GROUPE INGENIERIE EUROPE

GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

Commune de

LE THOLONET

Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable

Rapport Intermédiaire

N° d'étude	Version	Date	Rédigé par	Validé par	Modifications
HY13.B.0018	1	08/02/2012	TL	JT	
	2	03/05/2012	TL	JT	
	3	06/06/2012	TL	JT	Nouveau projet de zonage

GINGER ENVIRONNEMENT ET INFRASTRUCTURES

Les Hauts de la Duranne – 370 rue René Descartes

CS 90340 13799 AIX-EN-PROVENCE CEDEX 3

Tél : 04 42 99 27 27 – Fax : 04 42 99 28 43

Liste des planches

Planche 1 : Situation géographique et contour communal 10

Planche 2 : Données démographiques 12

Planche 3 : Plan des réseaux d'eau potable 19

Planche 4 : Schéma de fonctionnement du réservoir de Chante Perdrix 20

Planche 5 : Schéma de fonctionnement du surpresseur de Chante Perdrix 21

Planche 6 : Plan des réseaux d'eau potable et d'eau usée 32

Planche 6a : Localisation des parcelles privées sur lesquelles les canalisations AEP sont situées 33

Planche 6b : Localisation des parcelles privées sur lesquelles les canalisations EU sont situées 34

Planche 7 : Etude statistique de la consommation 44

Planche 8 : Etude du parc de compteurs particuliers 47

Planche 9 : Nouvelle sectorisation du réseau AEP du Tholonet.....63

Planche 10 : Résultats de la sectorisation nocturne.....98

Planche 11 : Localisation des travaux à réaliser 141

Annexe 1 : Localisation des points de mesures 143

Annexe 2 : Résultats des mesures de débits 144

Annexe 3 : Résultats des mesures de pressions en continu 151

Annexe 4 : Résultats des mesures de marnage du réservoir 158

Sommaire

DONNEES GENERALES *8*

I. Présentation de la commune **9**

II. Données humaines **11**
II.1. Evolution démographique 11
II.2. Les activités particulières 13

III. Gestion de l'eau **14**
III.1. Organisation de la gestion de l'eau 14
III.2. Fonctionnement global du système 14
III.3. Raccordement de la population 14

IV. La ressource en eau **15**
IV.1. Description 15
IV.2. Qualité 15
IV.2.1. Traitement réalisé 15
IV.2.2. Résultats des analyses 15

LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE *17*

I. Méthodologie du repérage du réseau et des équipements **18**

II. Organisation générale du réseau d'alimentation en eau potable **22**
II.1. Les ouvrages 22
II.1.1. Les ouvrages de stockage 22
II.1.2. La réserve incendie 22
II.1.3. Les stations de pompage et surpresseurs 23
II.1.4. Accès et état général des ouvrages 23
II.2. Les canalisations 25
II.2.1. Nature des matériaux 25
II.2.2. Diamètres des canalisations 27
II.2.3. Passage des canalisations en terrain privé 28
II.3. Dispositifs de comptage 35
II.3.1. Compteurs généraux 35
II.3.2. Compteurs particuliers 35
II.4. Autres organes présents sur le réseau 36

LES BESOINS EN EAU *37*

I. Les différentes données disponibles pour l'évaluation des besoins – définitions préliminaires **38**
I.1. Analyse des volumes produits 38
I.1.1. Définition 38
I.1.2. Evolution de la production annuelle 39
I.1.3. Production annuelle 2009 39
I.1.4. Evolution mensuelle de la production 2009 40
a) Production minimale 41
b) Production maximale 41
I.2. Analyse des volumes distribués 42
I.3. Analyse des volumes consommés 42
I.3.1. Evolution de la consommation facturée annuelle 42
I.3.2. Consommation comptabilisée annuelle 2009 43
I.3.3. Volumes consommés non comptabilisés 45
a) Absence de comptage 45
b) Défaut de comptage 46

I.3.4. Consommation totale sur la commune ... 48
I.4. Ratio de consommation domestique annuel moyen 2009 ... 48
I.5. Ratio de consommation domestique été/hiver ... 49

II. Les indicateurs de fonctionnement ... 50
II.1. Définitions ... 50
II.2. Rendements de réseaux ... 51
II.2.1. Rendement primaire ... 51
II.2.2. Rendement net ... 52
II.3. Indices linéaires ... 52
II.3.1. Indice Linéaire de Consommation [I.L.C.] ... 52
II.3.2. Indice linéaire de perte [I.L.P.] ... 53

DEFENSE INCENDIE ... 54

I. Réglementation ... 55

II. Principe des mesures ... 56

III. Résultats des mesures réalisées par le SDIS ... 57
III.1. Confort des usagers ... 59
III.2. Règlementation incendie ... 59
III.3. Interprétation des mesures non conformes ... 60

CAMPAGNE DE MESURES ... 61

I. Objectif de la campagne de mesures ... 62

II. Nouvelle sectorisation du réseau ... 62

III. Mesures de débits ... 64
III.1. Principe des mesures ... 64
III.2. Provenance des mesures ... 64
III.3. Résultats de la campagne de mesures ... 65

IV. Mesures de pression en continu ... 66
IV.1. Provenance des mesures ... 66
IV.2. Résultats de la campagne de mesures ... 66

V. Mesures de marnage de réservoirs ... 67
V.1. Provenance des mesures ... 67
V.2. Résultats de la campagne de mesures ... 67

MODELISATION DU RESEAU ... 68

I. Objectifs ... 69

II. Méthodologie générale ... 69
II.1. Définition du modèle hydraulique ... 69
II.1.1. La base de données ... 69
II.1.2. Le logiciel de calcul ... 70
II.2. Présentation du logiciel de modélisation utilisé ... 71
II.3. Construction du modèle ... 71
II.3.1. Données physiques (ossature du réseau) ... 71
II.3.2. Modélisation des ouvrages ... 72

III. Calcul de répartition des consommations ... 72
III.1. Objectifs ... 72
III.2. Catégories de consommateurs ... 73
III.3. Principe de répartition des consommations domestiques et des gros consommateurs 73
III.4. Principe de répartition des fuites et des volumes non comptabilisés ... 74

IV. Profil de consommation ... 74

V. Définition du calage d'un modèle ... 76
V.1. Les grands principes ... 76
V.2. Les grandes étapes d'un calage ... 76
V.3. Journée de calage retenue ... 76
V.4. Variables à caler ... 77
V.5. Règles de validation du calage : précisions recherchées ... 77

VI. Résultats du calage ... 78
VI.1.1. Les comptages et débits (m^3/h) ... 78
VI.1.2. Le niveau (mCE) ... 79
VI.1.3. Les pressions (mCE) ... 80

PREMIERES SIMULATIONS DU RESEAU ... 81

I. Modèle n°1 : simulation du fonctionnement du réseau en configuration démaillée et période normale ... 82
I.1. Objectifs et hypothèses de calcul ... 82
I.2. Détermination des volumes distribués sur chaque secteur ... 82
I.3. Résultats de la simulation ... 83
I.3.1. Pressions ... 83
I.3.2. Vitesses ... 84
I.3.3. Pertes de charge unitaires ... 85

II. Modèle n°2 : simulation du fonctionnement du réseau en configuration actuelle et période normale ... 86
II.1. Objectifs et hypothèses de calcul ... 86
II.2. Résultats de la simulation ... 86
II.2.1. Pressions ... 86
II.2.2. Vitesses ... 87
II.2.3. Pertes de charge unitaires ... 88
II.2.4. Temps de séjour de l'eau dans les conduites ... 88

III. Modèle n°3 : simulation du fonctionnement du réseau en configuration actuelle et période de pointe ... 89
III.1. Objectifs et hypothèses de calcul ... 89
III.2. Détermination des volumes distribués sur chaque secteur ... 90
III.3. Résultats de la simulation ... 90
III.3.1. Pressions ... 90
III.3.2. Vitesses ... 91
III.3.3. Pertes de charge unitaires ... 92

IV. Conclusion sur les simulations du réseau en situation actuelle ... 93

RECHERCHE DE FUITES SUR LE RESEAU ... 94

I. Objectifs ... 95

II. Méthodologie ... 95
II.1. Phase de prélocalisation par sectorisation nocturne ... 95
II.2. Phase de localisation fine des fuites ... 95

III. Résultats de la sectorisation nocturne des réseaux ... 96

PREMIERES CONCLUSIONS SUR LE DIAGNOSTIC DU RESEAU ... 99

ANALYSE DES BESOINS FUTURS ... 102

I. Estimation de la population future ... 103

II. Estimation de la population raccordée future ... 106

III. Estimation des besoins en eau futurs 106
III.1. Volume distribué en période normale - horizon 15 ans 106
III.2. Volume distribué en période de pointe - horizon 15 ans 108
III.3. Récapitulatif des besoins en eau - horizon 15 ans 109
III.4. Estimation du besoin en eau annuel - horizon 15 ans 110

SIMULATION DE LA SITUATION FUTURE 111

I. Modèle n°4 : Fonctionnement du réseau en période de pointe 112
I.1. Objectifs et hypothèses de calcul 112
I.2. Résultats de la simulation 113
I.2.1. Pressions 113
I.2.2. Vitesses 115
I.2.3. Pertes de charge unitaires 115
I.2.4. Analyse de la défense incendie 117

PROGRAMME DES TRAVAUX / SCHEMA DIRECTEUR 119

I. Amélioration du réseau en termes de surveillance 120
I.1. Compteurs généraux, de sectorisation et télésurveillance 120
I.2. Entretien des organes sur le réseau 122
I.3. Renouvellement d'organes sur le réseau 124

II. Amélioration du réseau en termes de rendement 124
II.1. Programme de renouvellement de compteurs particuliers 124
II.2. Recherche de fuites par méthode acoustique 125
II.3. Analyse des volumes comptabilisés au compteur général 125
II.4. Réhabilitation de réseaux 126
II.5. Campagne de sensibilisation sur le gaspillage de l'eau 126

III. Amélioration du réseau en termes de sécurité 126
III.1. Génie civil / Equipement 126
III.2. Protection 127
III.3. Régularisation 128
III.4. Sécurisation électrique 128

IV. Entretien des ouvrages 129

V. Amélioration de la desserte en eau 130
V.1. Mise à jour de la convention d'achat d'eau avec la commune d'Aix-en-Provence . 130
V.2. Régularisation des canalisations passant en terrain privé 130
V.3. Amélioration du marnage du réservoir de Chante Perdrix 131
V.4. Réduction des pressions 131
V.5. Extension du réseau en vue de l'élaboration du PLU 132
V.5.1. Extension du réseau d'eau potable pour les zones U 132
V.5.2. Extension du réseau d'eau potable pour les zones AU 132

VI. Sécurisation de la ressource 133

VII. Amélioration de la défense incendie 135
VII.1. Maintenance des poteaux incendie 135
VII.2. Poteau incendie non conforme 135

PLANIFICATION DES TRAVAUX / PROGRAMME PLURIANNUEL 137

LOCALISATION DES TRAVAUX A REALISER 140

ANNEXES 142

Préambule

La commune de Le Tholonet, limitrophe par l'Est à la commune d'Aix en Provence, compte aujourd'hui un peu moins de 2 300 habitants.

Approvisionnée par le réseau d'Aix en Provence, la commune de Le Tholonet a affermé son réseau de distribution d'eau potable à la société Veolia.

Plusieurs faiblesses sont aujourd'hui observées sur le réseau, rendant son exploitation assez délicate :

- L'unicité de la ressource (achat d'eau) ;
- La présence de canalisations publiques passant chez des particuliers ;
- Fuites récurrentes sur le secteur du lotissement de Chante Perdrix, qui couplées aux passages des canalisations en terrain privé, rendent les réparations assez difficiles ;

Dans le cadre de l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme, la commune souhaite réaliser son schéma directeur en Eau Potable de façon à disposer d'une analyse exacte de la situation actuelle, et de pouvoir définir les orientations concernant les aménagements nécessaires pour assurer l'alimentation en eau de l'ensemble de la population d'aujourd'hui et de demain.

L'étude engagée doit établir un bilan général des réseaux d'Alimentation en Eau Potable existants, mettre ses faiblesses en évidence, élaborer un outil de simulation du fonctionnement du réseau dans différentes configurations et définir le programme des travaux nécessaires pour y remédier.

Le présent document rassemble les résultats relatifs à la collecte des données existantes, aux reconnaissances de terrain, aux mesures effectuées sur les réseaux, ainsi que les premiers résultats de la modélisation des réseaux d'eau potable.

A

DONNEES GENERALES

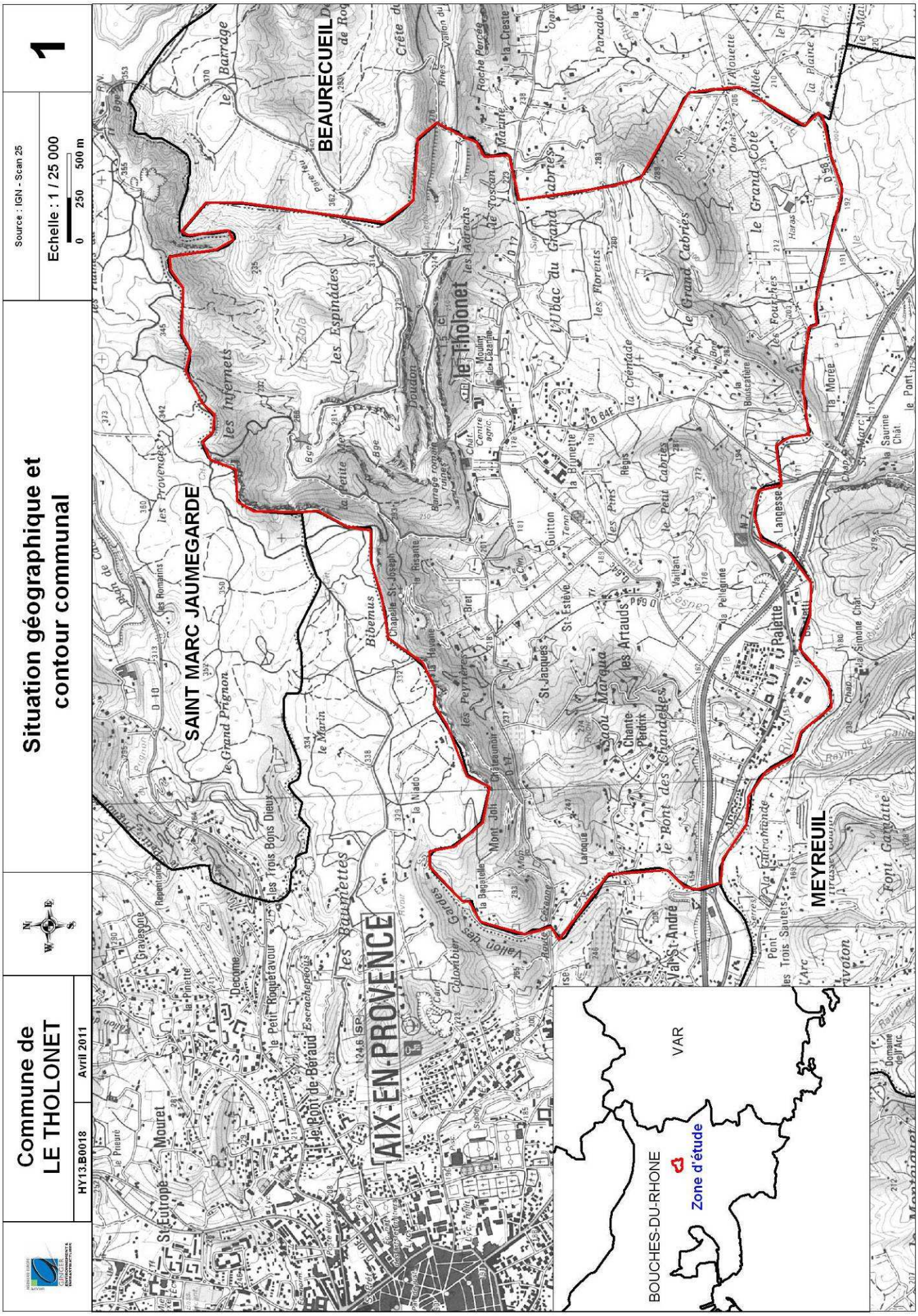
I. Présentation de la commune

Voir situation géographique et contour communal feuille suivante

La commune est située aux portes d'Aix-en-Provence et au pied de la montagne Sainte-Victoire. Elle est parcourue par l'Arc, et l'un de ses affluents la Cause qui longe la D64C. La commune est traversée par la N7 et l'autoroute A8 ; la desserte à partir de l'A8 est assurée par deux échangeurs proches qui encadrent la commune.

Parallèlement à ces voies, la D17, dite Route Cézanne, dessert à partir d'Aix, le nord de la commune et les sites touristiques de Sainte-Victoire.

Le territoire communal couvre une superficie d'environ 10,82 km². L'altitude du territoire varie entre 150 et 350 mNGF.


Commune de
LE THOLONET
HY13.B0018
Avril 2011
Situation géographique et
contour communal
1
Source : IGN - Scan 25
Echelle : 1 / 25 000
0 250 500 m
SAINT MARC JAUMEGARDE
BEAUREGUEIL
le Tholonet
AIX-EN-PROVENCE
MEYREUIL
VAR
BOUCHES-DU-RHONE
Zone d'étude

II. Données humaines

II.1. Evolution démographique

Les données INSEE (Cf. Planche 2 ci-après), extraites du Recensement Général de 2007 font apparaître une légère baisse démographique ces dernières années.

Année	1990	1999	2007
Population communale	2 004	2 270	2 232
Variation annuelle %	+ 1,4%		- 0,2%

En 2007 (source INSEE), le nombre total de logements était de 1 062 répartis comme suit :

- Résidences principales : 923
- Résidences secondaires : 55
- Logements vacants : 84

Le nombre moyen d'occupants par logement permanent était en 2007 de 2,4.

Le nombre d'abonnés au réseau d'eau potable sur l'ensemble de la commune est estimé à 440 en 2010.

Les résidences secondaires de la commune de Le Tholonet ne représentent que 5,2 % du parc immobilier, la commune connaît donc une hausse modérée de sa population durant la période estivale.

La **« population secondaire »** est définie, arbitrairement, par les personnes occupant les résidences secondaires ainsi que la population de passage accueillie en résidence principale, durant une partie de l'année.

Les **résidences secondaires** constituent un mode d'accueil touristique représentant une augmentation importante de population. Pour un taux d'occupation de trois personnes, celles-ci peuvent accueillir jusqu'à **165 personnes**.

HY13.B.0018

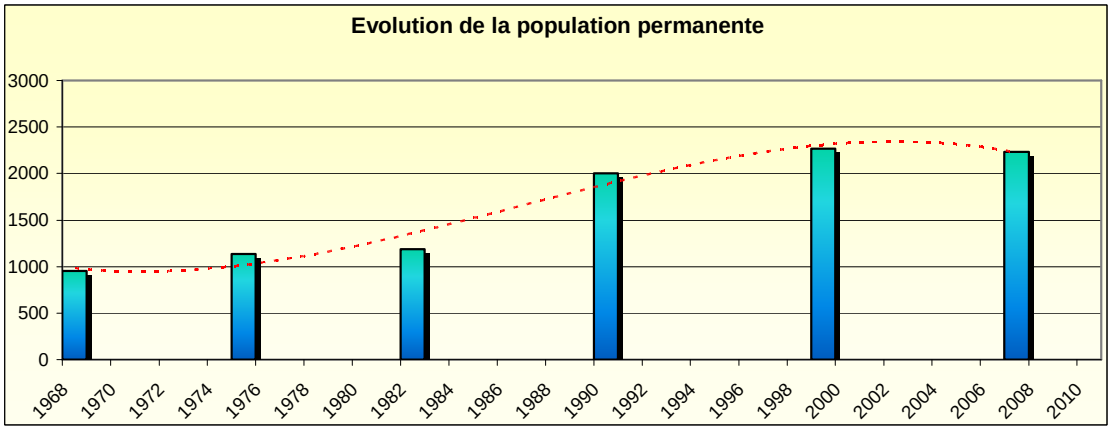
Schéma directeur d'alimentation en eau potable

Commune du THOLONET

Données démographiques

Evolution de la population permanente

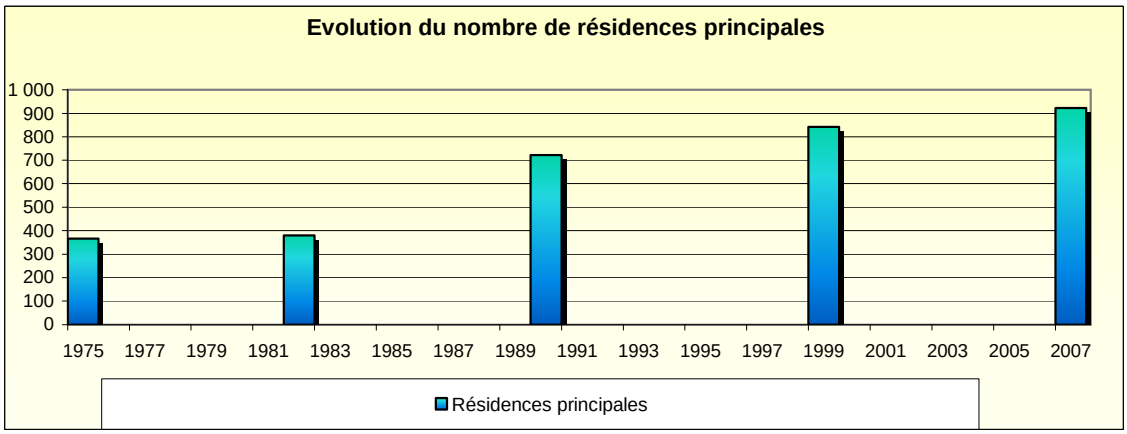
(recensement INSEE)	1968	1975	1982	1990	1999	2007
Population permanente	953	1137	1186	2004	2270	2232
Taux de variation annuelle (%)	2.6%	0.6%	6.8%	1.4%	-0.2%	



Evolution de l'habitat

(recensement INSEE)	1975	1982	1990	1999	2007
Nombre de résidences principales	367	380	722	842	923
Densité de population (nb. hab. / lgt)	3.1	3.1	2.8	2.7	2.4
Taux de variation annuelle (%)	0.5%	8.4%	1.7%	1.2%	

Nombre de résidence secondaires	66	23	57	46	55
Taux de variation annuelle (%)	-14.0%	12.0%	-2.4%	2.3%	
Nombre de logements vacants	12	10	27	23	84
Taux de variation annuelle (%)	-2.6%	13.2%	-1.8%	17.6%	



Type d'établissement	Résidences secondaires
Capacité d'accueil	165

II.2. Les activités particulières

Le tourisme est assez peu développé sur la commune. Il n'y a ni camping, ni hôtel présent sur le territoire communal. Le mois d'août reste la période privilégiée par la clientèle touristique, de passage.

Synthèse de population

En hiver	**Population sédentaire**	**2 232 pers**
En été (au maximum)	**Population estivale totale estimée**	**≈ 2 400 pers**

Les hypothèses envisagées pour estimer les populations admissibles et/ou présentes sur la commune peuvent être discutées (en particulier les taux d'occupation des résidences secondaires et de tourisme). Le tableau ci-dessus ne constitue en ce sens qu'une approche qu'il est intéressant de mener ici pour apprécier l'existence d'une affluence estivale qui, combinée à une augmentation des ratios de consommations individuels, induit un fonctionnement de réseau différent.

III. Gestion de l'eau

III.1. Organisation de la gestion de l'eau

La commune du Tholonet a affermé son réseau d'alimentation en eau potable à la société VEOLIA. L'entretien des ouvrages, du réseau, le relevé des compteurs et la facturation sont effectués par les agents d'exploitation.

Le terme de cet affermage est prévu le 30 juin 2017.

La commune possède en 2010, 440 abonnés au réseau d'eau potable.
Le **prix de l'eau** en 2010 sur la commune du Tholonet est de **1,47 €/m^3** sur la base d'une consommation de 120 m^3.

III.2. Fonctionnement global du système

Le système d'alimentation en eau potable de la commune se compose de :

- 1 achat d'eau,
- 1 réservoir,
- 1 station de pompage,
- 14,5 km de réseau.

III.3. Raccordement de la population

Le réseau d'eau potable de la commune du Tholonet n'alimente pas la quasi-totalité des habitations recensées sur le territoire communal. Un nombre d'habitations non négligeables serait non raccordé sur le réseau d'eau potable et bénéficierait d'eau potable par des forages privés ou depuis la Société du Canal de Provence. En effet, le nombre d'abonnés au réseau d'eau potable sur la commune n'était que de 440 pour une population estimée à environ 2 232 personnes (soit 5 personnes par abonné ! si l'ensemble des personnes de la commune est raccordé au réseau d'eau potable).

En considérant un nombre moyen d'occupants par logement permanent de 2,4 calculé précédemment, le nombre de personnes connectées au réseau d'eau potable serait d'environ 1 056, soit environ 1 176 personnes bénéficiant d'une alimentation en eau privée.

- ➢ D'où une population effectivement raccordée au réseau d'eau potable d'environ 1 056 personnes en période creuse (2232 – 1 176 personnes), soit 47% de la population totale, et 1 221 personnes en période de pointe.

A noter que l'arrosage des jardins privés est réalisé à partir de l'eau brute du SCP.

IV. La ressource en eau

IV.1. Description

L'alimentation en eau potable de la commune est un véritable enjeu pour l'avenir puisqu'elle conditionne notamment les développements urbanistiques envisagés (création de nouvelles habitations). La commune du Tholonet ne possède pas de ressource propre sur son territoire.

Son alimentation en eau potable est réalisée à partir d'un achat d'eau à la commune d'Aix en Provence.

Une convention a été signée en 2005 entre les communes d'Aix en Provence et du Tholonet, engageant la commune d'Aix en Provence « à fournir à la commune du Tholonet l'eau potable dont le volume consommé actuellement est de 140 000 m^3 nécessaire à sa population de 2 267 habitants dans le respect de l'approvisionnement des usagers aixois,… ».

Aucun débit limite n'y est mentionné.

IV.2. Qualité

IV.2.1. Traitement réalisé

L'eau potable de la commune du Tholonet, provenant d'un branchement direct sur le réseau d'Aix en Provence, en limite de commune, subit une désinfection par ozonation en sortie de la station de Sainte Eutrope sur Aix En Provence.

Cette eau est ensuite rechlorée par les soins de la ville d'Aix en Provence juste avant le compteur d'achat d'eau à la limite de commune du Tholonet.

IV.2.2. Résultats des analyses

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent répondre à des critères de qualité très stricts définis par l'arrêté 11 janvier 2007, relatif aux eaux destinées à la consommation humaine. En application du Code de la Santé Publique, notamment des articles R.1321-2, R.1321-3, R.1321-7 et R.1321-38, les Services Santé-Environnement des ARS sont chargés du contrôle sanitaire des eaux d'alimentation. Ce contrôle a pour objet de vérifier que les exigences réglementaires sont respectées à tous les stades, du point de puisage (ressources superficielles ou souterraines) jusqu'au robinet du consommateur.

Les prélèvements réalisés par l'ARS en 2010 indiquent une eau de qualité satisfaisante aux robinets des consommateurs, tant du point de vue physico-chimique que bactériologique.

Analyses bactériologiques :

- 30 analyses officielles ARS, conformes à 100% (2010)
- 15 analyses en autocontrôle, conforme à 100% (2010)

Analyses physico-chimiques :

- 23 analyses officielles ARS, conformes à 100% (2010)
- 10 analyses en autocontrôle, conforme à 100% (2010)

Une analyse bactériologique non conforme réalisée le 14 janvier 2009, a révélé un dépassement de limite de qualité sur le paramètre entérocoque (3 entérocoques intestinaux). Cependant, une analyse contradictoire effectuée le 23 janvier 2009 n'a pas confirmé ce dépassement.

Les analyses de 2010 et les dernières analyses de 2011 confirment une eau distribuée de qualité satisfaisante.

Remarque : il est à noter qu'une analyse bactériologique de l'ARS réalisée le 18 février 2010 a révélé un léger dépassement de la référence de qualité sur le paramètre turbidité sur l'eau distribuée aux consommateurs (0,51 NTU au lieu de 0,5 NTU). Cependant, aucun autre dépassement n'a été relevé par la suite.

B

LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

I. Méthodologie du repérage du réseau et des équipements

La réalisation des plans du réseau s'est basée sur les plans existants mis à disposition par l'exploitant du réseau. Ils ont été complétés et mis à jour suite à un repérage de terrain.

A l'issue de ce travail, les documents disponibles sont les suivants :

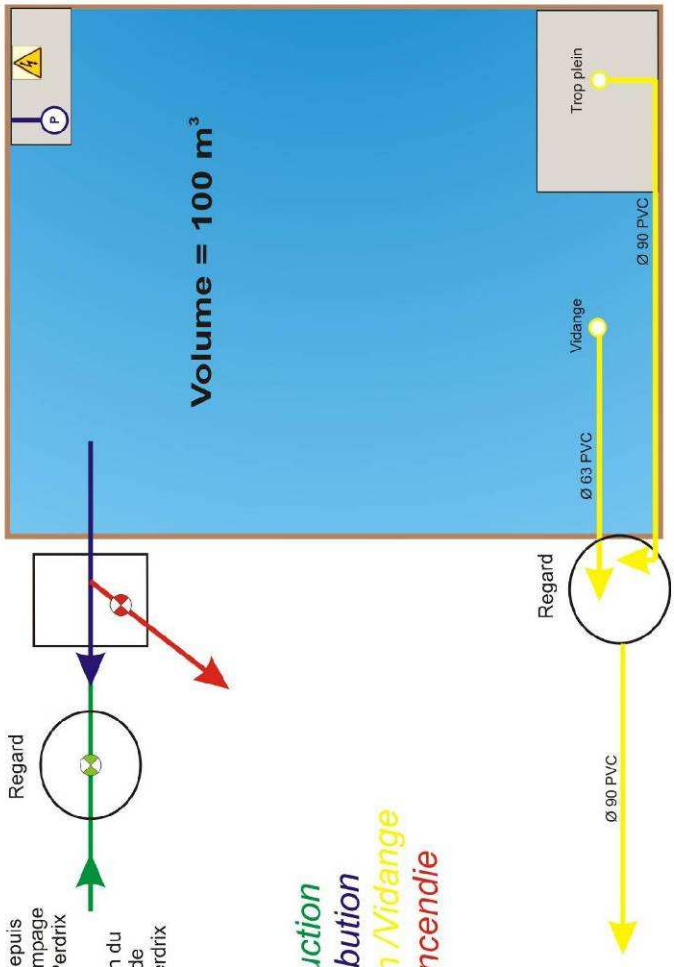
Un jeu de plans (voir ci-après). Ces plans regroupent les différentes canalisations, les organes de régulation (vannes de sectionnement délimitant les sous-bassins, poteaux incendie, purges, réducteur de pression, etc...) ainsi que les ouvrages de refoulement et de stockage.

Des fiches descriptives d'ouvrages (intégrées ci-après), montrant les caractéristiques techniques ainsi que le fonctionnement du réservoir et du surpresseur présents sur la commune.

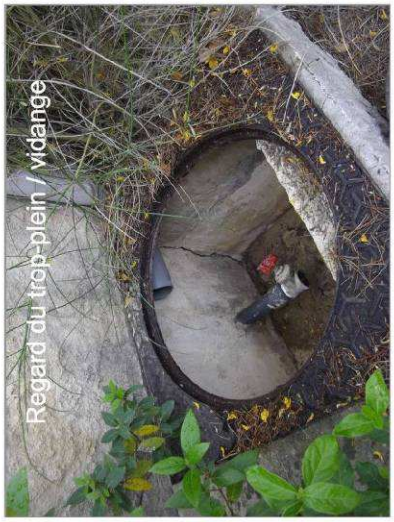
Planche 3 : Plan des réseaux d'eau potable

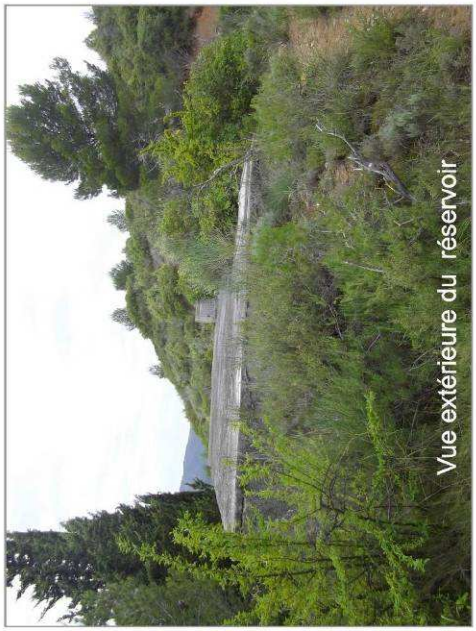
Réservoir de Chante Perdrix

4



Capot du réservoir avec poires de niveau


Regard du trop-plein / vidange


Vue extérieure du réservoir

Vue de la conduite de distribution et du piquage incendie

Légende :

- Vanne ouverte
- Vanne fermée
- Poire de niveau

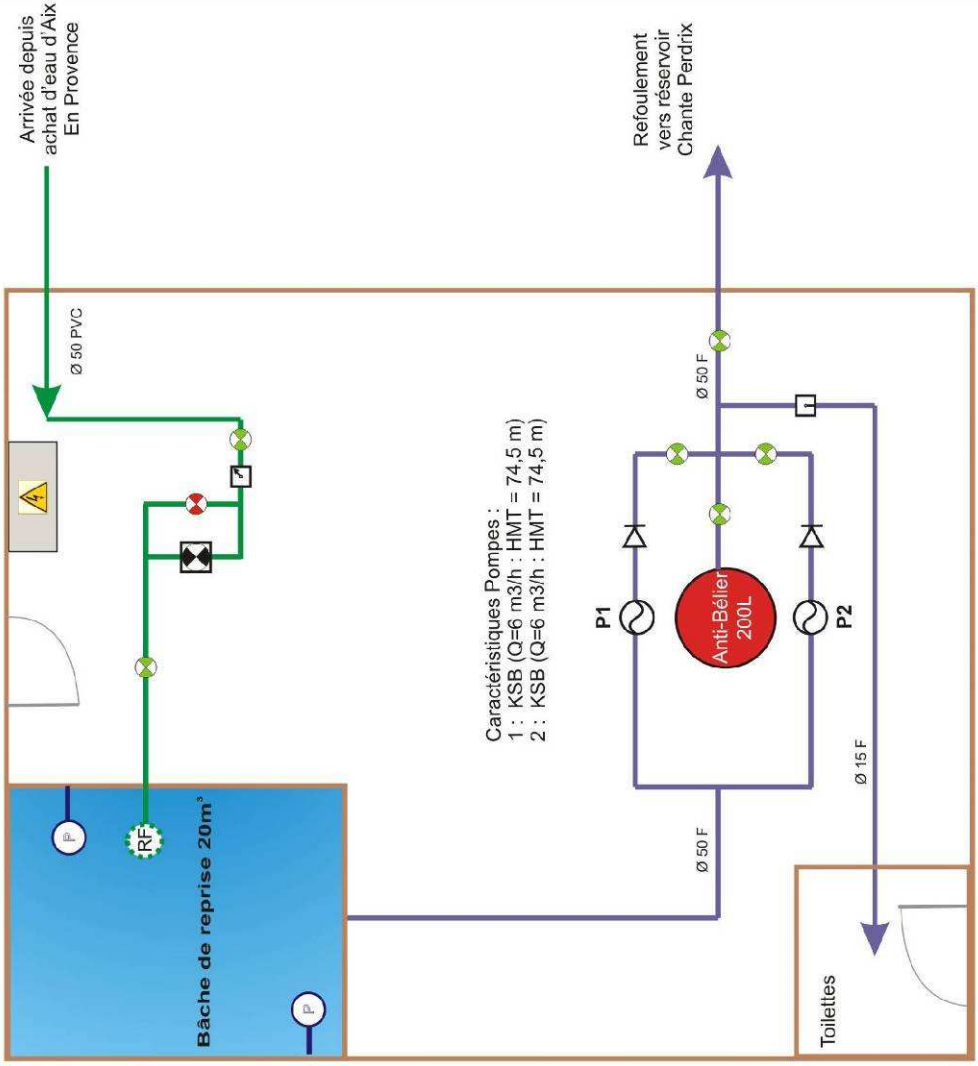
DOSSIER HY 13 B0018

Ginger Environnement et Infrastructures

DOSSIER HY 13 B0018

Ginger Environnement et Infrastructures

Station de pompage de Chante Perdrix 5



Vue extérieure de la station (à coté bâche de reprise)

Vue intérieure de la chambre des vannes

Légende :

- Robinet flotteur
- Vanne ouverte
- Vanne fermée
- Ventouse
- Vanne altimétrique
- Clapet anti-retour
- Pompe
- Détendeur
- Poire de niveau

II. Organisation générale du réseau d'alimentation en eau potable

II.1. Les ouvrages

II.1.1. Les ouvrages de stockage

Le tableau suivant regroupe les informations essentielles qui caractérisent les réservoirs d'alimentation en eau potable présents sur la commune :

NOM	TYPE	Capacité Totale (m³)	Cote radier NGF (m) (1)	Alimenté par :	Secteurs distribués
Réservoir de Chante Perdrix	Semi enterré	100	195	Surpresseur de Chante Perdrix	Secteur de Chante Perdrix

(1) : Ces cotes altimétriques ne sont que des valeurs indicatives (précision +/- 5 m). Elles sont issues de la cartographie IGN au 1/25 000ème. Pour des valeurs précises au centimètre près, un levé topographique réalisé par un géomètre expert est nécessaire.

