) n'est transmissible à l'automate centralisé à la station de pompage Mauvaise supervision système de captage	2h	Electrique	<2h					2	3						X	7	1	6	6	B	Fréquence : Renouvellement préventif	1	3	1	3	B	Gravité mineur car les apports de Voisenet et de Marsannay couvrent les besoins du secteur						
		Communication avec la station de pompage	PV	Transmetteur débitmètre refoulement pompe n°1 puits	Armoire électrique BT	Aucune information transmissible	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision système de captage	2h	Electrique	<2h					2	2					X	7	1	4	4	B									0	B				

















Fonction	Conditions de fonctionnement	Sous-Fonction	Equipement	Emplacement de l'équipement	Mode de défaillance	Cause	Contrôle existant (détection)	Effet de la défaillance	Maintenance			Mesures existantes		Fréquence de la panne	Détection	ER1	ER2	ER3	ER4	ER5	ER6	ER7	ER Retenu Gravité	Criticité	Moyens de prévention et de correction préconisés ou Amélioration	Fréquence	Détection	Gravité	Criticité	Commentaires			
									Temps d'acheminement	Consignation nécessaire	Temps intervention et remise en service	Redondance	Stock																				
Captage par le forage 1 (nappe profonde) même cas de figure pour le forage 2	La criticité des défaillances est basée sur un fonctionnement normal des forages 3 et 4. Le forage 2 est à l'arrêt, fonctionnement normal en septembre	Relevage vers conduite d'exhaure	Groupe électro-pompe puits n°1	Forage P1	Ne débite pas	Niveau nappe détecteur trop bas - Pompe à sec	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe de forage 1 impossible Seules les pompes de forages 3 et 4 fonctionnent (possibilité de mettre en marche la pompe du puits n°2 à partir de septembre)					1	1		X							2	5	5	B	Existence d'un apport de secours au cas où la nappe n'est plus exploitable						
		Vannage sur conduite d'exhaure	Vanne isolement compteur refoulement P1	P1	Bloquée fermée après opération de maintenance	Obturation, blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe de forage 1 impossible Seules les pompes de forages 3 et 4 fonctionnent (possibilité de mettre en marche la pompe du puits n°2 à partir de septembre) Risque coup de bélier dans le réseau	24h	Hydraulique	4h			2	3	X							2	1	6	B	Adduction par les forages 2, 3 et 4 suffisant au vu des besoins journaliers Renouvellement préventif des pompes tous les 8 à 10 ans						
		Sécurisation de la pompe immergée	Sonde de niveau puits n°1	P1	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Information non transmise - risque de fonctionnement à sec de la pompe (endommagement)	2h	Aucune	<2h			2	2	X							2	1	4	B	Exploitation du forage 2 en cas de problèmes						
		Mesure du débit d'exhaure	Débitmètre refoulement puits n°1	P1	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision système de captage	24h	Hydraulique	12h				2	2							X	7	1	4	B						
		Comptage volume pompé	Compteur refoulement puits n°1	P1	Inopérant	Panne matériel / vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision système de captage	24h	Hydraulique	12h				2	2							X	7	1	4	B						
		Canalisation d'exhaure	Conduite exhaure	P1	Rupture	Vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Réduction de l'adduction d'eau par le forage 1 en fonction de la casse / débit de fuite Seules les pompes de forages 3 et 4 ont un fonctionnement optimal (possibilité de mettre en marche la pompe du puits n°2 à partir de septembre)	24h	Hydraulique	12h				1	4	X							2	1	4	B	Exploitation du forage 2 en cas de problèmes					
		Communication avec la station de pompage	Cable	P1	Aucune information transmissible	Vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucune information (débit, niveau, fonctionnement de la pompe 1) n'est transmissible à l'automate centralisé à la station de pompage Mauvaise supervision système de captage	2h	Electrique	<2h				1	3							X	7	1	3	B						
		Télétransmission	Télé transmetteur SOFREL	Armoire électrique BT	Aucune information transmissible	Défaut programmation	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucune information transmissible Aucune commande de fonctionnement à la pompe	2h	Electrique	<2h				2	2							X	7	2	8	B	Gravité faible due à l'existence de mode de fonctionnement dégradé					
		Alimentation électrique BT	Câble alimentation BT P1	P1	Perte d'alimentation	Endommagement câble BT	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Plus aucun fonctionnement électrique au forage 1 Forages 3 et 4 peuvent fonctionner uniquement (possibilité de mettre en marche la pompe du puits n°2 à partir de septembre)	2h	Electrique	<2h				3	2					X		X	5	1	6	B	Exploitation du forage 2 en cas de problèmes					
Captage par le forage 3 (nappe superficielle) même cas de figure pour le forage 4	La criticité des défaillances est basée sur un fonctionnement normal des forages 4 et 1 ou 2	Relevage vers conduite d'exhaure	Groupe électro-pompe puits n°3	Forage P3	Ne débite pas	Panne électrique moteur Endommagement mécanique pompe	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe de forage 3 impossible Seules les pompes de forages 1 ou 2 et 4 fonctionnent	2mois	Electrique / hydraulique	12h			2	4	X						2	1	8	B	Adduction par les forages 1, 2 et 4 suffisant au vu des besoins journaliers Renouvellement préventif des pompes tous les 8 à 10 ans							
		Vannage sur conduite d'exhaure	Vanne isolement compteur refoulement P1	P3	Bloquée fermée après opération de maintenance	Obturation, blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Adduction d'eau par la pompe de forage 3 impossible Seules les pompes de forages 1 ou 2 et 4 fonctionnent Risque coup de bélier dans le réseau	24h	Hydraulique	4h			1	1	X							2	5	5	B	Existence d'un apport de secours au cas où la nappe n'est plus exploitable						
		Sécurisation de la pompe immergée	Sonde de niveau puits n°1	P3	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Information non transmise - risque de fonctionnement à sec de la pompe (endommagement)	24h	Hydraulique	12h			2	3	X							2	1	6	B	Adduction par les forages 1, 2 et 4 suffisant au vu des besoins journaliers Renouvellement préventif des pompes tous les 8 à 10 ans						
		Mesure du débit d'exhaure	Débitmètre refoulement puits n°1	P3	Inopérant	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Réduction de l'adduction d'eau par la pompe de forage 3 Seules les pompes de forages 1 ou 2 et 4 ont un fonctionnement optimal Point de fonctionnement de la pompe non optimal	24h	Hydraulique	4h				2	3	X							2	1	6	B	Adduction par les forages 1, 2 et 4 suffisant au vu des besoins journaliers					
		Comptage volume pompé	Compteur refoulement puits n°1	P3	Inopérant	Panne matériel / vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision système de captage	24h	Hydraulique	12h				2	2							X	7	1	4	B						
															2	2							X	7	1	4	B						













Stocker l'eau Marssanay	Fonctionnement normal du réservoir 3x500 m3	Vannage remplissage et vidange du réservoir	réservoir vieux	Res_M	Bloquée Ouverte	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucun stockage possible dans la cuve n°2 Aucune distribution gravitaire possible Autonomie dans le secteur par les deux autres cuves	24h	Hydraulique	4h		non	1	5	X						2	1	5	B					0	B	
			Vanne n°11 vidange réservoir neuf	Res_M	Bloquée fermée	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Impossible d'effectuer le lavage de la cuve	24h	Hydraulique	4h		non	1	5		X						3	1	5	B					0	B
				Res_M	Bloquée Ouverte	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucun stockage possible dans la cuve réservoir neuf Aucune distribution gravitaire possible Autonomie dans le secteur par les deux autres cuves	24h	Hydraulique	4h		non	1	5	X							2	1	5	B					0	B
			Vanne n°6 distribution cuve n°1 réservoir vieux	Res_M	Bloquée fermée	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucune distribution gravitaire possible Autonomie dans le secteur par les deux autres cuves	24h	Hydraulique	4h		non	1	5	X							2	1	5	B					0	B
			Vanne n°7 distribution cuve n°2 réservoir vieux	Res_M	Bloquée fermée	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucune distribution gravitaire possible Autonomie dans le secteur par les deux autres cuves	24h	Hydraulique	4h		non	1	5	X							2	1	5	B					0	B
			Vanne n°13 distribution réservoir neuf	Res_M	Bloquée fermée	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucune distribution gravitaire possible Autonomie dans le secteur par les deux autres cuves	24h	Hydraulique	4h		non	1	5	X							2	1	5	B					0	B
			Vanne n°9 refoulement cuve n°1 réservoir vieux	Res_M	Bloquée fermée	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucun stockage possible dans la cuve Autonomie dans le secteur par les deux autres cuves	24h	Hydraulique	4h		non	1	5	X							2	1	5	B					0	B
			Vanne n°8 refoulement cuve n°2 réservoir vieux	Res_M	Bloquée fermée	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucun stockage possible dans la cuve Autonomie dans le secteur par les deux autres cuves	24h	Hydraulique	4h		non	1	5	X							2	1	5	B					0	B
			Vanne n°10 refoulement réservoir neuf	Res_M	Bloquée fermée	Obturation / Blocage mécanique	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucun stockage possible dans la cuve Autonomie dans le secteur par les deux autres cuves	24h	Hydraulique	4h		non	1	5	X							2	1	5	B					0	B
		Mesurer le niveau dans le réservoir	Sonde niveau tube de mesure réservoir vieux	Res_M	Inopérante	Panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision du niveau dans la cuve	2h	Aucune	<2h		oui	2	2						X	7	1	4	B					0	B	
		Détecter niveau dans le cuve	Poire niveau haut cuve n°1 réservoir vieux	Res_M	Inopérante	Panne matériel / vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision du niveau dans la cuve Aucune régulation du fonctionnement des pompes de reprise en fonction du niveau dans le réservoir	2h	Aucune	<2h		non	2	3						X	7	1	6	B					0	B	
		Détecter niveau dans le cuve	Poire niveau bas cuve n°1 réservoir vieux	Res_M	Inopérant	Panne matériel / vétusté	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision du niveau dans la cuve Aucune régulation du fonctionnement des pompes de reprise en fonction du niveau dans le réservoir	2h	Aucune	<2h		non	2	3						X	7	1	6	B					0	B	
		Alimentation	Batterie	Res_M	Usure normale / Charge insuffisante	Durée de vie atteinte	Alarme batterie transmetteur Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucune information transmissible à la station de pompage sur le niveau de la cuve	2h	Aucune	<0,5h		non	3	2					X		5	1	6	B					0	B	
Télétransmission	Télé transmetteur	Res_M	Aucune information transmissible	Panne	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Aucune information transmissible à la station de pompage sur le niveau de la cuve	2h	Electrique	<2h		oui	2	2						X	7	2	8	B	Existence d'un mode de fonctionnement dégradé					0	B		
Mesures et comptages	Débitmètre distribution	Res_M	Inopérant	panne matériel	Contrôle opérateur possible en supervision (Topkapi) depuis l'agence Dijon métropole ou depuis le centre VISIO	Mauvaise supervision de la distribution	24h	Hydraulique	12h		non	2	3						X	7	1	6	B					0	B			

***Annexe 2 : Commandes des pompes et des vannes***

### Liste des commandes:

;Tanks

;Target is LEVEL of TANK la\_montagne

RULE 1

IF TANK la\_montagne LEVEL >= 4.9

THEN PUMP refoulement\_la\_montagne STATUS IS CLOSED

RULE 2

IF TANK la\_montagne LEVEL < 4.59

THEN PUMP refoulement\_la\_montagne STATUS IS OPEN

;Target is LEVEL of TANK reprise\_marsannay

RULE 3

IF TANK reprise\_marsannay LEVEL >= 1.35

THEN PIPE DEM\_Apport\_Marsa\_Chenove STATUS IS CLOSED

RULE 4

IF TANK reprise\_marsannay LEVEL <= 1.05

THEN PIPE DEM\_Apport\_Marsa\_Chenove STATUS IS OPEN

RULE 5

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:00 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 00:32 AM

THEN PUMP forage1 STATUS IS OPEN

RULE 6

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:33 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:25 AM

THEN PUMP forage1 STATUS IS CLOSED

RULE 7

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:25 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:21 PM

THEN PUMP forage1 STATUS IS OPEN

RULE 8

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:22 PM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:53 PM

THEN PUMP forage1 STATUS IS CLOSED

RULE 9

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:54 PM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM

THEN PUMP forage1 STATUS IS OPEN

RULE 10

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:00 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 00:32 AM

THEN PUMP forage3 STATUS IS OPEN

RULE 11

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:33 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:25 AM

THEN PUMP forage3 STATUS IS CLOSED

RULE 12

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:26 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:21 PM

THEN PUMP forage3 STATUS IS OPEN

RULE 13

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:22 PM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:53 PM

THEN PUMP forage3 STATUS IS CLOSED

RULE 14

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:54 PM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM

THEN PUMP forage3 STATUS IS OPEN

RULE 15

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:00 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 00:32 AM

THEN PUMP forage4 STATUS IS OPEN

RULE 16

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:33 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:25 AM  
THEN PUMP forage4 STATUS IS CLOSED

RULE 17

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:26 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:21 PM  
THEN PUMP forage4 STATUS IS OPEN

RULE 18

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:22 PM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:53 PM  
THEN PUMP forage4 STATUS IS CLOSED

RULE 19

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:54 PM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM  
THEN PUMP forage4 STATUS IS OPEN

;Target is LEVEL of TANK reprise\_chenove

RULE 20

IF TANK reprise\_chenove LEVEL >= 1.3  
THEN PIPE Voisenet STATUS IS CLOSED

RULE 21

IF TANK reprise\_chenove LEVEL < 0.8  
THEN PIPE Voisenet STATUS IS OPEN

RULE 22

IF TANK reprise\_chenove LEVEL >= 4.4  
THEN PIPE Transfert\_Marsa\_Chenov STATUS IS CLOSED

RULE 23

IF TANK reprise\_chenove LEVEL <= 4.2  
THEN PIPE Transfert\_Marsa\_Chenov STATUS IS OPEN

RULE 24

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:38 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 07:29 AM  
THEN PUMP chenove1 STATUS IS OPEN

RULE 25

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 07:30 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 02:39 PM  
THEN PUMP chenove1 STATUS IS CLOSED

RULE 26

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 02:40 PM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 06:21 PM  
THEN PUMP chenove1 STATUS IS OPEN

RULE 27

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 06:22 PM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM  
THEN PUMP chenove1 STATUS IS CLOSED

RULE 28

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:38 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 07:29 AM  
THEN PUMP chenove2 STATUS IS OPEN

RULE 29

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 07:30 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 02:39 PM  
THEN PUMP chenove2 STATUS IS CLOSED