La capacité totale de stockage dont dispose la commune est de **100 m^3** (non compris la capacité de stockage implantée sur la commune d'Aix-en-Provence depuis laquelle est alimentée la majorité des abonnés du Tholonet).

II.1.2. La réserve incendie

En ce qui concerne la **réglementation concernant la défense contre l'incendie**, celle-ci requiert, entre autre, la mise à disposition, à n'importe quel moment, d'un débit de 60 m³/h durant deux heures. Une réserve incendie de 120 m³ doit donc être observée théoriquement sur les trois sites de stockage.

Concernant le secteur de Chante Perdrix, le réservoir de Chante Perdrix ne possède pas de réserve incendie. Cependant, une prise incendie est existante en sortie du réservoir.

Les autres secteurs de la commune sont directement alimentés depuis Aix En Provence, par l'intermédiaire de l'usine de Sainte Eutrope, d'un volume de stockage de 27 000 m^3. Même si ce stockage ne possède pas de réserve incendie physique, son volume de stockage lui permet de disposer d'une réserve incendie fonctionnelle d'une capacité conforme à celle recommandée par la réglementation.

II.1.3. Les stations de pompage et surpresseurs

Le tableau suivant regroupe les informations essentielles qui caractérisent les stations de pompage du réseau d'alimentation en eau potable présents sur la commune :

NOM	TYPE	Débits des pompes	Alimenté par :	Ouvrages alimentés - secteurs distribués
Station de Chante Perdrix	Station de pompage	6 m3/h : 74,5 mCE 6 m3/h : 74,5 mCE	**Achat d'eau depuis Aix en Provence**	Secteur de Chante Perdrix Réservoir de Chante Perdrix

II.1.4. Accès et état général des ouvrages

L'accès au réservoir de Chante Perdrix se fait sans difficulté particulière. Même s'il est situé sur un terrain privé, il est possible de s'y rendre à pied en cheminant sur une centaine de mètres.

L'accès à la station de Chante Perdrix peut se faire facilement, à l'aide d'un véhicule ordinaire.

Les points faibles relevés sur l'état général des deux ouvrages sont résumés ci-après :

<u>Réservoir de Chante Perdrix :</u>

- Réservoir situé sur un terrain privé : aucune servitude de passage existante ;
- Débroussaillage nécessaire sur les abords du réservoir ;
- Dépôt de rouille observé sur la vanne située sur l'adduction/distribution du réservoir ;
- Point de rouille observé sur les canalisations d'adduction/distribution du réservoir ainsi que sur la prise incendie ;
- Absence de réserve incendie ;
- Absence de périmètre de protection physique ;
- Absence de capteur anti-intrusion ;
- Facilité d'accès sur le haut de la cuve. Couplée à l'absence de périmètre de protection physique de l'ouvrage, n'importe quelle personne peut monter sur le dessus de l'ouvrage et peut par conséquent entrainer toute chute du haut du réservoir ;
- Absence de comptage sur l'adduction/distribution du réservoir ;
- Echelle d'accès à l'intérieur de la cuve non sécurisée ;

Station de Chante Perdrix :

- Génie civil en bon état mais une peinture des locaux est à prévoir ;
- Fils du tableau électrique visibles sur le mur à côté de la porte d'entrée de la chambre des vannes, qui de plus sont situés à proximité immédiate des canalisations d'eau potable (voir photo ci-dessous) ;
- Echelle d'accès à l'extérieur de la bâche non sécurisée ;
- Absence d'échelle d'accès à l'intérieur de la bâche ;
- Absence de capteur anti-intrusion ;
- Absence de comptage sur le refoulement de la station ;
- Alimentation électrique non secourue par un groupe électrogène ou autre ;

Photo de l'armoire électrique à l'intérieur de la chambre des vannes de la station de pompage

II.2. Les canalisations

La **longueur totale des réseaux présents sur le territoire communal**, hors branchements particuliers, est d'environ **14,5 km**.

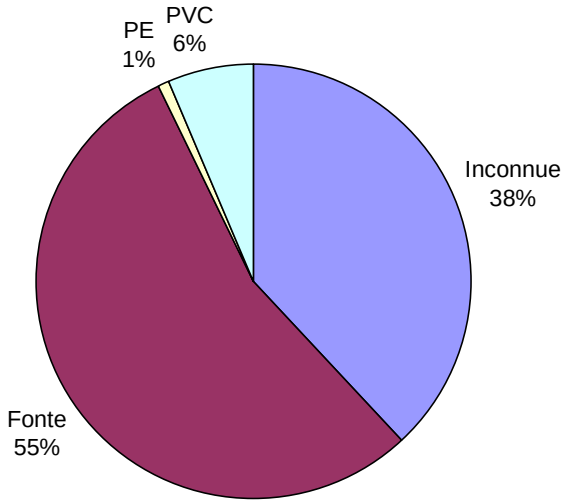
	Inconnue	Fonte	PE	PVC	TOTAL
Inconnu	2 452	10	-	-	2 462
Ø 25	107	-	-	-	107
Ø 40	106	-	12	-	118
Ø 50	525	-	-	-	525
Ø 60	-	454	103	-	557
Ø 63	118	-	-	305	423
Ø 80	-	246	-	-	246
Ø 100	10	4 295	-	-	4 305
Ø 110	-	-	-	627	627
Ø 150	2 233	2 941	-	-	5 174
TOTAL	5 551	7 946	115	932	**14 544**

II.2.1. Nature des matériaux

Les tableaux ci-dessous, élaborés à partir des informations collectées auprès de l'exploitant, précisent les caractéristiques des réseaux de distribution en ce qui concerne la nature des canalisations et les linéaires correspondants :

Nature de la conduite	Linéaire correspondant en ml
Inconnue	5 551
Fonte	7 946
PE	115
PVC	932
Total	**14 544**

Statistiques de répartition des natures par linéaires de canalisations



Il a été possible au cours du diagnostic de réseau de distinguer des natures de conduite différentes :

- La plus représentée est la fonte avec un linéaire total d'environ **8 km** soit environ **55%** du linéaire du réseau. Elle est répartie de manière homogène sur l'ensemble du réseau communal.

- Le PVC et le PE ne représente que 7% du linéaire total de canalisation, soit un peu **plus de 1 km**.

38 % du linéaire du réseau n'a pu être caractérisé dans la nature du matériau (environ 5,5 km), ce qui reflète une connaissance assez limitée sur les natures de canalisations du réseau.

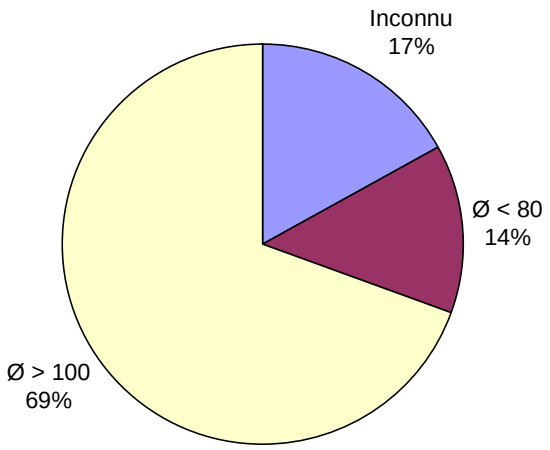
Remarque : à noter que pour les besoins de la modélisation des réseaux, les caractéristiques de l'ensemble des conduites ont dû être estimées.

II.2.2. Diamètres des canalisations

La répartition des canalisations selon les diamètres rencontrés se fait de la manière suivante :

Diamètre (mm)	Linéaire correspondant (m)
Inconnu	2 462
Ø 25	107
Ø 40	118
Ø 50	525
Ø 60	557
Ø 63	423
Ø 80	246
Ø 100	4 305
Ø 110	627
Ø 150	5 174
Total	14 544

Statistiques de répartition des diamètres par linéaire de canalisations



Les diamètres des conduites rencontrées évoluent entre 25 et 150 mm.

A noter qu'un peu moins de 2,5 km du linéaire total du réseau n'ont pu être caractérisés sur les diamètres des conduites, ce qui reflète une connaissance assez limitée des diamètres des canalisations du réseau.

L'ensemble des caractéristiques des canalisations (diamètre, nature et longueur) ont été associées à une base de données lors de la numérisation des réseaux. Toutes les informations relatives à un tronçon de canalisation donné sont consultables directement sur SIG.

II.2.3. Passage des canalisations en terrain privé

Certaines canalisations du réseau d'eau potable de la commune du Tholonet sont situées sur des terrains privés. Un premier repérage des réseaux a permis de dresser la liste des parcelles concernées, donnée dans le tableau ci-dessous :

ZONE DE CHANTE PERDRIX / SAOU MARQUA :

Section	Parcelle	Canalisation	Section	Parcelle	Canalisation	Section	Parcelle	Canalisation
A	358	AEP	A	1064	AEP	A	1108	AEP
A	359	AEP	A	1071	AEP	A	1109	AEP
A	593	AEP	A	1072	AEP	A	1110	AEP
A	595	AEP	A	1073	AEP	A	1113	AEP
A	732	AEP	A	1077	AEP	A	1114	AEP
A	1040	AEP	A	1078	AEP	A	1115	AEP
A	1041	AEP	A	1079	AEP	A	1120	AEP
A	1042	AEP	A	1083	AEP	A	1125	AEP
A	1043	AEP	A	1084	AEP	A	1126	AEP
A	1044	AEP	A	1089	AEP	A	1127	AEP
A	1045	AEP	A	1090	AEP	A	1128	AEP
A	1049	AEP	A	1093	AEP	A	1342	AEP
A	1050	AEP	A	1095	AEP	A	1343	AEP
A	1055	AEP	A	1103	AEP	A	1557	AEP
A	1057	AEP	A	1104	AEP			
A	1058	AEP	A	1105	AEP			

ZONE DE CAPDEVILLE / PALETTE :

Section	Parcelle	Canalisation	Section	Parcelle	Canalisation	Section	Parcelle	Canalisation	Section	Parcelle	Canalisation
A	463	AEP/EU	A	903	EU	A	1199	AEP/EU	B	1438	AEP/EU
A	464	EU	A	904	AEP/EU	A	1210	AEP/EU	B	1439	AEP/EU
A	465	AEP/EU	B	928	AEP/EU	B	1251	AEP/EU	A	1478	AEP/EU
A	470	AEP/EU	A	1003	AEP/EU	B	1252	AEP/EU	B	1486	AEP/EU
A	482	AEP/EU	A	1004	AEP/EU	A	1351	AEP/EU	B	1491	AEP/EU
A	494	AEP/EU	A	1005	AEP/EU	A	1353	EU	B	1536	AEP/EU
B	547	AEP/EU	A	1006	AEP/EU	A	1354	EU	A	1578	EU
B	549	AEP/EU	A	1012	EU	A	1355	EU	A	1580	AEP/EU
B	550	AEP/EU	B	1076	AEP/EU	A	1357	EU	B	1602	AEP/EU
A	721	AEP/EU	B	1122	AEP/EU	B	1372	AEP/EU	A	1616	AEP/EU
B	805	AEP/EU	B	1123	AEP/EU	A	1393	AEP/EU	A	1619	AEP/EU
B	865	AEP/EU	A	1176	AEP/EU	A	1425	AEP/EU	A	1620	AEP/EU
B	866	AEP	A	1178	AEP/EU	B	1430	AEP/EU	A	1621	AEP/EU
B	868	AEP/EU	A	1180	AEP/EU	A	1431	EU	A	1690	AEP/EU
B	890	AEP/EU	A	1185	AEP/EU	A	1435	EU			
B	891	AEP/EU	A	1193	AEP/EU	A	1436	EU			

ZONE DES ARTAUDS / LA BRUNETTE :

Section	Parcelle	Canalisation	Section	Parcelle	Canalisation
A	108	AEP/EU	A	199	AEP
A	177	AEP/EU	A	814	AEP
A	179	EU	A	1253	AEP
A	182	AEP	A	1254	AEP
A	183	AEP/EU	A	1415	AEP
A	187	EU	A	1416	AEP/EU
A	198	AEP			

Un second repérage de terrain a permis de retrouver précisément le tracé des différentes canalisations (AEP et EU) chez les particuliers concernés. Des projets de convention de passage en terrain privé ont également été préparés et seront présentés aux riverains concernés.

Au total, 53 abonnés seraient concernés par des passages uniquement de canalisations d'eau potable sur leur terrain privé, et 13 abonnés par des passages de canalisations d'eau usée uniquement.

54 abonnés sont concernés par des passages de canalisations d'eau potable et d'eau usée.

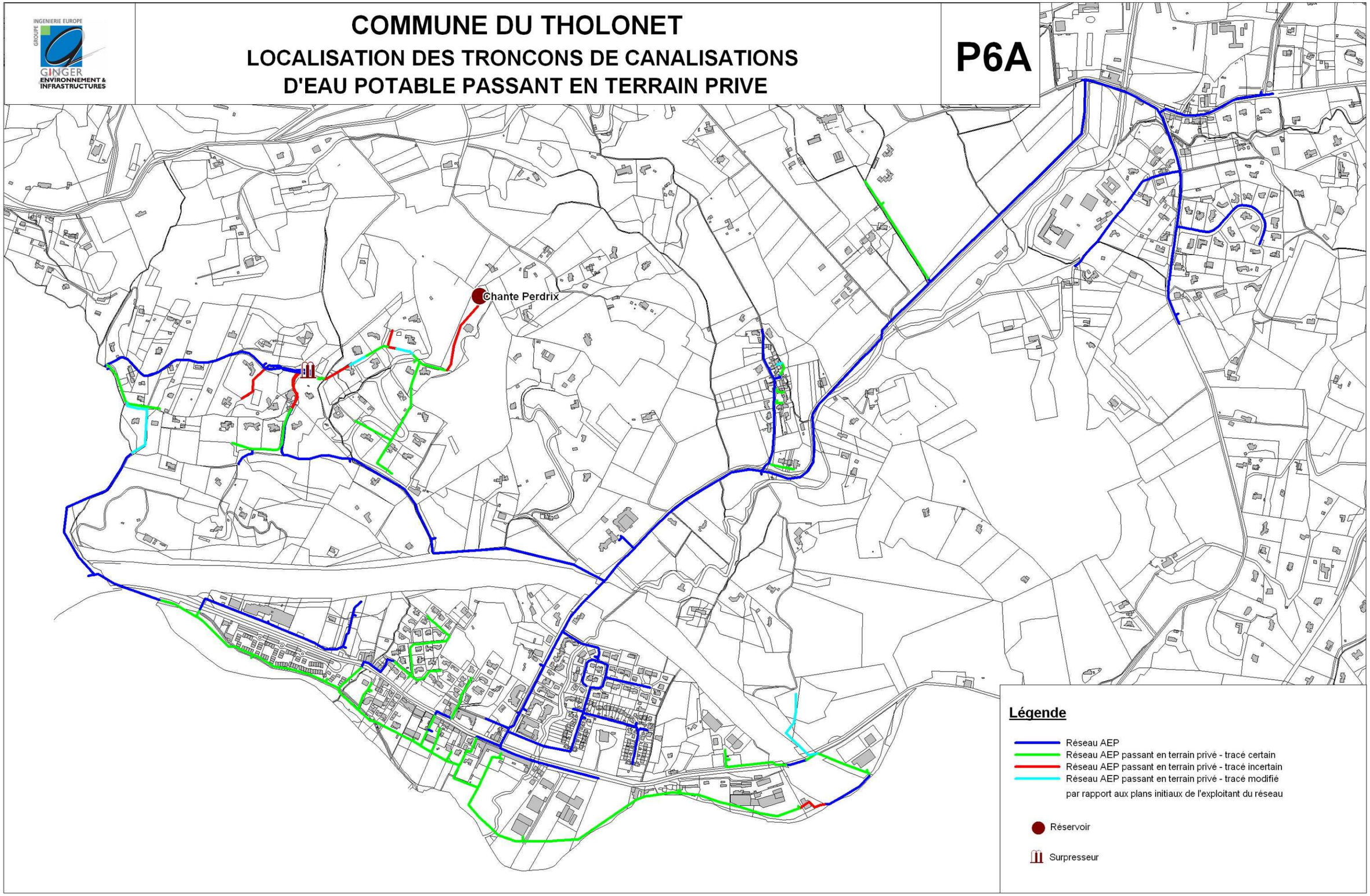
La localisation de ces différentes parcelles privées traversées par des canalisations d'eau potable et d'eau usée est donnée sur la planche ci-dessous.

Planche 6 : Plan des réseaux d'eau potable et d'eau usée

COMMUNE DU THOLONET

LOCALISATION DES TRONCONS DE CANALISATIONS D'EAU POTABLE PASSANT EN TERRAIN PRIVE

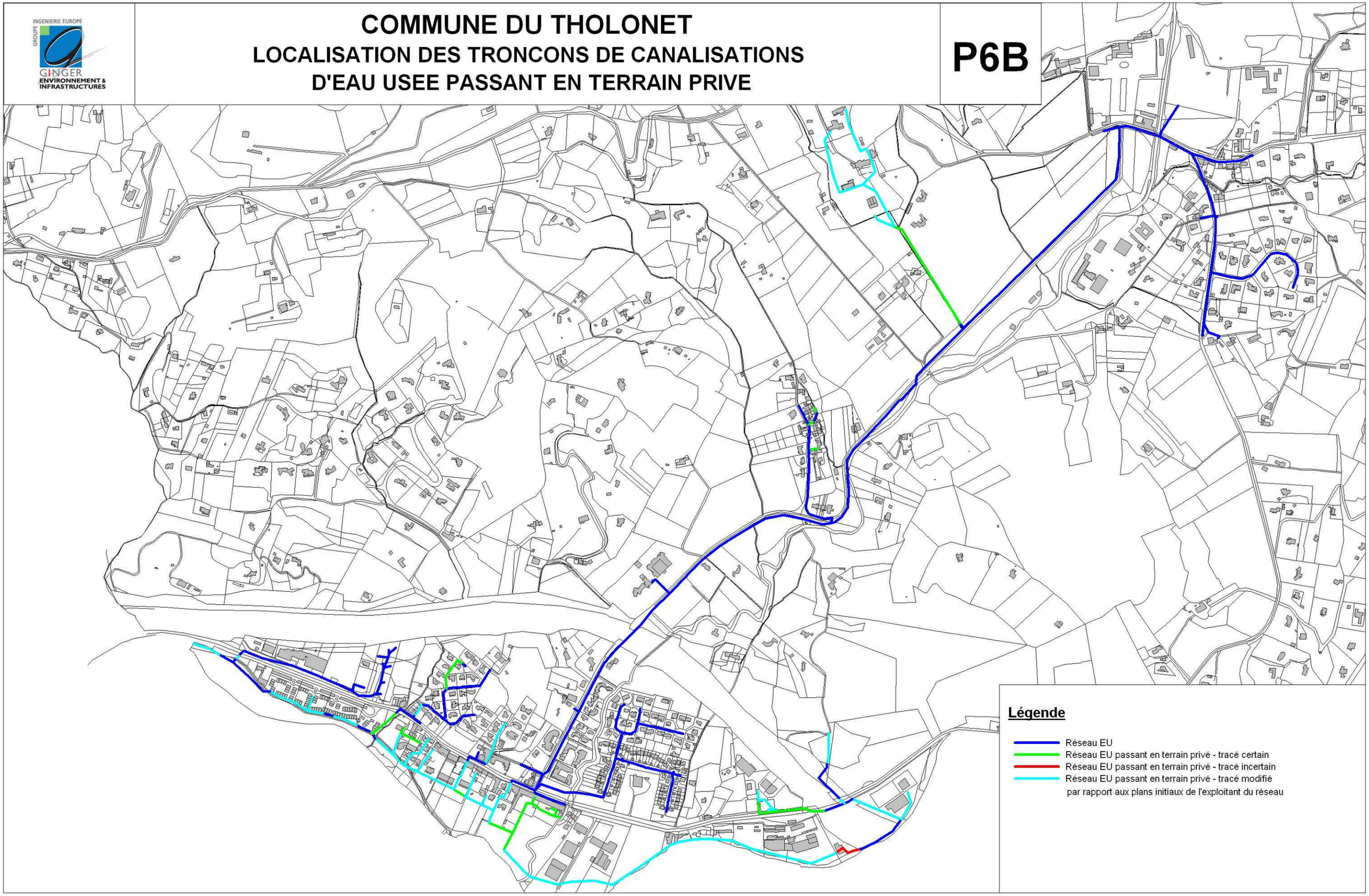
P6A



COMMUNE DU THOLONET

LOCALISATION DES TRONCONS DE CANALISATIONS D'EAU USEE PASSANT EN TERRAIN PRIVE

P6B



II.3. Dispositifs de comptage

II.3.1. Compteurs généraux

On rencontre généralement 5 types de compteurs :

- Compteurs de production : unité de production (source, forage, captage…) ou groupe d'unités,
- Compteurs d'adduction de réservoir : remplissage du réservoir,
- Compteurs de distribution de réservoir : sortie du réservoir pour la desserte des abonnés et/ou l'alimentation d'un autre réservoir,
- Compteurs de sectorisation : compteur de distribution intermédiaire disposé sur le réseau (permet de détailler la part d'un sous-bassin).
- Compteur d'achat et de vente d'eau : compteur positionné en limite communale totalisant les imports et exports d'eau avec une commune limitrophe.

La commune du Tholonet ne dispose que d'un seul compteur d'achat d'eau à la commune d'Aix en Provence.

Compteurs	Numéro Compteur	Volume mesuré	Modèle	Diamètre	Année
Achat d'eau	1	Achat d'eau à la commune d'Aix En Provence	ACTARIS	150	-

Ce compteur est télésurveillé. Les débits transités sont récupérés sur un terminal de l'exploitant du réseau.

II.3.2. Compteurs particuliers

Voir en planche 8 l'étude du parc de compteurs particuliers

Les compteurs particuliers correspondent à ceux disposés sur les branchements privés. Ils permettent le comptage des volumes utilisés en vue d'établir la facturation, et marquent la limite en aval de laquelle l'entretien et la maintenance des réseaux n'est plus de la responsabilité de l'exploitant.

En vieillissant, les compteurs d'eau ont tendance à fournir des mesures de consommation d'eau de plus en plus imprécises. Pour la quasi-totalité des compteurs

cette baisse de précision se traduit en une sous-estimation des volumes consommés de l'ordre de quelques centièmes.

Le rôle d'eau mis à disposition par l'exploitant du réseau permet de se rendre compte que le parc de compteurs particuliers est assez récent, avec 22 % des compteurs ayant moins de 2 ans, et 54 % moins de 4 ans.

A titre indicatif, le modèle de règlement de service (circulaire du 14/04/1988) prévoit le contrôle et le remplacement à 15 ans d'âge et un renouvellement systématique à 20 ans.

Tranche d'âge des compteurs	Nombre de compteurs par tranche	% du parc
Moins de 2 ans	100	21.9%
De 3 à 4 ans	146	31.9%
De 5 à 6 ans	210	46.0%
Plus de 6 ans	0	0.0%
Inconnu	1	0.2%
Total	**457**	**100%**

Afin d'éviter une dérive due aux sous-comptages, il convient de continuer à renouveler annuellement les compteurs les plus âgés.

II.4. Autres organes présents sur le réseau

Les principaux organes de régulation et d'intervention (vannes de secteur, vidange, poteaux incendie…) sont répertoriés sur les plans des réseaux.

Selon le rapport annuel de l'exploitant du réseau, il n'existe plus aucun **branchement en plomb** répertorié sur la commune du Tholonet.

C

LES BESOINS EN EAU

I. Les différentes données disponibles pour l'évaluation des besoins – définitions préliminaires

L'estimation des besoins en eau de la commune peut se faire de différentes manières selon les données à disposition et surtout la définition que l'on donne au mot « besoins ».

I.1. Analyse des volumes produits

I.1.1. Définition

On appellera « production utile », les volumes d'eau correspondant aux besoins totaux de la commune nécessaires pour satisfaire :

- La consommation des usagers comptabilisée (facturée) ou non (fontaine, toilettes publiques, lavoirs, volume de services, secours incendie…non équipés de compteurs),
- Les pertes : surverse des ouvrages, chasses d'eau du réseau encore en service…,
- Les fuites,
- Les vols d'eau (branchements pirates, existence de doublons, compteur inversé),

La production utile est définie à partir des volumes prélevés par la commune elle-même, en tenant compte des volumes importés (achetés) et exportés (vendus et utilisés à l'extérieur du territoire communal) :

Production utile = Production commune + import - export.

La production d'eau sur la commune du Tholonet provient d'un achat d'eau à la commune d'Aix-en-Provence.

I.1.2. Evolution de la production annuelle

Volume produit	2006	2007	2008	2009	2010
	133 376	141 343	141 258	165 522	159 953
Evolution	+ 6,0 %	- 0,06 %	+ 17,2 %	- 3,4 %	
	+ 19,9 %				

Même si le volume produit sur la commune a stagné entre 2007 et 2008, on observe une nette augmentation de celle-ci entre 2006 et 2009, avec une augmentation de plus de 24 %, puis une légère diminution entre 2009 et 2010.

I.1.3. Production annuelle 2009

L'unique ressource en eau exploitée actuellement est un achat d'eau à Aix-en-Provence. La production d'eau par la commune ainsi que les flux échangés pour **l'année 2009 (année de production d'eau la plus importante)** ont été les suivants :

Volume d'eau produit par la commune (1)	
néant	0 m3/an

Volume d'eau importé sur la commune (2)	
Achat d'eau à Aix-en-Provence	165 522 m3/an

Volume d'eau exporté par la commune (3)	
néant	0 m^3/an

Les volumes mobilisés en 2009 pour les besoins de la commune sont donc :

Production annuelle utile = Volume d'eau utilisé par la commune (4) = (1) + (2) - (3)	
Total	165 522 m3/an

A noter que la convention signée en 2005 entre les communes d'Aix en Provence et du Tholonet, engageait la commune d'Aix en Provence « à fournir à la commune du Tholonet l'eau potable dont le volume consommé actuellement est de 140 000 m^3

nécessaire à sa population de 2 267 habitants dans le respect de l'approvisionnement des usagers aixois,… ».

Le besoin en eau de 2009 sur la commune est supérieur à ces 140 000 m^3 mentionnés dans cette convention.

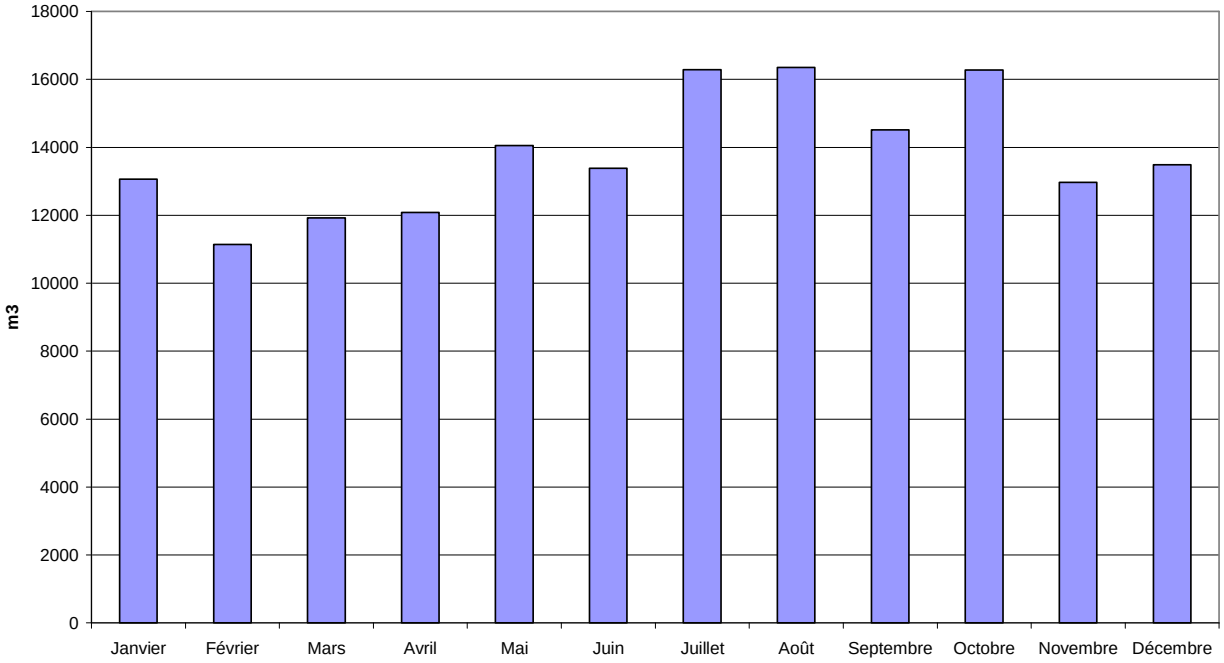
I.1.4. Evolution mensuelle de la production 2009

Ressource	janvier	février	mars	avril	mai	juin
Achat d'eau à Aix-en-Provence	13 063	11 140	11 925	12 080	14 055	13 383

Ressource	juillet	aout	septembre	octobre	novembre	décembre
Achat d'eau à Aix-en-Provence	16 286	16 348	14 512	16 272	12 966	13 492

Logiquement, il est observé une production maximale durant les mois d'été (juillet, août, septembre) et une production plus faible durant les mois de janvier, février et mars.

Evolution mensuelle de la production 2009



a) Production minimale

Les relevés d'index mensuels effectués par l'exploitant sur le compteur d'achat d'eau montrent que la production utile a été minimum au mois de mars pour l'année 2009, avec une moyenne journalière de 385 m^3/j.

La production minimum est donc 0,73 fois moins importante que la production moyenne annuelle (453 m^3/j).

Volume mesuré	Production sur la commune
Période de relève disponible	Mars 2009
Nombre de jours (n)	31 j
Volume total relevé (V)	11 925 m^3
Production journalière minimum estimé (V/n)	**385 m^3/j**

b) Production maximale

La production mensuelle maximum a été enregistrée en août pour l'année 2009 avec un volume de 16 348 m^3.

La production maximum est donc 1,37 fois plus importante que la production minimum et environ 1,16 fois plus importante que la moyenne annuelle. Il n'y a pas un fort coefficient de pointe de consommation sur la commune.

Volume mesuré	Production sur la commune
Période de relève	Août 2009
Nombre de jours (n)	31 j
Volume total relevé (V)	16 348 m^3
Production journalière de pointe observée (V/n)	**527 m^3/j**

La production journalière moyenne du mois de pointe, a fortiori inférieure à la production du jour de pointe, est de 527 m^3/j.

Remarque : le volume d'eau potable introduit lors du jour de pointe de 2010 a été relevé par l'exploitant du réseau à 508 m^3/j. Le volume de production de pointe relevé en 2009 est le plus important au vu de l'historique de l'exploitant de ces 4 dernières années.

I.2. Analyse des volumes distribués

La distribution représente les volumes introduits dans le réseau. Celle-ci est généralement comptabilisée au départ des réservoirs :

Distribution = volume facturé + volume consommé mais non comptabilisé

Pour la commune du Tholonet, étant donné que la production d'eau potable est assurée par un achat d'eau à la commune d'Aix-en-Provence, les volumes distribués sont assimilés aux volumes produits.

I.3. Analyse des volumes consommés

La consommation représente les besoins réels de la commune, sans prendre en compte les fuites et les pertes sur le réseau.

Ces données sont faciles à obtenir puisque les volumes enregistrés au niveau des compteurs particuliers sont systématiquement répertoriés pour facturer aux abonnés les volumes qu'ils ont réellement consommés.

En revanche, parmi toutes les méthodes évoquées ci-dessus, l'estimation sur la seule facturation conduit aux résultats les plus éloignés des quantités réelles qu'il faut mobiliser pour les besoins globaux de la commune.

Autre inconvénient, ces données sont généralement établies de manière annuelle uniquement.

Consommation = volume facturé

I.3.1. Evolution de la consommation facturée annuelle

Volume consommé facturée	2006	2007	2008	2009	2010
	109 327	116 790	129 588	135 335	139 970
Evolution	+ 6,8 %	+ 11,0 %	+ 4,4 %	+ 3,4 %	
	+ 28,0 %				

La consommation est en constante augmentation depuis 2006, avec un bond de 28% entre 2006 et 2010.

I.3.2. Consommation comptabilisée annuelle 2009

(Voir planche 7 ci-après l'analyse de la consommation)

La consommation comptabilisée facturée en 2009 a été de **135 335 m^3** pour les **457 abonnés** que comptait la commune, d'après le rôle d'eau fourni par l'exploitant.

Le rôle de l'eau 2009 mis à disposition par l'exploitant du réseau permet de se rendre compte de la répartition de la consommation :

- Les consommations pour l'usage domestique : environ 50 % de la consommation totale : 67 461 m^3,
- Les consommations des entreprises, sociétés, commerces présents sur la commune : 46 % de la consommation totale : 62 210 m^3.
- Les consommations municipales (écoles primaire et maternelle, services techniques, salle polyvalente,…) : environ 4 % de la consommation totale : 5 664 m^3,

En revanche, il est important de noter qu'il est enregistré dans le rôle de l'eau 2009, 3 abonnés dont la consommation est négative (652 m^3 au total), correspondant à une régularisation suite à une estimation trop forte de la consommation en 2008.

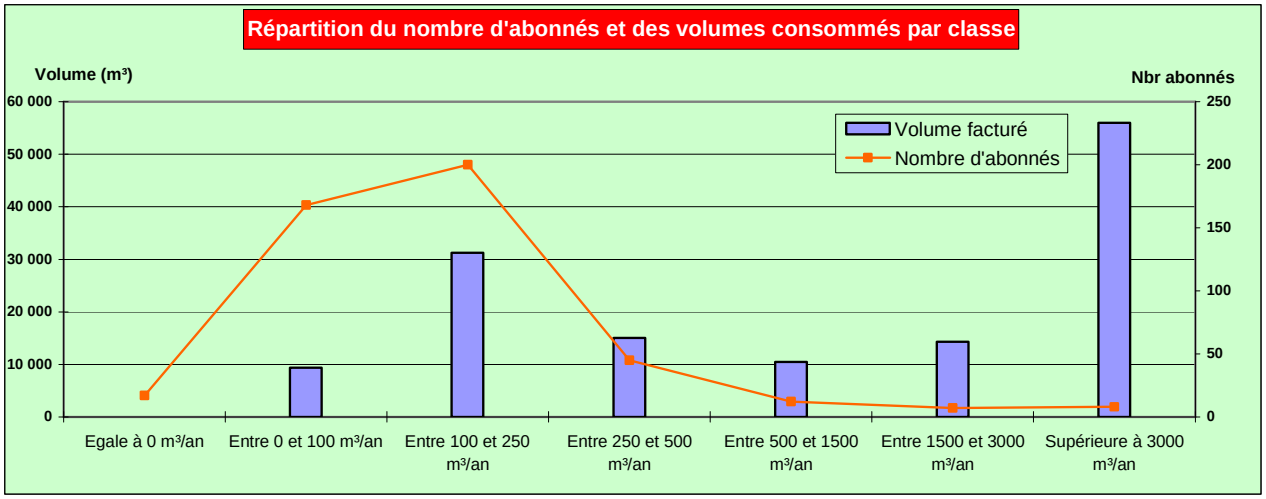
On peut estimer cette consommation négative de 2009 à partir de la consommation comptabilisée en 2010, soit environ **237 m^3**.