RULE 30

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 02:40 PM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 06:21 PM  
THEN PUMP chenove2 STATUS IS OPEN

RULE 31

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 06:22 PM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM  
THEN PUMP chenove2 STATUS IS CLOSED

;Target is LEVEL of TANK plateau

RULE 32

IF TANK plateau LEVEL >= 2.5  
THEN PIPE ST\_Vincent STATUS IS CLOSED

RULE 33

IF TANK plateau LEVEL <= 1.59  
THEN PIPE ST\_Vincent STATUS IS OPEN

;Target is LEVEL of TANK chapitre

RULE 34

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:00 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 04:11 AM  
THEN PIPE rep1 STATUS IS OPEN

RULE 35

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 04:12 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 09:26 PM  
THEN PIPE rep1 STATUS IS CLOSED

RULE 36

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 09:27 PM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM  
THEN PIPE rep1 STATUS IS OPEN

RULE 37

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 11:10 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:35 PM  
THEN PIPE rep2 STATUS IS OPEN

RULE 38

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:36 PM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM  
THEN PIPE rep2 STATUS IS CLOSED

RULE 39

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:00 AM  
AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:09 AM  
THEN PIPE rep2 STATUS IS CLOSED

RULE 40

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 01:35 PM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 07:41 PM

THEN PIPE rep3 STATUS IS OPEN

RULE 41

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 07:42 PM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM

THEN PIPE rep3 STATUS IS CLOSED

RULE 42

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 00:00 AM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 01:35 PM

THEN PIPE rep3 STATUS IS CLOSED

;Target is LEVEL of TANK longvic

RULE 43

IF TANK longvic LEVEL >= 4.6

THEN PIPE Colombieres STATUS IS CLOSED

RULE 44

IF TANK longvic LEVEL <= 4.2

THEN PIPE Colombieres STATUS IS OPEN

RULE 45

IF SYSTEM CLOCKTIME >= 08:00 PM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 10:30 PM

THEN PIPE Vanne\_Chenove STATUS IS OPEN

RULE 46

IF SYSTEM CLOCKTIME > 10:31 PM

AND SYSTEM CLOCKTIME < 11:59 PM

THEN PIPE Vanne\_Chenove STATUS IS CLOSED

RULE 47

IF SYSTEM CLOCKTIME > 00:00 AM

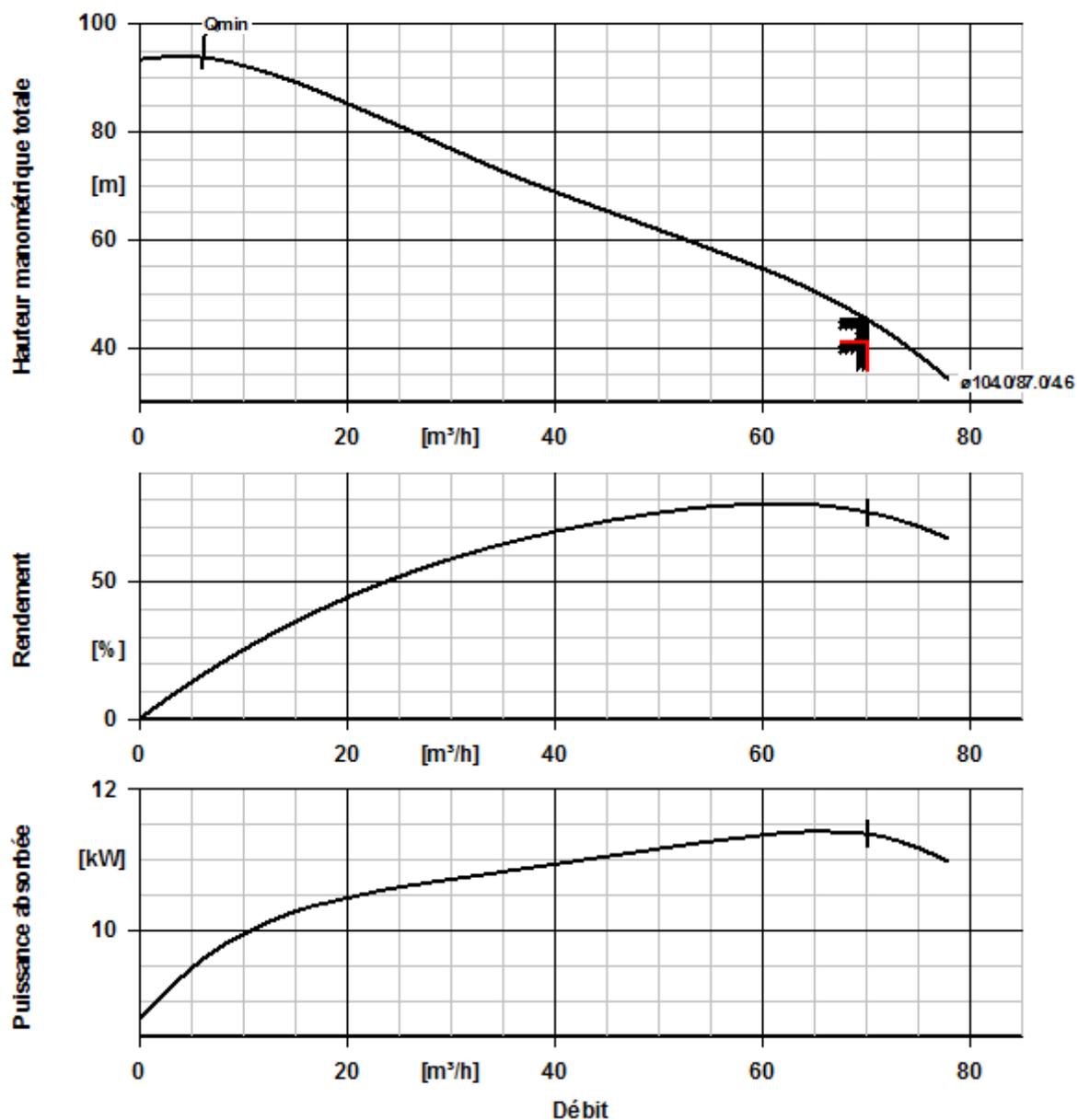
AND SYSTEM CLOCKTIME < 08:00 PM

THEN PIPE Vanne\_Chenove STATUS IS CLOSED

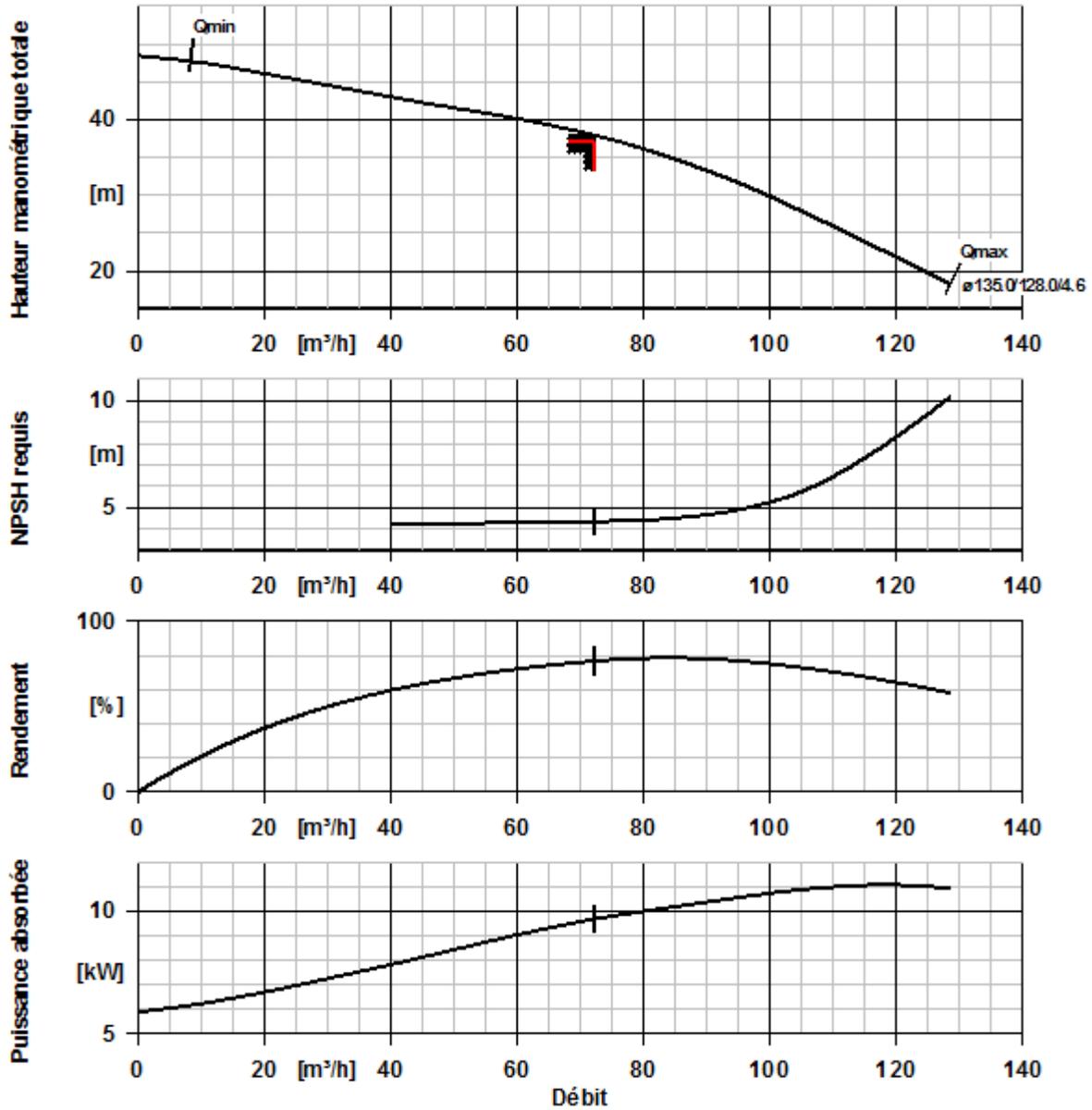
***Annexe 3 : Courbes caractéristiques des pompes***

### Captage La Rente Logerot :

Captage la Rente Logerot							
Pompe	Nom constructeur	Référence constructeur	Numéro de série constructeur	Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	Capacité de dosage (l/h)	HMT (mCE)	Pression nominale (bar)
Pompe 1	KSB	UPA 150c-60	9972902452	70		41	
Pompe 2	0	0		180		0	
Pompe 3	KSB	3"uma150d		72,36		37	
Pompe 4	KSB	3"uma150d		72,36		37	



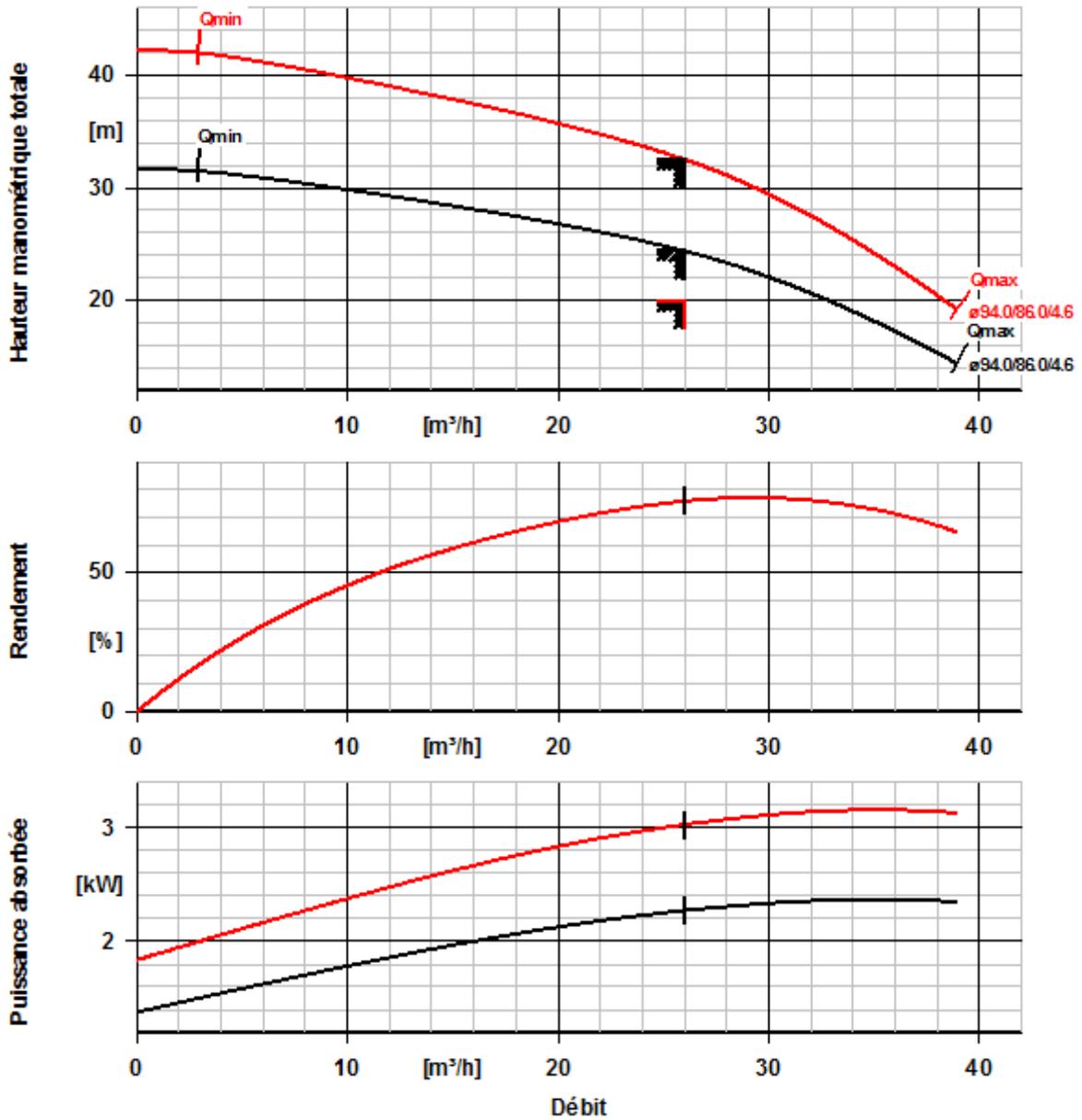
1: Pompe 1



2: Pompes 3 et 4

**Puits des Valendons :**

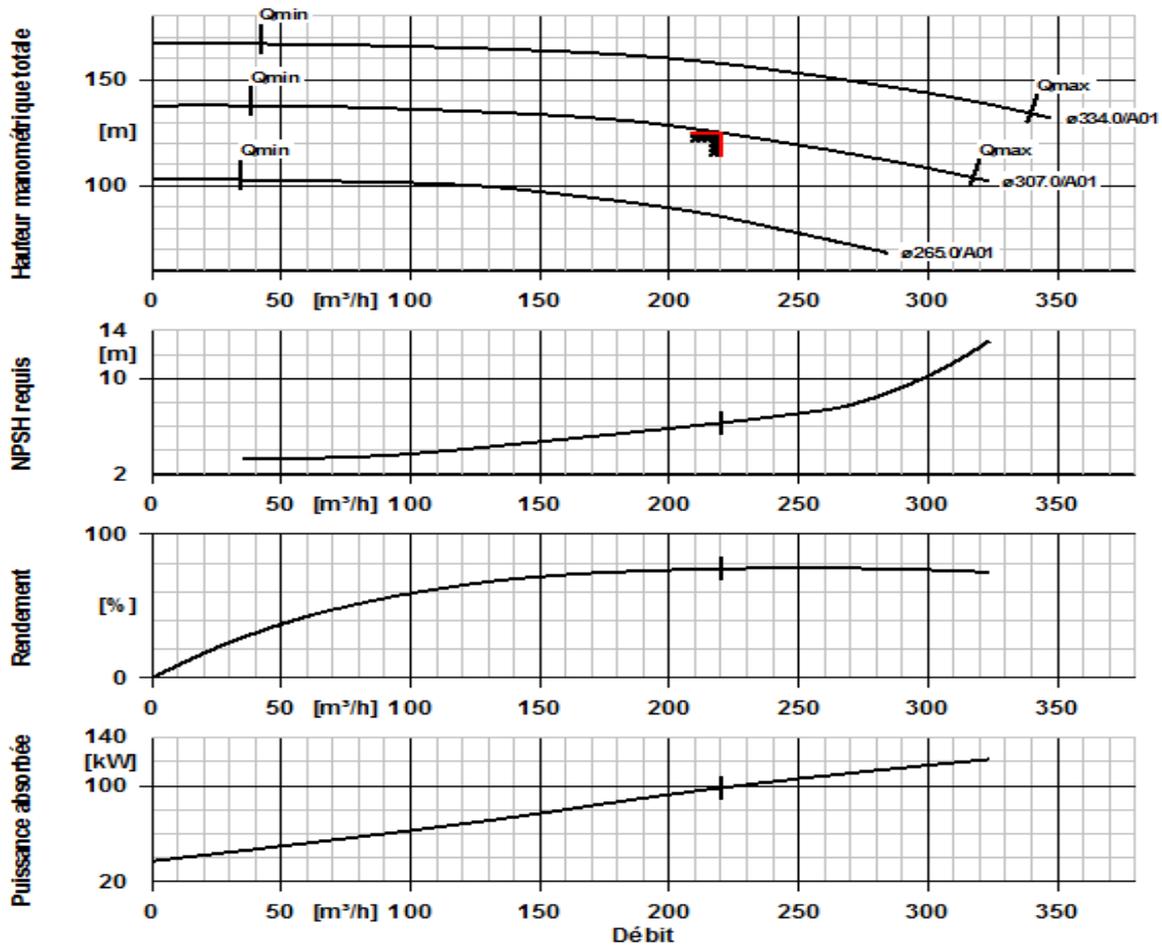
Puits Des Valendons							
Pompe	Nom constructeur	Référence constructeur	Numéro de série constructeur	Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	Capacité de dosage (l/h)	HMT (mCE)	Pression nominale (bar)
Pompe 1	KSB	UPA 150C-30/3	9973131103	26		24,3	
Pompe 2	KSB	UPA 150 C -30/3	9972823548	26		20	



3: Pompes 1 et 2

### Reprise de Marsannay :

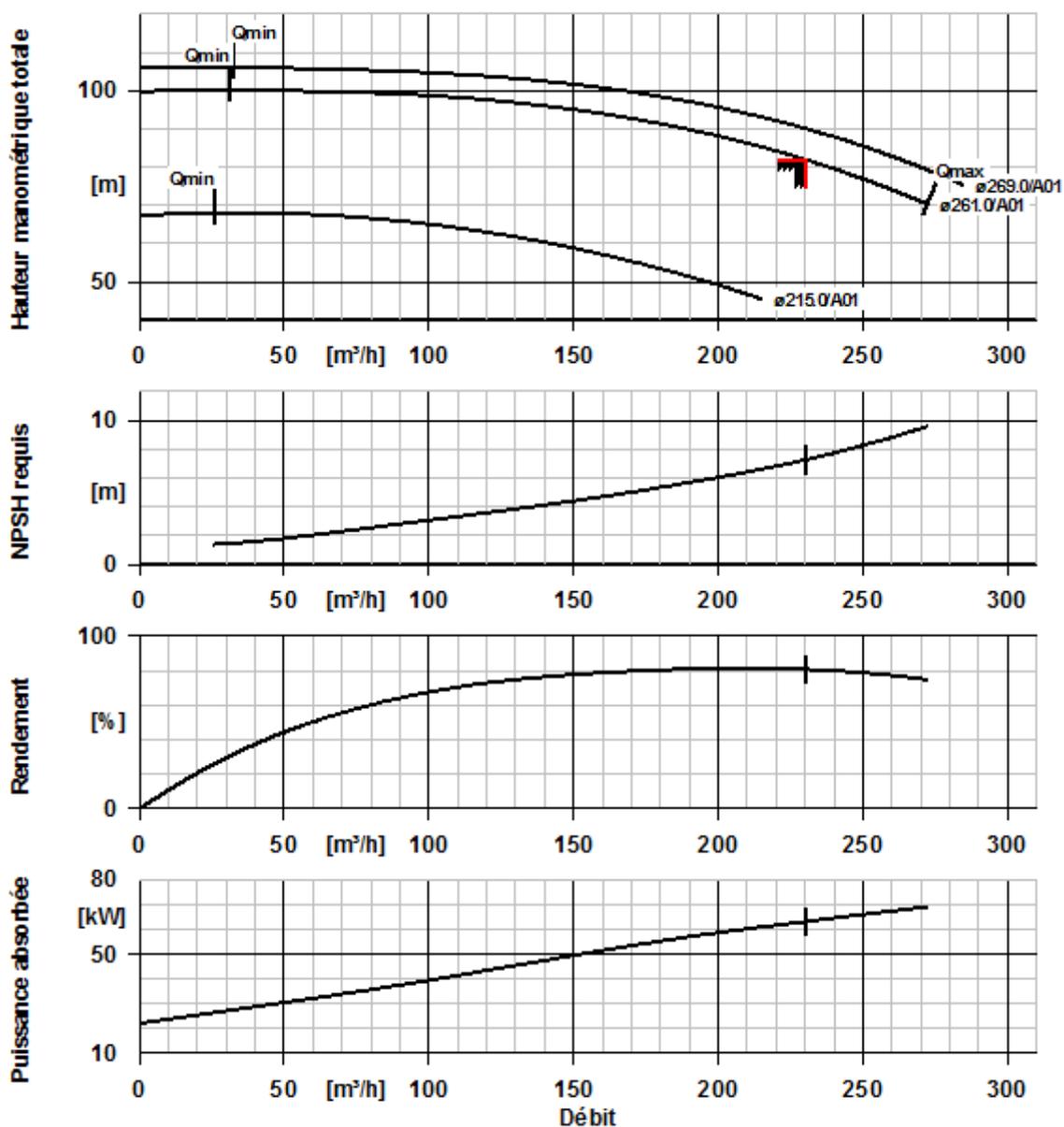
Reprise Marsannay							
Pompe	Nom constructeur	Référence constructeur	Numéro de série constructeur	Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	Capacité de dosage (l/h)	HMT (mCE)	Pression nominale (bar)
Pompe 1	KSB	MTCV150/4-11.2-11.67	9972818390/000100/01	220		125	13,27
Pompe 2	KSB	MTCV150/04-11.2-11.67	9971291280/000 200	220		125,1	



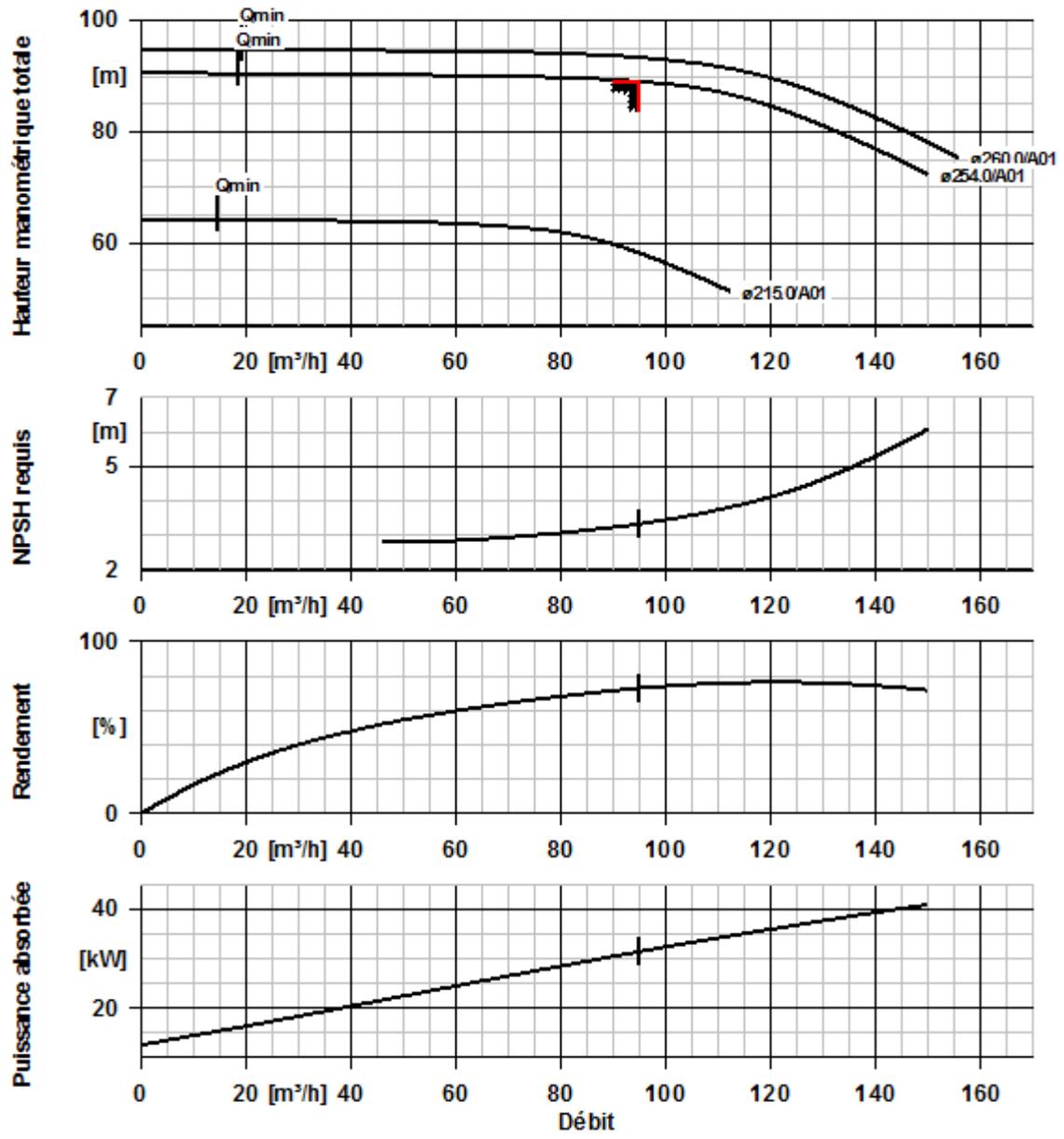
4: Pompes 1 et 2

### Reprise de Chenove :

Reprise Chenove							
Pompe	Nom constructeur	Référence constructeur	Numéro de série constructeur	Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	Capacité de dosage (l/h)	HMT (mCE)	Pression nominale (bar)
Pompe 1	KSB			230		82	
Pompe 2	CAPRARI	WELLSTAR 40-W12-200/T9-F500	9970994088/100	95		89	
Pompe 3	KSB	WELLSTAR 40-W12-200/T9-F500	9970915975/100	230		82	
Pompe 4	CAPRARI	322/60/6/30	271394/1	95		89	