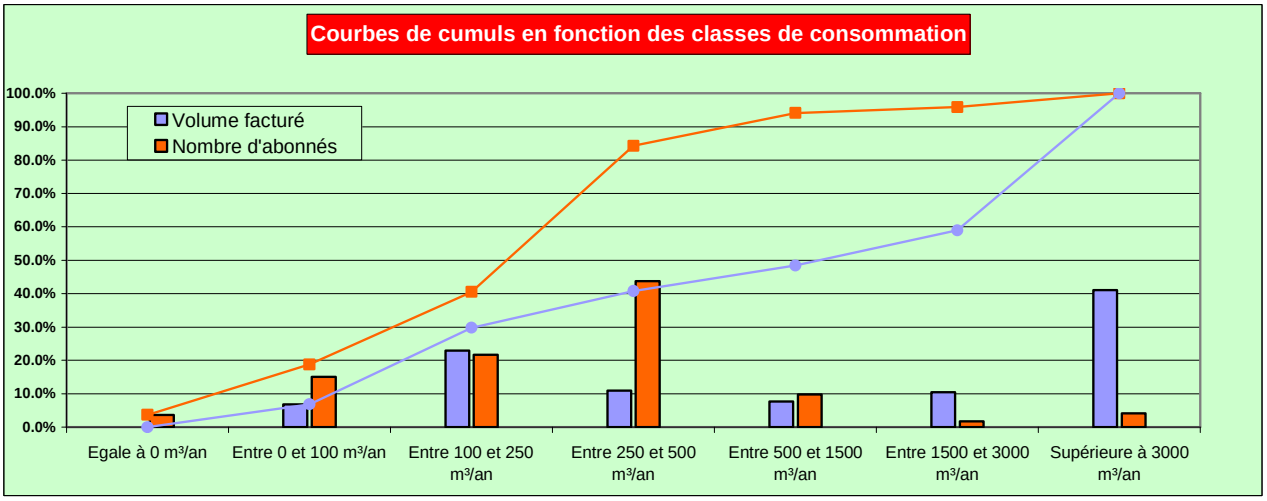
La consommation comptabilisée estimée que nous retiendrons pour l'année 2009 est de **136 224 m^3.**

Remarque : il n'est pas tenu compte ici du sous-comptage (ou défaut de comptage) éventuel occasionné par les compteurs particuliers les plus âgés.

Dossier HY13 B0018	Schéma directeur d'Alimentation en Eau Potable - LE THOLONET Analyse de la consommation 2009

Classe de consommation	Nombre d'abonnés par classe	% du total	Volume comptabilisé par classe (m³/an)	% du volume total
Egale à 0 m³/an	17	3.7%	0	0.0%
Entre 0 et 100 m³/an	168	15.1%	9 385	6.9%
Entre 100 et 250 m³/an	200	21.7%	31 184	22.9%
Entre 250 et 500 m³/an	45	43.8%	14 999	11.0%
Entre 500 et 1500 m³/an	12	9.8%	10 447	7.7%
Entre 1500 et 3000 m³/an	7	1.8%	14 298	10.5%
Supérieure à 3000 m³/an	8	4.2%	55 911	41.0%
Total	457	100%	136 224	100%





Inventaire des gros consommateurs (> 5000 m³/an)

Numéro abonné	Activité	Localisation	Consommation (m³/an)
6 716 942	SFHE	40 PALETTE	12431
6 716 944	SFHE	40 PALETTE	11204
6 717 329	LES JARDINS DE PROVENCE	46 PAUL JULIEN	7952
6 717 328	SEGOND PHILIPPE	46 PAUL JULIEN	6888
6 716 945	SFHE	40 PALETTE	6363

I.3.3. Volumes consommés non comptabilisés

a) Absence de comptage

Ce sont les établissements ou points d'eau qui ne sont pas équipés de compteurs. On retrouve généralement sur un réseau d'eau potable des fontaines connectées sur le réseau, des toilettes publiques, des dispositifs d'arrosage communal, des bornes de lavage, les poteaux incendie, les vols d'eau…

Usages municipaux

Le repérage des réseaux a montré qu'il existe **une fontaine non comptabilisé coulant en continu et connectée au réseau d'eau potable,** sur la commune du Tholonet. Il s'agit de la fontaine située à l'intersection de la D17 et de l'avenue Louis Destrem.

Le jaugeage de cette fontaine a donné un débit de 0,15 m^3/h, soit environ **1 315 m^3/an**.

Par contre, les fontaines présentes au niveau du poteau incendie n°9 (secteur Les Artauds) et au niveau du poteau incendie n°4 (inter section chemin Doudon / D17), possèdent des boutons poussoir.

Les chasses d'égouts, quant à elles, ne sont plus utilisées à ce jour.

Besoins de services

Ce volume d'eau non comptabilisé est un poste souvent difficile à évaluer. On considère ici :

- **le lavage du réservoir** mobilise des volumes d'eau qui ne sont pas comptabilisés. En considérant qu'il est nécessaire d'utiliser une quantité d'eau égale au volume de l'ouvrage et que l'exploitant du réseau réalise son nettoyage annuellement, on estime à **100 m^3** le volume annuel ainsi non comptabilisé,

- de la même manière les essais périodiques des poteaux et bouches d'incendie peuvent représenter environ **240 m^3/an** en considérant une utilisation de 5 m^3 par unité (48 poteaux sur le réseau)

Volumes détournés

C'est sans doute le poste le plus difficile à estimer. Il s'agit des volumes prélevés à l'insu de la commune sur les bouches de lavage, poteaux incendie etc.

La mise en place de compteurs et éventuellement de dispositifs de régulation complémentaires sur ces points susceptibles d'être utilisés à l'insu de la commune dans les années à venir est nécessaire, et participe à l'amélioration de la gestion de la ressource.

b) Défaut de comptage

Voir ci-après l'étude du parc de compteur particulier et l'estimation du volume de sous comptage

Il est à noter qu'en vieillissant les compteurs d'eau ont tendance à fournir des mesures de consommation d'eau de plus en plus imprécises. Une étude réalisée par une grande société de distribution d'eau, portant sur l'analyse de plus de 15 000 étalonnages de compteurs a mis en évidence des taux de sous-comptage en fonction de la classe d'âge à laquelle appartiennent les compteurs.

Le rôle de l'eau de 2009 fourni par l'exploitant du réseau, a permis de se rendre compte que le parc de compteurs particuliers était assez récent sur la commune du Tholonet.

Tranche d'âge des compteurs	Nombre de compteurs par tranche	Volume comptabilisé par tranche (m³/an)	Imprécision (% du volume)	Volume de sous comptage (m³/an)
moins de 5 ans	**313**	**115 560**	**-2.5%**	**2 889**
De 6 à 10 ans	**143**	**20 664**	**-5.4%**	**1 116**
De 11 à 15 ans	**0**	**0**	**-5.9%**	**0**
Total	**456**	**136 224**	**-2.9%**	**4 005**

*On estime ainsi à près de **4 005 m³/an** le volume de sous-comptage engendré par les compteurs des particuliers ayant une année de pose connue.*

Au total, on peut ainsi raisonnablement estimer à **5 660 m³ le volume d'eau utilisé et non comptabilisé** pour l'année 2009 (hors vols éventuels et casses de canalisation).

Dossier HY13 B0018	Schéma directeur d'Alimentation en Eau Potable - LE THOLONET Analyse du parc de compteurs avec volumes consommés de 2009

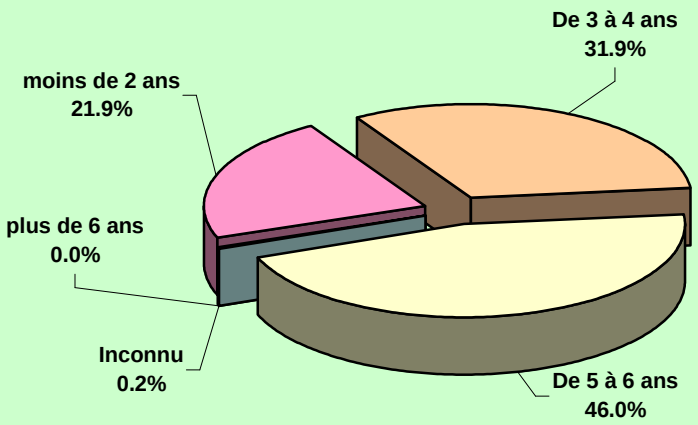
Répartition du parc de compteur par âge

Tranche d'âge des compteurs	Nombre de compteurs par tranche	% du parc	Volume comptabilisé par tranche (m³/an)	% du volume total
moins de 2 ans	100	21.9%	45 188	33%
De 3 à 4 ans	146	31.9%	44 194	32%
De 5 à 6 ans	210	46.0%	46 842	34%
plus de 6 ans	0	0.0%	0	0%
Inconnu	1	0.2%	0	0%
Total	457	100%	136 224	100%

Age moyen du parc de compteur (ans)

4.0

Répartition du parc de compteur par tranche d'âge



Détermination du volume de défaut de comptage

Tranche d'âge des compteurs	Nombre de compteurs par tranche	Volume comptabilisé par tranche (m³/an)	Imprécision (% du volume)	Volume de sous comptage (m³/an)
moins de 5 ans	313	115 560	-2.5%	2 889
De 6 à 10 ans	356	20 664	-5.4%	1 116
De 11 à 15 ans	0	0	-5.9%	0
Total	669	136 224	-2.9%	4 005

I.3.4. Consommation totale sur la commune

Les volumes consommés et utilisés sur la commune en 2009 sont de **141 884 m^3/an** au total (comptabilisés + non comptabilisés).

I.4. Ratio de consommation domestique annuel moyen 2009

La consommation annuelle domestique est établie sur les données de facturation issues du rôle d'eau de 2009, fourni par l'exploitant du réseau, diminuées des consommations communales (5 664 m^3) et des sociétés, entreprises et autres commerces (62 210 m^3) présents sur la commune.

Afin de calculer la consommation moyenne journalière par habitant, il peut être estimé une population moyenne sur l'année, en se basant sur la présence de la population sédentaire sur 9 mois (1 056 personnes) et de la population estivale maximale sur 3 mois (1 221 personnes).

Période	Année 2009
Consommation domestique totale	67 461 m3
Nombre de jours durant la période	365 j (environ)
Consommation moyenne journalière sur la période	184,8 m^3/j
Nombre d'abonnés	440 ab.
Nombre d'habitants moyen (N)	1 097 pers.
Consommation moyenne journalière/abonné	420 l/j/ab
Consommation moyenne journalière/habitant	168 l/j/pers.

La consommation moyenne par jour et par résident est estimée à **168 l/j/personne**, sur la base des données annuelles.

Ce ratio de consommation reste au-dessus du ratio de consommation national moyen de 150 l/j/personne.

I.5. Ratio de consommation domestique été/hiver

En considérant que la consommation évolue de la même manière que la production, nous pouvons estimer les consommations de pointe et de période creuse à partir de la consommation moyenne de **185 m^3/j.**

Les coefficients de période creuse (**0,73**) et de pointe (**1,16**) calculés sur la production, sont donc affectés à la consommation domestique moyenne journalière de **185 m^3/j**.

	Ratio de consommation – période creuse	**Ratio de consommation – période estivale**
Période	**Mars 2009**	**Août 2009**
Production relevée	385 m^3/j	527 m^3/j
Consommation domestique estimée sur la période	**135 m^3/j**	**215 m^3/j**
Nombre de personnes présentes sur la commune	1 056	1 221
Volume moyen journalier/résident	**128 l/j/hab.**	**176 l/j/hab.**

Outre l'affluence touristique qui occasionne des consommations globales plus importantes, on observe une augmentation des ratios en période estivale qui correspond aux besoins humains (fréquence des rafraîchissements, douches …).

Cependant, comme pour le ratio de consommation annuel calculé précédemment, les ratios de consommation pour les périodes de faible et forte consommations sont très élevés.

II. Les indicateurs de fonctionnement

II.1. Définitions

Les services d'eau utilisent communément les indicateurs suivants :

- Ratio de facturation : rapport du volume facturé et du volume mis en distribution ;
- Rendement primaire : rapport du volume comptabilisé et du volume mis en distribution ;
- Rendement hydraulique : rapport entre volume utilisé (qui inclus volume comptabilisé et non comptabilisé, volume de service, volume de sous-comptage) et volume mis en distribution ;
- Indice Linéaire de Pertes (ILP en m^3/j/km) : rapport volume journalier de pertes et linéaire de réseau ;
- Indice Linéaire des Volumes Non Comptabilisés (ILVNC en m^3/j/km) : rapport entre le volume non comptabilisé (y compris pertes) et le linéaire de réseaux.

Ces indicateurs présentent des inconvénients certains dans leur interprétation :

- Les **rendements des réseaux** restent les plus simples à comprendre, notamment lors des présentations. Ils ne permettent toutefois pas de comparer les réseaux de différentes tailles entre eux (à volume de pertes identique, le réseau qui présente le plus de consommation aura un meilleur rendement). Cet indicateur aura donc tendance à :
  - diminuer si la consommation baisse et donc si des efforts sont consentis en faveur des économies d'eau,
  - à augmenter avec la consommation (notamment en période de pointe) à volume de fuites constant.

  Le tableau suivant présente la classification nationale des catégories de réseau en fonction des rendements attendus :

Type de réseau	Rural	Semi -urbain	Urbain
Objectif Rendement primaire	70 %	75 %	80 %

Cependant, le décret n°2012-97 du 27 janvier 2012, fixe un objectif de rendement de 85% ou à défaut, de 65% + 1/5 ILC.

– Les **indices de pertes linéaires** permettent de prendre en compte l'effet de densité de population. La classification des réseaux se fait par tranche en fonction de l'Indice Linéaire de Consommation ; en l'absence de linéarité, il présente donc des effets de seuil.

$$\text{I.L.C.} = \frac{\text{Volumes consommés (facturés uniquement)}}{\text{Longueur des conduites de transport et de distribution}}\ \text{m}^3/\text{j}/\text{km}$$

$$\text{I.L.P.} = \frac{\text{Volume de Perte}}{\text{Longueur des conduites de transport et de distribution}}\ \text{m}^3/\text{j}/\text{km}$$

Le tableau suivant présente la classification nationale des catégories de réseau en fonction des ILP et des ILC :

Catégorie de réseau	**Rural** ILC < 10 m^3/j/km	**Semi-urbain** 10 < ILC < 30 m^3/j/km	**Urbain** ILC > 30 m^3/j/km
Bon	ILP < 1,5	ILP < 3	ILP < 7
Acceptable	1,5 < ILP < 2,5	3 < ILP <5	7 < ILP < 10
Médiocre	2,5 < ILP < 4	5 < ILP < 8	10 < ILP < 16
Mauvais	ILP > 4	ILP > 8	ILP > 16

– Les **indicateurs « rendement hydraulique » et « ILP »** prennent en compte les pertes commerciales (sous-comptage, volumes de service…) qui restent très complexes à estimer. Leurs résultats peuvent alors être largement biaisés par des volumes non comptabilisés trop élevés, ce qui sous-estimerait ainsi les pertes réelles du service. Il est en effet souvent observé des estimations de pertes commerciales à hauteur de 5 %, voire plus, des volumes mis en distribution.

II.2. Rendements de réseaux

II.2.1. Rendement primaire

Exprimé en pourcentage, le rendement primaire ou rendement brut permet de comparer les volumes facturés aux abonnés et les volumes mobilisés et constitue en ce sens un indicateur de la **rentabilité du réseau**.

$$R_{primaire} = 100 \times \frac{Volumes\ facturés}{Volume\ de\ production\ utile}$$

$$R_{primaire\ /\ 2009} = 100 \times \frac{136224}{165522} = 82{,}3\ \%$$

II.2.2. Rendement net

Le rendement net tient compte des consommations qui sont facturées mais également des volumes utilisés et non facturés. En les comparant aux volumes de production utile il permet d'apprécier l'état du réseau, la différence étant imputée aux pertes et fuites existantes.

$$R_{net} = 100 \times \frac{Volumes\ \ facturés + Volumes\ non\ comptabilités\ estimés}{Volume\ de\ production\ utile}$$

$$R_{net/2009} = 100 \times \frac{(136224 + 5660)}{165522} = 85{,}7\%$$

Le rendement est supérieur d'environ 3,5 points au rendement primaire.

II.3. Indices linéaires

Les indices linéaires permettent de caractériser l'état ou le fonctionnement d'un réseau. Ce sont en outre des indicateurs intéressants car ils permettent de comparer les réseaux de collectivités dont l'étendue et le degré d'urbanisation sont très distincts en les rapportant à des valeurs de référence.

II.3.1. Indice Linéaire de Consommation (I.L.C.)

$$\text{I.L.C.} = \frac{\text{Volumes consommés}}{\text{Longueur des conduites de transport et de distribution}}\ m^3/j/km$$

$$I.L.C._{2009} = \frac{136224/365}{14{,}5} = 25{,}7\ m^3/\ j/km$$

Cet indice nous renseigne sur le type du réseau d'eau potable : une valeur comprise entre 10 m^3/j/km et 30 m^3/j/km nous indique **un réseau de type semi-urbain, voire limite urbain.**

II.3.2. Indice linéaire de perte [I.L.P.]

La détermination de l'indice linéaire de perte est ici estimée à partir d'une perte **moyenne horaire calculée sur une estimation annuelle.** Il sera donc redéfini de manière précise à l'issue des campagnes de mesures. Il est ici donné à titre d'information :

$$I.L.P. = \frac{Volume\ de\ Perte}{Longueur\ des\ conduites\ de\ transport\ et\ de\ distribution}\ m^3/h/km$$

$$I.L.P. = \frac{Volume\ \mathrm{Pr}oduit - (Volume\ \ facturé + non\ comptabilisé)}{Longueur\ des\ conduites\ de\ transport\ et\ de\ distribution}\ m^3/h/km$$

$$I.L.P._{2009} = \frac{(165522_(136224+5660)/365}{14{,}5} = 4{,}5\ m^3/j/km$$

Les indices linéaires de perte calculés en première approche, reflètent, pour ces réseaux à caractère semi-urbain, une étanchéité globale du réseau acceptable.

Un rendement primaire (2009) de 82,3 % traduit un fonctionnement de réseau très satisfaisant (valeur guide de l'Agence de l'Eau : 70 %).

Les campagnes de mesures de débits nocturnes du réseau permettront de valider ces conclusions.

D

DEFENSE INCENDIE

Des mesures de pressions sont effectuées par le SDIS ou une société privée chaque année sur l'ensemble des poteaux incendie (PI) de la commune, afin d'identifier les éventuelles zones à problèmes.

Un débitmètre muni d'un manomètre a été positionné sur les poteaux incendie présents sur le réseau afin de :

- ✓ s'assurer que les pressions rencontrées sur le réseau satisfassent au **confort des usagers** et qu'elles ne soient pas favorables au dysfonctionnement des appareils domestiques et à l'usure prématurée des réseaux,
- ✓ étudier les possibilités des installations face au risque incendie, c'est-à-dire **vérifier le respect de la réglementation** et des prescriptions techniques en matière de défense incendie.

I. Réglementation

De façon générale, en application de l'article 33 du décret n°89-3 du 3/01/1989, une pression minimale de 0,3 bars doit être garantie en tout point de distribution d'eau potable pour les installations de distribution mises en service depuis avril 1995.

Concernant les obligations en matière de défense incendie, le texte réglementaire en vigueur est relativement ancien. Il s'agit de la **circulaire interministérielle n° 465 du 10 décembre 1951.**

Ce texte compile quelques directives d'ensemble sur les débits à prévoir pour l'alimentation du matériel d'incendie et sur les mesures à prendre pour constituer des réserves d'eau suffisantes.

Les deux principes de base de cette circulaire sont :

- ✓ le débit nominal d'un engin de lutte contre l'incendie est de 60 m^3/h,
- ✓ la durée approximative d'extinction d'un sinistre moyen peut être évaluée à deux heures.

Il en résulte que les services incendie doivent pouvoir disposer sur place et en tout temps de 120 m^3.

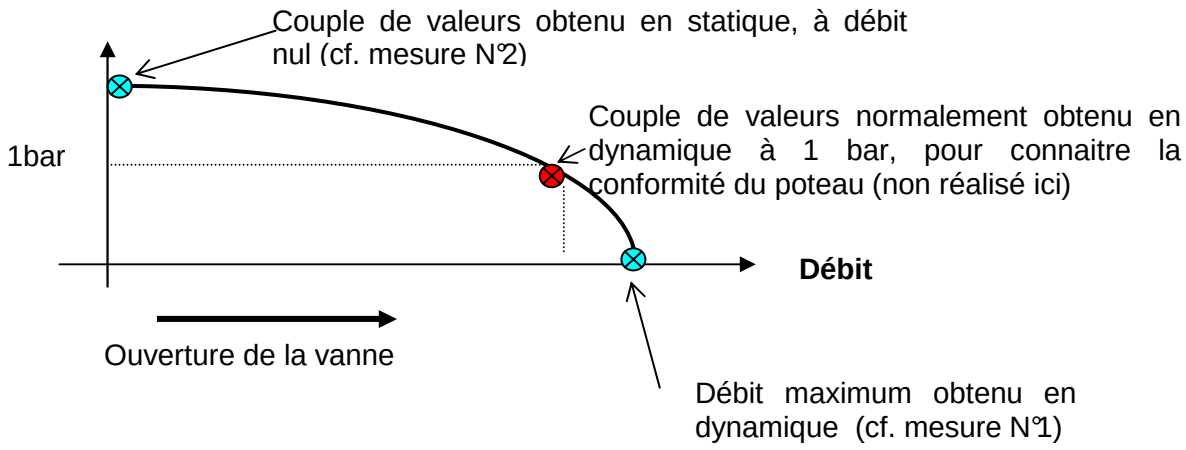
Ces besoins en eau pour la lutte contre l'incendie peuvent être satisfaits indifféremment à partir du réseau de distribution ou par de points d'eau naturels ou artificiels.

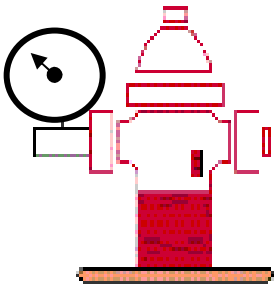
Toutefois, l'utilisation du réseau d'eau potable par l'intermédiaire de prises d'incendie (poteaux ou bouches) doit satisfaire aux conditions suivantes :

- ✓ réserve d'eau disponible : 120 m^3,
- ✓ débit disponible : 60 m^3/h (17 l/s) à une pression de 1 bar.

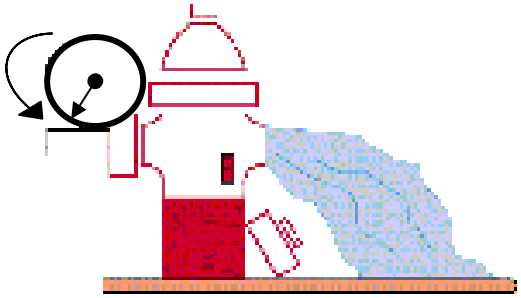
Notons que les points naturels ou artificiels ne peuvent satisfaire aux besoins des services incendie que si leur capacité minimum est de 120 m^3 et leur accessibilité garantie en tous temps : l'eau ne doit pas geler, croupir, etc.…

II. Principe des mesures





Mesure de pression statique : la vanne d'arrêt du poteau incendie est ouverte, les capuchons de raccord pompier sont laissés en place (prise obturée). On mesure alors la pression maximale que l'on peut obtenir au poteau (ou légèrement inférieure si la mesure est effectuée aux heures de forte consommation domestique).



Mesure de pression dynamique : la vanne d'arrêt du poteau incendie est ouverte, le capuchon de raccord pompier est retiré permettant à l'eau de s'écouler. On mesure alors le débit maximum que peut fournir le poteau, et la pression résiduelle correspondante à ce débit. On peut également obturer partiellement la prise à l'aide d'une vanne, afin de mesurer le débit obtenu pour une pression de 1 bar (contrôle de la réglementation incendie).

III. Résultats des mesures réalisées par le SDIS

Les essais ont été effectués par le SDIS en 2010 sur l'ensemble des 46 hydrants de la commune (45 poteaux incendie et 1 bouche incendie). Deux poteaux incendie ont été supprimés.

A noter qu'aucune mesure du débit à la pression de 1 bar n'a été réalisée. La localisation des poteaux incendie situés sur le réseau communal est donnée sur les plans de réseaux en planche 3. Les résultats des mesures sont les suivants :

N°	ADRESSE	TYPE	DIAMETRE HYDRANT	DEBIT max (m3/h)	PRESSION STATIQUE	RESEAU	ANOMALIES
1	Parking Ferrageon, près du pont	PI	100	60	10	SCP	
2	Carrefour CD17/CD64c	PI	100	60	4	Communal	
3	Entrée des bâtiments SCP	PI	100	60	10	SCP	
4	Carrefour CD17 chemin Doudon Moulin	PI	100	40	3	Communal	Débit insuffisant
5	Villa Lou Rostidou	PI	100	60	3	Communal	
6	Route de Langesse, Chemin du Grand Cabries	PI	100	60	6	SCP	
7	Parking Siphon près du surpresseur	PI	100	60	7	SCP	
8	Route de Cézane, chemin de la Havane	PI	100	60	6	SCP	
9	Haut des Artaud, derrière la Fontaine	PI	100	20	2	Communal	Débit insuffisant, à numéroter
10	Bas des Artaud, Près de l'abris bus	PI	100	120	5	Communal	
11	Route de Langesse, Derrière bosquet	PI	70	20	1	Privé	Débit insuffisant, A débroussailler, inaccessible
12	Eperon St Jacques Haut	PI	100			Privé	Vétuste, pas d'essais
13	Eperon St Jacques Bas	PI	100			Communal	
14	CD 64c, Groupes scolaires Jean Vincent	PI	100	90	6	Communal	
15	Ancienne Carrière	PI	100	90	6	Communal	Ouverture DFCI cassée
16	RN7, lotissement commercial Degrif Stock	PI	100	120	6	Communal	
17	Lotissement Chante Perdrix Haut	PI	100	90	4	Privé	
18	Lotissement Chante Perdrix Entrée	PI	100	70	5	Privé	
19	Lotissement Chante Perdrix desserte droite	PI	100	SUPPRIME			
20	Lotissement Chante Perdrix desserte gauche	PI	100	90	6	Privé	
21	Lotissement Chante Perdrix desserte ouest	PI	100	140	8	SCP, Privé	
22	RN7, portail Eden irrigation	PI	100	SUPPRIME			
23	RN7, Lotissement commercial LIDL	PI	100	80	5	Communal	
24	Lotissement le Cabri Est du lotissement	PI	100	80	4	Privé	

N°	ADRESSE	TYPE	DIAMETRE HYDRANT	DEBIT max (m3/h)	PRESSION STATIQUE	RESEAU	ANOMALIES
25	Lotissement le Cabri rond point à l'entrée	PI	100	80	4	Privé	
26	Lotissement la Martelière	PI	100	100	5	Privé	
27	CD64c Avenue Paul Roubaud	PI	100	90	6	Communal	
28	Lotissement Capdeville	PI	100	70	7	Privé	
29	Point P, près de l'Arc	PI	100	120	7	Privé	Chaine à l'entrée, impossible d'entrer
30	Lotissement Pont des Chandelles Est	PI	100	130	8	Privé	
31	Lotissement Pont des Chandelles Ouest	PI	100	160	8	Privé	
32	Vallon des Gardes Bas, Chemin de Saou-Marqua	PI	100	70	5	Communal	Manque capot
33	Route de Cezanne, Vallon des Gardes	PI	100	60	10	SCP	
34	Lotissement la Cremade Nord	PI	100	60	3	Privé	
35	RN7, Lotissement commercial Escapade	PI	100	120	8	Privé	
36	Chemin des Fourches	PI	70	20	4	Privé	Débit insuffisant, à déplacer
37	Citée d'exploitation SCP	PI	100	60	4	Communal	
38	Allée Louis Philibert	PI	100	60	5	SCP	
39	Avenue Paul Julien	PI	100	120	7	Privé	
40	Rue Monté Cristo	BI	100	120	7	Communal	
41	CD64c citée d'exploitation de la carraire	PI	100	80	6	Communal	
42	Château du Tholonet, en rentrant à droite	PI	100	60	10	SCP	
43	Château du Tholonet, chemin de la Paroisse	PI	100	60	10	SCP	
44	RN7, Avenue Paul Julien, Hotel Manathan	PI	100	70	8	Communal	
45	RN7, Avenue Paul Julien, Hotel Manathan	PI	100	70	8	Communal	
46	Chemin Saou-Marqua, au fond de la place	PI	100	30	2	Communal	Débit insuffisant
47	Château du Tholonet, derrière	PI	100	40	10	Communal	Débit insuffisant
48	Chemin de St Jacques, route de Cezanne	PI	100	60	5	Communal	

Les poteaux ont été affectés d'une couleur en fonction de leur résultat vis-à-vis des exigences liées à la réglementation incendie :

- Poteau incendie dont débit maximum est supérieur à 60 m^3/h
- Poteau incendie utilisable mais non normalisé (débit maximum compris entre 30 et 60 m^3/h)
- Poteau incendie inutilisable (débit maximum inférieur 30 m^3/h)

Sur les 46 hydrants testés, 3 ont fait l'objet d'observations diverses et nécessitent une réparation, un suivi ou un entretien particulier. Il s'agit des hydrants n°15 (ancienne carrière), 29 (Point P près de l'Arc) et 32 (Vallon des Garde-Bas, chemin de Saou-Marqua).

III.1. Confort des usagers

Le confort des utilisateurs repose sur les observations suivantes :

- ✓ En dessous de 0,5 bar, certains appareils tel que les chauffe-eau ne s'enclenchent pas,
- ✓ A l'inverse, les fortes pressions sont génératrices de fuites, augmentant le volume des pertes et détériorant les installations présentes sur le réseau,
- ✓ Les pressions de confort pour l'utilisation domestique se situent entre 2 et 6 bars.

Les valeurs de pressions statiques (mesure à débit nul), représentatives du confort des usagers, oscillent entre **1 et 10 bars** sur l'ensemble des 46 poteaux incendie testés, pour une **pression moyenne** assez forte de **6 bars**.

III.2. Règlementation incendie

Au sens de la **circulaire interministérielle n°465** :

- 39 des 46 hydrants examinés sont conformes à la réglementation (cases vertes) ;
- 3 hydrants ne sont pas conformes au sens strict mais restent utilisables (cases orange) ;
- 4 hydrants <u>ne sont pas conformes et sont difficilement utilisables</u> par les secours incendie (case rouge). Il s'agit du :

- poteau incendie n°9 situé Haut des Artaud, derrière la fontaine ;
- poteau incendie n°11 situé Route de Langesse sur un domaine privé ;
- poteau incendie n°12 situé sur St Jacques Haut sur un domaine privé ;
- poteau incendie n°36 situé chemin des Fourches, sur un domaine privé à coté de la piscine ;

III.3. Interprétation des mesures non conformes

Remarque : Les numéros des hydrants se rapportent aux numéros du SDIS.

Les essais réalisés sur les hydrants permettent de connaître le débit maximum disponible et la pression statique mais ne sont pas représentatifs du volume mobilisable sur les deux heures réglementaires.

Environ 85 % des hydrants mesurés sont **disponibles pour les services incendie**. Seuls 4 poteaux incendie testés ne sont pas disponibles et délivrent un débit maximum inférieur à 30 m^3/h.

Poteau incendie n°9 : ce poteau incendie est alimenté par une conduite en DN60. Tout poteau non alimenté par une conduite de diamètre inférieur ou égal à 100 mm ne peut être conforme à la réglementation incendie.

Poteaux incendie n°11 et n°36 : Ces poteaux en DN70 sont indisponibles et ne sont conformes à la réglementation (DN<100mm). Ils sont de plus situés sur un domaine privé. Il appartient donc à ces privés d'entretenir ces appareils.

Poteau incendie n°12 : Comme pour les hydrants précédents, ce poteau est situé sur un terrain privé. Il appartient donc à ce privé d'entretenir l'appareil.

Poteaux incendie n°15, 29 et 32 : Ces poteaux se sont avérés conformes pour les services incendie mais nécessitent une réparation, un suivi ou un entretien particulier. Le carré de manœuvre du poteau n°15 est cassé, l'accessibilité du poteau n°29 est impossible (chaine et cadenas), le capot du poteau n°32 est manquant.

La circulaire du Ministère de l'Agriculture du 9 août 1967 (ER/4037) souligne les difficultés du respect des exigences définies :

> Suite à certains excès concernant la mise en place de la défense incendie dans les communes rurales (développement systématique de réseaux surdimensionnés et coûteux), le Ministère a jugé nécessaire de préciser la philosophie qu'il convenait d'appliquer sur ce sujet.
>
> Ainsi, concernant l'utilisation des réseaux d'alimentation en eau potable, la circulaire indique en particulier que " *les réseaux d'alimentation en eau potable doivent être conçus pour leur objet propre : l'alimentation en eau potable. La défense contre l'incendie n'est qu'un objectif complémentaire qui ne doit ni nuire au fonctionnement du réseau en régime normal, ni conduire à des dépenses hors de proportion avec le but à atteindre*. "

Compte tenu de cette remarque, une attention devra être portée sur les insuffisances les plus marquées, et en particulier le poteau incendie n°9 alimenté par une canalisation en diamètre inférieur à 100 mm. Concernant les poteaux incendie non réglementaires et situés en terrain privé, la commune peut mettre en demeure les propriétaires d'effectuer les réparations qui s'imposent sur ces hydrants.

E

CAMPAGNE DE MESURES

Remarque : une première campagne de mesures avait été réalisée entre le 20 septembre et le 26 septembre 2011. Cependant, les débits transités au niveau du compteur d'achat d'eau à la commune d'Aix-en-Provence n'ont pu être enregistrés qu'au pas de temps journalier par l'exploitant du réseau. Ces données se sont avérées inexploitables pour la réalisation du modèle informatique.

Une seconde campagne de mesures a donc été lancée entre le 23 et le 27 janvier 2012.

I. Objectif de la campagne de mesures

L'objectif général des mesures est de disposer de données de débits et de pression suffisamment fiables et précises, afin de pouvoir :

- déterminer les pressions dynamiques sur le réseau et localiser les zones de faibles ou fortes pressions,
- s'assurer que les pressions rencontrées sur le réseau satisfont au confort des usagers et qu'elles ne sont pas favorables au dysfonctionnement des appareils domestiques et à l'usure prématurée des réseaux,
- déterminer les débits journaliers qui transitent sur la commune, et ainsi vérifier l'adéquation des capacités de production et de stockage, et le bon dimensionnement des canalisations,
- en estimer la part réellement consommée et la part perdue,
- prendre les dispositions nécessaires en cas de perte supposée trop importante (sectorisations nocturnes, recherches de fuites…),
- caler le modèle informatique du fonctionnement du réseau élaboré dans le cadre de cette étude.

II. Nouvelle sectorisation du réseau

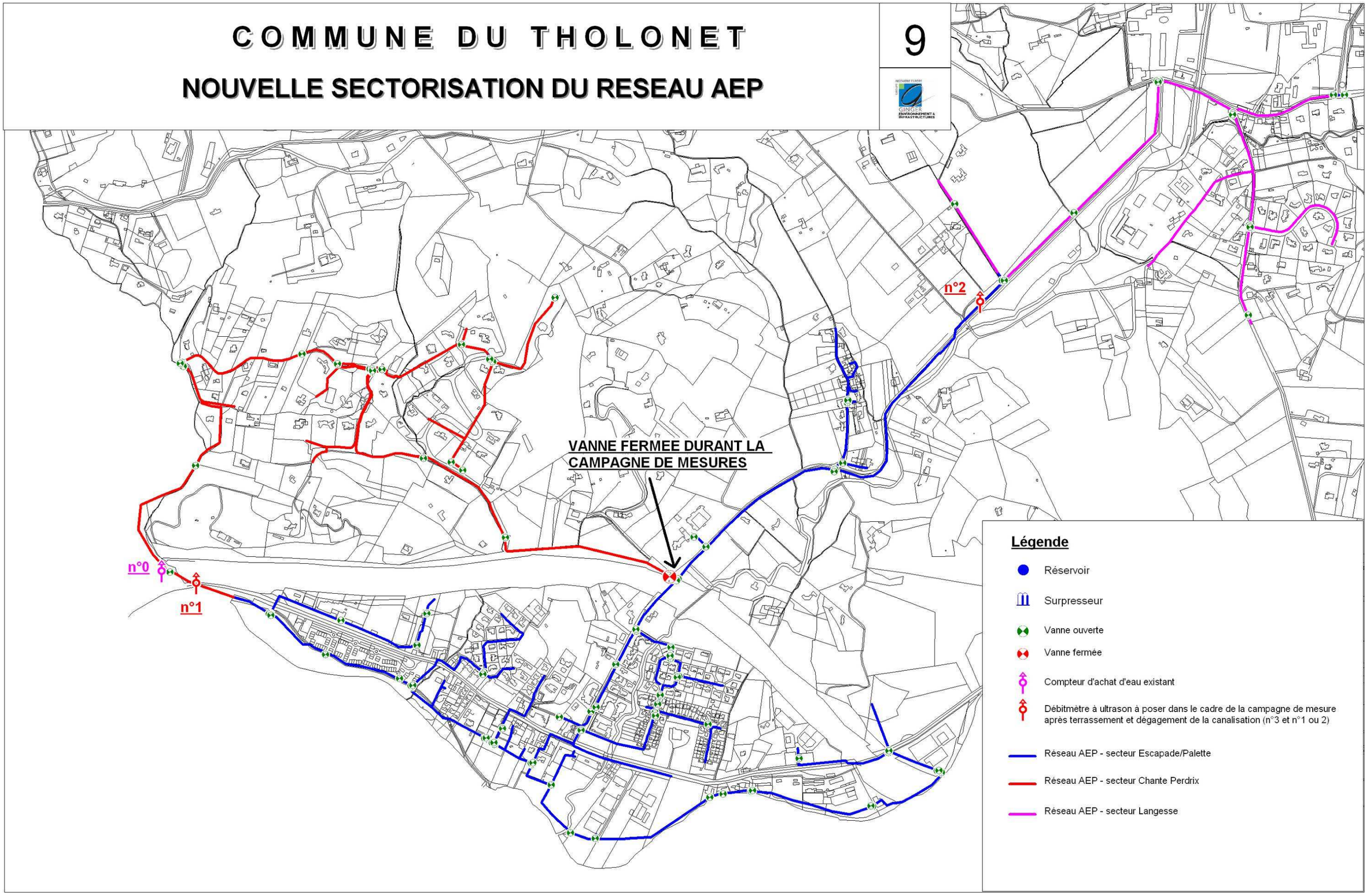
Lors de la campagne de mesures, une nouvelle configuration du réseau a été testée. La vanne ouverte située à l'intersection de l'Allée Louis Philibert et de l'avenue Le Cagnard, a été fermée. Ainsi, trois zones de distribution ont été sectorisées.