5: Pompes 1 et 3



6: Pompes 2 et 4

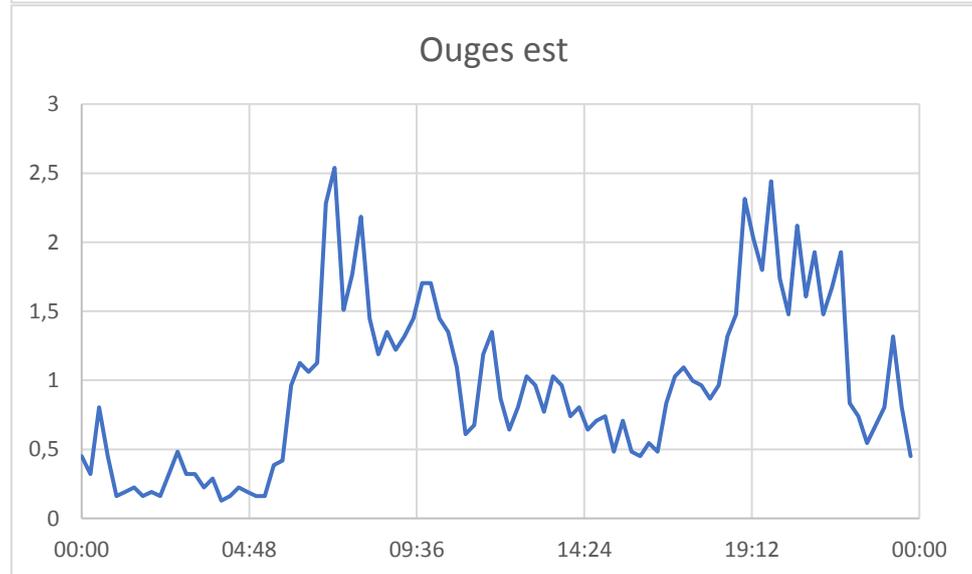
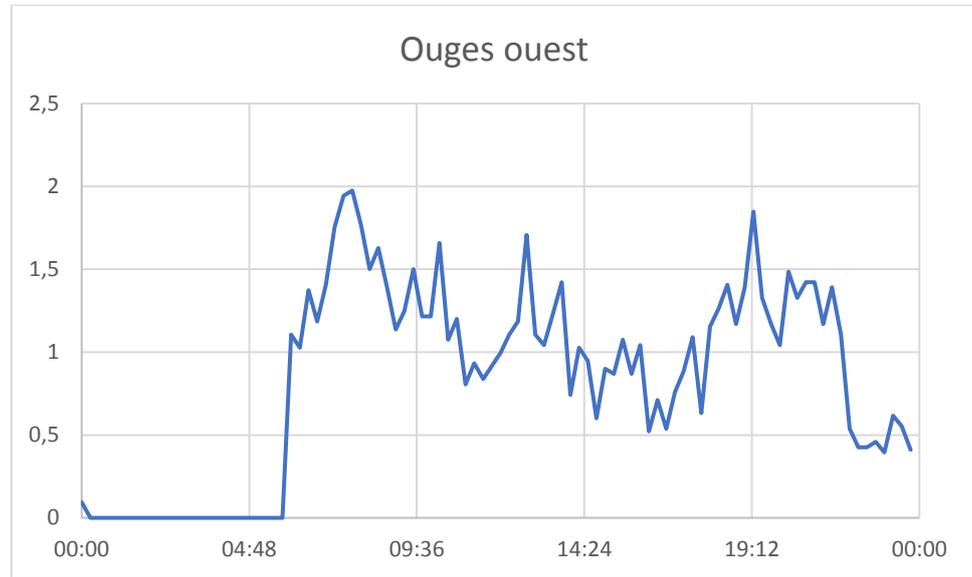
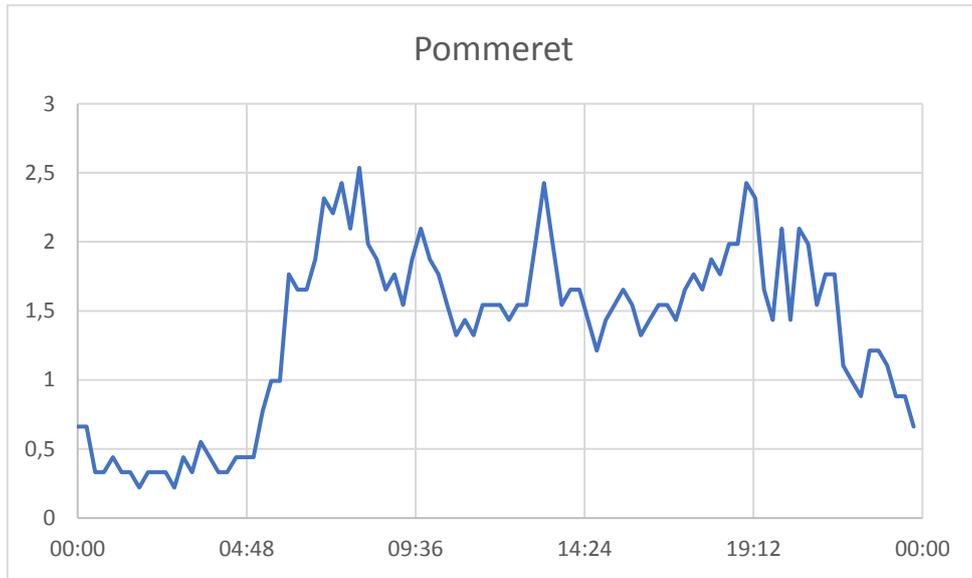
***Annexe 4 : Caractéristiques des réservoirs***

### Caractéristiques des réservoirs :

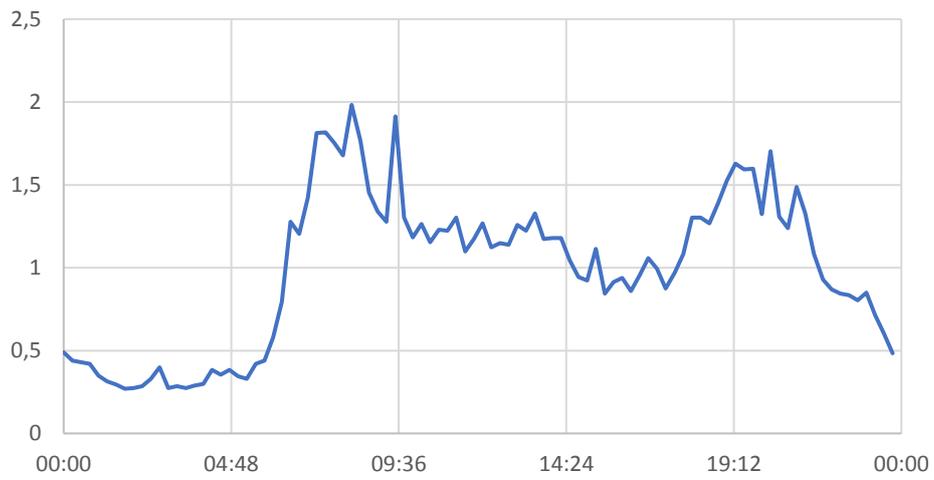
Nom	Volume (m <sup>3</sup> )	Cote radier (m)	Cote trop plein (m)	Niveau initial (m)	Hauteur utile (m)	Volume utile (m <sup>3</sup> )	Diamètre
Chapitre	4163	320,55	324,55	3,39			36,4
Plateau (800)	1100	347	350	1,8			22
Montagne	3000	360	365	4,75			27,6
Longvic	1400	270	276	4,5			17,2
Reprise Marsannay	750	249,88	254,58	1,96	3,7	590	14,2
Reprise Chenove	1000	239	244	0,89	4	800	16

***Annexe 5 : Courbes de modulation***

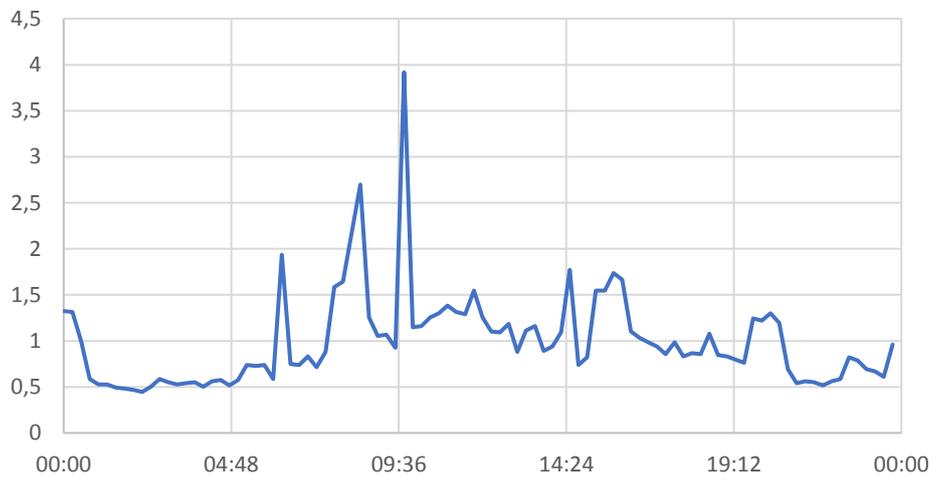
### Courbes de modulation :