La localisation de cette vanne ainsi que le nouveau réseau sectorisé sont donnés sur le schéma ci-après :

COMMUNE DU THOLONET

NOUVELLE SECTORISATION DU RESEAU AEP

9



III. Mesures de débits

III.1. Principe des mesures

Il s'agit de collecter en continu pendant plusieurs jours un maximum de données sur les compteurs d'achat d'eau et de sectorisation posés dans le cadre de cette étude.

III.2. Provenance des mesures

Les données ont été collectées à partir du compteur d'achat d'eau télésurveillé fourni par l'exploitant du réseau, et à partir du matériel provisoire (débitmètre électromagnétique) installé par GINGER durant la campagne de mesure.

La précision de la mesure est d'environ 5%.

Photo du point de mesure n°2, débitmètre devant l'Escapade

A noter que le regard dans lequel le débitmètre a été installé le temps des mesures, s'est rempli continuellement d'eau, alors qu'aucun épisode pluvieux n'a été relevé.

III.3. Résultats de la campagne de mesures

Voir en annexes 1 et 2 la localisation des points de mesures et les résultats des débits enregistrés

Les mesures en simultané ont été effectuées durant la période du 23 janvier 2012 au 27 janvier 2012.

Les volumes mesurés comprennent :

- La consommation des abonnés raccordés au réseau d'eau potable du Tholonet,
- Les fuites présentes sur ces mêmes parties,
- Les consommations de services non comptabilisées (utilisation des bouches de lavage, poteaux incendie, fontaines et arrosage communal…).

Numéro Compteur / Localisation	Débit transité journalier moyen (m³/j)	Débit transité minimum (m³/h)	Débit transité minimum (m³/j)	Rendement primaire théorique estimé
1 – Achat d'eau à Aix en Provence	**364,1**	**4**	**96**	**73,6 %**
2 – Débitmètre devant Escapade	**356,4**	**3,9**	**93,6**	**73,7 %**
3 – Débitmètre sur RD64	**50,6**	**0,96**	**23,1**	**54,3 %**

Le volume total distribué sur la commune durant la campagne de mesure de 2012, est d'environ **364 m³/j** en moyenne (compteur 1).

Les enregistrements ont permis d'accéder à une évaluation des débits de perte sur les réseaux de distribution, en considérant que le débit minimum enregistré correspondait aux fuites sur le réseau. A partir de cette constatation, une indication du rendement sur chaque secteur de distribution est possible et donne les rendements estimatifs suivants :

- Rendement global sur la commune durant la campagne de mesures : 73,6 %
- Rendement sur le secteur Langesse : 54,3 %
- Rendement sur le secteur Escapade/Palette : 80,2 % (en retranchant le débit minimum nocturne enregistré sur le débitmètre de la RD64 au débit minimum nocturne enregistré sur le débitmètre devant l'Escapade)

Le secteur de Langesse semble donc être le plus sujet à de la perte en eau nocturne. Le rendement global primaire calculé sur l'année 2009 donnait un peu plus de 82 %, rendement supérieur à ceux mesurés en 2012. Les résultats de la sectorisation nocturne confirmeront si cette perte peut être imputée à de la consommation domestique nocturne ou à des fuites sur ce secteur.

IV. Mesures de pression en continu

IV.1. Provenance des mesures

Les données ont été collectées sur 3 poteaux incendie de la commune, à partir de matériel provisoire (bouchons et enregistreurs de pression) installé par GINGER durant la campagne de mesure.

La précision des capteurs de pression 16 bars utilisés est d'environ 5% (après tarage systématique).

IV.2. Résultats de la campagne de mesures

Voir en annexes 1 et 3 la localisation des points de mesures et les résultats des débits enregistrés

Des mesures de pression en continu ont été effectuées sur le réseau en simultané des mesures de débits, durant le 23 et le 27 janvier 2012.

N° de la mesure	N° Hydrant SDIS	Secteur	Pmin (mCE)	Pmax (mCE)	Pmoy * (mCE)	Amplitude max (mCE)
P1	5	Route de Langesse	33,3	48,5	39,6	15,2
P2	20	Lotissement Chante Perdrix	50,5	67,5	58,6	17,0
P3	44	RN7, Avenue Paul Julien	71,0	86,0	78,11	15,0

** Pmoy = pression moyenne enregistrée lors de la campagne de mesures*

Le confort des utilisateurs repose sur les observations suivantes :

- En dessous de 0,5 bar, certains appareils tel que les chauffe-eau ne s'enclenchent pas,
- A l'inverse, les fortes pressions sont génératrices de fuites, augmentant le volume des pertes et détériorant les installations présentes sur le réseau.
- Les pressions de confort pour l'utilisation domestique se situent entre 2 et 6 bars.

La plupart des pressions mesurées sur le réseau sont dans **une plage de valeurs permettant d'assurer une bonne qualité du service,** avec des pressions minimales qui restent au dessus des 2 bars et des pressions maximales qui restent acceptables (≈ 6-7 bars). On note cependant une forte pression moyenne sur le poteau incendie n°44, situé sur l'avenue Paul Julien, supérieure à 7 bars.

Les fortes pressions sont souvent génératrices de fuites et doivent être réduites au maximum pour une meilleure exploitation du réseau.

V. Mesures de marnage de réservoirs

V.1. Provenance des mesures

Les données ont été collectées à partir de matériel provisoire (sonde piézométrique avec enregistreur de pression) installé par GINGER dans le réservoir durant la campagne de mesure.

La précision du capteur de pression 16 bars utilisé est d'environ 5% (après tarage systématique).

V.2. Résultats de la campagne de mesures

Voir en annexe 4 la localisation des points de mesures et les résultats des débits enregistrés

Parallèlement aux mesures de débits et de pression, le niveau du réservoir a été mesuré pendant la campagne de mesures du 23 et le 27 janvier 2012.

Localisation	**Nmin (m)**	**Nmax (m)**	**ΔN max** sur une journée **(m)**	**ΔN max/ (Nmax)**
Réservoir Chante Perdrix	1,80	1,94	0,13	7 %

La différence entre le niveau maximum et le niveau minimum (ΔN max) correspond au marnage du réservoir qui est défini par les règles d'asservissement qui commandent un démarrage de pompe, l'ouverture ou la fermeture de vannes… Il correspond au marnage maximum observé dans le réservoir sur une journée.

Il est observé un faible marnage sur le réservoir de Chante Perdrix (inférieur à 5%) pouvant entrainer une stagnation de l'eau à l'intérieur du réservoir et par conséquent des problèmes de qualité de l'eau distribué.

F

MODELISATION DU RESEAU

I. Objectifs

Dans le cas de l'étude du réseau d'eau potable du Tholonet, les objectifs précis de la modélisation sont :

- D'identifier les faiblesses de fonctionnement du réseau qui n'auraient pas été mises en évidence in situ :
    - Défaut ou excès de pression dans certaines zones,
    - Vitesses importantes dans les canalisations,
    - Temps de séjours excessifs,
    - Capacité de stockage insuffisante,
- Enfin, d'étudier la faisabilité des solutions envisagées pour remédier aux problèmes rencontrés sur le réseau.

II. Méthodologie générale

II.1. Définition du modèle hydraulique

Un modèle hydraulique est une représentation mathématique du réseau de distribution permettant la simulation de son fonctionnement hydraulique. Il regroupe les différents éléments constitutifs d'un réseau : les conduites, certaines vannes et appareils de régulation, les pompes, les réservoirs et les interconnexions.

Le modèle est basé sur une représentation schématique du réseau sous forme de nœuds et de tronçons :

- ✓ Un tronçon correspond à un élément de conduite de caractéristiques homogènes. Il a deux nœuds d'extrémité ;
- ✓ Un nœud pouvant joindre plusieurs tronçons correspond souvent à une ou plusieurs connexions de conduites. Un nœud peut aussi correspondre à un changement de diamètre ou plus généralement aux changements de caractéristiques d'une conduite. Il peut être aussi intéressant de prévoir un nœud pour individualiser le branchement d'un gros consommateur ou pour positionner un poteau d'incendie.

La consommation est généralement répartie géographiquement aux différents nœuds au prorata des longueurs de tronçons.

Un modèle hydraulique est constitué par :

- ✓ une base de données,
- ✓ un logiciel de calcul.

II.1.1. La base de données

Elle s'articule autour de deux types de données :

❖ **Les données statiques** décrivant :

- ✓ le réseau : conduites (Longueur, Diamètre, Rugosité, …), altimétrie des nœuds ;
- ✓ les ouvrages : pompes, réservoirs, appareils de régulation ;
- ✓ la répartition géographique de la consommation moyenne annuelle des nœuds.

Ces données constituent le modèle physique.

❖ **Les données dynamiques** comprenant :

- ✓ les profils journaliers de consommation des différents usagers considérés (domestiques, industriels, …)
- ✓ les règles de contrôle et d'asservissement des pompes, des réservoirs, des appareils de régulation,…

II.1.2. Le logiciel de calcul

Le logiciel de modélisation est constitué d'un moteur de calcul permettant la résolution des équations aux mailles de Hardy-Cross, d'un module de saisie des donnés et, le plus souvent, d'un module graphique permettant de visualiser les éléments modélisés et les résultats de simulation.

Les logiciels de modélisation sont développés depuis les années 70. Ils ont connu une évolution, qui a vu l'apparition de plusieurs types de logiciel, qui sont listés ci-dessous :

- ✓ les logiciels statiques calculant la répartition des débits et des pressions sur le réseau à un instant donné. Développés dans les années 70, ils ont souvent été utilisés pour le dimensionnement des extensions et des renforcements dans les conditions de fonctionnement les plus critiques à savoir l'heure de pointe du jour de pointe.

- ✓ les logiciels statiques enchaînés, qui enchaînent des calculs statiques à un pas de temps défini par l'utilisateur. les résultats d'un calcul à un pas de temps deviennent les hypothèses de calcul au pas de temps suivant. Ils n'intègrent pas les asservissements et la description des ouvrages y est relativement succincte. Ils ont été utilisés principalement pour l'étude en temps différé du comportement du réseau.

- ✓ Les logiciels dynamiques qui fonctionnent sur le même principe d'enchaînement des calculs que les logiciels statiques enchaînés. Mais ils sont capables de prendre en compte toutes les consignes d'asservissement, d'affecter des variables de contrôle à chaque groupe de pompage avec des niveaux de priorité, de calculer les coûts énergétiques, de gérer plusieurs catégories de demande avec des profils différents. Certains logiciels reprennent les calculs si des consignes d'asservissement interviennent au cours d'un pas de temps, (comme consigne de pression d'arrêt atteinte ou de démarrage de pompe, Niveau de vidange complète d'un réservoir, …). Ces outils permettent plus généralement une meilleure prise en compte de la gestion

du réseau et de ses ouvrages. Ils seront de ce fait utilisés pour l'optimisation des systèmes et l'aide à la décision pour la gestion des crises (rupture d'une conduite maîtresse, arrêt d'une unité de production, …).

Les logiciels dynamiques de dernière génération intègrent également des algorithmes de propagation de substances réactives ou conservatrices permettant en théorie de suivre leur évolution dans le temps dans le réseau. L'utilisation encore récente de ces fonctionnalités a souvent pour objectif de diagnostiquer et d'optimiser les stratégies de chloration.

II.2. Présentation du logiciel de modélisation utilisé

La modélisation mathématique du réseau est réalisée à l'aide du logiciel informatique *EPANET* développé par l'agence en charge de l'environnement aux Etats Unis (U.S. Environnemental Protection Agency – EPA). Il permet d'effectuer des calculs nombreux et complexes à partir d'un modèle établi grâce à une bonne connaissance du réseau.

II.3. Construction du modèle

Etant donnés les différents scenarios à appréhender, plusieurs modèles seront réalisés. Ce chapitre présente la méthodologie commune à l'établissement des différents modèles. Les spécificités de chacun d'entre eux seront développées dans les chapitres adéquats.

II.3.1. Données physiques (ossature du réseau)

Le travail de modélisation consiste à décrire le réseau sous une forme simplifiée, par des tronçons de canalisation et des nœuds.

Les nœuds représentent les points de consommation, les ouvrages du réseau (réservoirs, unités de production, de surpression…) ou les activités particulières (industrie, activité agricole, établissement d'hébergement….). Les tronçons de canalisation étant définis entre 2 nœuds, ils peuvent également représenter un simple changement de conduite, sans nécessairement être affecté d'une quelconque consommation.

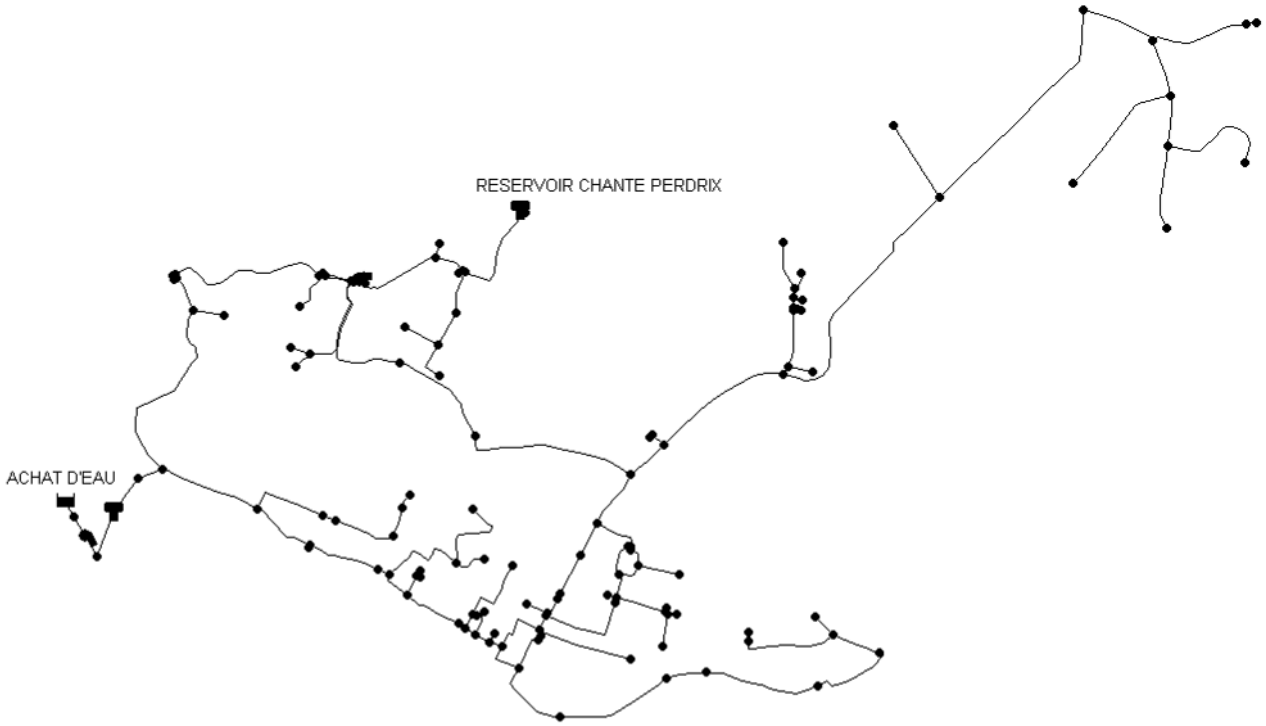
Le modèle est établi en deux dimensions. L'affectation d'une altitude à chacun des nœuds permet de recréer le relief de la zone étudiée. Ces données altimétriques sont issues des renseignements disponibles et de l'analyse des cartes IGN au 1/25 000ème des secteurs concernés.

Le modèle a été réalisé à partir des plans du réseau et des repérages de terrains. La mise à jour des plans de réseaux a permis de souligner l'existence d'antennes dont les diamètres sont très hétérogènes. Il a été pris en compte **l'ensemble** des conduites de diamètre supérieur ou égal à 50 mm. Ont été représentés au total :

- 124 nœuds ;
- 1 point de production ;

- 2 réservoirs ;
- 126 tronçons de canalisation ;
- 1 surpresseur.

Vue de l'ossature du réseau modélisé sous Epanet :



II.3.2. Modélisation des ouvrages

Les données sur les différents ouvrages (réservoir, surpresseur) ont été collectées durant les phases de repérage des réseaux et de mesures sur le terrain.

A partir des données recueillies, les courbes hauteur/volume du réservoir ont été construites et la topologie des ouvrages a été intégrée dans celle du modèle.

III. Calcul de répartition des consommations

III.1. Objectifs

Ils sont de deux ordres :

- Obtenir une répartition de la demande globale annuelle aux différents nœuds du modèle comprenant la consommation totale et les pertes physiques sur le réseau.

- Disposer pour chaque catégorie de consommateur d'un profil journalier de demande caractérisant sa consommation au cours de l'année en fonction du jour, de la semaine ou de la saison.

III.2. Catégories de consommateurs

Lors de l'élaboration du modèle, trois catégories de consommateurs peuvent être distinguées :

- les consommateurs domestiques
- les gros consommateurs
- les fuites

III.3. Principe de répartition des consommations domestiques et des gros consommateurs

A partir du rôle de l'eau 2009 fourni par l'exploitant, les consommations domestiques et des gros consommateurs ont été sommées par secteur, puis affectées au modèle aux nœuds de chaque tronçon des canalisations de distribution situées sur le secteur correspondant. Au total, 22 zones différentes ont été réparties sur le modèle.

Ces 22 zones différentes ainsi que la consommation facturée par zone en 2009 sont listées dans le tableau ci-dessous :

Numéro	Secteur	Consommation annuelle issue du rôle de l'eau 2009 (m3/an)
1	MARTELIERE	5266
2	ARTAUDS	6148
3	AV AURELIEN HOUCHARD	610
4	BRUNETTE	2818
5	CABRI	8899
6	CAPDEVILLE	3701
7	CEZANNE	3160
8	CHANTE PERDRIX	4497
9	CREMADE	2995
10	DESTREM	516
11	JULIEN	27279
12	LANGESSE	1743
13	VALLON DES GARDES	3088
14	L'ESCAPADE	1586
15	LIBERATION	337
16	MONTE CRISTO	496
17	NICE	855
18	PALETTE	40115
19	PONT DES CHANDELLES	411
20	QUA LE THOLONET	7739
21	RD64	124
22	ROUBAUD	13841

Au sein d'une même zone donnée, tous les nœuds se verront donc affectés de la même consommation et « consommeront » donc un débit journalier équivalent au débit journalier total du secteur divisé par le nombre de nœuds renseigné sur le modèle informatique.

La consommation de 2009 a ensuite été recalée par rapport aux débits distribués sur chaque secteur durant la journée retenue pour le calage, à partir des résultats de la campagne de mesures de janvier 2012.

III.4. Principe de répartition des fuites et des volumes non comptabilisés

Ce sont les consommations résultant de la différence entre l'eau mise en distribution dans le réseau et la somme des volumes comptabilisés, soit ;

- besoins arrosages espaces verts
- essais purges sur réseaux, essai sur les poteaux incendie,
- volumes de sous comptage des compteurs abonnés
- volumes détournés
- fuites ...

Dans le cas précis du modèle, les volumes de fuites ont été considérés comme égaux aux débits minimums nocturnes enregistrés sur chaque secteur pendant la campagne de mesures de janvier 2012.

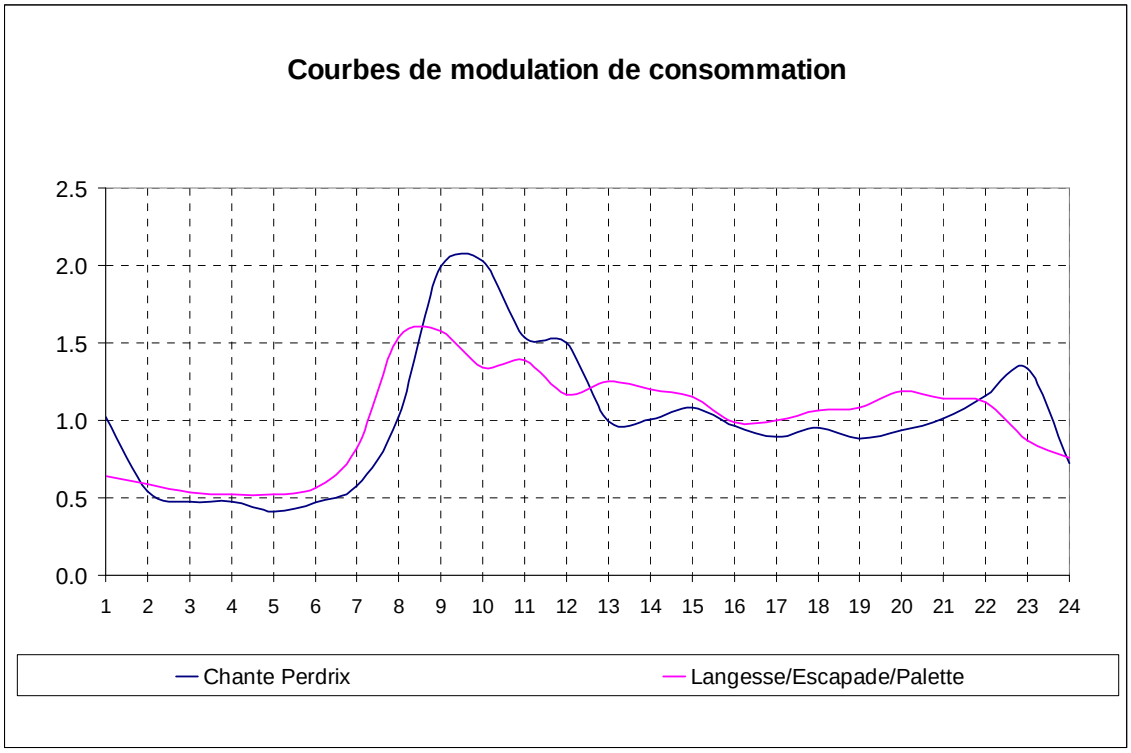
Ces volumes figurent directement sur les courbes de modulation de consommation de chaque secteur de distribution (voir chapitre ci-après).

IV. Profil de consommation

Le modèle a été découpé en 3 secteurs de distribution différents, correspondant au nombre de sous secteurs mis en place lors de la sectorisation des réseaux.

Les profils de demande des différentes catégories caractérisant l'évolution de la consommation sur une journée sont établis par bilan à partir des mesures de débit en entrée et en sortie de chaque secteur. Ils permettent de moduler la demande de chaque nœud au cours de la journée afin de reproduire au mieux le comportement des abonnés.

Les profils de consommations des secteurs de Langesse et de l'Escapade/Palette, ont la même allure. Ainsi, **2 courbes de consommation** ont été élaborées.



Ces profils indiquent la même tendance générale, à savoir un premier pic de consommation entre 7h et 10h puis un second moins prononcé entre 18h et 21h.

Les profils de demande font apparaître :

- des coefficients minimaux compris entre 0,4 à 0,6 pendant la nuit ce qui correspond aux débits de fuite (sur réseau public et chez les particuliers) ; ces coefficients sont variables selon les secteurs de distribution.

- des coefficients maximaux de l'ordre de 1,6 à 2,1 qui indiquent la simultanéité des demandes aux heures de pointe.

V. Définition du calage d'un modèle

V.1. Les grands principes

Caler un modèle signifie modifier certains de ses paramètres, telles la répartition initiale des consommations, les profils de demande des différentes catégories de consommateurs, la rugosité des conduites, voire les résistances spécifiques de certains tronçons, de façon à obtenir la meilleure corrélation possible entre les valeurs mesurées sur le terrain et les valeurs calculées par le logiciel.

Compte tenu des objectifs assignés, il a été choisi de caler le modèle informatique en "volume et débit ", "marnage " et "pression".

Le calage d'un modèle dynamique, repose en grande partie sur les possibilités hydrauliques du moteur de calcul (modélisation de systèmes d'asservissement complexes) et sur une bonne répartition spatio-temporelle de la demande.

Les rugosités ne sont plus l'élément déterminant du calage en situation normale d'exploitation, car les renforcements de conduite réalisés dans de nombreuses collectivités dans les dix à trente dernières années et l'augmentation du maillage nécessitée par des considérations de sécurité de l'alimentation ont conduit à des surdimensionnements ayant pour conséquence des pertes de charges peu importantes dans les conduites.

Le calage des modèles dynamiques est donc plus exigeant puisqu'il s'intéresse non seulement aux écarts entre pressions observées et pressions calculées mais aussi et surtout à la concordance des débits de circulation dans les différentes canalisations de refoulement au départ de chaque ouvrage de pompage et de stockage ainsi que dans les feeders stratégiques.

V.2. Les grandes étapes d'un calage

Une fois choisie la période sur laquelle portera le calage en fonction des mesures réalisées, le calage des modèles hydrauliques s'opère généralement en 3 étapes :

- **Première étape** : Calage du marnage du réservoir,
- **Deuxième étape** : Calage en volumes et en débit,
- **Troisième étape** : Calage en pression.

V.3. Journée de calage retenue

Le choix s'effectue selon des critères de disponibilité de l'ensemble des mesures réalisées sur le réseau (mesures en simultanée de débits, pressions et marnages) et de représentativité du fonctionnement du réseau. Les week-ends seront ainsi écartés.

La journée retenue pour le calage du modèle est la journée du mardi 24 janvier 2012.

V.4. Variables à caler

Pour chaque ouvrage et secteur de distribution, le calage porte sur :

- Les débits transités au niveau des 3 compteurs de sectorisation (achat d'eau, Escapade, RD64),
- Le niveau du réservoir de Chante Perdrix,
- La pression enregistrée sur le réseau au niveau de 3 poteaux incendie.

V.5. Règles de validation du calage : précisions recherchées

Le calage des différents points de mesures devra atteindre les précisions listées ci-dessous (les plus courantes, dues à la précision des différents appareils de mesures):

- Pour les débits de distribution : ± 5 % du débit mesuré.
- Pour le niveau du réservoir : ± 5 % du niveau mesuré.
- Pour les pressions : ± 5 mCE de la pression mesuré.

VI. Résultats du calage

VI.1.1. Les comptages et débits (m³/h)

Rappel : la tolérance en débit a été fixée à 5 % en distribution.

	Débit moyen observé (m^3/h)	Débit moyen simulé (m^3/h)	Erreur moyenne *	Validation
Q_Achat d'eau	15,83	15,97	0,9 %	**OUI**
Q_Escapade	15,11	14,94	1,1 %	**OUI**
Q_RD64	2,22	2,20	0,9 %	**OUI**

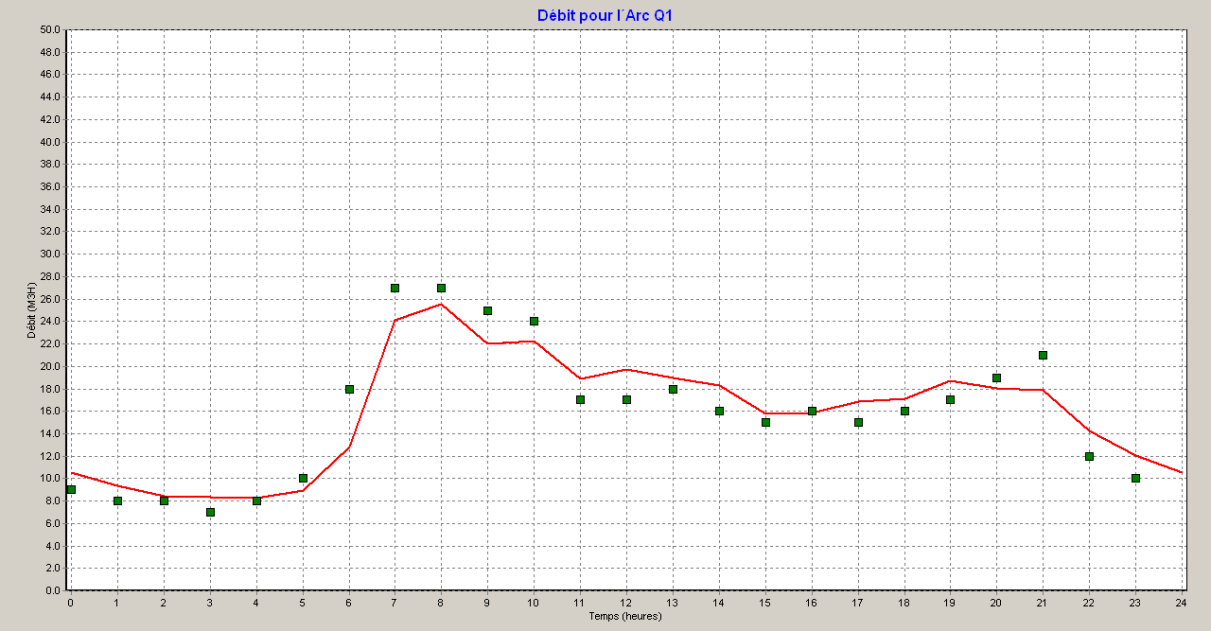
Calage en débit 3 valeurs / 3

**L'erreur moyenne correspond, en valeur absolue, à (Débit moyen observé – Débit moyen simulé) / Débit moyen observé*

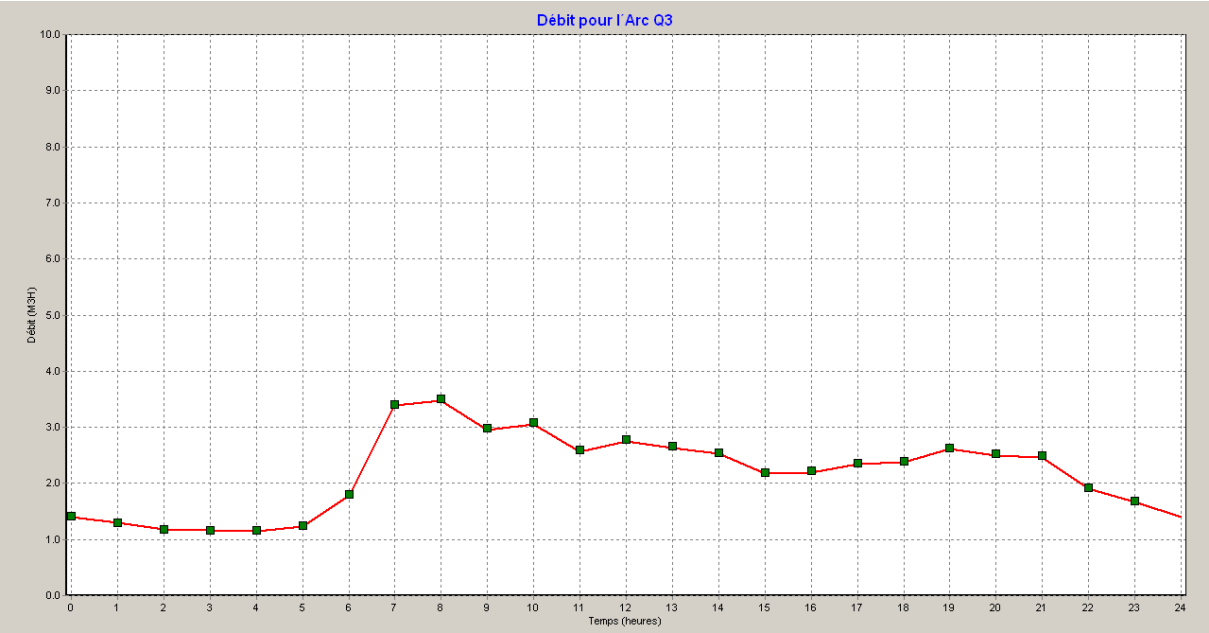
Le calage en débit est satisfaisant au vu des critères énoncés.

Quelques exemples de graphiques de calage en débit obtenus : les traits pleins rouges sont les valeurs obtenues par la simulation et les pointillés verts sont les valeurs mesurées.

Exemple de courbes de calage en débit (point Q1 – Achat d'eau à Aix en Provence)



Exemple de courbes de calage en débit (point Q3 – RD64)



VI.1.2. Le niveau (mCE)

Rappel : la tolérance en marnage est fixée à 5 % du niveau mesuré.

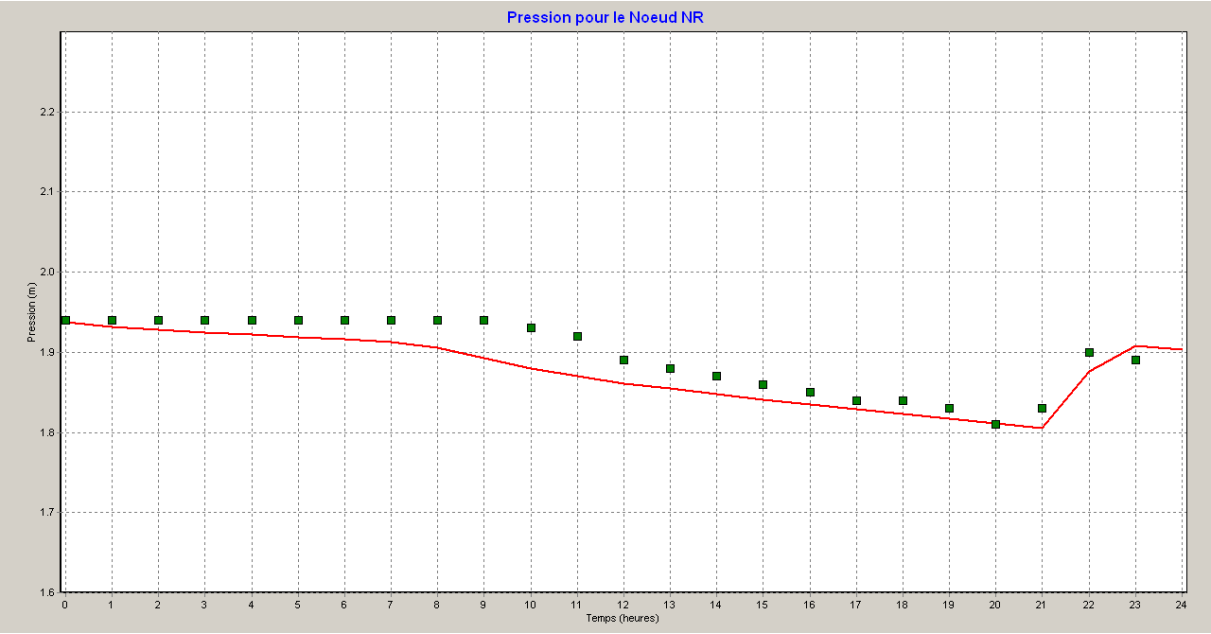
	Hauteur d'eau moyenne observée (m)	Hauteur d'eau moyenne simulée (m)	Erreur moyenne *	Validation
N_Chante Predrix	1,90	1,88	1,0 %	**OUI**

Calage en marnage 1 valeur / 1

**L'erreur moyenne correspond, en valeur absolue, à (Hauteur d'eau moyenne observée – Hauteur d'eau moyenne simulée) / Hauteur d'eau moyenne observée*

Le modèle est bien calé en niveau, selon les critères de calage fixés.

Le graphique de calage en marnage obtenu sur le réservoir de Chante Perdrix est donné ci-dessous avec en traits pleins rouge, les valeurs obtenues par la simulation et en pointillés vert, les valeurs mesurées.



VI.1.3. Les pressions (mCE)

Rappel : la tolérance en pression a été fixée à ±5 mCE de la pression mesurée.

	Pression moyenne observée (mCE)	Pression moyenne simulée (mCE)	Ecart moyen *	Validation
PI5 Langesse	39,29	38,85	0,44	**OUI**
PI20 Chante Perdrix	58,38	57,28	1,10	**OUI**
PI44 Escapade	78,81	79,25	0,44	**OUI**

Calage en Pression 3 valeurs / 3

**L'écart moyen correspond à (Pression moyenne observée – Pression moyenne simulée)*

G

PREMIERES SIMULATIONS DU RESEAU

I. Modèle n°1 : simulation du fonctionnement du réseau en configuration démaillée et période normale

I.1. Objectifs et hypothèses de calcul

Ce modèle représente le fonctionnement actuel du réseau basé sur les **débits** distribués lors de la journée de calage **du mardi 24 janvier 2012** dans **la même configuration** du réseau que lors de la campagne de mesures. Le modèle permet de vérifier les débits, pressions et vitesses sur les secteurs non équipés d'enregistreurs lors de la campagne et ainsi d'avoir une vision globale du fonctionnement de l'ensemble du réseau.

La configuration du réseau (état des vannes de sectorisation) est celle adoptée lors de la réalisation de la campagne de mesures (vanne fermée entre l'allée Louis Philibert et l'avenue le Cagnard) et les asservissements des ouvrages sont les mêmes que celles actuellement en vigueur. Les simulations ont été menées sur 24 heures.

I.2. Détermination des volumes distribués sur chaque secteur

Les volumes journaliers transités sur chaque compteur durant la journée du 24 janvier 2012 sont les suivants :

Compteur	Volumes enregistrés sur chaque compteur le 24 janvier 2012
Q1_Achat d'eau	386,0 m3/j
Q2_Escapade	362,7 m3/j
Q3_RD64	53,2 m3/j

Les volumes d'eau distribués par secteur, renseignés sur le modèle sont les suivants :

Secteur	Zone de consommation = différence de débits mesurés aux compteurs	Volumes distribués sur chaque zone de consommation le 24 janvier 2012
Z1_Chante Perdrix	Q1 – Q2	23,3 m3/j
Z2_Langesse	Q3	53,2 m3/j
Z3_ Escapade/Palette	Q2 – Q3	309,4 m3/j

Soit un **débit de distribution d'environ 386 m^3/j** sur le réseau d'eau potable du Tholonet.

I.3. Résultats de la simulation

I.3.1. Pressions

Les résultats des calculs effectués tout au long de la journée permettent d'observer une forte pression générale (supérieure à 6 bars) sur le réseau, visible sur le schéma ci-dessous sur les nœuds du modèle en jaune et en rouge.

Des pressions supérieures à 8 bars, en rouge sur le schéma ci-dessous, sont visibles sur les secteurs de l'Escapade, de Pont des Chandelles et de Capdeville.

Le confort d'une partie des abonnés en termes de pression (entre 2 et 6 bars) dans la configuration actuelle du réseau, est observé sur :

- le secteur des Artauds ;
- le secteur de Chante Perdrix ;
- le secteur Nord-Est de la commune (Cremade, Langesse, Destrem, Brunette) ;

Aucune pression inférieure à 2 bars n'est visible sur le réseau.

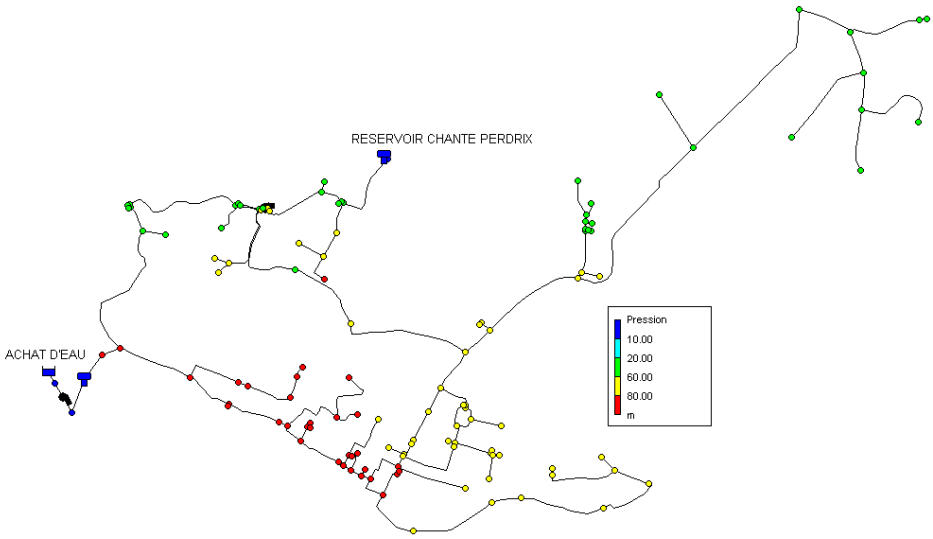


Figure 1 – Mises en évidence des pressions maximales aux nœuds du réseau en configuration démaillée, situation actuelle et période normale

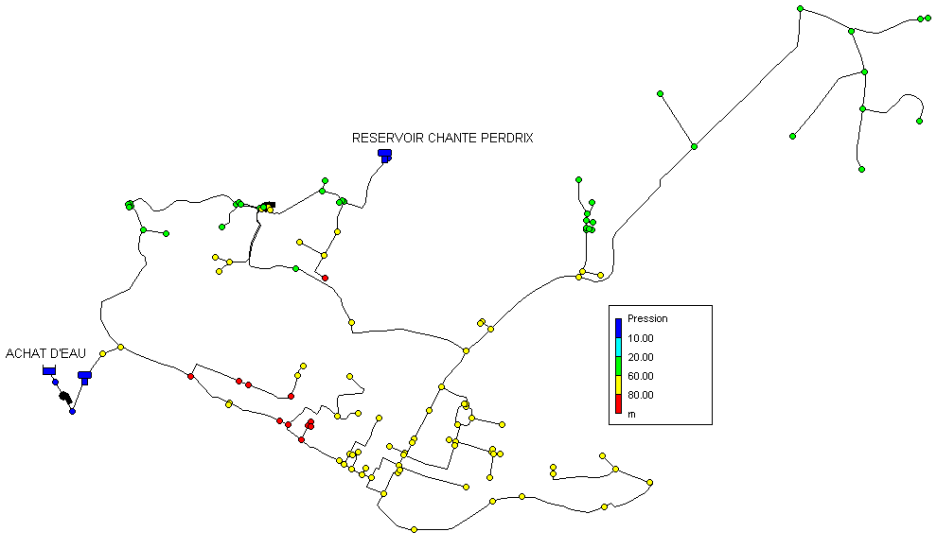


Figure 2 – Mises en évidence des pressions moyennes aux nœuds du réseau en situation actuelle et période normale

I.3.2. Vitesses

On considère qu'une canalisation est sous dimensionnée si la vitesse à l'intérieur de celle-ci est supérieure à 1 m/s. Le modèle montre que les vitesses simulées sont globalement satisfaisantes (< 1 m/s). La vitesse reste en effet inférieure à 0,5 m/s sur l'ensemble du réseau de distribution. Les plus fortes vitesses sont visibles sur les deux conduites principales du réseau, la conduite alimentant le secteur de Chante Perdrix et conduite située sur l'avenue Paul Julien, sur lesquelles la vitesse maximale ne dépasse pas les 0,4 m/s.

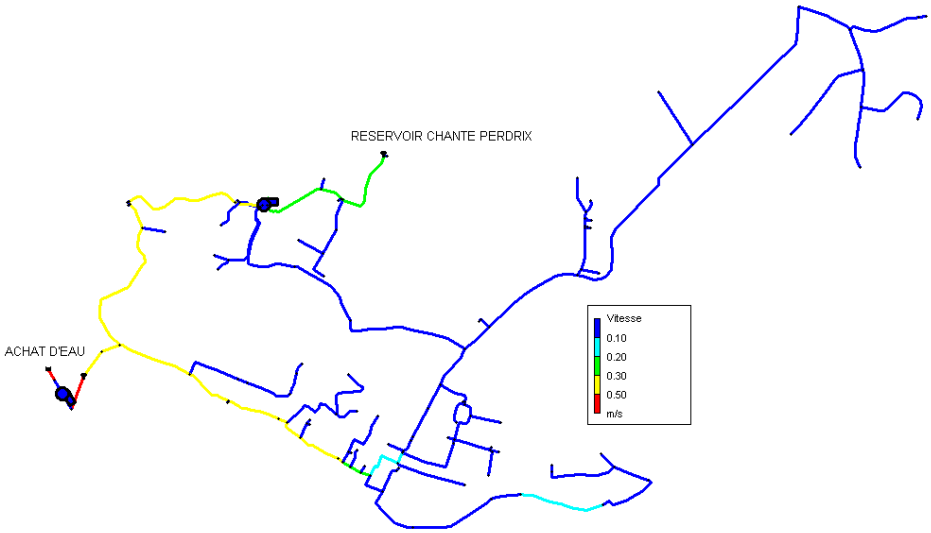


Figure 3 – Mises en évidence des vitesses maximales sur le réseau en configuration démaillée, situation actuelle et période normale

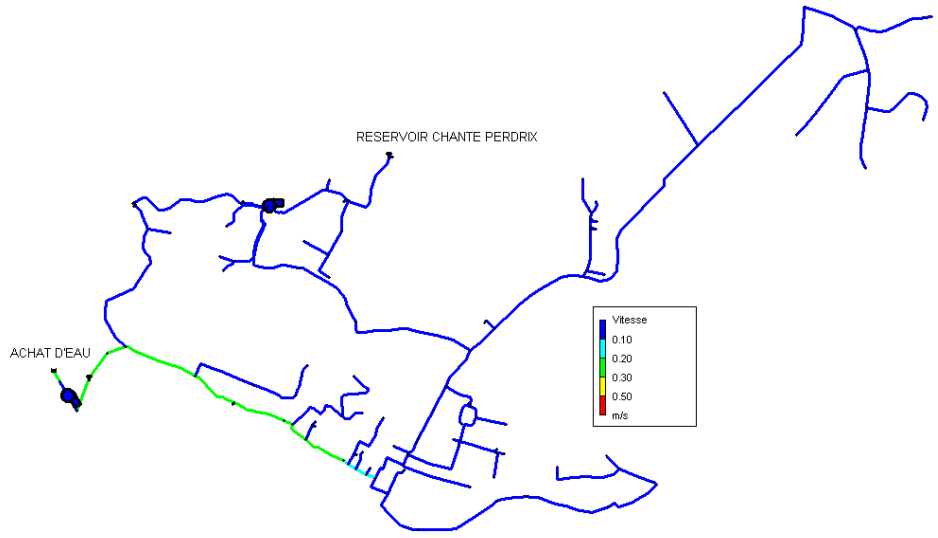


Figure 4 – Mises en évidence des vitesses moyennes sur le réseau en configuration démaillée, situation actuelle et période normale

I.3.3. Pertes de charge unitaires

On considère qu'une canalisation est sous dimensionnée et doit être remplacée au delà d'un indice supérieur à 5 m/km, et impérativement au delà d'un indice supérieur à 10 m/km (usure prématurée de la conduite et mauvaise desserte des abonnés en aval).

L'ensemble des pertes de charge unitaires sur le réseau sont satisfaisantes, elles avoisinent au maximum les 2,4 m/km sur la conduite alimentant le secteur de Chante Perdrix.

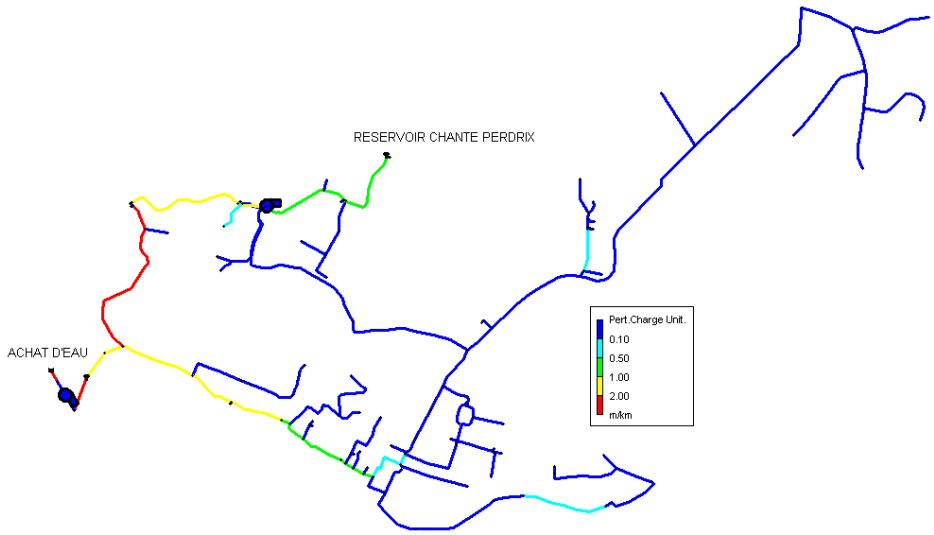


Figure 5 – Mises en évidence des pertes de charge maximales sur le réseau en configuration démaillée, situation actuelle et période normale

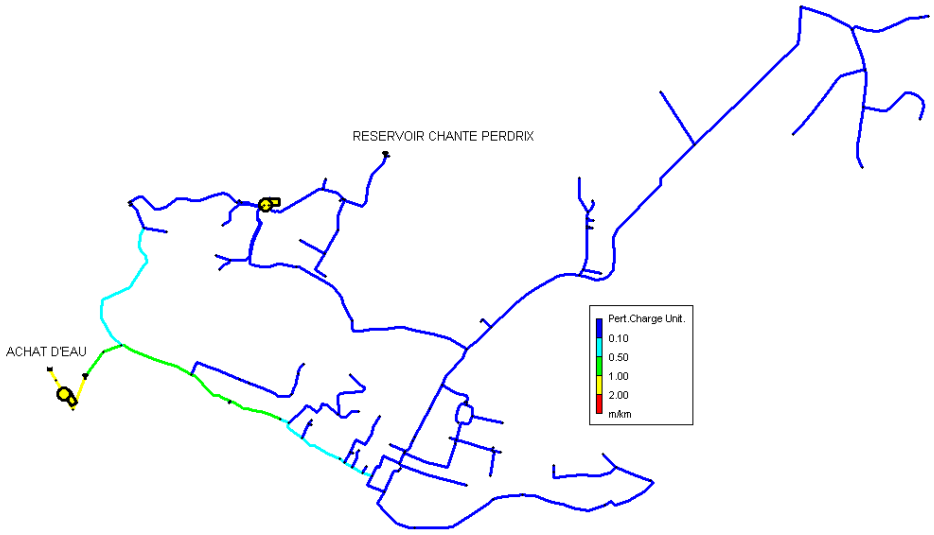


Figure 6 – Mises en évidence des pertes de charge moyennes sur le réseau en configuration démaillée, situation actuelle et période normale

II. Modèle n°2 : simulation du fonctionnement du réseau en configuration actuelle et période normale

II.1. Objectifs et hypothèses de calcul

Ce modèle représente le fonctionnement actuel du réseau basé sur les **débits** distribués lors de la journée de calage **du mardi 24 janvier 2012** (soit 386 m^3/j) dans **la configuration** normale du réseau (vanne ouverte entre l'allée Louis Philibert et l'avenue du Cagnard).

II.2. Résultats de la simulation

II.2.1. Pressions

Les pressions moyennes simulées sont sensiblement les mêmes (à quelques mCE près) que celles simulées dans le modèle n°1, vanne fermée. Elles sont globalement plus faibles sur le secteur de Chante Perdrix.

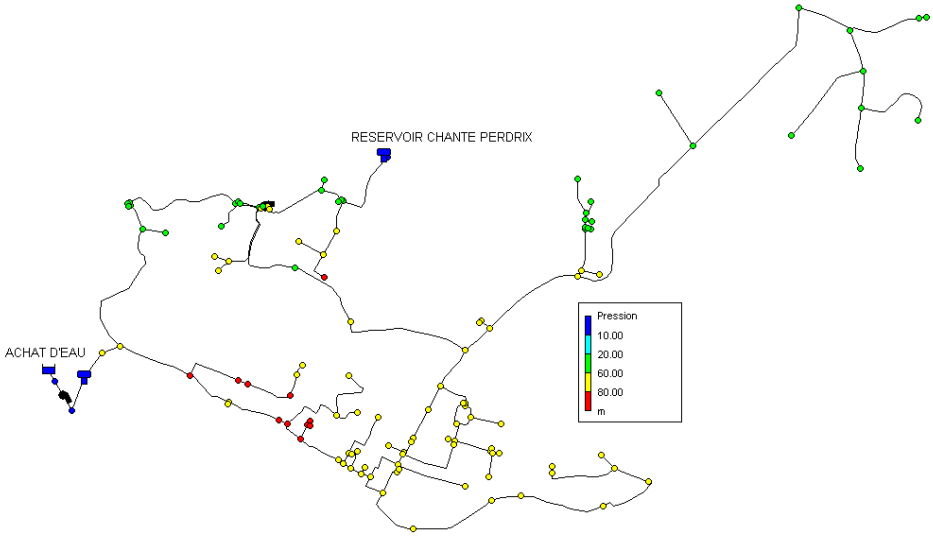


Figure 7 – Mises en évidence des pressions moyennes aux nœuds du réseau en configuration normale, situation actuelle et période normale

II.2.2. Vitesses

Les vitesses moyennes en configuration normale sont plus faibles sur la conduite alimentant le secteur de Palette et globalement plus fortes sur la conduite alimentant le secteur de Chante Perdrix (voir ci-dessous).

L'eau transite préférentiellement depuis le secteur de Chante Perdrix vers l'allée Louis Philibert que le contraire.

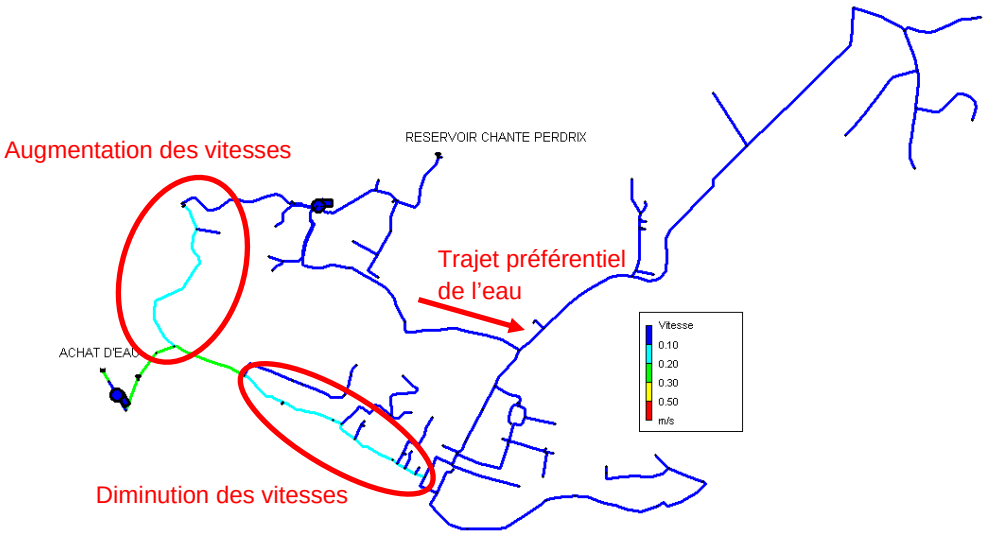


Figure 8 – Mises en évidence des vitesses moyennes aux nœuds du réseau en configuration normale, situation actuelle et période normale

II.2.3. Pertes de charge unitaires

Les fortes pertes de charge relevées sur la conduite alimentant le secteur de Chante Perdrix, dans la première configuration du réseau (vanne fermée), ne se retrouvent plus dans la configuration normale du réseau (vanne ouverte).

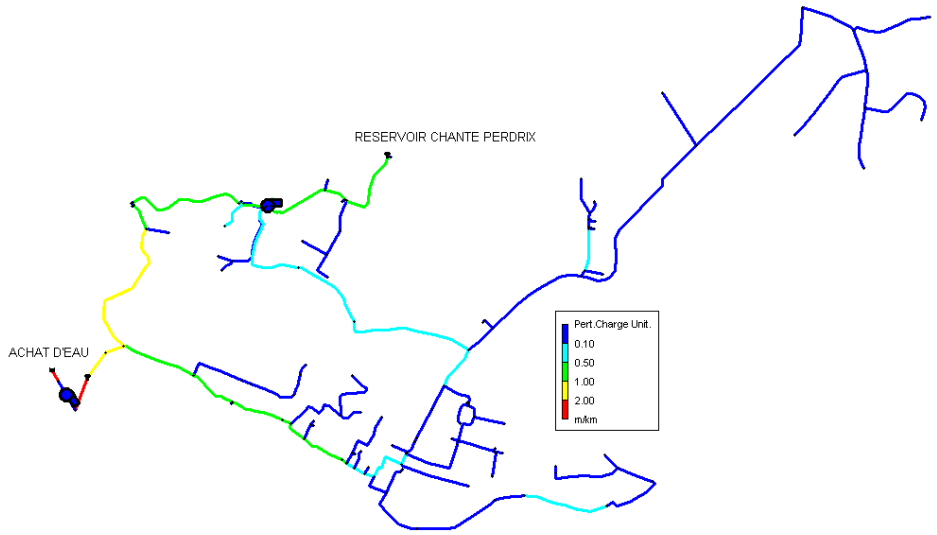


Figure 9 – Mises en évidence des pertes de charge maximales sur le réseau en configuration normale, situation actuelle et période normale

II.2.4. Temps de séjour de l'eau dans les conduites

Il est généralement considérer que la qualité bactériologique de l'eau risque de se dégrader après 48 h sans retraitement.

Il a donc été simulé à l'aide du modèle, le temps de séjour de l'eau à l'intérieur des canalisations, durant la période de faible consommation, pour constater si l'eau à l'intérieur des canalisations se renouvelle correctement.

Le modèle met en évidence un temps de séjour de l'eau supérieur à 48 heures sur quelques canalisations situées en bout de réseau du secteur de Capdeville et de Chante Perdrix (voir en rouge sur schéma ci-dessus). Le renouvellement de l'eau à l'intérieur de la majorité des canalisations se fait donc correctement.

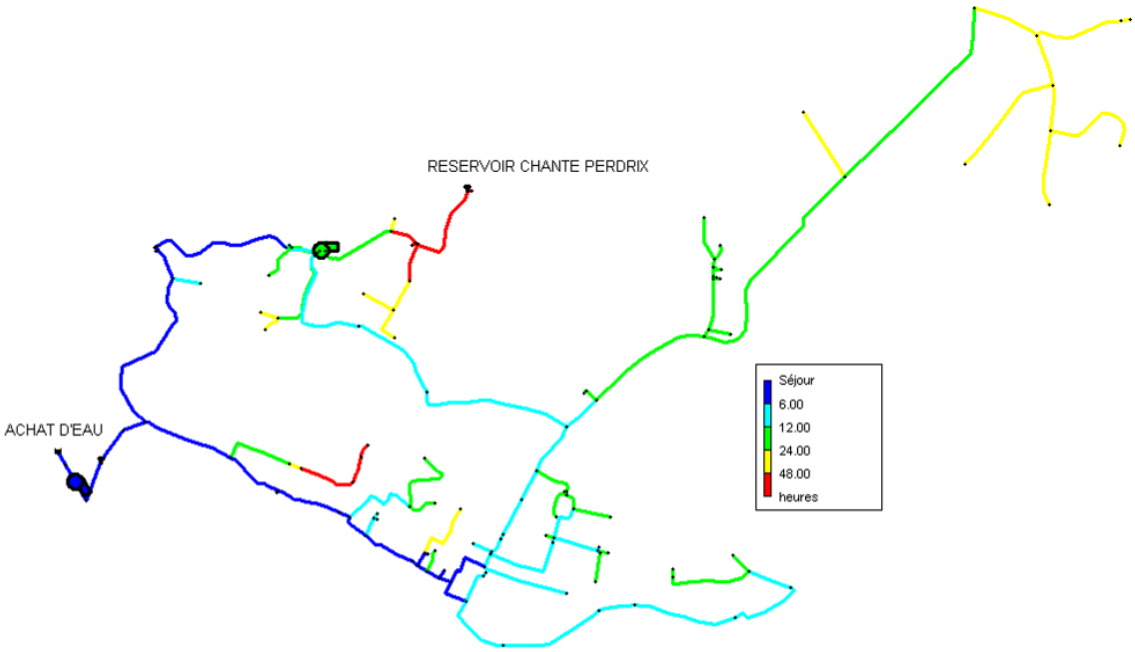


Figure 10 – Mises en évidence des temps de séjour sur le réseau en configuration normale, situation actuelle et période normale

III. Modèle n°3 : simulation du fonctionnement du réseau en configuration actuelle et période de pointe

III.1. Objectifs et hypothèses de calcul

Ce modèle représente le fonctionnement du réseau durant **la période de pointe** dans son état actuel, à partir du modèle calé sur la journée du samedi 20 février 2010.

Le jour de pointe le plus défavorable enregistré par l'exploitant du réseau a été celui de 2009, soit **527 m^3/j**.

Un coefficient de 1,365 a donc été appliqué aux consommations du modèle n°2 pour simuler le fonctionnement du réseau en période de pointe.

III.2. Détermination des volumes distribués sur chaque secteur

Les volumes d'eau distribués par secteur, renseignés sur le modèle sont les suivants :

Secteur	Zone de consommation = différence de débits mesurés aux compteurs	Volumes distribués en période de pointe recalés par rapport aux volumes distribués sur chaque zone de consommation le 24 janvier 2012
Z1_Chante Perdrix	Q1 – Q2	31,8 m3/j
Z2_Langesse	Q3	72,6 m3/j
Z3_ Escapade/Palette	Q2 – Q3	422,3 m3/j

Soit un **débit de distribution de pointe d'environ 527 m^3/j** sur le réseau d'eau potable du Tholonet.

III.3. Résultats de la simulation

III.3.1. Pressions

Les pressions simulées sont globalement plus faibles que celles simulées dans le modèle n°2 précédent mais restent cependant globalement fortes sur la majorité du réseau (pressions supérieures à 6 bars – voir nœuds en jaune et en rouge sur le schéma ci-dessous). Des pressions confortables sont toujours visibles sur les secteurs des Artauds, du Nord-est de la commune et une partie du secteur de Chante Perdrix (voir nœuds en vert sur le schéma ci-dessous).

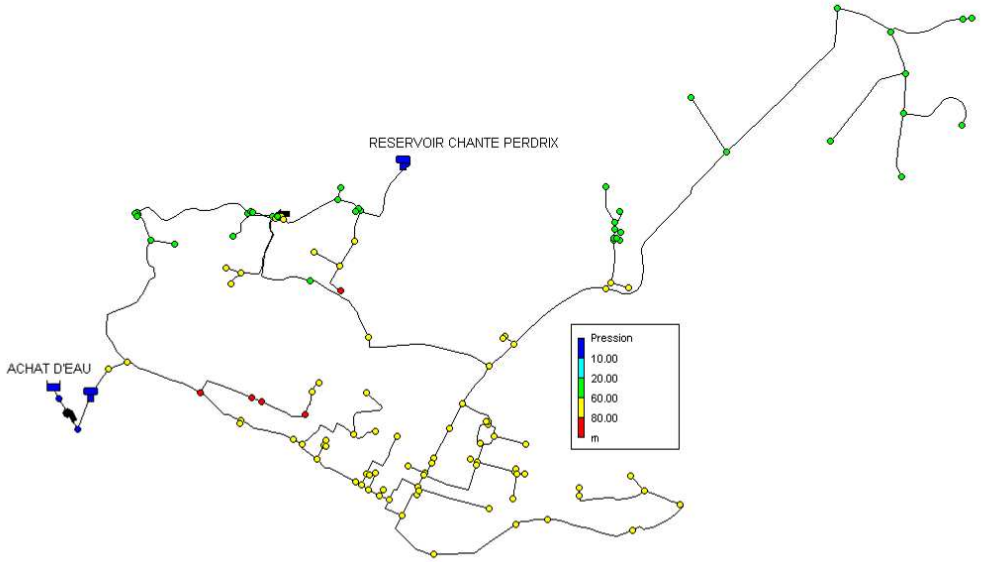


Figure 11 – Mises en évidence des pressions moyennes sur le réseau en configuration normale, situation actuelle et période de pointe

III.3.2. Vitesses

Les vitesses moyennes en configuration normale et période de pointe sont sans surprise plus fortes sur l'ensemble du réseau.

Aucune vitesse n'est cependant supérieure à 0,4 m/s.

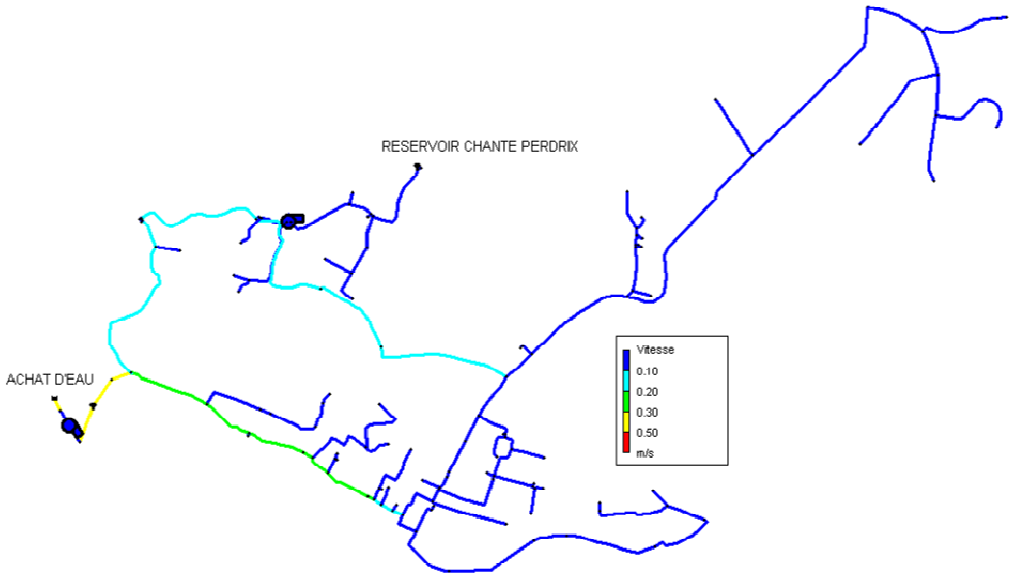


Figure 12 – Mises en évidence des vitesses moyennes sur le réseau en configuration normale, situation actuelle et période de pointe

Les vitesses maximales en configuration normale et période de pointe avoisinent les 0,6 m/s sur le tronçon d'achat d'eau à la commune d'Aix en Provence (voir en rouge sur schéma ci-après) puis restent inférieures à 0,5 m/s sur la conduite située sur l'avenue Paul Julien alimentant les secteurs de Palette et le Nord-est de la commune.

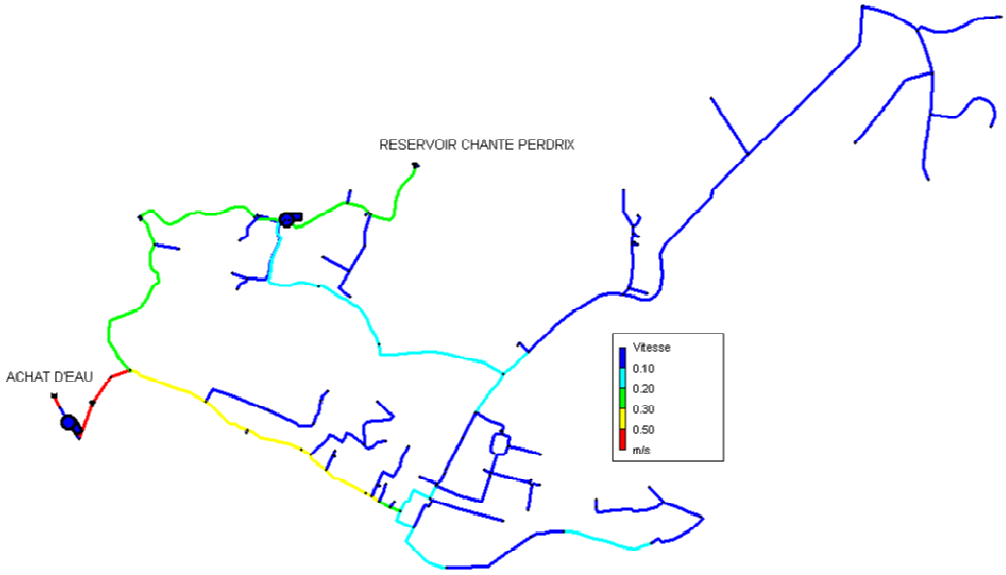


Figure 13 – Mises en évidence des vitesses maximales sur le réseau en configuration normale, situation actuelle et période de pointe

III.3.3. Pertes de charge unitaires

Comme pour les vitesses, les pertes de charge simulées sur le réseau sont globalement plus élevées que sur le modèle précédent, mais ne dépassent pas les 2 m/km, excepté sur le tronçon d'achat d'eau à la commune d'Aix en Provence (voir en rouge sur schéma ci-dessous).

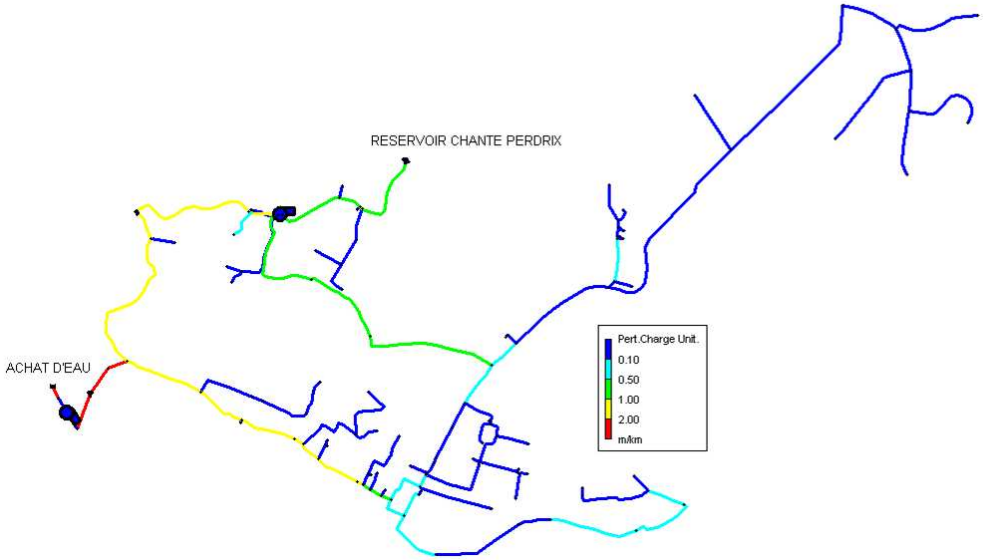


Figure 14 – Mises en évidence des pertes de charge maximales sur le réseau en configuration normale, situation actuelle et période de pointe

IV. Conclusion sur les simulations du réseau en situation actuelle

Les simulations du **réseau actuel en période normale** et **de pointe** ont montré que le réseau de la commune du Tholonet était **bien dimensionné** pour les besoins en eau potable actuels.

Aucune forte vitesse (> 1 m/s), ni **aucune forte perte de charge** (> 5 m/km) n'ont été relevées sur le réseau.

Egalement, la simulation des pressions à l'aide du modèle informatique a montré qu'aucune faible pression n'apparaissait sur le réseau d'eau potable. Cependant, **une forte pression globale** a été relevée (supérieures à 6 bars sur la quasi-totalité du réseau), pouvant entrainer une usure prématurée des canalisations existantes et par conséquent une apparition de fuites.

H

RECHERCHE DE FUITES SUR LE RESEAU

I. Objectifs

L'origine des fuites peut être multiple : joints ou raccords défectueux, piqûre sur branchement, fuite sur presse étoupe, fuite sur branchement, fente ou trou sur canalisation….

On peut donc retrouver des fuites sur tous les réseaux d'eau, même les plus récents. Leur proportion varie cependant avec l'état dans lequel il se trouve, son âge, les matériaux qui le composent, etc.…, et également l'entretien qui y est réalisé.

On admet ainsi qu'un réseau puisse présenter des fuites résiduelles, d'autant plus lorsqu'elles restent faibles compte tenu des ressources disponibles, et que leur recherche et/ou réparation engendre des coûts démesurés et très largement supérieurs à la perte d'eau elle-même (plus les fuites sont minimes plus elles sont difficiles à mettre en évidence).

II. Méthodologie

La recherche de fuite sur un réseau peut généralement être décomposée en deux étapes

II.1. Phase de prélocalisation par sectorisation nocturne

Compte tenu du linéaire de canalisation sur la commune du Tholonet, une analyse fine « mètre par mètre » est difficilement envisageable sur la totalité de la zone d'étude. Il existe une hétérogénéité des réseaux (âge, matériau, diamètre, profondeur…) en fonction de leur localisation (quartier, rue, antenne…) qui les rend plus ou moins vulnérables aux contraintes auxquelles ils sont soumis (pression, vitesses, mobilité des sols, fréquentation de la voirie…).