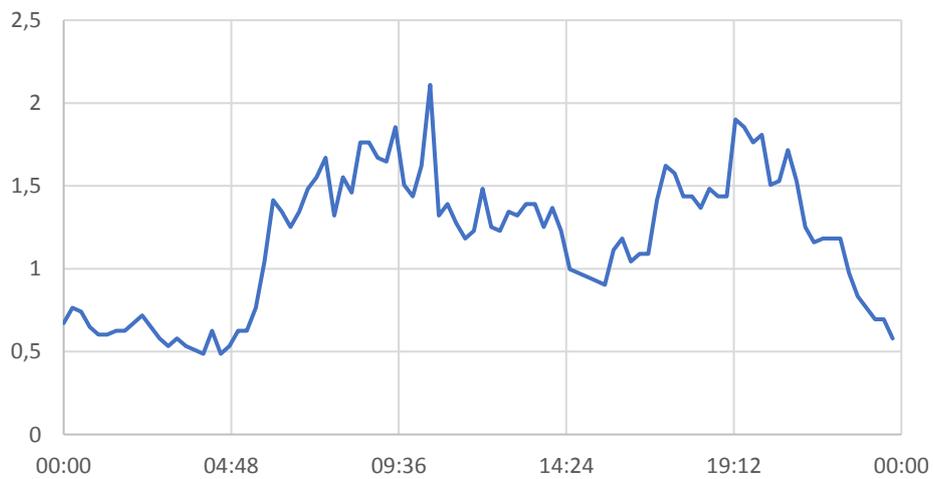
### Route de Dijon à Longvic



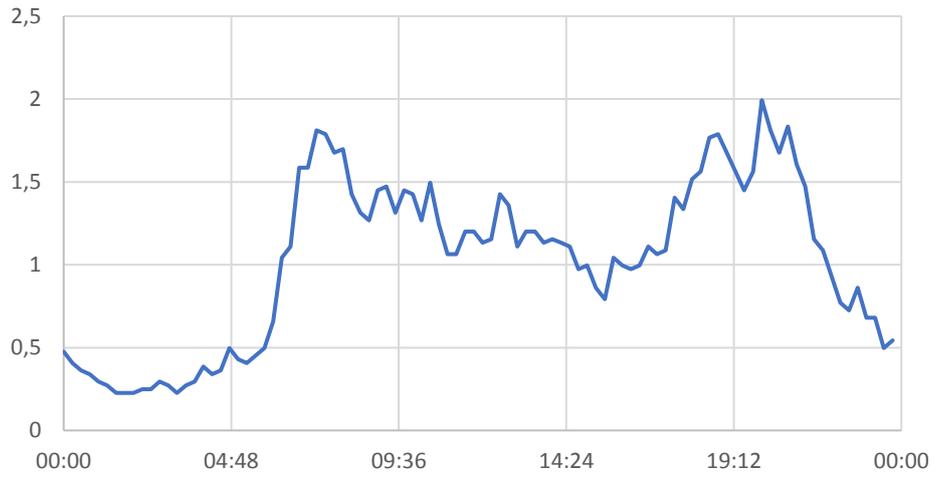
### Longvic ZI



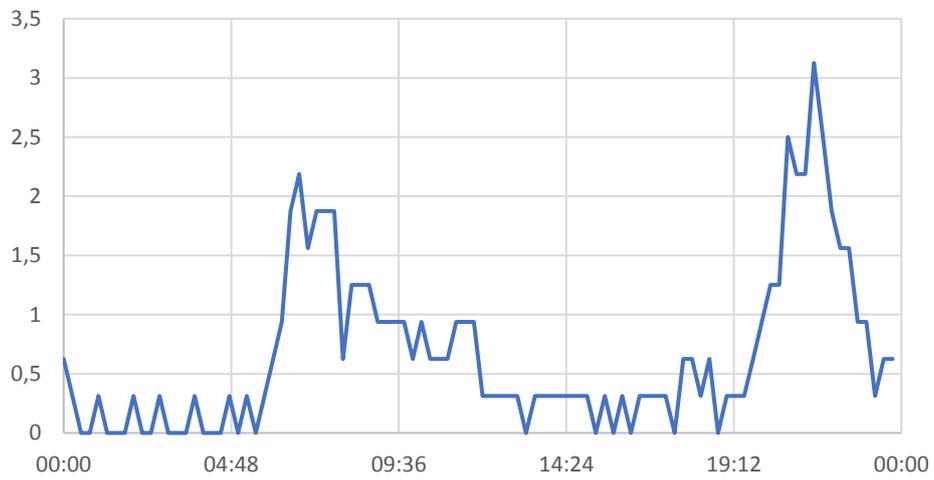
### Longvic village Sud



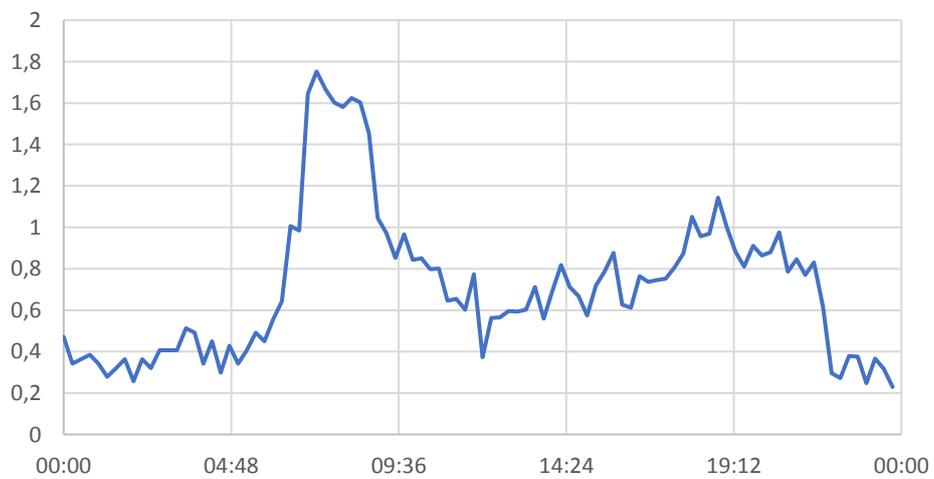
Longvic nord



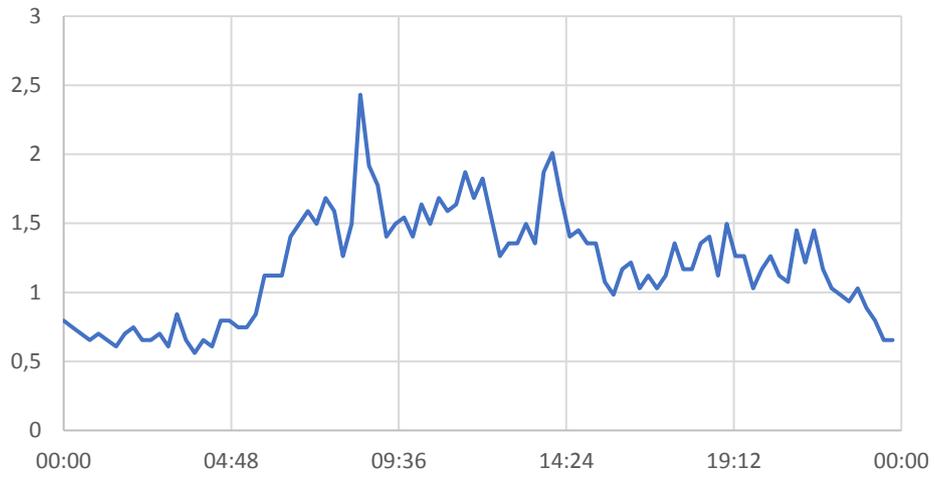
Beauregard



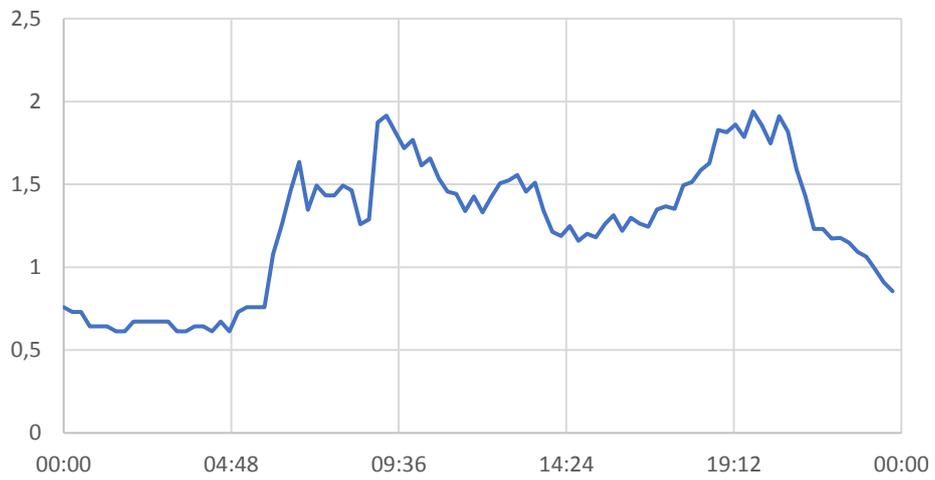
Marsannay vieux village



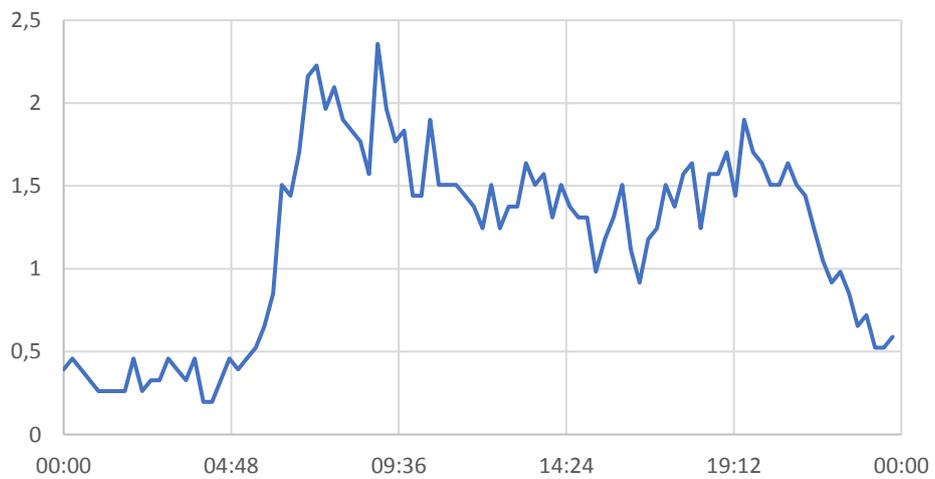
Marsannay la cote zac



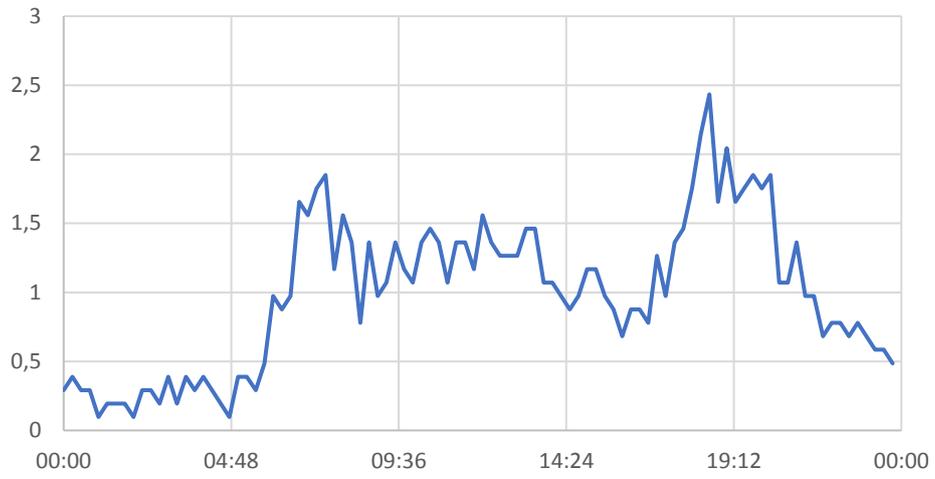
Marsannay Champagne haute



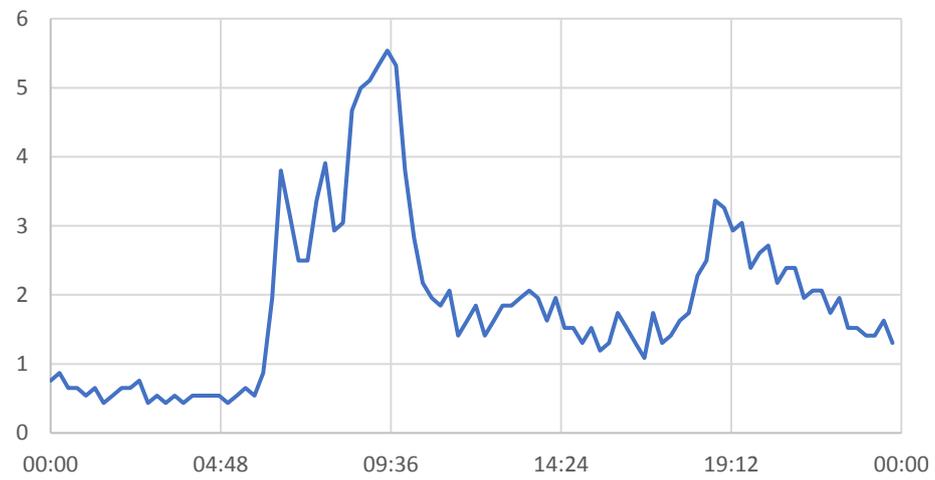
Perrigny secteur Cora



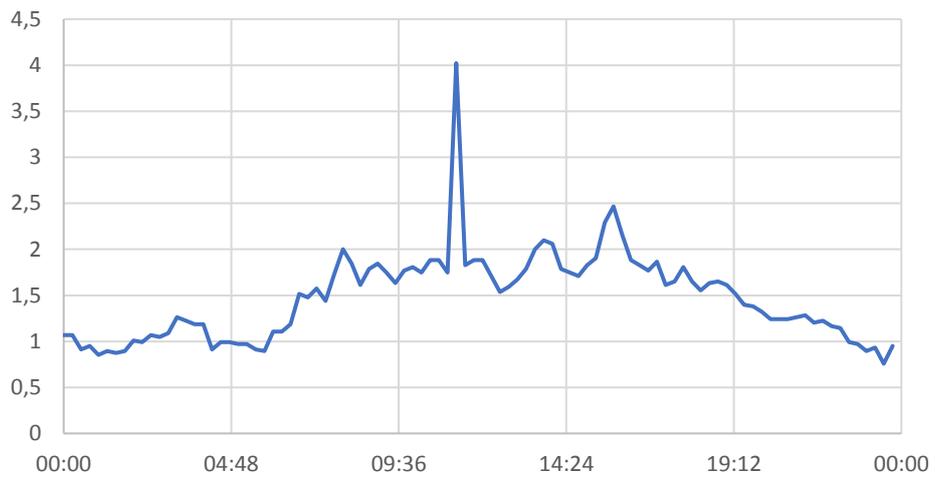
Perrigny secteur Chateau



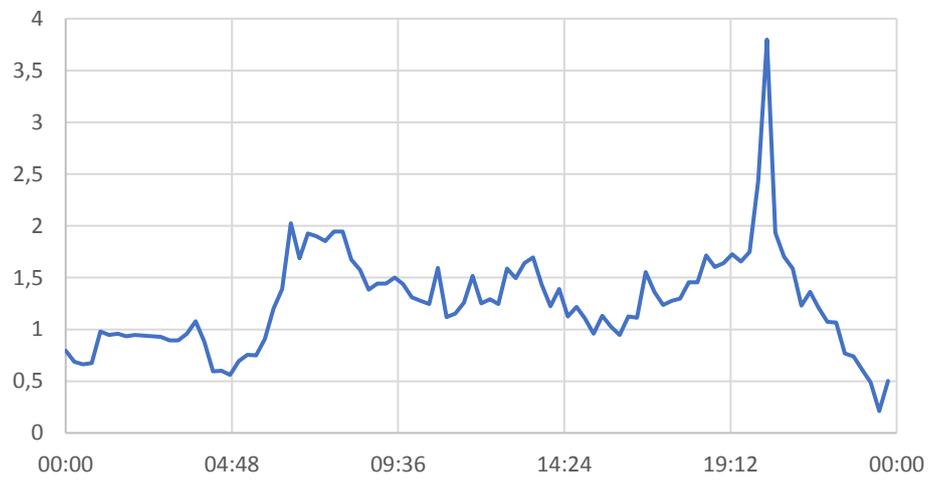
Chenove haut service



Chenove zone artisanale



Chenove village



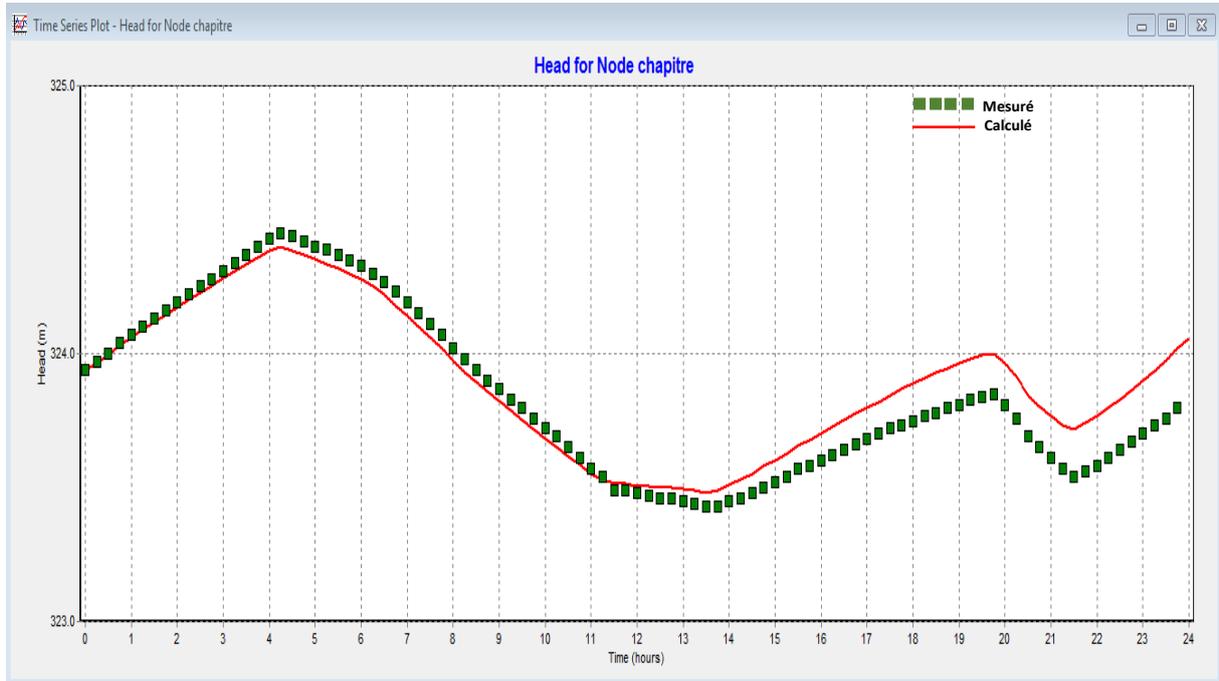
***Annexe 6 : Calage***

## Courbes de calage :

Légende :

■ ■ ■ ■ Mesuré

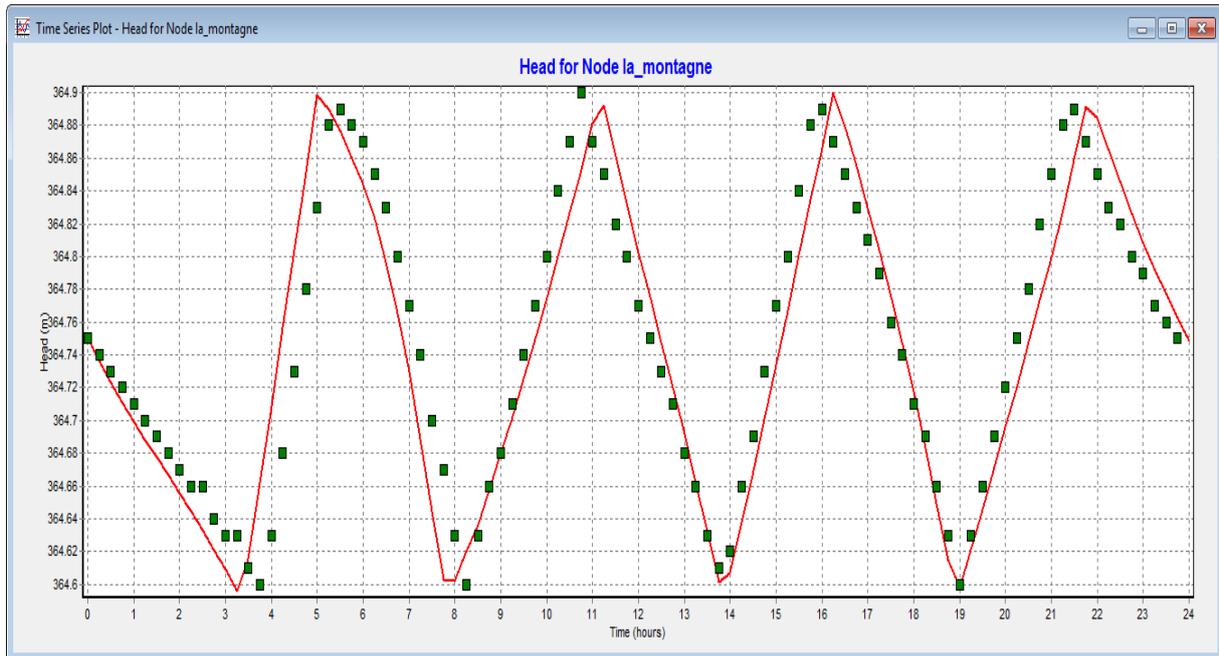
— Calculé



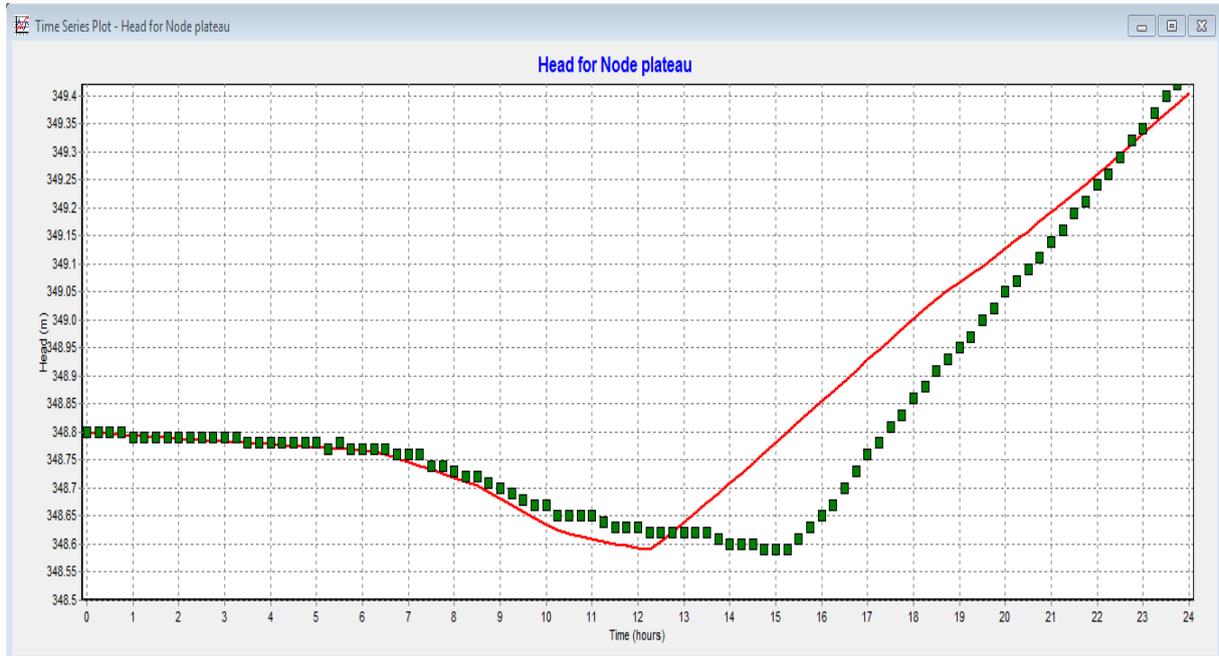
1: Calage de niveau du réservoir Chapitre



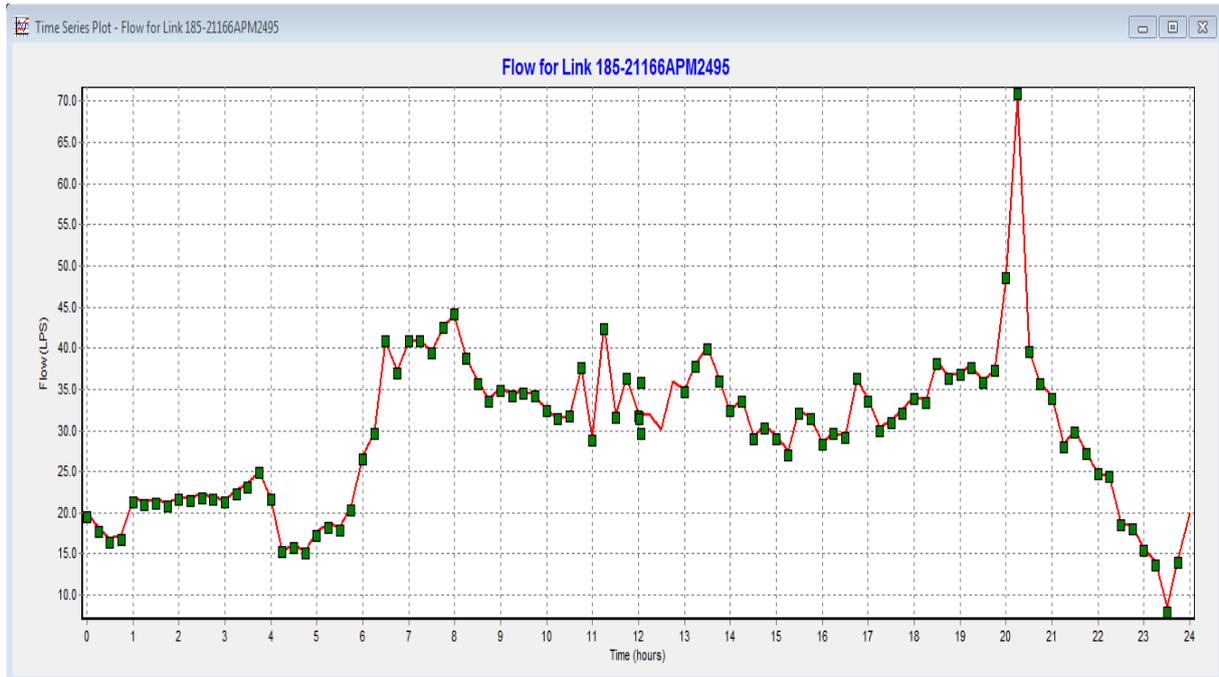
2: Calage de niveau du réservoir de longvic



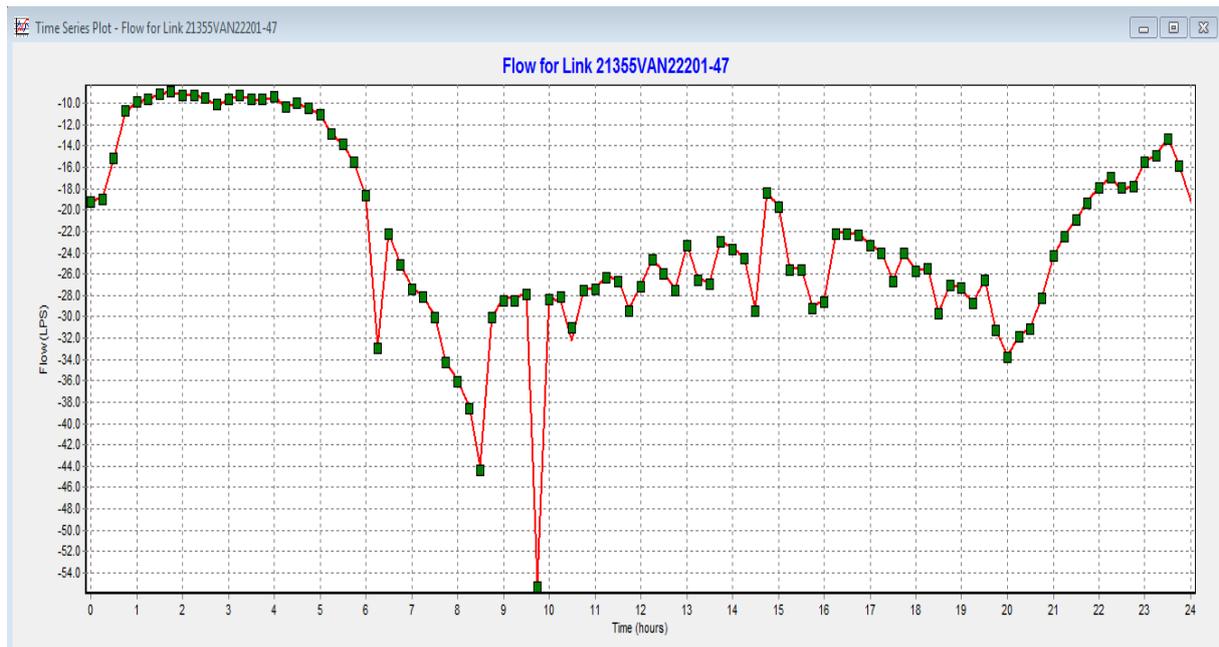
**3:** Calage de niveau du réservoir la Montagne



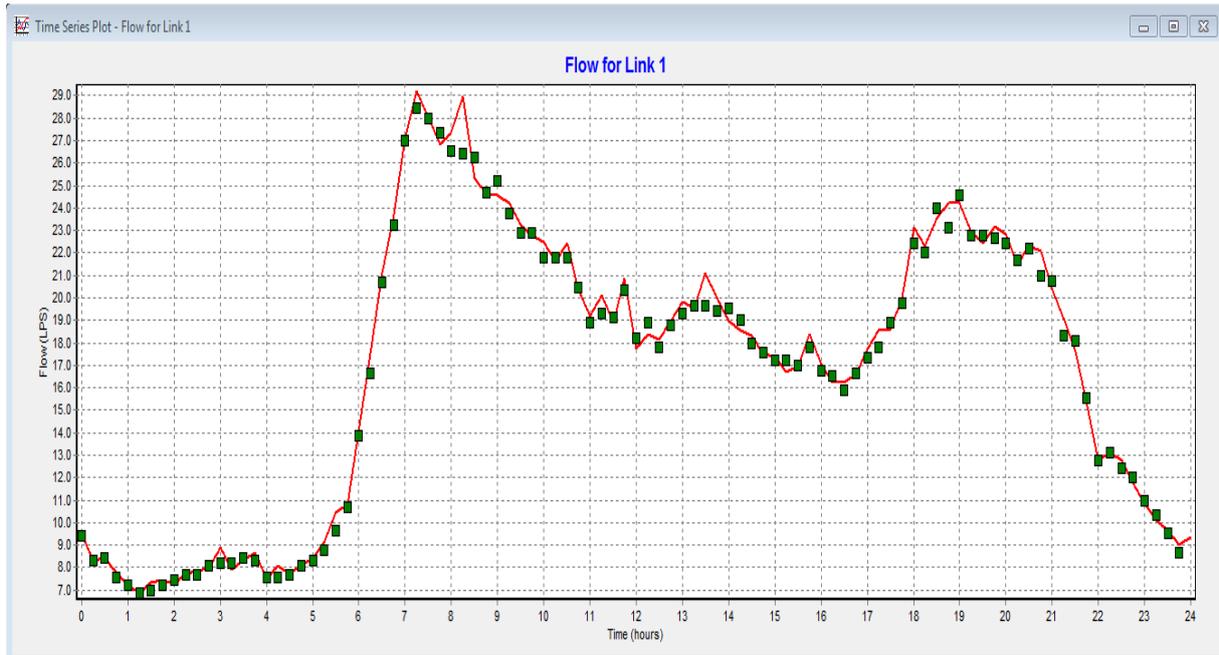
**4:** Calage de niveau du réservoir Plateau



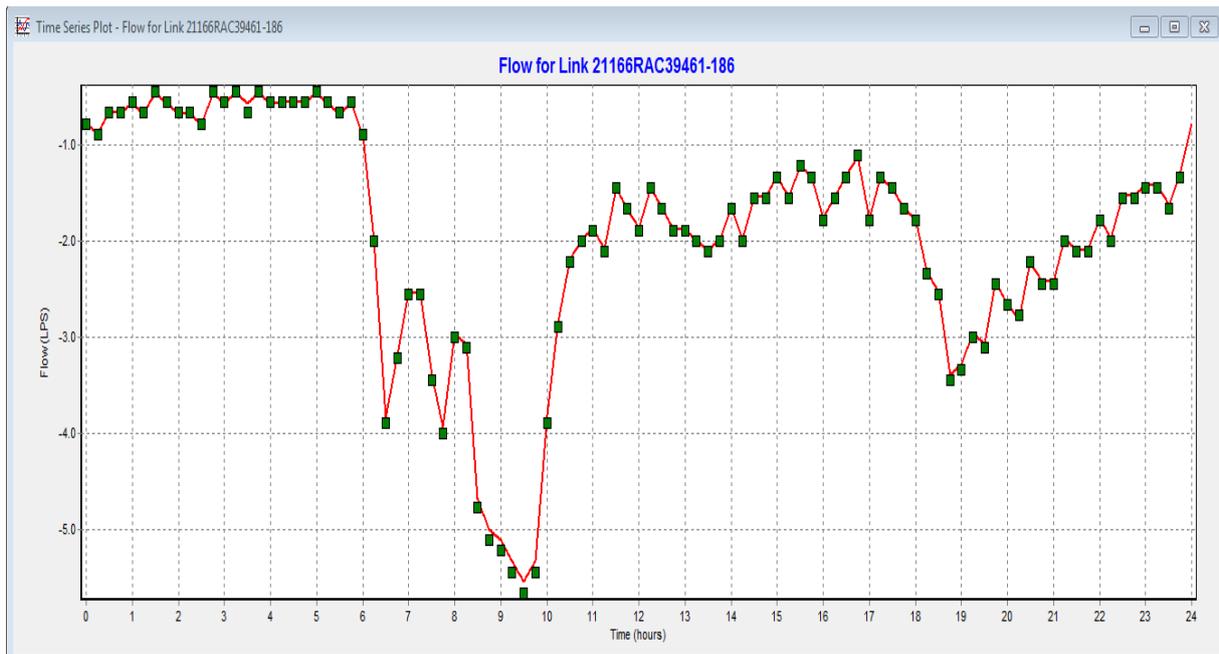
5: Calage débit de distribution du réservoir Chapitre