L'objectif de cette première phase est d'identifier rapidement, en les isolant, les secteurs qui ne participent pas de manière significative aux volumes de pertes estimés (l'appréciation étant réalisée à partir de la valeur de l' « ILP » (Indice Linéaire de Perte), ratio usuel, de chacune des zones isolées) afin de se concentrer sur les autres quartiers pour effectuer des recherches plus précises.

II.2. Phase de localisation fine des fuites

A partir des résultats de l'étape précédente, une recherche est engagée sur les zones où les investigations ont été jugés nécessaires au regard des conclusions de la première phase.

Les fuites présentes sont alors recherchées, tronçon par tronçon, en analysant les bruits transmis par les conduites dont les caractéristiques (intensité, fréquence, continuité) sont spécifiques de leur origine (fuite ou consommation). Ce travail peut ainsi être réalisé en pleine journée. **Cette phase sera réalisée par l'exploitant du réseau.**

III. Résultats de la sectorisation nocturne des réseaux

Voir la localisation des secteurs fuyards sur la planche10 ci-après.

Une campagne de sectorisation nocturne des réseaux a été réalisée sur la commune durant la nuit du 16 au 17 février 2012.

Cette opération a permis de définir les secteurs nécessitant une recherche de fuite plus fine afin de valider l'existence de fuites (et de les localiser).

Bien qu'un plan des réseaux ait été transmis à l'exploitant du réseau avec la localisation des vannes à fermer dans le but de préparer cette recherche de fuites, deux vannes n'ont pu être retrouvées et une autre s'est avérée non manipulable lors de la nuit de sectorisation.

A noter que pour un réseau de type semi-rural, comme celui du Tholonet, les Indices Linéaires de Perte ne doivent pas dépasser les **0,21 m3/h/km**, pour que l'étanchéité du réseau soit dit acceptable (voir tableau chapitre II.2. « Les Besoins en Eau »).

Les résultats détaillés sont présentés ci-après:

Secteur	Débit de perte mesuré	Linéaire associé	Indice Linéaire de Perte
Langesse	**1,2 m^3/h**	**1,17 km**	**1,03 m3/h/km**
RD 64 / Artauds	**2,6 m3/h**	**3,11 km**	**0,83 m3/h/km**
Roubaud / Libération / Martelière / Cabri	0,40 m^3/h	1,98 km	0,20 m^3/h/km
Palette / Julien	0,34 m^3/h	1,87 km	0,18 m^3/h/km
Escapade / Julien	**6,0 m3/h**	**2,26 km**	**2,65 m3/h/km**
Chante Perdrix	0,85 m^3/h	4,32 km	0,20 m^3/h/km

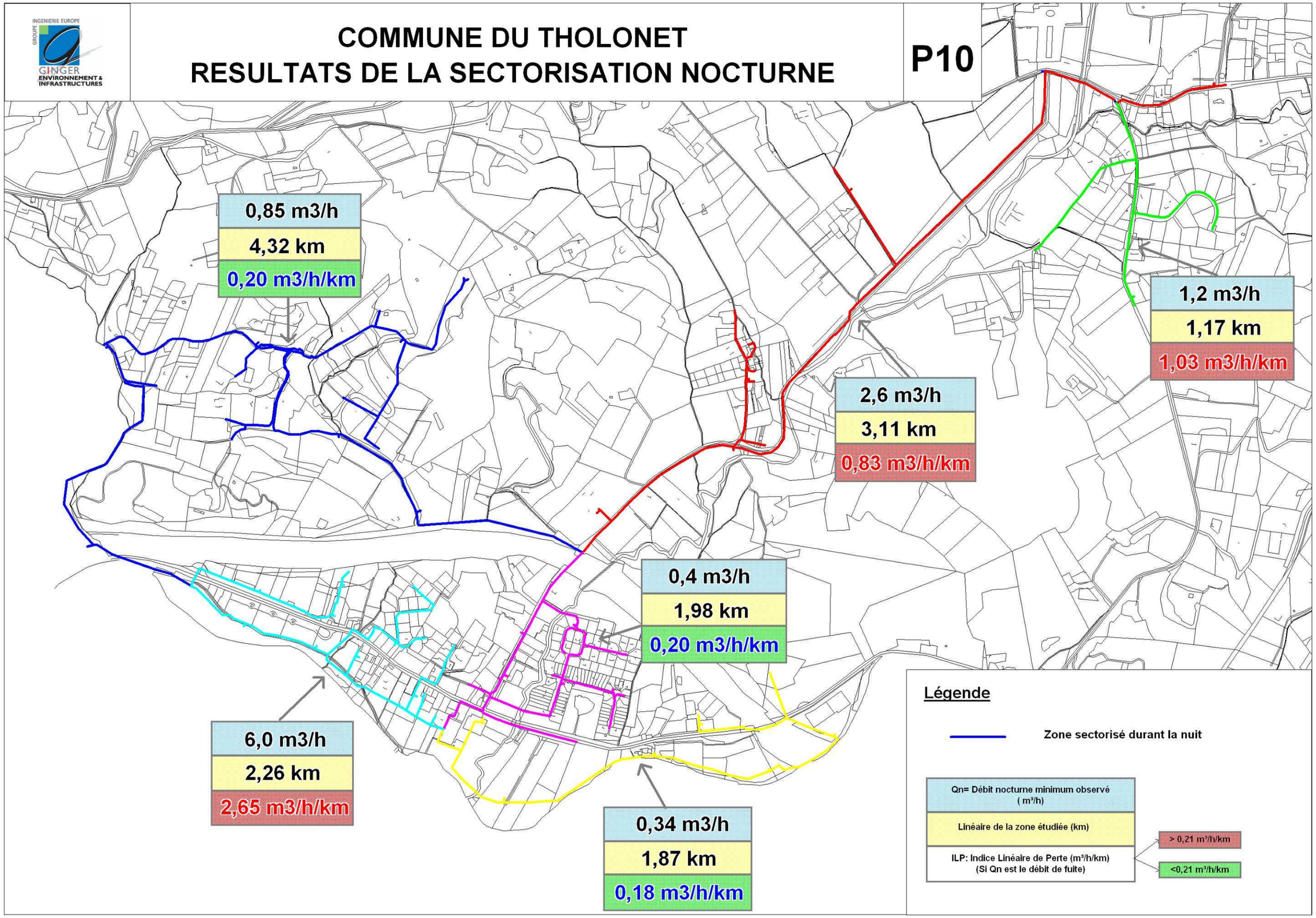
La fermeture de vannes de sectionnement stratégiques et de certains maillages a permis de découper l'ensemble du réseau du Tholonet en 6 secteurs de distribution, au lieu des 8 secteurs proposés initialement (problème de vannes non localisées ou non manœuvrable). Sur ces 6 secteurs, 3 se sont avérés être fuyards.

La perte totale mesurée lors de la nuit de sectorisation sur les différents secteurs étudiés est de **11,4 m^3/h**, soit environ **275 m^3/j**.

Il est à rappeler que ce volume nocturne comprend les fuites et les éventuelles consommations nocturnes. De plus, les résultats présentés ci-dessus sont valables si l'on admet que les vannes manœuvrées sont étanches en position fermée.

Sur l'ensemble du réseau du Tholonet (14,5 km), environ 6,5 km présentent des indices linéaires de perte supérieurs à 0,21 m^3/h/km, soit près de 45 % du linéaire étudié.

Une recherche de fuites plus fine par méthode acoustique ou gaz traceur devra être mise en œuvre sur les secteurs les plus sensibles, avec une attention particulière pour les tronçons les plus anciens.


COMMUNE DU THOLONET
RESULTATS DE LA SECTORISATION NOCTURNE
P10
0,85 m3/h
4,32 km
0,20 m3/h/km
1,2 m3/h
1,17 km
1,03 m3/h/km
2,6 m3/h
3,11 km
0,83 m3/h/km
0,4 m3/h
1,98 km
0,20 m3/h/km
6,0 m3/h
2,26 km
2,65 m3/h/km
0,34 m3/h
1,87 km
0,18 m3/h/km
Légende
Zone sectorisé durant la nuit
Qn= Débit nocturne minimum observé (m³/h)
Linéaire de la zone étudiée (km)
ILP: Indice Linéaire de Perte (m³/h/km) (Si Qn est le débit de fuite)
> 0,21 m³/h/km
<0,21 m³/h/km

I

PREMIERES CONCLUSIONS SUR LE DIAGNOSTIC DU RESEAU

Le diagnostic du réseau d'eau potable de la commune du Tholonet a permis de déceler quelques faiblesses énoncées ci-après :

- Unicité de la ressource, basée sur un achat d'eau à la commune d'Aix en Provence ;

- Présence de canalisations d'eau potable passant en terrain privé, sans aucune servitude de passage existante ;

- Fuites récurrentes sur le secteur du lotissement de Chante Perdrix, qui couplées aux passages des canalisations en terrain privé, rendent les réparations assez difficiles ;

- Absence de compteur de sectorisation sur le réseau ;

- Plusieurs faiblesses sur les ouvrages : il s'agit en particulier :
    - Réservoir de Chante Perdrix : réservoir situé en terrain privé, sans aucune servitude de passage existante ; Débroussaillage nécessaire sur les abords du réservoir ; Dépôt de rouille observé sur la vanne située sur l'adduction/distribution du réservoir ; Point de rouille observé sur les canalisations d'adduction/distribution du réservoir ainsi que sur la prise incendie ; Absence de réserve incendie ; Absence de périmètre de protection physique ; Absence de capteur anti-intrusion ; Facilité d'accès sur le haut de la cuve, qui couplée à l'absence de périmètre de protection physique de l'ouvrage, peut entrainer toute chute du réservoir ; Absence de comptage sur l'adduction/distribution du réservoir ; Echelle d'accès à l'intérieur de la cuve non sécurisée ;

    - Station de Chante Perdrix : Peinture des locaux est à prévoir ; Fils du tableau électrique visibles sur le mur à côté de la porte d'entrée de la chambre des vannes, qui de plus sont situés à proximité immédiate des canalisations d'eau potable ; Echelle d'accès à l'extérieur de la bâche non sécurisée ; Absence d'échelle d'accès à l'intérieur de la bâche ; Absence de périmètre de protection physique ; Absence de capteur anti-intrusion ; Absence de comptage sur le refoulement de la station ; Alimentation électrique non secourue par un groupe électrogène ou autre ;

- Ratios de consommation annuelle 2009 au-dessus du ratio national moyen de 150 l/j/pers. (pour rappel ratio moyen = 168 l/j/pers., ratio de pointe = 176 l/j/pers.) ;

- Besoin en eau annuel 2009 supérieur aux 140 000 m^3 mentionnés dans la convention signée entre les communes d'Aix en Provence et du Tholonet ;

- Regard situé devant l'Escapade, dans lequel la mesure du débit a été réalisée, se remplissant d'eau continuellement ;

- Rendement faible sur le secteur de Langesse d'après les résultats de la campagne de mesures (≈ 54,3%) ;

- 3 secteurs classés « fuyards » suite à la recherche de fuites par sectorisation nocturne : secteurs de Langesse, des Artauds/RD64, et des Escapades/Palette.

- Pression globalement forte (supérieure à 6 bars) sur le réseau d'après le modèle informatique, confirmée par les résultats de la campagne de mesures ;

- Marnage du réservoir de Chante Perdrix trop faible, pouvant entrainer une stagnation de l'eau à l'intérieur de celui-ci et par conséquent des problèmes de qualité de l'eau distribuée ;

- 3 poteaux incendie non conformes mais utilisables vis-à-vis de la réglementation incendie (n°4 – chemin Doudon Moulin, n°46 – chemin Saou Marqua, n°47 – derrière château du Tholonet) et 4 poteaux non conformes et difficilement utilisables par les pompiers (n°9 – haut des Artauds, n°11 – route de Langesse, n°12 – St Jacques Haut, n°36 – chemin des Fourches) selon les mesures du SDIS de 2010 ;

J

ANALYSE DES BESOINS FUTURS

I. Estimation de la population future

La localisation des futures zones urbanisables ainsi que la proposition du futur règlement du PLU de la commune sont données dans les pages qui suivent.

Certaines **zones urbanisées (U),** représentées sur les cartes ci-dessous, seront sujettes à une densification de population sur 3 secteurs différents de la commune.

Les **zones à urbaniser (AU)** sont réparties sur l'ensemble du territoire et seront sujettes à une urbanisation sur 5 secteurs principaux.

Le PLU prévoit un objectif de population **d'environ 350 habitants supplémentaires** à l'horizon 2027, avec une évaluation des capacités constructives comprises entre 245 et 285 logements.

Zone U n°	Surface (Ha)	Capacité supplémentaires estimés
UC - Palette	1,02	10 logements
UD - Crémade	13,6	10 logements
UC2 - Crémade	3,8	60 à 70 logements

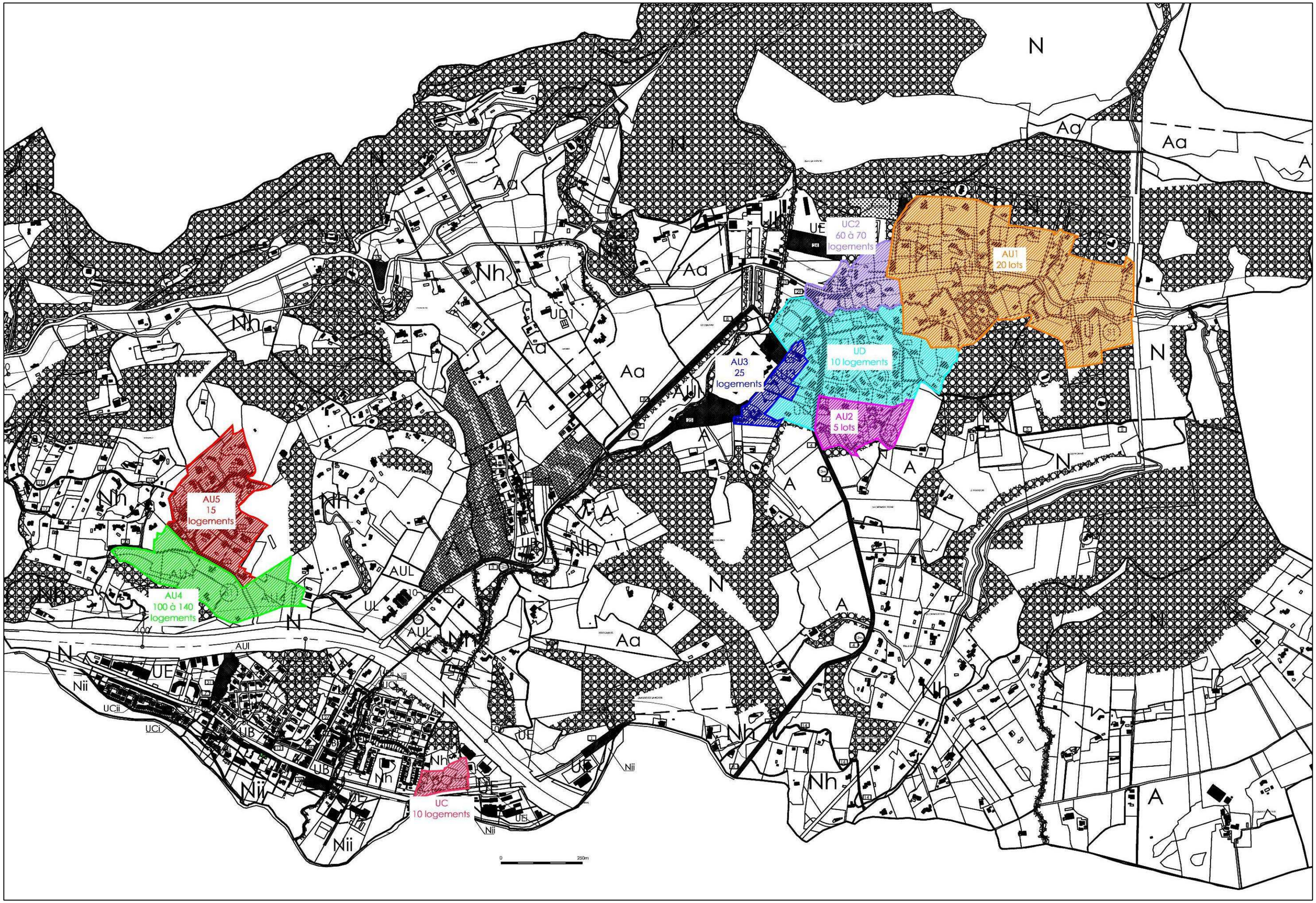
Zone AU n°	Surface (Ha)	Capacité supplémentaires estimés
AU1	26,4	20 lots
AU2	3,6	5 lots
AU3	2,1	25 logements
AU4	6,8	100 à 140 logements
AU5	8,5	15 logements

A noter que l'ensemble des projets urbanistiques prévus sur la commune, seront raccordés au réseau d'eau potable communal, et non depuis des forages privés ou depuis la Société du Canal de Provence.

Le nombre de population prévisible sur la commune à l'horizon 15 ans, en considérant une affluence touristique constante d'ici à 2027 est de :

- ➔ Population permanente estimée à environ 2 600 personnes
- ➔ Affluence touristique constante, soit 165 personnes supplémentaires

	Population actuelle	**Population 2027**
Total en pointe	**≈ 2 400**	**≈ 2 765**
- dont permanents	≈ 2 232	≈ 2 600
- dont estivants	≈ 165	≈ 165


UC2
60 à 70
logements
AU1
20 lots
UD
10 logements
AU3
25
logements
AU2
5 lots
AU5
15
logements
AU4
100 à 140
logements
UC
10 logements
N
Aa
A
Nh
Nii
UE
UB
UL
AUL
AUI
UCi
UCii
UD1
0
250m

II. Estimation de la population raccordée future

Le nombre d'abonnés sur le réseau d'eau potable était d'environ 440 en 2010. En considérant un nombre moyen d'occupants par logement permanent de 2,4, nous pouvons estimer qu'environ 1 056 personnes sont raccordées au réseau d'eau potable communal.

Pour rappel, il a été fait comme hypothèse que l'ensemble des projets **urbanistiques prévus sur la commune, seraient raccordés au réseau d'eau potable communal, et non depuis des forages privés ou depuis la Société du Canal de Provence.**

Les 350 habitants supplémentaires prévus au PLU seront donc raccordés au réseau d'eau potable communal.

	Population actuelle raccordée	**Population 2027 raccordée**
Total en pointe	**≈ 1 221**	**≈ 1 571**
- dont permanents	≈ 1 056	≈ 1 406
- dont estivants	≈ 165	≈ 165

III. Estimation des besoins en eau futurs

III.1. Volume distribué en période normale - horizon 15 ans

- **Population estimative**

Environ 2 600 personnes.

- **Population estimative raccordable au réseau**

Environ 1 406 personnes.

- **Ratio de consommation domestique moyen actuel**

Le ratio de consommation domestique moyen de 2009 a été calculé à environ 168 l/j/personne sur la commune.

- **Ratio de consommation domestique moyen à l'horizon 15 ans**

La tendance actuelle sur les consommations en eau des communes du type du Tholonet est à la baisse, avec de plus en plus de campagnes de sensibilisation auprès des abonnés sur le gaspillage d'eau et le développement durable.
En considérant donc que les consommations des habitants ne devraient pas augmenter dans le futur, nous pouvons tabler sur un ratio de consommation égal à celui de 2009, soit : **~168 l/j/hab.**

- **Consommation moyenne facturée non domestique à l'horizon 15 ans**

Le rôle de l'eau 2009 a montré que les consommations des sociétés, commerces ou entreprises représentaient environ 46 % du volume total facturé sur la commune, soit environ 62 210 m^3, et que les volumes communaux représentaient environ 4 % soit 5 664 m^3.

Nous allons considérer que cette consommation non domestique n'augmentera pas de façon considérable d'ici à 2027 : elle sera donc prise égale à environ **186 m^3/j.**

- **Objectif de rendement futur**

Le décret n°2012-97 du 27 janvier 2012, fixe un obj ectif de rendement compris entre 65% + 1/5 ILC et 85%.

Pour le cas de la commune du Tholonet, au vu du rendement de réseau actuel, nous allons considérer un **objectif de rendement futur de 85%.**

	Actuel	Objectif 15 ans
Rendement primaire	≈ 82,3%	≈ 85%

- **Besoin en eau moyen à l'horizon 15 ans**

	Horizon 2027
Population raccordée	1 406
Ratio de consommation domestique moyen	**~168 l/j/hab.**
Consommation moyenne	236 m3/j
Volume consommé par les sociétés/commerces/entreprises	186 m3/j
Rendement objectif	≈ 85 %
Distribution de pointe	**≈ 500 m3/j**

III.2. Volume distribué en période de pointe - horizon 15 ans

- **Population estimative**

Environ 2 765 personnes.

- **Population estimative raccordable au réseau**

Environ 1 571 personnes.

- **Ratio de consommation de pointe actuel**

Le ratio de consommation moyen de 2009 a été calculé à environ 176 l/j/personne sur la commune.

- **Ratio de consommation de pointe à l'horizon 15 ans**

La tendance actuelle sur les consommations en eau des communes du type du Tholonet est à la baisse, avec de plus en plus de campagnes de sensibilisation auprès des abonnés sur le gaspillage d'eau et le développement durable.
En considérant donc que les consommations des habitants ne devraient pas augmenter dans le futur, nous pouvons tabler sur un ratio de consommation égal à celui de 2009, soit : **~176 l/j/hab.**

- **Consommation moyenne facturée non domestique à l'horizon 15 ans**

Le rôle de l'eau 2009 a montré que les consommations des sociétés, commerces ou entreprises représentaient environ 46 % du volume total facturé sur la commune, soit environ 62 210 m^3, et que les volumes communaux représentaient environ 4 % soit 5 664 m^3.

Nous allons considérer que cette consommation non domestique n'augmentera pas de façon considérable d'ici à 2027 : elle sera donc prise égale à environ **186 m^3/j.**

- **Objectif de rendement futur**

Le décret n°2012-97 du 27 janvier 2012, fixe un objectif de rendement compris entre 65% + 1/5 ILC et 85%.

Pour le cas de la commune du Tholonet, au vu du rendement de réseau actuel, nous allons considérer un **objectif de rendement futur de 85%.**

	Actuel	Objectif 15 ans
Rendement primaire	≈ 82,3%	≈ 85%

- **<u>Besoin en eau de pointe à l'horizon 15 ans</u>**

	Horizon 2027
Population raccordée	1 571
Ratio de consommation moyen	**~176 l/j/hab.**
Consommation moyenne	276 m3/j
Volume consommé par les sociétés/commerces/entreprises	186 m3/j
Rendement objectif	≈ 85%
Distribution de pointe	**≈ 545 m3/j**

III.3. Récapitulatif des besoins en eau - horizon 15 ans

	Horizon 2027
Besoin moyen	**≈ 500 m3/j**
Besoin de pointe	**≈ 545 m3/j**

III.4. Estimation du besoin en eau annuel - horizon 15 ans

En considérant les volumes estimés calculés précédemment, en période normale et en période de pointe, nous pouvons estimer les besoins en eau potable futurs sur la commune à l'horizon 2027.

	Horizon 2027
Besoin moyen journalier	**≈ 500 m3/j**
Nombre de jours moyen annuel	**≈ 335**
Besoin moyen durant la période normale	≈ 167 500 m3

Besoin de pointe journalier	**≈ 545 m3/j**
Nombre de jours de période de pointe annuel	**≈ 30**
Besoin de pointe	≈ 16 350 m3

Besoin de production annuel estimé	**≈ 183 850 m3**

A noter que la convention signée en 2005 entre les communes d'Aix en Provence et du Tholonet, engageait la commune d'Aix en Provence « à fournir à la commune du Tholonet l'eau potable dont le volume consommé actuellement est de 140 000 m^3 nécessaire à sa population de 2 267 habitants dans le respect de l'approvisionnement des usagers aixois,… ».

Les besoins en eau futurs estimés sur la commune seront bien supérieurs à ces 140 000 m^3 mentionnés dans cette convention.

K

SIMULATION DE LA SITUATION FUTURE

I. Modèle n°4 : Fonctionnement du réseau en période de pointe

Remarque : même s'il a été mis en évidence un besoin en eau futur supérieur au débit mentionné dans la convention signée entre les communes d'Aix en Provence et du Tholonet, les simulations qui suivent ont été réalisées avec un débit de production importé suffisant.

I.1. Objectifs et hypothèses de calcul

L'objectif est de simuler le fonctionnement du réseau à l'horizon 2027 sur la base des différents projets d'urbanisme et des besoins de pointe estimés à cet horizon, résumés dans le chapitre précédemment, **soit 545 m^3/j sur la commune.**

Le **besoin en eau futur** a été réparti en se basant sur le modèle informatique n°3 « Simulation en période actuelle, de pointe », et en considérant les secteurs urbanisés et à urbaniser donnés dans la proposition de règlement du PLU.

Ce besoin a été affecté sur un ou plusieurs nœuds créés au plus proche des zones physiques à urbaniser sur le réseau (zones AU), et sur les nœuds existants de chaque zone urbanisée pour les zones U.

Ainsi, sur les secteurs soumis à une urbanisation future, les volumes supplémentaires qui ont été renseignés sur le modèle sont les suivants :

Zone U n°	Capacité de logements supplémentaires estimés	Nombre de personnes estimées	Volume distribué supplémentaire estimé (m3/j)
UC - Palette	10	12	2,5
UD - Crémade	10	12	2,5
UC2 - Crémade	60 à 70	74	15,3

Zone AU n°	Capacité de logements supplémentaires estimés	Nombre de personnes estimées	Volume distribué supplémentaire estimé (m3/j)
AU1	20	25	5,1
AU2	5	6	1,3
AU3	25	31	6,4
AU4	100 à 140	172	35,6
AU5	15	18	3,8

Une fois le nouveau besoin de pointe futur renseigné aux nœuds du modèle, l'ensemble des problèmes sur le réseau (vitesses, pressions, pertes de charge,…) ont ensuite été mis en évidence et une solution a été apportée pour y remédier.

I.2. Résultats de la simulation

I.2.1. Pressions

Les résultats de la simulation effectués tout au long de la journée permettent d'observer, comme pour la période actuelle, une forte pression générale (supérieure à 6 bars) sur le réseau, visible sur le schéma ci-dessous sur les nœuds du modèle en jaune et en rouge.

Comme pour la période de pointe actuelle, des pressions maximales supérieures à 8 bars, en rouge sur le schéma ci-dessous, sont visibles sur les secteurs de l'Escapade, de Pont des Chandelles et de Capdeville.

Le confort d'une partie des abonnés en termes de pression (entre 2 et 6 bars) dans la configuration actuelle du réseau, est observé sur :

- le secteur des Artauds ;
- le secteur de Chante Perdrix ;
- le secteur Nord-Est de la commune (Cremade, Langesse, Destrem, Brunette) ;

Les projets urbanistiques de la commune situés sur les zones AU1 et UC2 ont été à une altitude de 220 mNGF. Les pressions moyennes simulées avoisinent les 11 mCE, et les pressions minimales environ 8 mCE. **Aucun projet sur ces deux secteurs ne devra cependant être situé à une altitude supérieure à 225 mNGF pour assurer une bonne desserte des abonnés.**

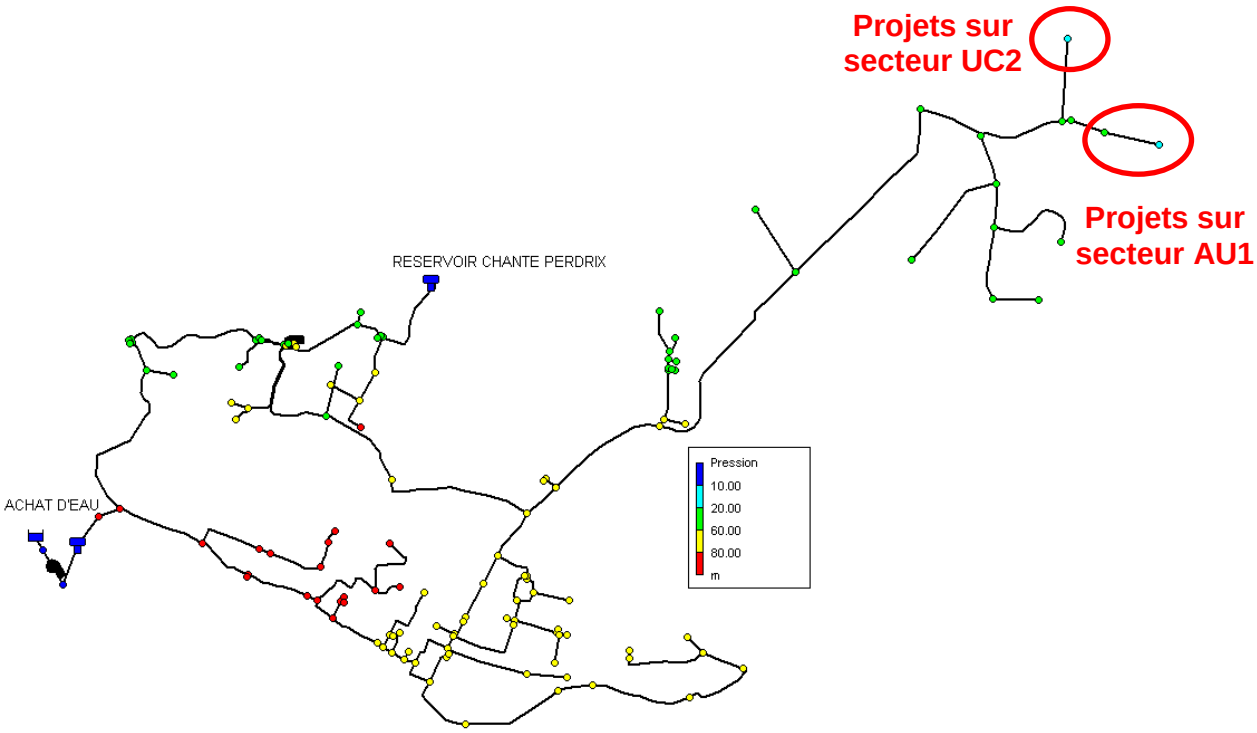


Figure 15 – Mises en évidence des pressions maximales aux nœuds du réseau en configuration démaillée, situation future et période de pointe

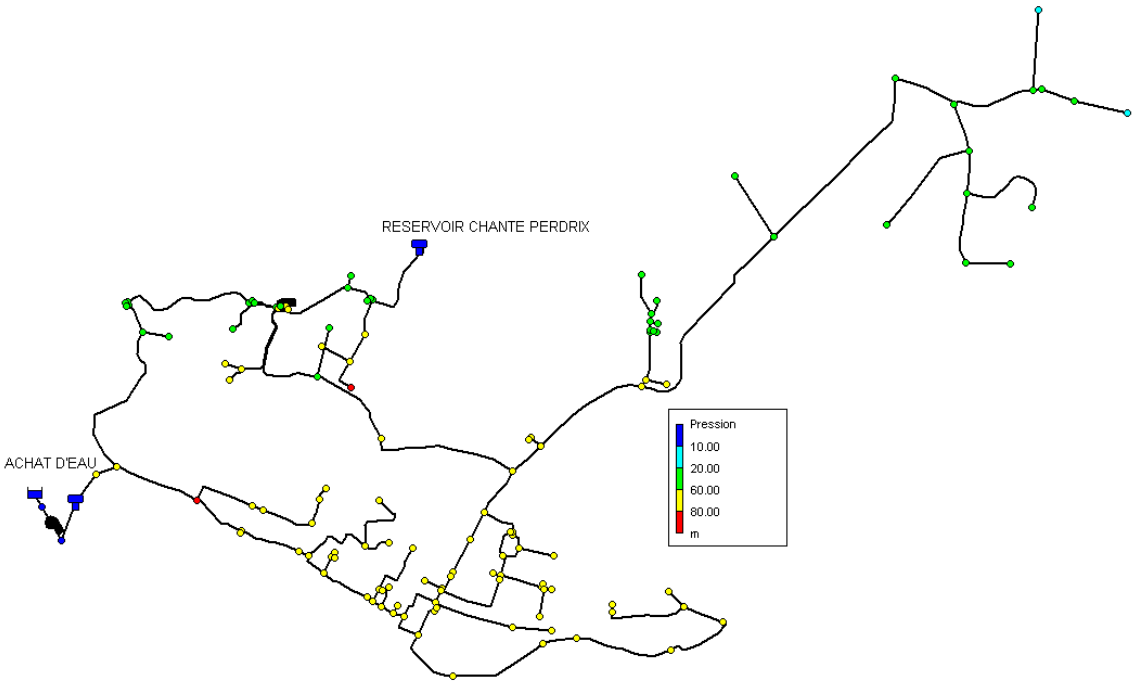


Figure 16 – Mises en évidence des pressions moyennes aux nœuds du réseau en configuration démaillée, situation future et période de pointe

I.2.2. Vitesses

Le modèle montre que les vitesses maximales simulées sont globalement satisfaisantes (< 1 m/s). La vitesse reste en effet inférieure à 0,5 m/s sur l'ensemble du réseau de distribution. Les plus fortes vitesses sont visibles sur les deux conduites principales du réseau, la conduite alimentant le secteur de Chante Perdrix (vitesse maximale de 0,25 m/s) et la conduite située sur l'avenue Paul Julien, sur lesquelles la vitesse maximale ne dépasse pas les 0,4 m/s.

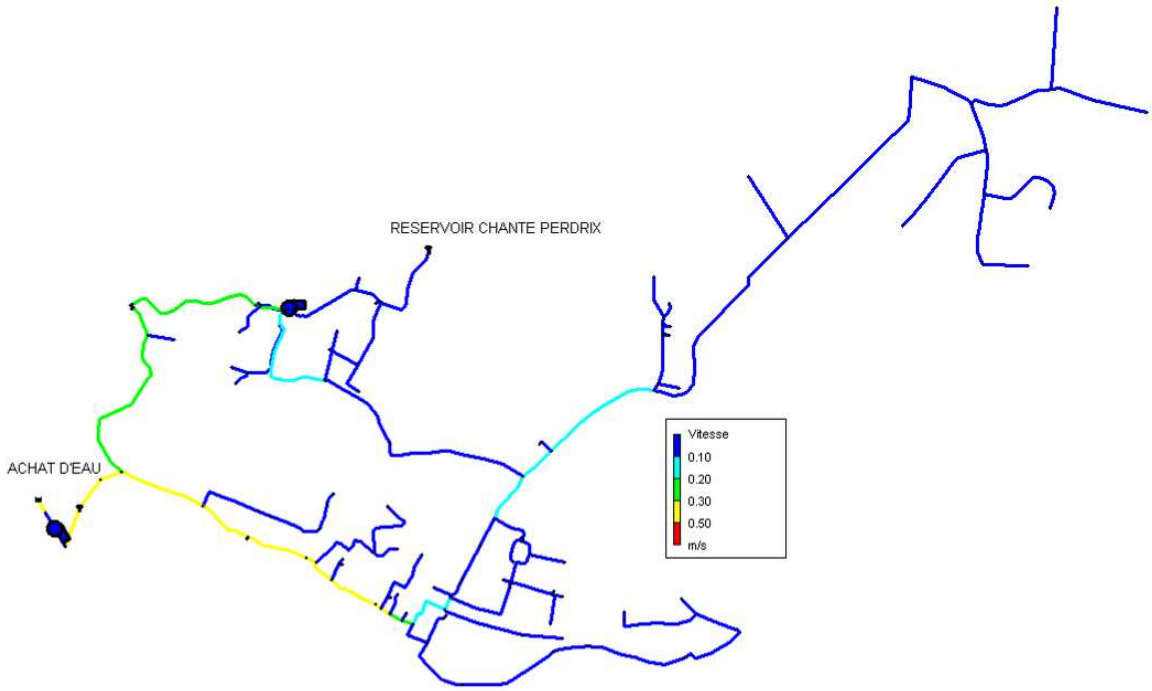


Figure 17 – Mises en évidence des vitesses maximales aux conduites du réseau en configuration démaillée, situation future et période de pointe

I.2.3. Pertes de charge unitaires

Les valeurs maximales de pertes de charge unitaires simulées sur le réseau sont globalement satisfaisantes sur l'ensemble du réseau, avec des valeurs ne dépassant pas les 2 m/km sur la majorité du réseau.

Des pertes de charge comprises entre 2 et 5 m/km sont visibles sur les tronçons où de fortes vitesses ont été simulées, soit la conduite alimentant le secteur de Chante Perdrix (perte de charge maximale de 2,7 m/km) et la conduite située sur l'avenue Paul Julien (perte de charge maximale de 3,4 m/km). Ces pertes de charge restent tout de même acceptables.