6: Calage débit de distribution du réservoir de Longvic



7: Calage du débit de distribution du réservoir La Montagne

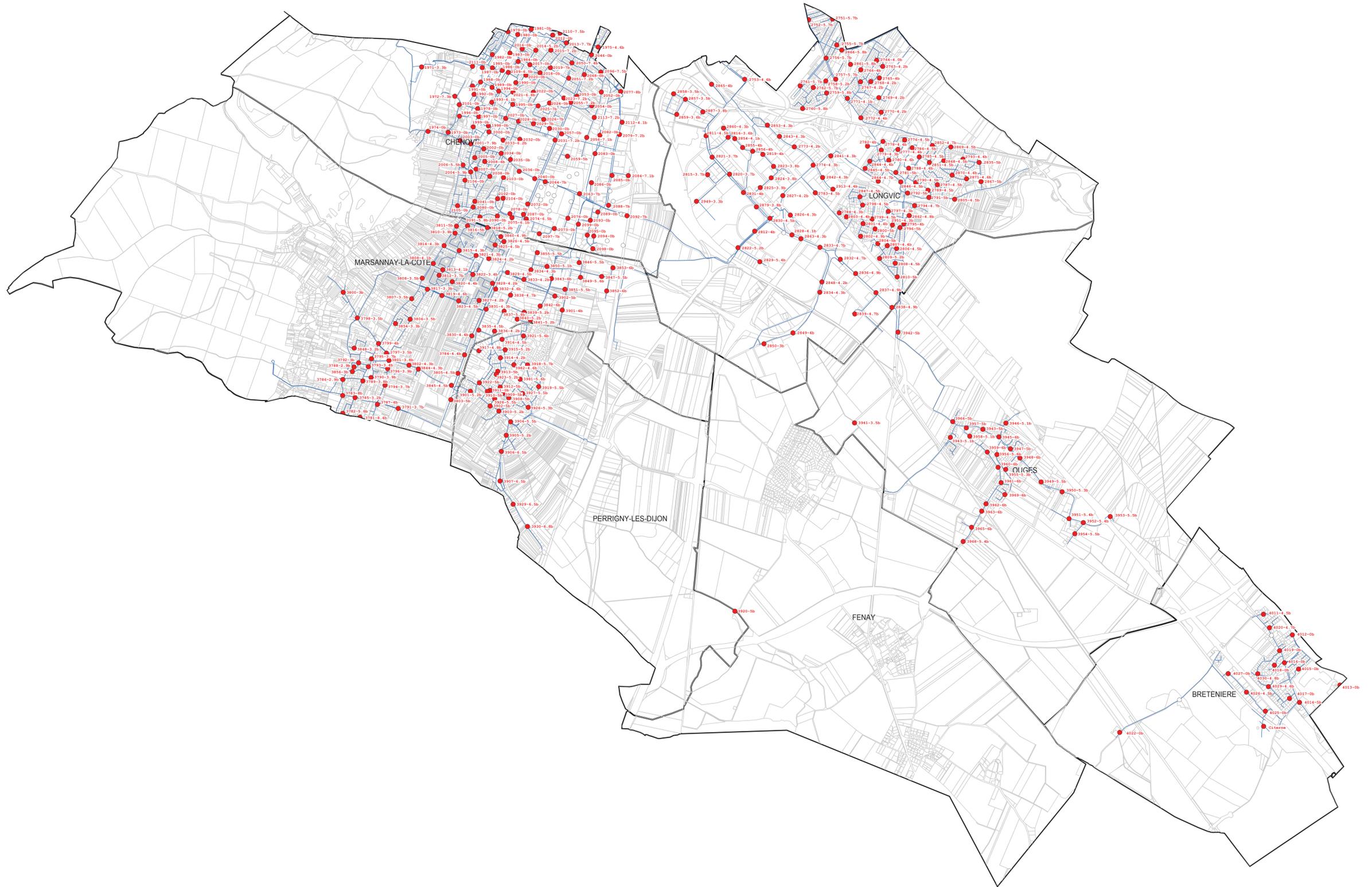


8: Calage du débit de distribution du réservoir Plateau

***Annexe 7 : Mesures des pressions***

# Légende

- POTEAUX INCENDIE DU CONTRAT
- POTEAUX INCENDIE HORS CONTRAT
- E-Tronçon
- E-Secteur de vanne
- ▭ Limite de commune
- ▭ Limite de commune
- ▭ Limite de commune
- F-Parcelle



DIJON METROPOLE

POTEAUX INCENDIE

CONTRAT SUD DIJONNAIS



AGENCE DE DIJON  
9C, RUE RENESCUR  
21066 DIJON

Plan N°  
Echelle: 1/15000

Date de Travaux:  
Edition du 07/06/2019

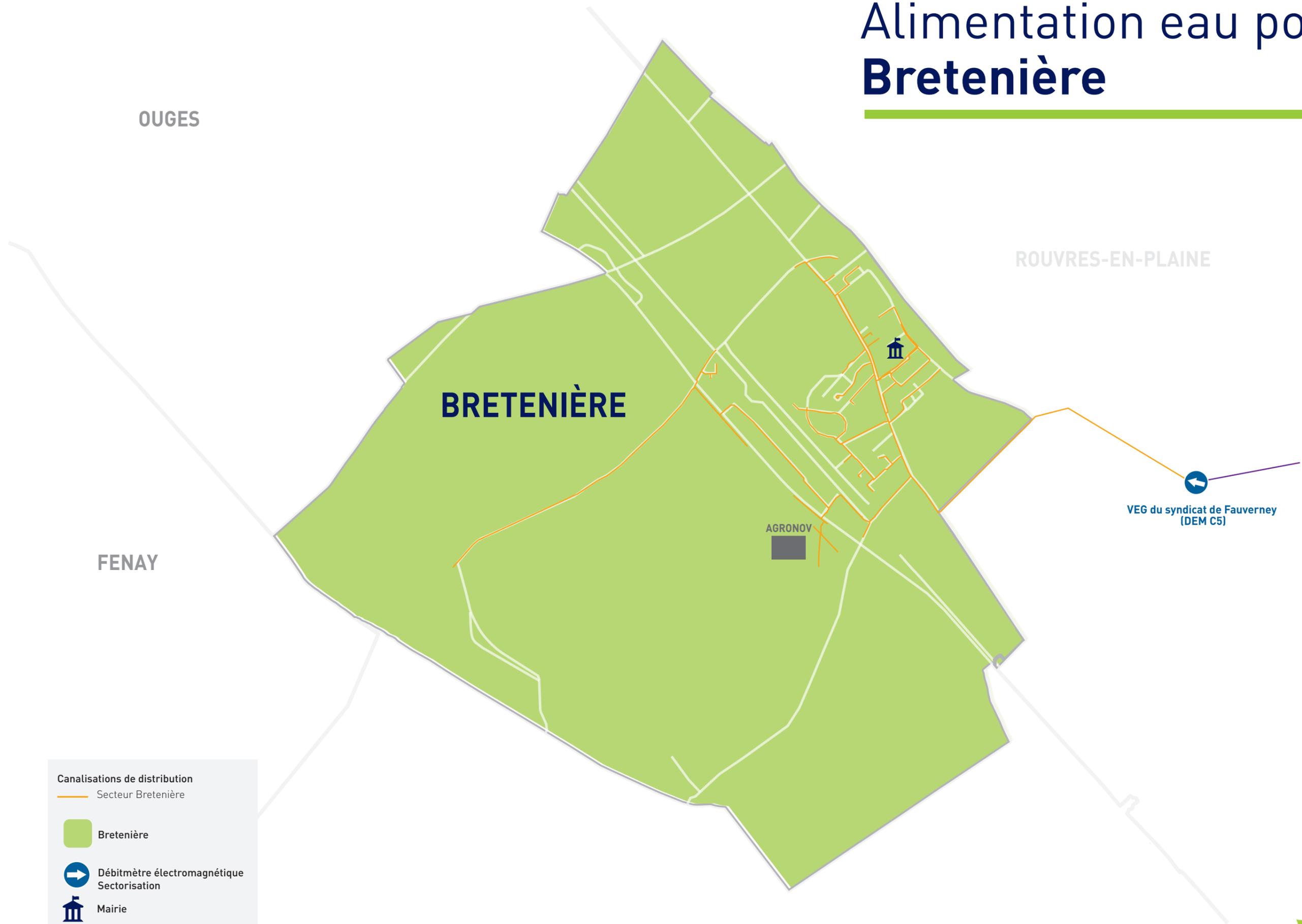
Nivellement:

Reproduction Interdit

Fond de Plan Issu du Cadastre

***Annexe 8 : Synoptiques***

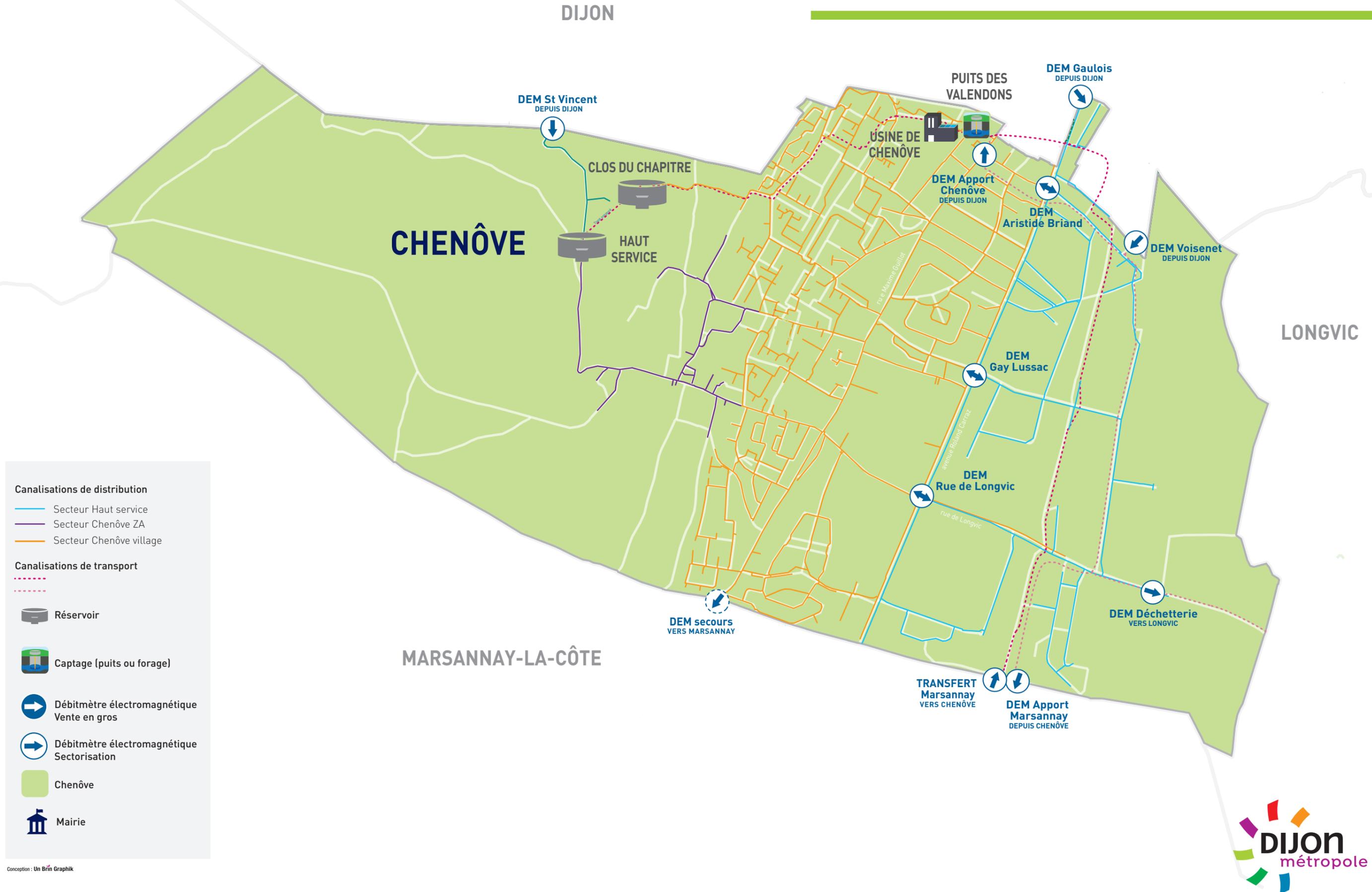
# Alimentation eau potable Bretenière



**Canalisations de distribution**

- Secteur Bretenière
- Bretenière
- ➔ Débitmètre électromagnétique Sectorisation
- 🏛️ Mairie

# Alimentation eau potable Chenôve



# Alimentation eau potable Longvic



**Canalisations de distribution**

- Secteur ZI
- Secteur route de Dijon
- Secteur Pommeret
- Secteur Longvic Village Nord
- Secteur Longvic Village Sud
- Secteur Beaugard