D'ailleurs, les valeurs moyennes de pertes de charge unitaires sur une journée complète, ne dépassent pas les 2 m/km, excepté sur la conduite d'achat d'eau depuis la ville d'Aix en Provence.

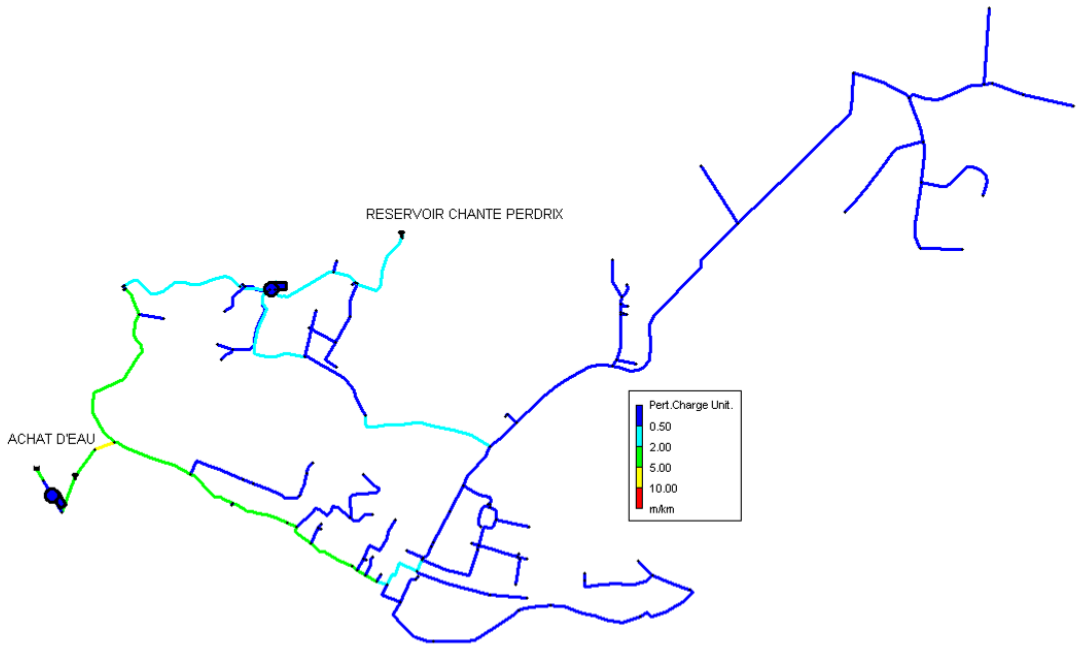


Figure 18 – Mises en évidence des pertes de charge unitaires maximales sur les conduites en configuration démaillée, situation future et période de pointe

Figure 19 – Mises en évidence des pertes de charge unitaires moyennes sur les conduites en configuration démaillée, situation future et période de pointe

I.2.4. Analyse de la défense incendie

Les essais sur les poteaux incendie effectués par le SDIS en 2010 ont montré que 4 hydrants n'étaient pas conformes à la réglementation incendie.

Pour rappel, ces 4 poteaux incendie non conformes sont les poteaux n°9, 11, 12 et 36 dont 3 d'entre eux sont situés en domaine privé (n°11, 12 et 36). Il n'appartient donc pas à la commune d'entretenir ces hydrants.

Le poteau n°9 a donc fait l'objet d'une simulation, avec une ouverture de l'hydrant à un débit de 60 m^3/h pendant 2 heures, et la pression résiduelle a été vérifiée, de façon à s'assurer ou non d'une pression au moins égale à 1 bar.

Numéro du PI	Modèle EPANET		Coût estimatif des travaux (H.T.)
	Conformité ?	Solution proposée	
9	**NON**	Renouvellement d'environ 160 ml de DN60 en DN100 minimum	32 000 €

Les résultats donnés par la modélisation confirment les mesures réalisées sur le terrain pour le poteau incendie n°9.

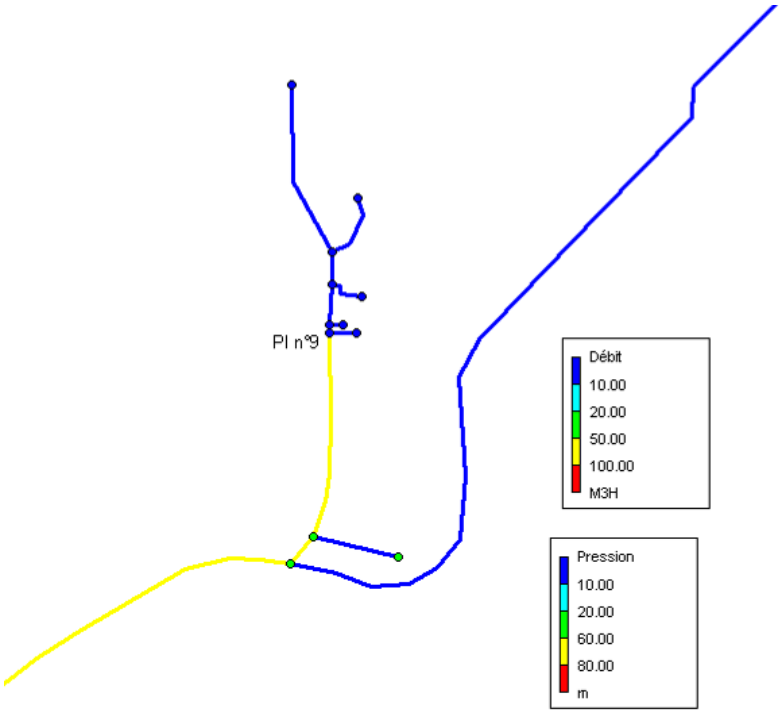


Figure 20 – Exemple de mise en évidence des débits et pressions sur le réseau lors de l'ouverture du poteau incendie n°9, en conf iguration démaillée, situation future et période de pointe

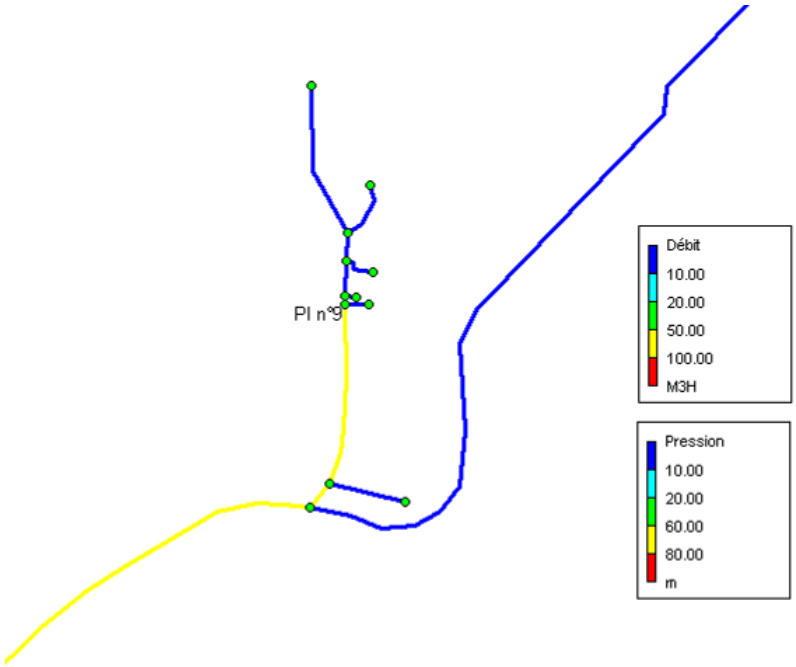


Figure 21 – Exemple de mise en évidence des débits et pressions sur le réseau après dilatation de la conduite, lors de l'ouverture du poteau incendie n°9, en configuration démaillée, situation future et période de pointe

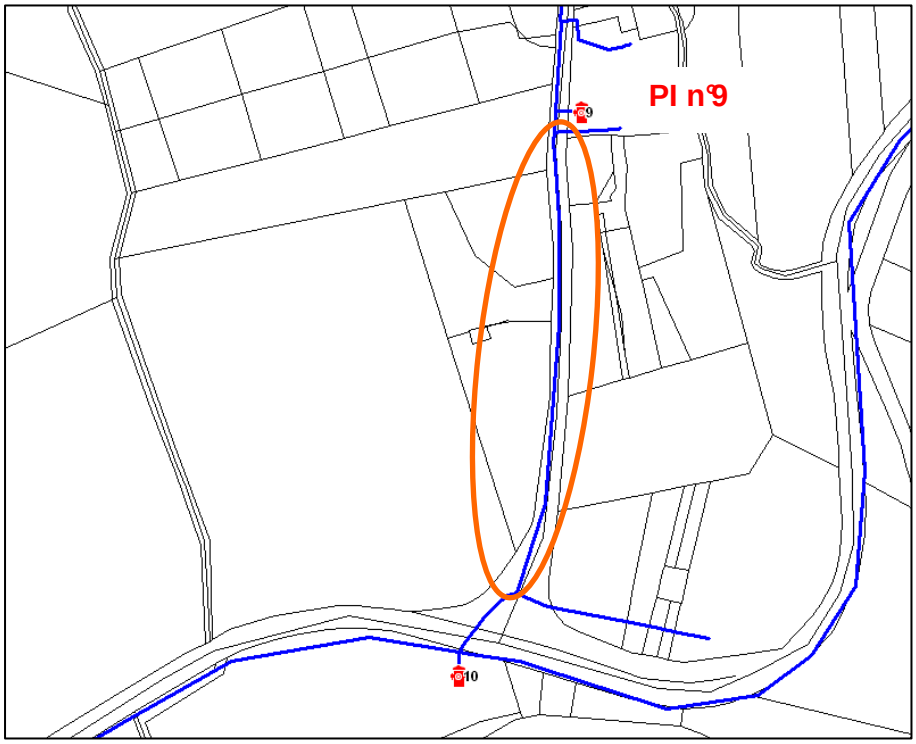


Figure 22 – Localisation du tronçon de conduite à dilater en amont du poteau incendie n°9

L

PROGRAMME DES TRAVAUX / SCHEMA DIRECTEUR

I. Amélioration du réseau en termes de surveillance

L'apparition d'une fuite, souvent imprévisible, doit pouvoir être décelée le plus rapidement possible. En outre, une fois recensée, des moyens simples à disposition des employés doivent permettre la localisation de cette fuite et son éventuel isolement. Des réparations faites au fur et à mesure constitueront alors le garant d'un rendement de réseau satisfaisant.

Les outils disponibles pour améliorer cette surveillance sont :

- La mise en place de compteurs généraux sur le réseau ;
- Le suivi et l'exploitation régulière des données collectées ;
- Le renouvellement des vannes hors services.

La priorité première sur le réseau du Tholonet reste de contrôler les besoins en eau tout en conservant un bon rendement de réseau.

I.1. Compteurs généraux, de sectorisation et télésurveillance

La commune dispose aujourd'hui d'un seul compteur télésurveillé comptabilisant l'achat d'eau depuis la commune d'Aix-en-Provence. L'exploitant du réseau relevant journalièrement le débit transité sur le compteur, cela ne permet pas de connaitre les débits minimum nocturnes, bonne indication du volume de perte sur le réseau.

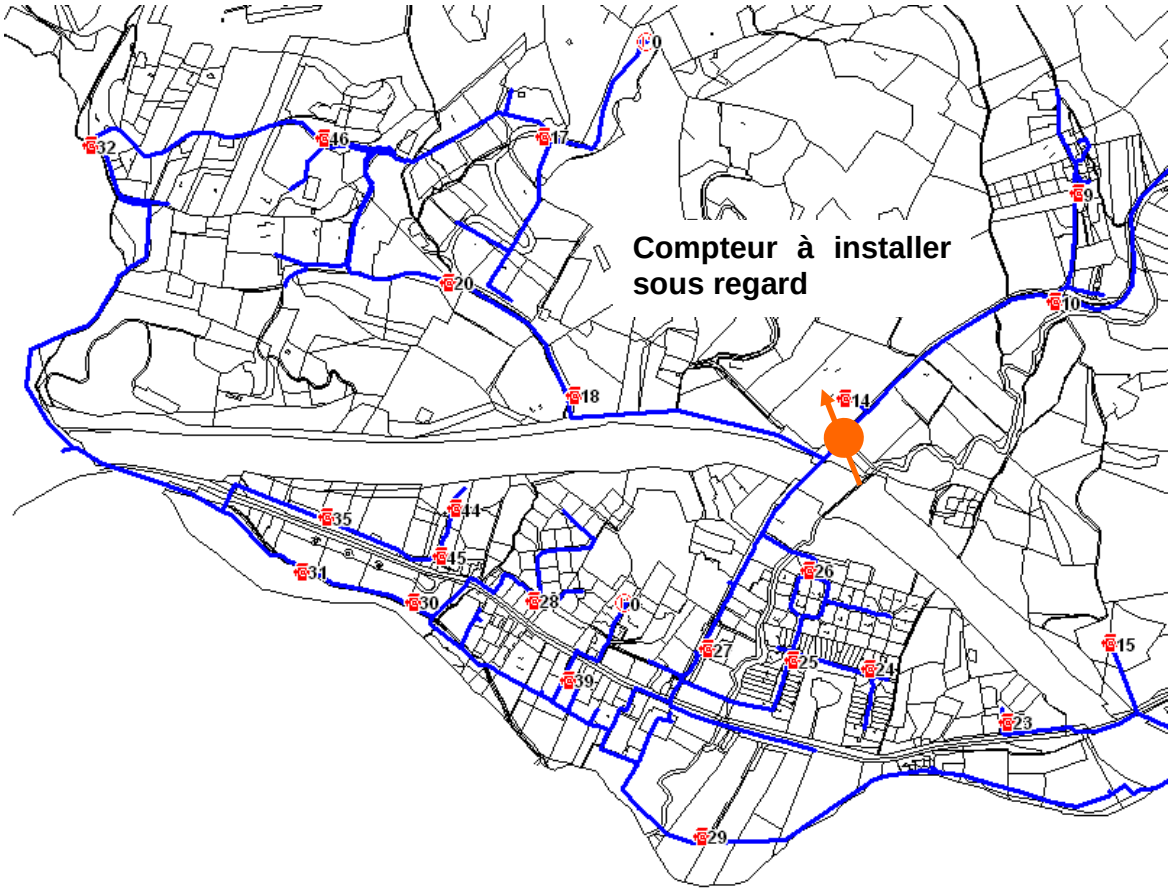
Nous conseillons donc à la commune de se rapprocher de l'exploitant du réseau pour enregistrer les volumes transités au compteur sur un pas de temps horaire au minimum, de façon à connaitre dans un premier temps, l'évolution et la modulation de la consommation des abonnés du Tholonet, et dans un second temps, suivre toute augmentation anormale de consommation nocturne, pour lancer dans la foulée une recherche de fuites sur les secteurs concernés.

⇛ *Récupération au pas de temps horaire des débits transités au compteur d'achat d'eau ……**A la charge du délégataire***

Egalement, aucun compteur de sectorisation n'est présent sur le réseau. La mise en place de tels compteurs permettrait de connaitre les volumes transités par sous secteur, et d'affiner ainsi les calculs de rendements par zone.

Dans ce cadre, nous proposons la mise en place d'un compteur de sectorisation en permanent sur la canalisation passant sur la RD64, juste après l'intersection entre l'allée Louis Philibert et l'avenue Le Cagnard.

La localisation du compteur à poser est donnée sur le schéma ci-dessous :



⇛ *Mise en place d'un compteur en DN100 sur la RD64, y compris réalisation d'un regard* ……***4 500 € H.T.***

Egalement, il a été mis en évidence lors de la visite des ouvrages, qu'aucun compteur n'était existant sur la conduite d'adduction/distribution du réservoir de Chante Perdrix, ni sur le refoulement de la station de Chante Perdrix.

La mise en place d'un compteur bidirectionnel sur l'adduction/distribution du réservoir de Chante Perdrix, permettrait d'apprécier les volumes entrants dans le réservoir ainsi que ceux distribués sur le secteur du lotissement de Chante Perdrix.

L'analyse de ces volumes permettrait de détecter toute augmentation anormale de la consommation sur ce secteur sujet à des fuites récurrentes.

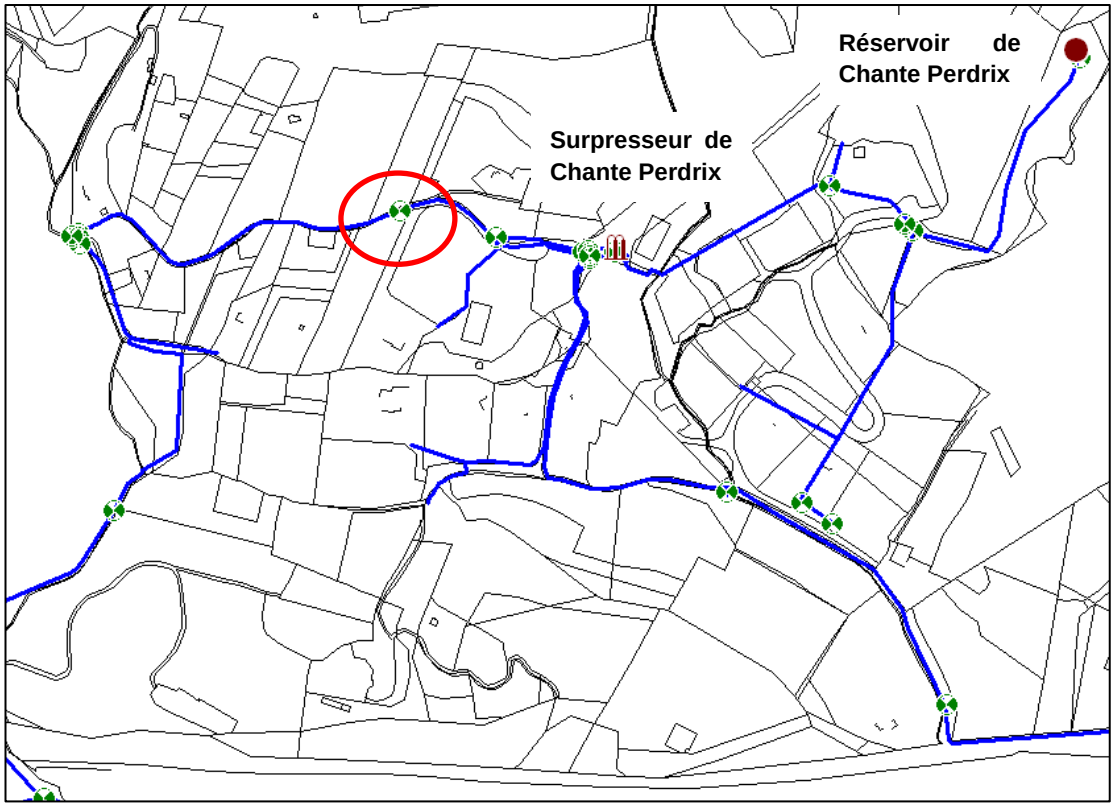
⇛ *Mise en place d'un compteur en DN100 sur l'adduction/distribution du réservoir de Chante Perdrix, y compris réalisation d'un regard* ……***4 500 € H.T.***

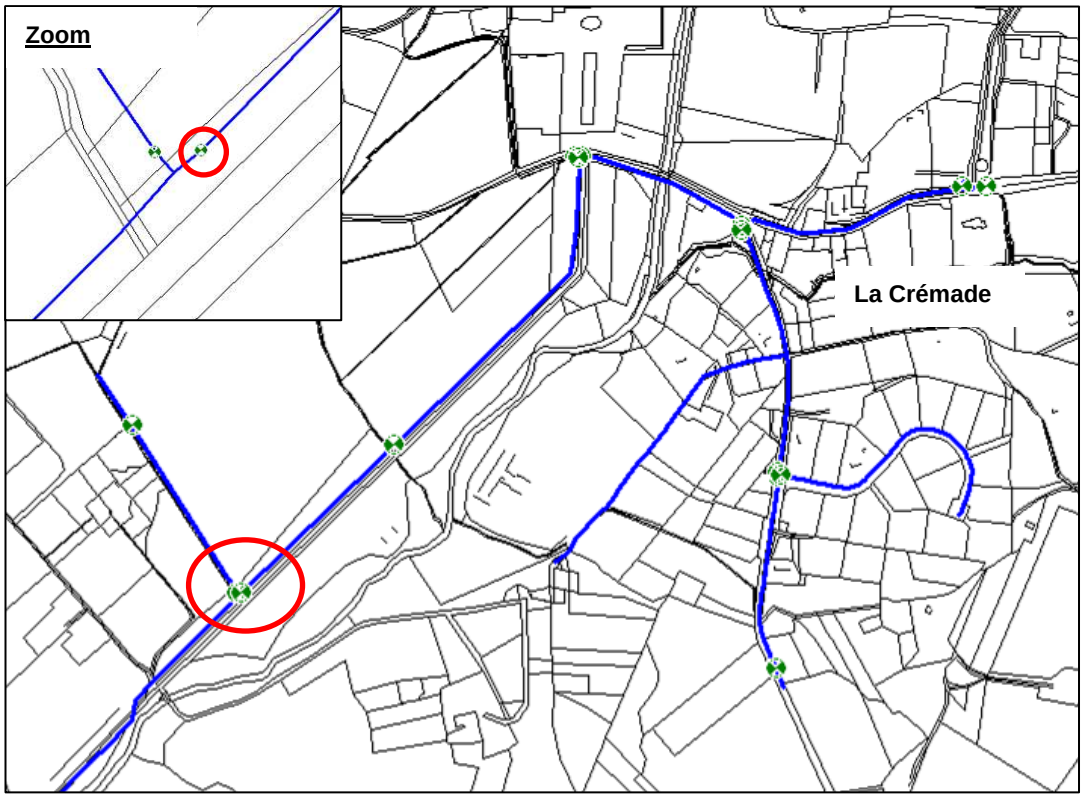
I.2. Entretien des organes sur le réseau

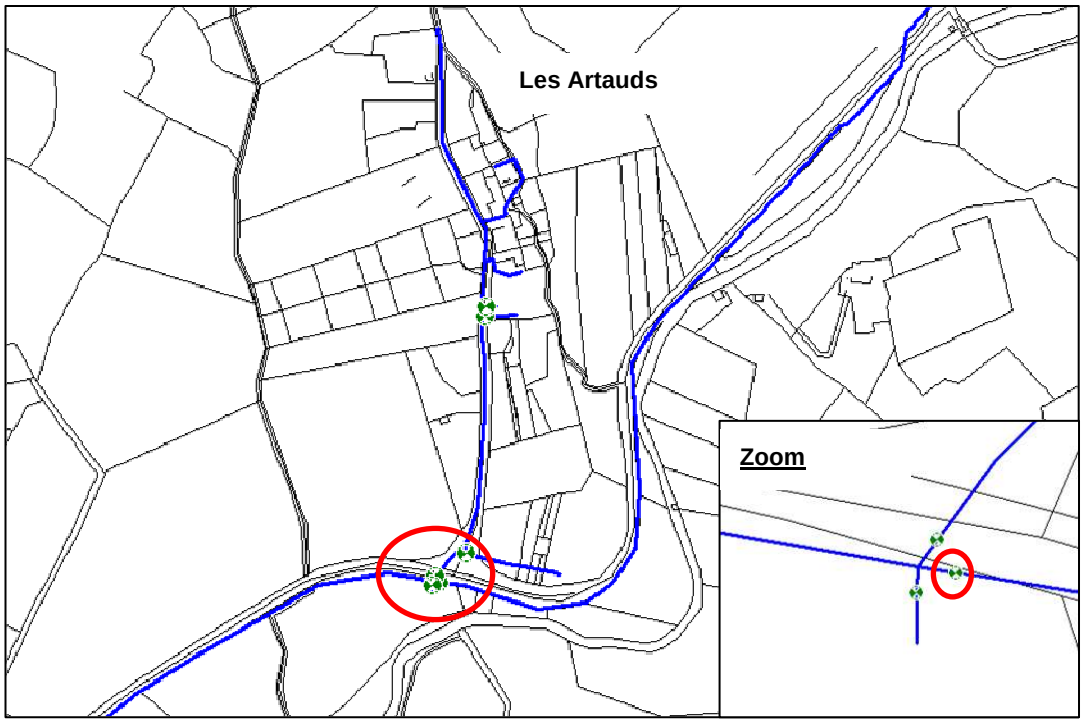
Certaines vannes repérées sur les plans des réseaux, n'ont pu être localisées par l'exploitant lors de la réalisation de la sectorisation nocturne des réseaux. Ces vannes devront être retrouvées par l'exploitant du réseau.

La localisation des trois vannes non retrouvées, est donnée ci-après :

⇛ *Localisation de trois vannes de sectorisation sur le réseau* ……***A la charge du délégataire***



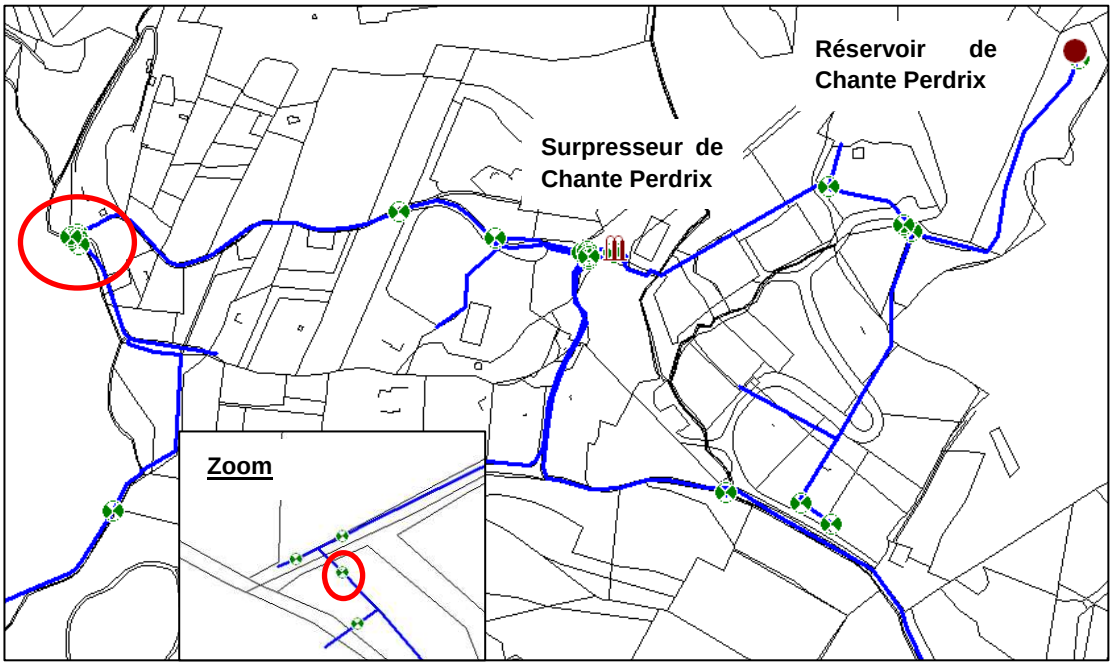

Zoom
La Crémade


Les Artauds
Zoom

I.3. Renouvellement d'organes sur le réseau

Lors de la réalisation de la sectorisation nocturne des réseaux, une vanne de sectorisation n'a pu être manipulée par l'exploitant. Cette vanne devra faire l'objet d'un renouvellement. La localisation de cette vanne non manipulable, est donnée ci-après :

⇛ *Renouvellement d'une vanne sur le réseau (DN100)……**1 200 € H.T.***



II. Amélioration du réseau en termes de rendement

II.1. Programme de renouvellement de compteurs particuliers

En vieillissant, les compteurs d'eau ont tendance à fournir des mesures de consommation d'eau de plus en plus imprécises, en sous-estimant les volumes consommés de l'ordre de quelques centièmes.

D'après le rôle d'eau 2009 fourni par l'exploitant du réseau, l'ensemble des compteurs avaient un âge inférieur à 6 ans, avec 22 % du parc compteur de moins de 2 ans d'âge.

L'exploitant devra donc poursuivre le rythme de renouvellement des compteurs abonnés entrepris jusqu'alors, de façon à conserver un parc de compteurs particulier d'âge inférieur à 12 ans.

⇛ *Renouvellement annuel de compteurs abonnés de façon à ce que l'âge des compteurs ne dépasse pas les 12 années……* ***A la charge du délégataire***

II.2. Recherche de fuites par méthode acoustique

A la suite des résultats de la recherche de fuites par sectorisation nocturne, réalisée dans le cadre de l'étude, **trois secteurs de la commune** ont montré des Indice Linéaires de Perte supérieurs à la normale, pour un réseau de type semi-urbain comme celui du Tholonet.

Les secteurs concernés par un volume de perte nocturne important sont les suivants (voir également planche 10) :

Secteur	Débit de perte mesuré	Linéaire associé	Indice Linéaire de Perte
Langesse	1,2 m^3/h	1,17 km	**1,03 m3/h/km**
RD 64 / Artauds	2,6 m3/h	3,11 km	**0,83 m3/h/km**
Escapade / Julien	6,0 m3/h	2,26 km	**2,65 m3/h/km**

A noter que dans le cadre du contrat de Délégation de Service Public, VEOLIA doit réaliser des recherches de fuites régulières sur le réseau.

⇛ *Campagne de recherche de fuites sur environ 6,5 km de réseau…….. **A la charge du délégataire***

II.3. Analyse des volumes comptabilisés au compteur général

La commune du Tholonet ne dispose actuellement que d'un seul compteur d'achat d'eau à la commune d'Aix-en-Provence sur son réseau.

L'analyse des volumes transités sur ce compteur, via télérelève, devra être réalisée régulièrement par l'exploitant du réseau, de façon à, dans un premier temps, suivre l'évolution de la distribution sur le réseau, et dans un second temps, les comparer aux volumes relevés sur les compteurs de facturation.

Cette opération permettra ainsi d'affiner le calcul du rendement du réseau et améliorera la détection des consommations d'eau nocturnes anormales.

Cette même analyse devra être réalisée sur l'ensemble des compteurs qui pourraient être posés sur la commune (compteurs de sectorisation sur la RD64 ou d'adduction/distribution du réservoir de Chante Perdrix).

⇛ *Analyse régulière des volumes transités au compteur d'achat d'eau et comparaison avec les volumes consommés aux compteurs abonnés... **à la charge du délégataire***

II.4. Réhabilitation de réseaux

Le linéaire total du réseau d'eau potable communal du Tholonet représente environ 14,5 km.

En considérant une durée de vie moyenne des canalisations de 60 ans, le renouvellement d'environ 250 ml de réseau par an permettrait un bon renouvellement du parc des conduites et d'éviter tout problème d'exploitation et de fuites sur celles-ci.

⇛ *Renouvellement annuel de 250 ml de conduites (en considérant un coût de renouvellement moyen de 200 €/ml de conduite)……**50 000 € H.T. / an***

A noter que cette réhabilitation de réseaux pourrait idéalement commencer sur les secteurs sujets à des fuites récurrentes (lotissement de Chante Perdrix,…).

II.5. Campagne de sensibilisation sur le gaspillage de l'eau

L'analyse des volumes consommés en 2009 a permis de mettre en évidence un ratio de consommation au-dessus de la moyenne nationale de 150 l/j/pers. (pour rappel ratio moyen = 168 l/j/pers., ratio de pointe = 176 l/j/pers.).

Des campagnes de sensibilisation sur le gaspillage d'eau et le développement durable, devront être entreprises par la commune auprès des particuliers, des écoliers et des entités publiques, de façon à parvenir aux objectifs de dotation hydrique estimée à l'horizon 15 ans.

⇛ *Campagne régulière de sensibilisation des abonnés sur le gaspillage de l'eau…….. **pour mémoire***

III. Amélioration du réseau en termes de sécurité

III.1. Génie civil / Equipement

- Réservoir de Chante Perdrix

L'échelle d'accès à l'intérieur de la bâche du réservoir n'est pas sécurisée, elle ne possède pas de garde corps ni de crosse de maintien.

⇛ *Fourniture et pose d'un garde corps ou d'une crosse de maintien sur l'échelle d'accès intérieur au réservoir…….. **500 € H.T.***

- Station de Chante Perdrix

L'échelle d'accès extérieur à la bâche de la station, situé à l'intérieur de la station, n'est pas sécurisée, elle ne possède ni garde corps ni crosse de maintien. Pour l'accès à l'intérieur de la cuve, il n'y a pas d'échelle.

⇛ *Fourniture et pose d'un garde corps ou d'une crosse de maintien sur l'échelle d'accès extérieur à la bâche de la station……..…* ***500 € H.T.***

⇛ *Fourniture et pose d'une échelle d'accès intérieur à la bâche de la station……..……..…* ***1 000 € H.T.***

Egalement, des fils du tableau électrique sont apparents et visibles sur le mur à côté de la porte d'entrée de la chambre des vannes, qui de plus sont situés à proximité immédiate des canalisations d'eau potable. Ces fils pourraient idéalement être placés sous un cache de protection pour éviter tout contact avec l'eau.

⇛ *Mise en place d'un cache de protection pour les fils électriques situés dans la chambre des vannes de la station de Chante Perdrix……..…* ***500 € H.T.***

Le regard situé devant l'Escapade, dans lequel la mesure du débit a été réalisée durant la campagne de mesure, se remplit d'eau continuellement, même lorsqu'il n'y a pas d'épisodes pluvieux récents. L'exploitant doit être mis au courant de ce phénomène de façon à prévoir un camion hydrocureur vidant cette eau avant toute intervention à l'intérieur de ce regard.

⇛ *Information auprès de l'exploitant du réseau de la présence permanente d'eau à l'intérieur du regard situé devant l'Escapade ……* ***pour mémoire***

III.2. Protection

Le Plan Vigipirate exige la mise en place de capteurs anti-intrusion sur les ouvrages. La porte d'entrée au local de la station n'en possède pas, ainsi que le capot du réservoir de Chante Perdrix.

⇛ *Mise en place d'un capteur anti-intrusion pour la protection de la porte d'entrée au local de la station et du capot du réservoir……..… …* ***2 000 € H.T.***

Egalement, il n'existe pas de périmètre de protection autour du réservoir de Chante Perdrix, alors que l'accès sur le haut de la cuve est facile et peut entrainer toute chute du

réservoir. La mise en place d'une clôture de protection autour du réservoir peut s'avérer utile.

⇛ *Mise en place d'une clôture de protection et d'un portillon d'accès autour du réservoir de Chante Perdrix……..… ….**6 000 € H.T.***

III.3. Régularisation

Le réservoir de Chante Perdrix est implanté en terrain privé, sans aucune servitude de passage existante.

La commune devra régulariser le foncier du réservoir. Une servitude de passage pour accéder au bassin devra également être réalisée.

⇛ *Régularisation du foncier du réservoir ……..……..……**pour mémoire***

⇛ *Elaboration d'une servitude de passage pour l'accès au réservoir…….**pour mémoire***

III.4. Sécurisation électrique

La station de Chante Perdrix n'est pas secourue en cas de coupure électrique. La mise en place d'un groupe électrogène in situ peut être envisagée.

La commune peut, dans un premier temps, vérifier auprès d'ERDf qu'une double alimentation électrique de la station est existante, et que celle-ci soit inscrite sur la liste départementale des établissements prioritaires.

⇛ *Mise en place d'un groupe électrogène dans le local de la station de Chante Perdrix……..……**3 000 € H.T.***

⇛ *Vérification auprès d'ERDf de l'existence d'une double alimentation électrique de la station de Chante Perdrix …….....……**pour mémoire***

⇛ *Inscription de la station de Chante Perdrix sur la liste départementale des établissements prioritaires ……**pour mémoire***

IV. Entretien des ouvrages

Le repérage et la visite des ouvrages a permis de constater qu'un dépôt de rouille était présent sur la vanne située sur l'adduction/distribution du réservoir de Chante Perdrix, ainsi que sur les canalisations d'adduction/distribution et la prise incendie.

⇛ *Opération de dérouillage/peinture sur les conduites et organes concernés du réservoir de Chante Perdrix……..…… **A la charge du délégataire***

Un débroussaillage est également à prévoir sur les abords du réservoir.

⇛ *Opération de débroussaillage aux abords du réservoir de Chante Perdrix……..…. **A la charge du délégataire***

Une peinture à l'intérieur des locaux est à prévoir sur la station de Chante Perdrix.

⇛ *Peinture des locaux de la station de Chante Perdrix..…. **A la charge du délégataire***

V. Amélioration de la desserte en eau

V.1. Mise à jour de la convention d'achat d'eau avec la commune d'Aix-en-Provence

Les communes d'Aix-en-Provence et du Tholonet ont signé en 2005 une convention, qui engageait la commune d'Aix-en-Provence « à fournir à la commune du Tholonet l'eau potable dont le volume consommé actuellement est de 140 000 m^3 nécessaire à sa population de 2 267 habitants dans le respect de l'approvisionnement des usagers aixois,… ».