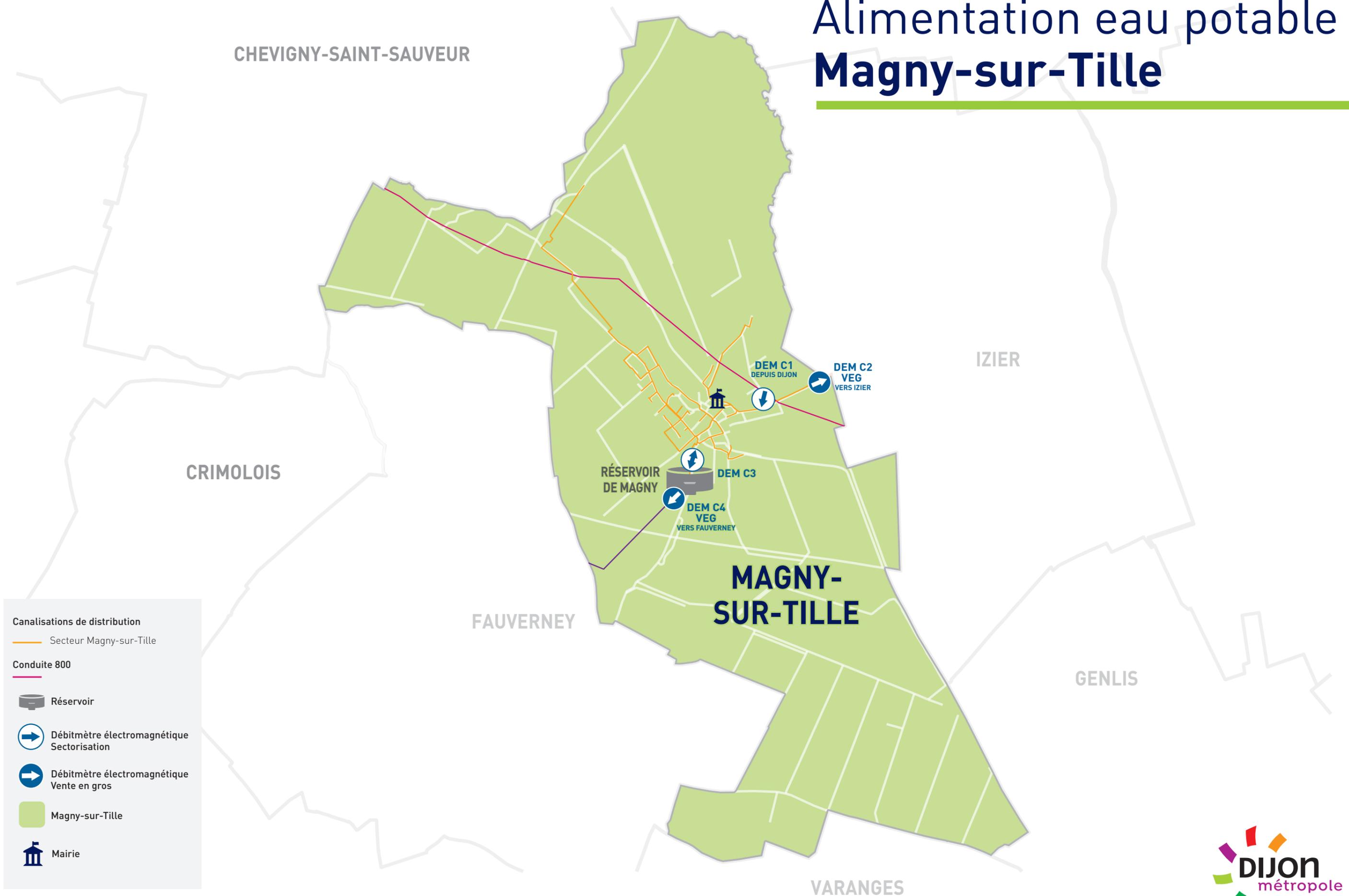
**Canalisations de transport**

- - -

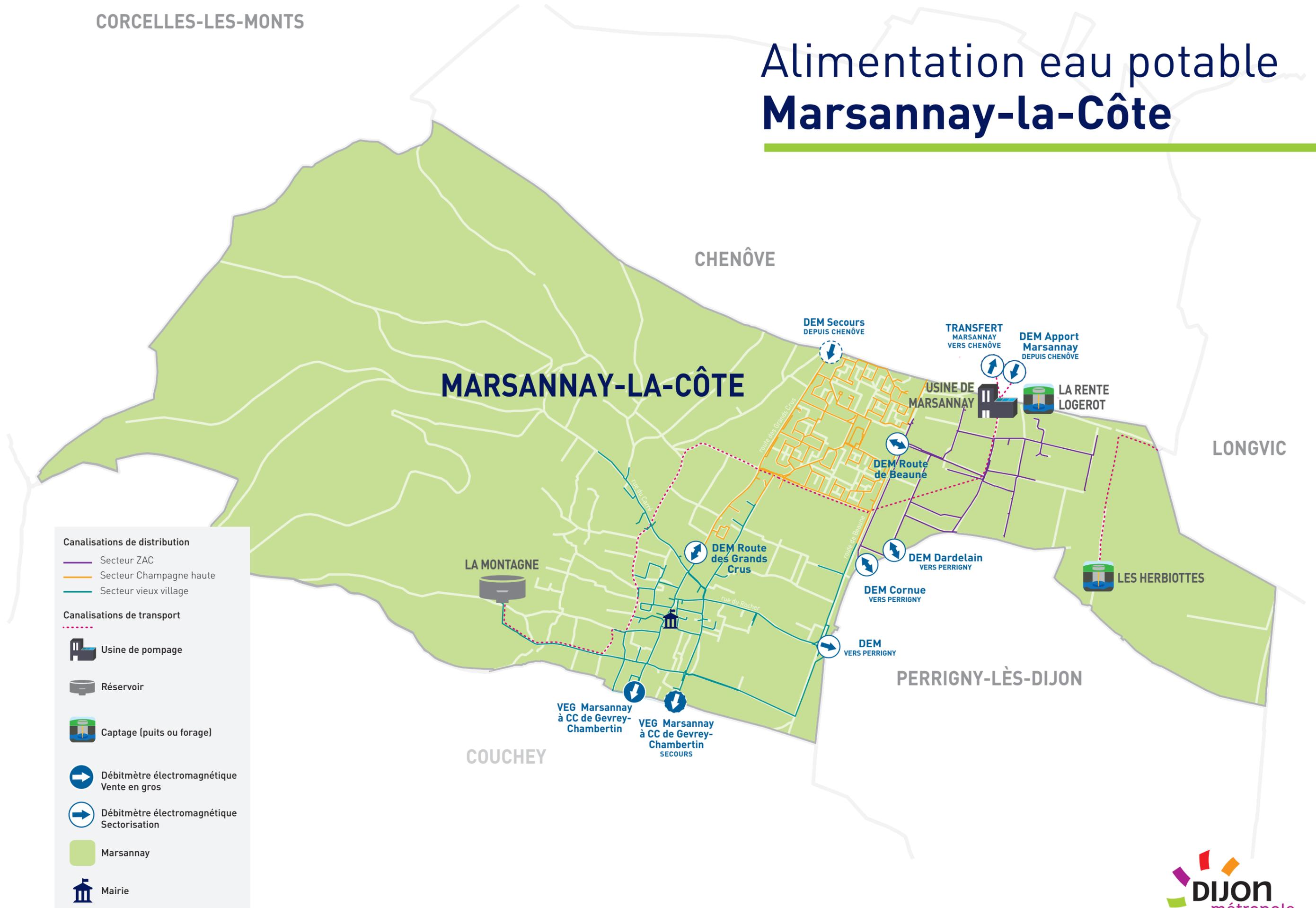
**Autres symboles :**

- Château d'eau
- Captage (puits ou forage)
- Débitmètre électromagnétique Vente en gros
- Débitmètre électromagnétique Sectorisation
- Vanne secours
- Longvic
- Mairie

# Alimentation eau potable Magny-sur-Tille

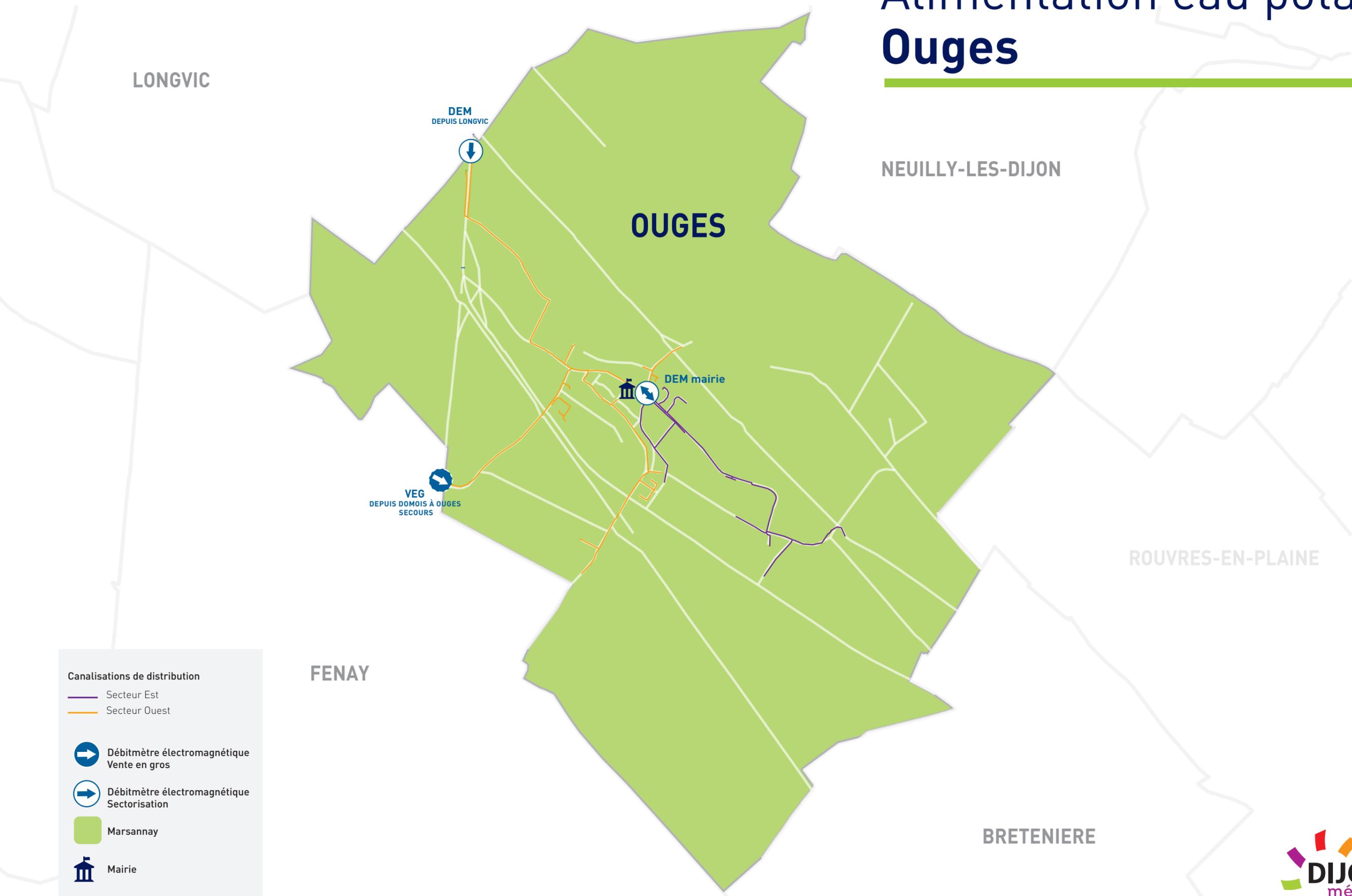


# Alimentation eau potable Marsannay-la-Côte



# Alimentation eau potable

## Ouges



### Canalisations de distribution

- Secteur Est
- Secteur Ouest

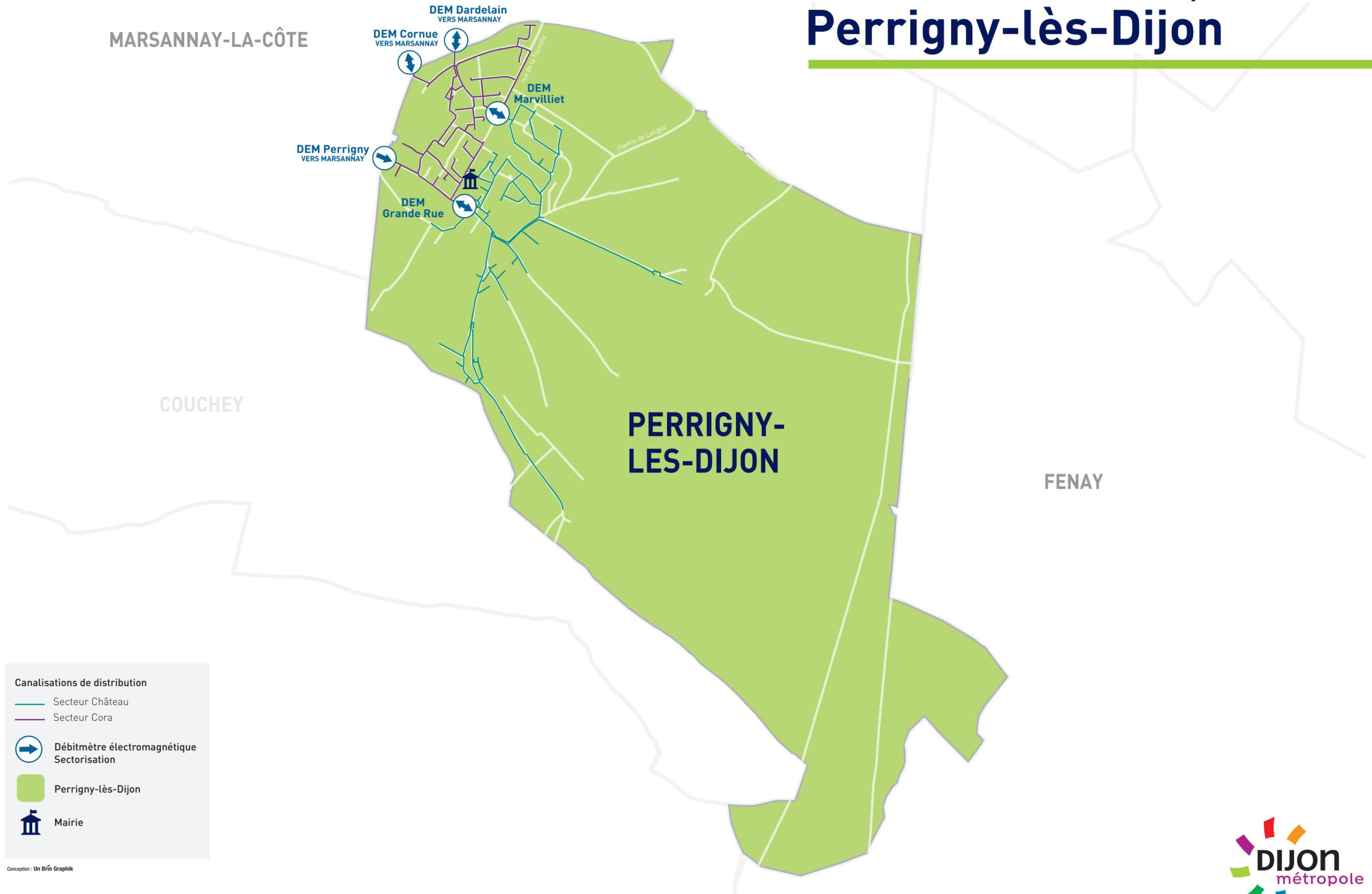
→ Débitmètre électromagnétique  
Vente en gros

→ Débitmètre électromagnétique  
Sectorisation

Marsannay

Mairie

# Alimentation eau potable Perrigny-lès-Dijon



**Canalisations de distribution**

- Secteur Château
- Secteur Cora

Débitmètre électromagnétique  
Sectorisation

Perrigny-lès-Dijon

Mairie

Conception : Un Brin Graphik



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**Diplôme(s): Mastère spécialisé**

**Spécialité : Eau potable et assainissement**

**Auteur : IDDIR Marouane**

**Année**  
2018/2019

**Titre : Diagnostic du système d'alimentation en eau potable du contrat Sud Dijonnais en utilisant L'AMDEC et la modélisation hydraulique.**

**Nombre de pages : 122**      texte : 62      annexes : 60  
**Nombre de références bibliographiques : 8**

**Structure d'accueil : SUEZ EAU France - Agence Dijon Métropole  
2 Boulevard Chanoine Kir, 21000 Dijon**

**Maître de stage : BRIQUET Patrick**

**Résumé :**

L'objectif de ce travail est d'évaluer le système d'alimentation en eau potable, à travers une étude des modes de défaillance, de leurs effets, et de leur criticité et une modélisation du réseau.

La première partie a concerné toutes les installations de production. Cette étude a été complétée par une modélisation et diagnostic hydraulique du réseau de distribution, ce qui nous a permis de relever ses dysfonctionnements.

A toutes les problématiques relevées, des améliorations ont été proposées et testées, qu'il s'agisse de renforcer les usines de production, ou de perfectionner le réseau.

**Mots-clés : AMDEC, Epanet, Modélisation, Diagnostic, Eau potable, Production, Réseau**