Or, déjà en 2009, il est distribué un volume d'eau supérieur aux 140 000 m^3 mentionnés dans cette convention.

Egalement, les besoins en eau futurs, à l'horizon 15 ans, ont été estimés à environ 183 850 m^3, besoins bien supérieurs aux 140 000 m^3 mentionnés dans la convention.

La commune du Tholonet devra donc régulariser par une nouvelle convention avec la commune d'Aix-en-Provence les échanges d'eau en se basant sur les nouveaux volumes mis à jour.

⇛ *Régularisation des échanges d'eau avec la commune d'Aix-en-Provence par convention……..…* ***pour mémoire (à la charge de la collectivité)***

V.2. Régularisation des canalisations passant en terrain privé

Un certain nombre de canalisations du réseau d'eau potable de la commune du Tholonet sont situées sur des terrains privés. Le repérage des réseaux réalisé dans le cadre de cette étude a permis de dresser la liste des parcelles concernées et de retrouver précisément le tracé des différentes conduites.

Un projet de convention de passage des canalisations d'eau potable et d'eau usée sur des terrains privés a également été envoyé à chaque abonné, dans le cadre de l'étude.

⇛ *Etablissement de servitudes de passage entre la commune et les propriétaires pour régulariser le passage des canalisations en terrain privé ……..…..…* ***pour mémoire***

V.3. Amélioration du marnage du réservoir de Chante Perdrix

La mesure du marnage du réservoir de Chante Perdrix durant la campagne a montré un marnage très faible, d'environ 7% par rapport à la hauteur d'eau disponible, pouvant entrainer une stagnation de l'eau à l'intérieur du réservoir et par conséquent des problèmes de qualité de l'eau distribuée sur le lotissement de Chante Perdrix.

Le démarrage de la pompe de la station de Chante Perdrix pourrait être réglé sur une hauteur d'eau plus basse du réservoir du même nom, de façon à obtenir un marnage d'environ 20% par rapport à la hauteur maximum. Le niveau d'eau dans le réservoir lors de la période de faible consommation pourrait également être abaissé, de façon à ne pas remplir totalement le réservoir et à disposer d'un volume en eau moins important, et ainsi diminuer le temps de séjour de l'eau à l'intérieur du réservoir.

- ⇛ *Réglage du démarrage des pompes de la station de Chante Perdrix sur une hauteur d'eau plus basse du réservoir de Chante Perdrix lors de la période de faible consommation…….. **pour mémoire***
- ⇛ *Optimisation du niveau de l'eau dans le réservoir de Chante Perdrix lors de la période de faible consommation - diminution du volume disponible…. **pour mémoire***

V.4. Réduction des pressions

La réalisation de la campagne de mesures ainsi que le modèle informatique a mis en évidence une pression globalement forte sur le réseau d'eau potable du Tholonet (supérieure à 6 bars).

La mise en place d'un régulateur de pression sur la conduite d'entrée de la commune, en aval du compteur d'achat d'eau, permettrait d'obtenir des pressions entre 2 et 5 bars sur l'ensemble du réseau, et éviterait ainsi une usure prématurée des conduites et l'apparition de fuites.

- ⇛ *Fourniture et pose d'un régulateur de pression Ø150 sur la conduite d'achat d'eau (non compris la réalisation d'un regard)……...……...…….… **3 500 € H.T.***

V.5. Extension du réseau en vue de l'élaboration du PLU

L'élaboration du PLU sur le Tholonet va entrainer une extension du réseau d'eau potable sur certains secteurs, non desservis actuellement.

La localisation de ces extensions de réseau est donnée sur la planche 11.

V.5.1. Extension du réseau d'eau potable pour les zones U

N°	Localisation	Nature / DN (mm)	Linéaire (ml)	Coût estimé € H.T.
1	UD – Palette	FD 150	120	30 000
2	UD – Crémade	FD 100	280	56 000
3	UC2 – Crémade	FD 100	290	58 000

⇛ *Extension du réseau d'eau potable sur les zones U……..…….…* ***144 000 € H.T.***

V.5.2. Extension du réseau d'eau potable pour les zones AU

N°	Localisation	Nature / DN (mm) actuel→préconisé	Linéaire (ml)	Coût estimé € H.T.
1	AU1 – Crémade	FD 100	800	160 000
2	AU2 – Crémade	FD 60	150	22 500
5	AU5 – Chante Perdrix	FD 100	450	90 000

⇛ *Extension du réseau d'eau potable sur les zones AU……..…….* ***272 500 € H.T.***

VI. Sécurisation de la ressource

Le diagnostic du réseau a mis en évidence le problème d'unicité de la ressource sur la commune du Tholonet, avec un seul point de production d'eau potable depuis la commune d'Aix En Provence.

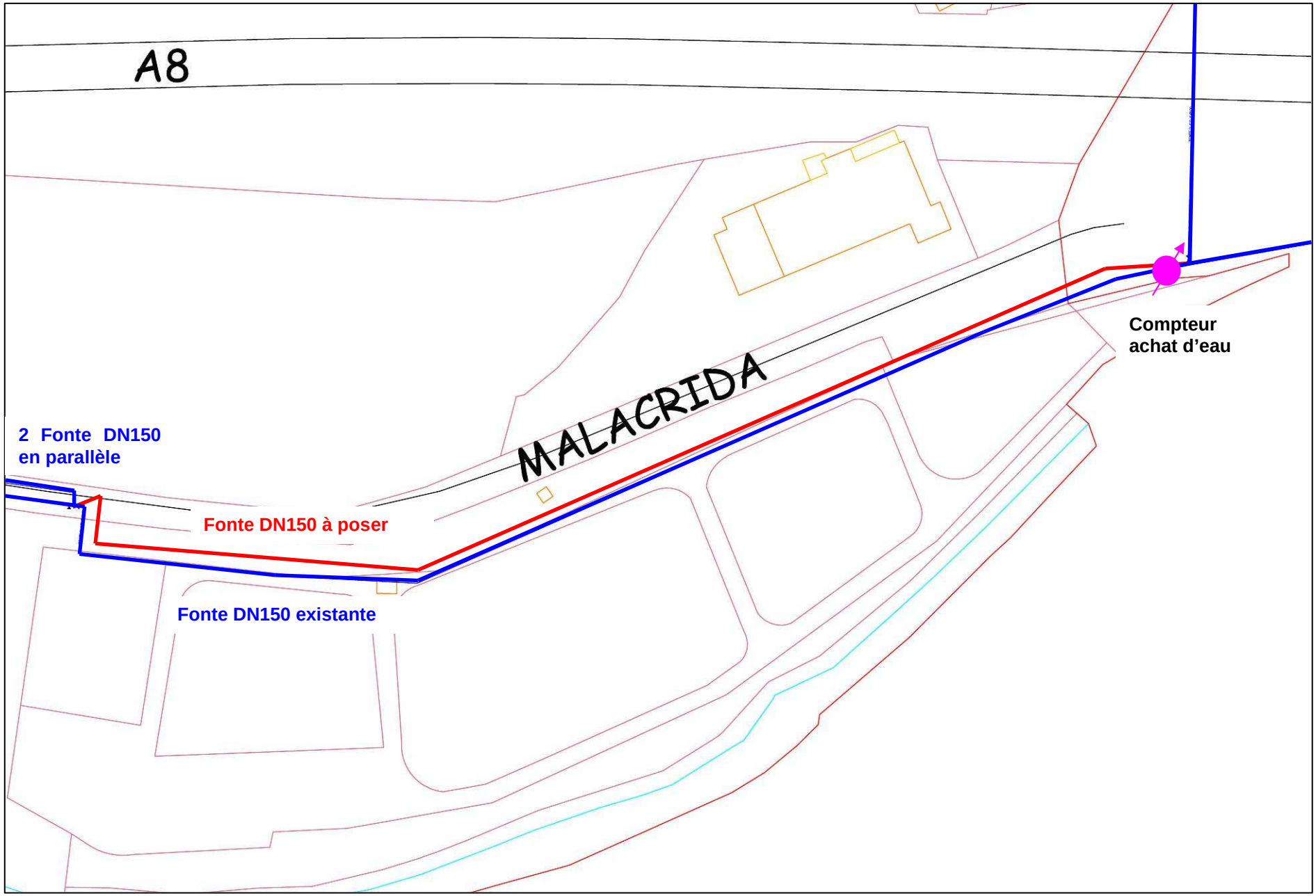
Le problème de sécurisation de cette alimentation en eau est donc posé sur la commune.

Ce problème pourra être résolu par la mise en place d'une seconde conduite, en parallèle de celle existante provenant Aix En Provence, de façon à éviter toute coupure de l'alimentation en eau de la commune du Tholonet en cas de casse sur la canalisation existante.

Cette conduite parallèle pourrait idéalement être raccordée sur le point de raccordement existant entre les trois conduites en Fonte DN150 situées sur l'avenue Henri Malacrida à Aix En Provence, jusqu'au compteur d'achat d'eau du Tholonet, de façon à bénéficier dans tous les cas, de deux conduites d'alimentation pour le Tholonet.

⇛ *Fourniture et pose d'environ 450 ml de Fonte DN150 parallèle à celle existante sur l'avenue Henri Malacrida……...……* ***112 500 € H.T.***

Sur le schéma ci-après sont représentées en bleu la canalisation existante d'achat d'eau à la commune d'Aix en Provence, et en rouge la conduite à poser entre le point de raccordement entre les 3 Fonte en DN150 et


A8
MALACRIDA
Compteur
achat d'eau
2 Fonte DN150
en parallèle
Fonte DN150 à poser
Fonte DN150 existante

VII. Amélioration de la défense incendie

<u>Remarque</u> : ces travaux de mise en conformité sont donnés à titre indicatif. Leur réalisation et leur budgétisation devront être validées en concertation avec le SDIS et devront être prévues dans le cadre de la défense contre l'incendie.

VII.1. Maintenance des poteaux incendie

Les essais sur les poteaux incendie effectués par le SDIS en 2010 ont montré que les poteaux n°15, 29 et 32 nécessitaient une réparation , un suivi ou un entretien particulier. Le carré de manœuvre du poteau n°15 est cassé, l'accessibilité du poteau n°29 est impossible (chaine et cadenas) car situé en domaine privé, le capot du poteau n°32 est manquant.

L'ensemble de ces problèmes sur les hydrants appartenant à la commune devront être solutionnés de façon à bénéficier de la disponibilité de l'ensemble du parc d'hydrants.

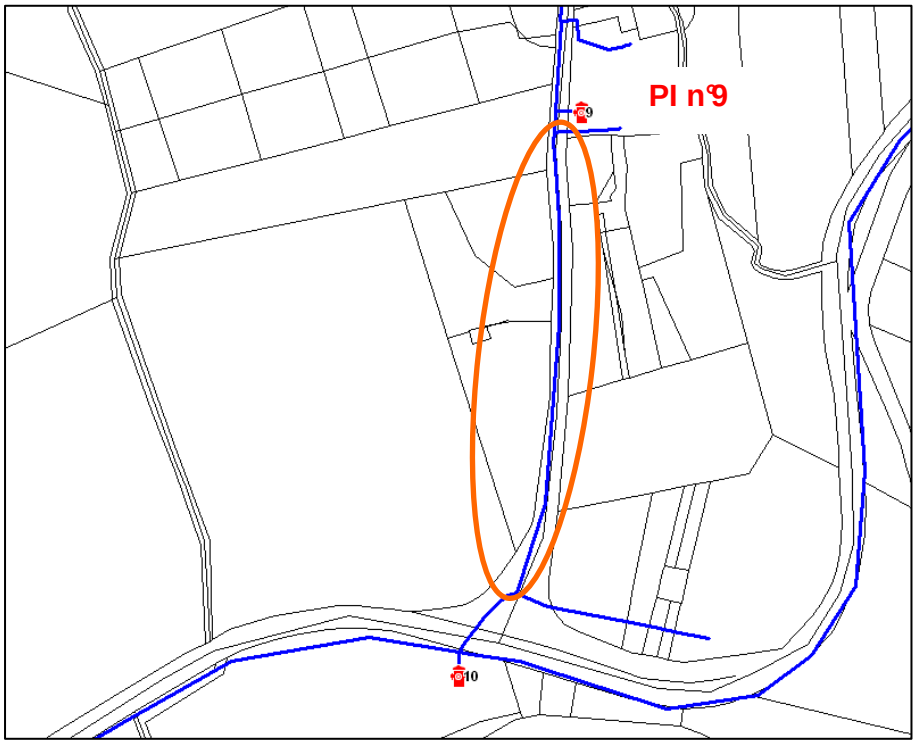
- ⇛ *Réparation du carré de manœuvre du poteau n°15…… ...…… **800 € H.T.***
- ⇛ *Mise en place d'un capot sur le poteau incendie n°32……...…… **300 € H.T.***

VII.2. Poteau incendie non conforme

La modélisation des réseaux a proposé des solutions de mise en conformité du poteau incendie n°9 non conforme, situé sur le réseau communal du Tholonet. Le renouvellement d'environ 160 ml de conduite en DN60, en amont du poteau, par une conduite en DN100 minimum, permet de mettre en conformité l'hydrant (débit de 60 m^3/h à une pression de 1 bar).

- ⇛ *Renouvellement d'environ 160 ml de conduite en DN60 par une conduite en DN100……...…… **32 000 € H.T.***

La localisation du tronçon à renouveler est donnée ci-après.


PI n°9
9
10

M

PLANIFICATION DES TRAVAUX / PROGRAMME PLURIANNUEL

OPÉRATION N°	NATURE DES TRAVAUX	GLOBAL € HT	DÉTAIL € HT	PRIORITÉ	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Amélioration du réseau en termes de surveillance	**10 200 €**												
	dont Priorité 1	1 200 €												
	Priorité 2	4 500 €												
	Priorité 3	4 500 €												
1	Récupération au pas de temps horaire des débits transités au compteur d'achat d'eau		**A la charge du délégataire**	1										
2	Mise en place d'un compteur en DN100 sur la RD64, y compris réalisation d'un regard		**4 500 €**	2				4 500 €						
3	Mise en place d'un compteur en DN100 sur l'adduction/distribution du réservoir de Chante Perdrix, y compris réalisation d'un regard		**4 500 €**	3					4 500 €					
4	Localisation de trois vannes de sectorisation sur le réseau		**A la charge du délégataire**	1										
5	Renouvellement d'une vanne sur le réseau (DN100)		**1 200 €**	1	1 200 €									
	Amélioration du réseau en termes de sécurité	**13 500 €**												
	dont Priorité 1	4 500 €												
	Priorité 2	6 000 €												
	Priorité 3	3 000 €												
	Réservoir de Chante Perdrix		**Réservoir de Chante Perdrix**											
6	Fourniture et pose d'un garde corps ou d'une crosse de maintien sur l'échelle d'accès intérieur au réservoir		**500 €**	1	500 €									
7	Mise en place d'un capteur anti-intrusion pour la protection du capot du réservoir		**1 000 €**	1	1 000 €									
8	Mise en place d'une clôture de protection et d'un portillon d'accès autour du réservoir		**6 000 €**	2			6 000 €							
9	Régularisation du foncier du réservoir		**pour mémoire**	1										
10	Elaboration d'une servitude de passage pour l'accès au réservoir		**pour mémoire**	1										
	Station de Chante Perdrix		**Station de Chante Perdrix**											
11	Fourniture et pose d'un garde corps ou d'une crosse de maintien sur l'échelle d'accès extérieur à la bâche de la station		**500 €**	1	500 €									
12	Fourniture et pose d'une échelle d'accès intérieur à la bâche de la station		**1 000 €**	1	1 000 €									
13	Mise en place d'un cache de protection pour les fils électriques situés dans la chambre des vannes de la station		**500 €**	1		500 €								
14	Mise en place d'un capteur anti-intrusion pour la protection de la porte d'entrée au local de la station		**1 000 €**	1	1 000 €									
15	Mise en place d'un groupe électrogène dans le local de la station		**3 000 €**	3						3 000 €				
16	Vérification auprès d'ERDf de l'existence d'une double alimentation électrique de la station		**pour mémoire**	1										
17	Inscription de la station sur la liste départementale des établissements prioritaires		**pour mémoire**	1										
	Regard devant l'Escapade		**Regard devant l'Escapade**											
18	Information auprès de l'exploitant du réseau de la présence permanente d'eau à l'intérieur du regard			1										
	Amélioration du réseau en termes de rendement	**500 000 €**												
	dont Priorité 1	- €												
	Priorité 2	- €												
	Priorité 3	500 000 €												
19	Renouvellement annuel de compteurs abonnés de façon à ce que l'âge des compteurs ne dépasse pas les 12 années		**A la charge du délégataire**	1										
20	Campagne de recherche de fuites sur environ 6,5 km de réseau		**A la charge du délégataire**	1										
21	Analyse régulière des volumes transités au compteur d'achat d'eau et comparaison avec les volumes consommés aux compteurs abonnés		**A la charge du délégataire**	1										
22	Renouvellement annuel d'environ 250 ml de canalisations		**500 000 €**	3	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €
23	Campagne régulière de sensibilisation des abonnés sur le gaspillage de l'eau		**pour mémoire**	1										

(*) : p.m. : pour mémoire.

OPÉRATION N°	NATURE DES TRAVAUX	GLOBAL € HT	DÉTAIL € HT	PRIORITÉ	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Entretien des ouvrages	**- €**												
	dont Priorité 1	- €												
	Priorité 2	- €												
	Priorité 3	- €												
	Réservoir de Chante Perdrix		**Réservoir de Chante Perdrix**											
24	Opération de dérouillage/peinture sur les conduites et organes concernés du réservoir		**A la charge du délégataire**	2										
25	Opération de débroussaillage sur les abords du réservoir		**A la charge du délégataire**	2										
	Station de Chante Perdrix		**Station de Chante Perdrix**											
26	Peinture des locaux de la station		**A la charge du délégataire**	2										
	Amélioration de la desserte en eau	**420 000 €**												
	dont Priorité 1	3 500 €												
	Priorité 2	416 500 €												
	Priorité 3	- €												
	Mise à jour de la convention d'achat d'eau à la commune d'Aix-en-Provence		**Mise à jour de la convention d'achat d'eau à la commune d'Aix-en-Provence**											
27	Régularisation des échanges d'eau avec la commune d'Aix-en-Provence par convention		**pour mémoire**	1										
	Régularisation des canalisations passant en terrain privé		**Régularisation des canalisations passant en terrain privé**											
28	Etablissement de servitudes de passage entre la commune et les propriétaires pour régulariser le passage des canalisations en terrain privé		**pour mémoire**	1										
	Amélioration du marnage du réservoir de Chante Perdrix		**Amélioration du marnage du réservoir de Chante Perdrix**											
29	Réglage du démarrage des pompes de la station de Chante Perdrix sur une hauteur d'eau plus basse du réservoir de Chante Perdrix lors de la période de faible consommation		**pour mémoire**	2										
30	Optimisation du niveau de l'eau dans le réservoir de Chante Perdrix lors de la période de faible consommation - diminution du volume disponible		**pour mémoire**	2										
	Réduction des pressions		**Réduction des pressions**											
31	Fourniture et pose d'un régulateur de pression Ø150 sur la conduite d'achat d'eau (non compris la réalisation d'un regard)		**3 500 €**	1		3 500 €								
	Extension de réseau en vue de l'élaboration du PLU		**Extension de réseau en vue de l'élaboration du PLU**											
32	Extension du réseau d'eau potable sur les zones U		**144 000 €**	2						30 000 €	56 000 €	58 000 €		
33	Extension du réseau d'eau potable sur les zones AU		**272 500 €**	2						22 500 €			90 000 €	160 000 €
	Sécurisation de la ressource	**112 500 €**												
	dont Priorité 1	112 500 €												
	Priorité 2	- €												
	Priorité 3	- €												
34	Fourniture et pose d'environ 450 ml de Fonte DN150 parallèle à celle existante sur l'avenue Henri Malacrida		**112 500 €**	1	112 500 €									
	Amélioration de la défense incendie	**33 100 €**												
	Hors Priorité (hors budget de l'eau)													
35	Réparation du carré de manœuvre du poteau n°15		**800 €**	1										
36	Mise en place d'un capot sur le poteau incendie n°3 2		**300 €**	1										
37	Renouvellement d'environ 160 ml de conduite en DN60 par une conduite en DN100 pour la mise en conformité du poteau incendie n°9		**32 000 €**	1										
	COUTS € H.T	**1 056 200 €**	**1 056 200 €**		**167 700 €**	**54 000 €**	**56 000 €**	**54 500 €**	**54 500 €**	**105 500 €**	**106 000 €**	**108 000 €**	**140 000 €**	**210 000 €**
	COUTS € T.T.C	**1 263 215 €**	**1 263 215 €**		**200 569 €**	**64 584 €**	**66 976 €**	**65 182 €**	**65 182 €**	**126 178 €**	**126 776 €**	**129 168 €**	**167 440 €**	**251 160 €**
	COUTS € T.T.C Priorité 1	**11 003 €**												
	COUTS € T.T.C Priorité 2	**510 692 €**												
	COUTS € T.T.C Priorité 3	**606 970 €**												

(*) : p.m. : pour mémoire.

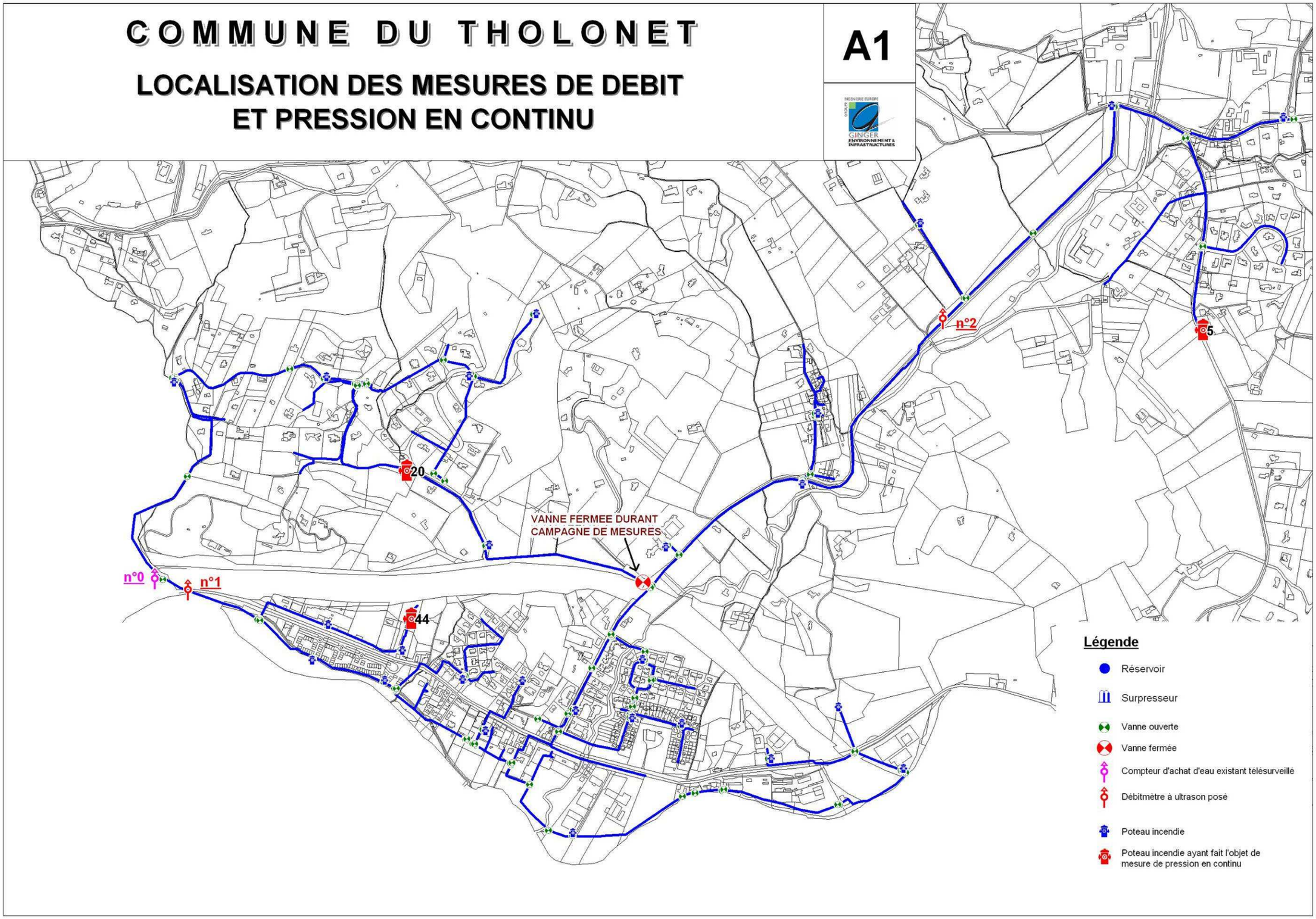
N

LOCALISATION DES TRAVAUX A REALISER

Planche 11 : Localisation des travaux à réaliser

N

ANNEXES

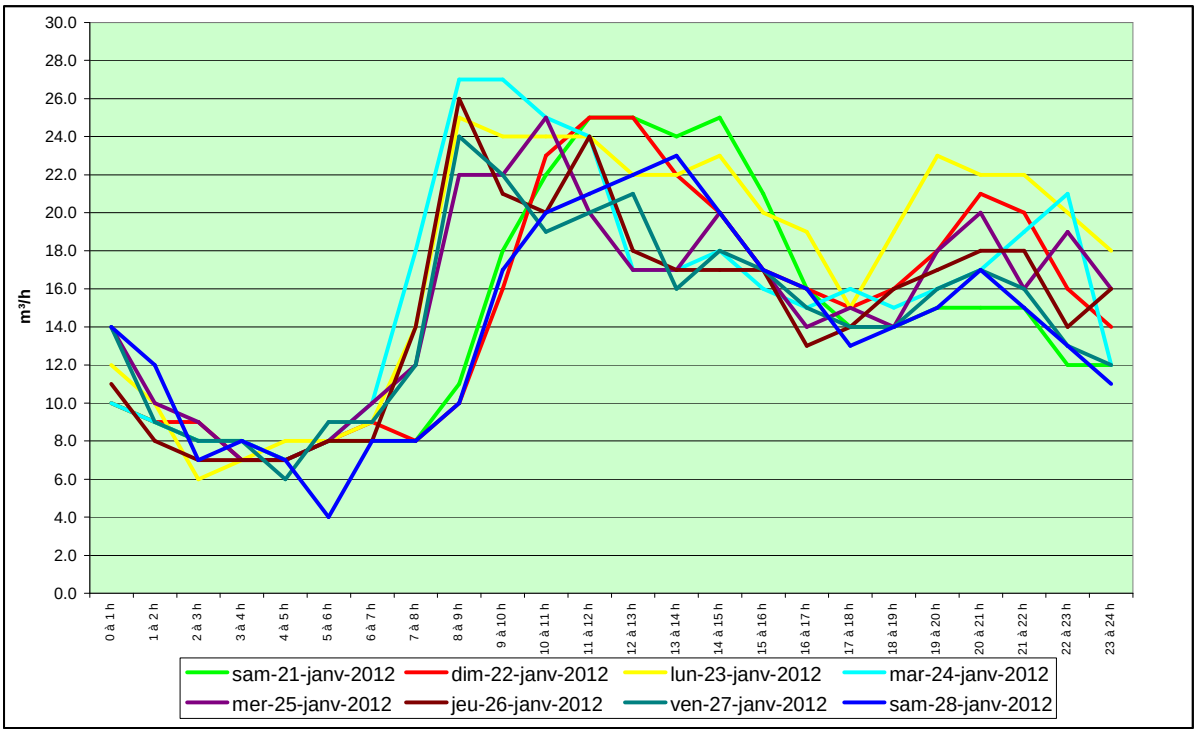

COMMUNE DU THOLONET
LOCALISATION DES MESURES DE DEBIT
ET PRESSION EN CONTINU
A1
GINGER
ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES
n°2
5
20
VANNE FERMEE DURANT
CAMPAGNE DE MESURES
n°0
n°1
44
Légende
Réservoir
Surpresseur
Vanne ouverte
Vanne fermée
Compteur d'achat d'eau existant télésurveillé
Débitmètre à ultrason posé
Poteau incendie
Poteau incendie ayant fait l'objet de mesure de pression en continu

Annexe 2 : Résultats des mesures de débits

Dossier HY13 B0018	**Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône** **1-Compteur d'achat d'eau à Aix en Provence** **Données brutes : analyse des données enregistrées du 21/01/12 au 28/01/12**

Heures									Statistiques		
	sam-21-janv-2012	dim-22-janv-2012	lun-23-janv-2012	mar-24-janv-2012	mer-25-janv-2012	jeu-26-janv-2012	ven-27-janv-2012	sam-28-janv-2012	Moyenne	Ecart type	**Moy. corrig.***
0 à 1 h	10.0	10.0	12.0	10.0	14.0	11.0	14.0	14.0	11.88	1.79	**11.50**
1 à 2 h	9.0	9.0	10.0	9.0	10.0	8.0	9.0	12.0	9.50	2.44	**9.14**
2 à 3 h	8.0	9.0	6.0	8.0	9.0	7.0	8.0	7.0	7.75	1.45	**8.00**
3 à 4 h	8.0	7.0	7.0	8.0	7.0	7.0	8.0	8.0	7.50	0.53	**7.50**
4 à 5 h	7.0	7.0	8.0	7.0	7.0	7.0	6.0	7.0	7.00	0.50	**7.00**
5 à 6 h	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	9.0	4.0	7.63	1.86	**8.14**
6 à 7 h	8.0	9.0	9.0	10.0	10.0	8.0	9.0	8.0	8.88	1.00	**8.50**
7 à 8 h	8.0	8.0	14.0	18.0	12.0	14.0	12.0	8.0	11.75	3.61	**13.00**
8 à 9 h	11.0	10.0	25.0	27.0	22.0	26.0	24.0	10.0	19.38	8.08	**24.80**
9 à 10 h	18.0	16.0	24.0	27.0	22.0	21.0	22.0	17.0	20.88	4.17	**20.67**
10 à 11 h	22.0	23.0	24.0	25.0	25.0	20.0	19.0	20.0	22.25	2.47	**21.80**
11 à 12 h	25.0	25.0	24.0	24.0	20.0	24.0	20.0	21.0	22.88	2.05	**23.25**
12 à 13 h	25.0	25.0	22.0	17.0	17.0	18.0	21.0	22.0	20.88	3.08	**20.75**
13 à 14 h	24.0	22.0	22.0	17.0	17.0	17.0	16.0	23.0	19.75	3.38	**19.67**
14 à 15 h	25.0	20.0	23.0	18.0	20.0	17.0	18.0	20.0	20.13	2.70	**19.20**
15 à 16 h	21.0	17.0	20.0	16.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.75	1.66	**17.00**
16 à 17 h	16.0	16.0	19.0	15.0	14.0	13.0	15.0	16.0	15.50	1.67	**15.33**
17 à 18 h	14.0	15.0	15.0	16.0	15.0	14.0	14.0	13.0	14.50	0.88	**14.50**
18 à 19 h	14.0	16.0	19.0	15.0	14.0	16.0	14.0	14.0	15.25	1.66	**14.71**
19 à 20 h	15.0	18.0	23.0	16.0	18.0	17.0	16.0	15.0	17.25	2.51	**16.43**
20 à 21 h	15.0	21.0	22.0	17.0	20.0	18.0	17.0	17.0	18.38	2.24	**17.80**
21 à 22 h	15.0	20.0	22.0	19.0	16.0	18.0	16.0	15.0	17.63	2.44	**17.80**
22 à 23 h	12.0	16.0	20.0	21.0	19.0	14.0	13.0	13.0	16.00	3.46	**15.00**
23 à 24 h	12.0	14.0	18.0	12.0	16.0	16.0	12.0	11.0	13.88	2.39	**13.67**
Tot. / 24 h	**350.0**	**361.0**	**416.0**	**380.0**	**369.0**	**356.0**	**349.0**	**332.0**	**364.13**		**365.16**

** moyenne des valeurs retenues (valeurs dont l'écart avec la moyenne est inférieur à l'écart type)*



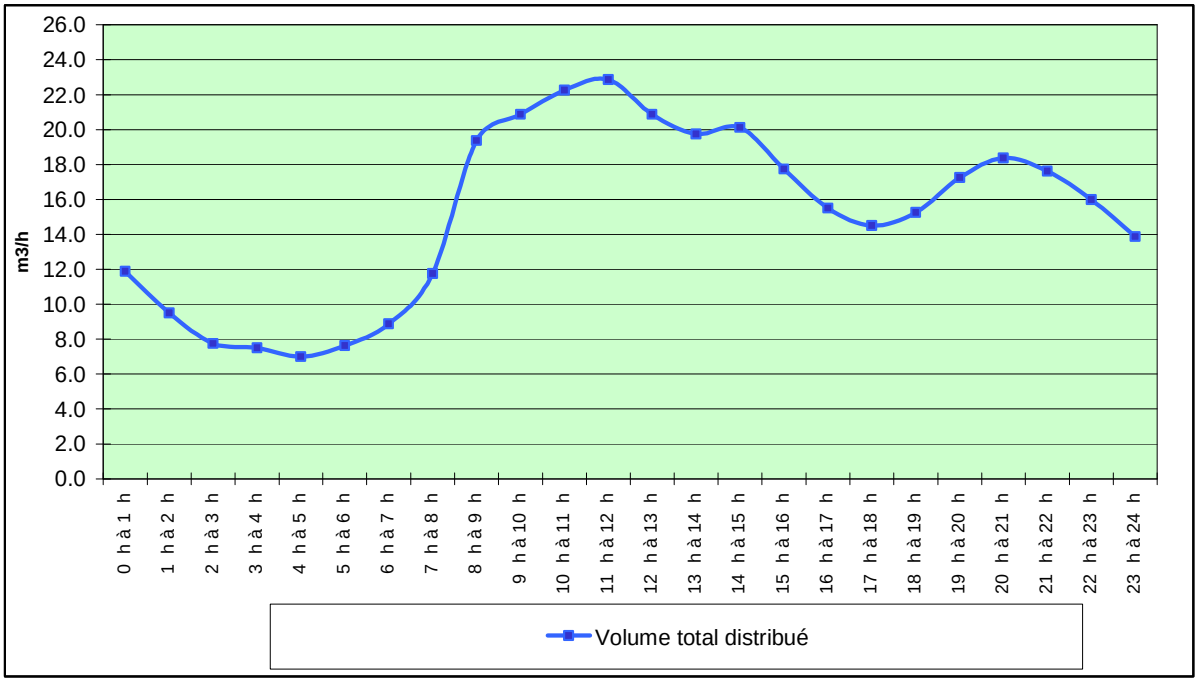
Dossier HY13 B0018

GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône
1-Compteur d'achat d'eau à Aix en Provence

Données interprétées : analyse du débit moyen du 21/01/12 au 28/01/12

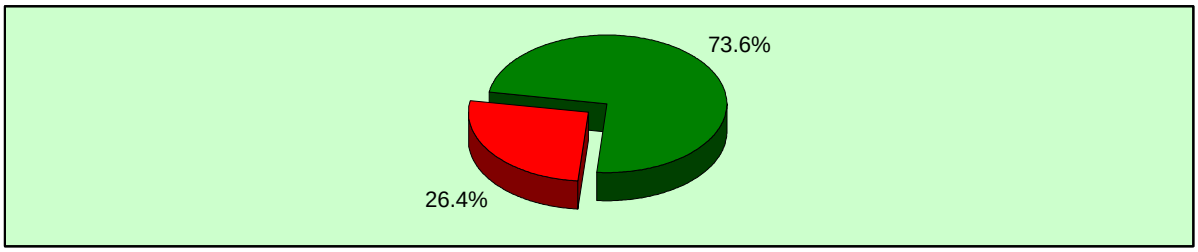
1ère période		2ème période		3ème période	
Tranche horaire	Volume mesuré m^3	Tranche horaire	Volume mesuré m^3	Tranche horaire	Volume mesuré m^3
0 h à 1 h	11.88	8 h à 9 h	19.38	16 h à 17 h	15.50
1 h à 2 h	9.50	9 h à 10 h	20.88	17 h à 18 h	14.50
2 h à 3 h	7.75	10 h à 11 h	22.25	18 h à 19 h	15.25
3 h à 4 h	7.50	11 h à 12 h	22.88	19 h à 20 h	17.25
4 h à 5 h	7.00	12 h à 13 h	20.88	20 h à 21 h	18.38
5 h à 6 h	7.63	13 h à 14 h	19.75	21 h à 22 h	17.63
6 h à 7 h	8.88	14 h à 15 h	20.13	22 h à 23 h	16.00
7 h à 8 h	11.75	15 h à 16 h	17.75	23 h à 24 h	13.88
Volume sur 8h	**71.88**	**Volume sur 8h**	**163.88**	**Volume sur 8h**	**128.38**



Volume distribué moyen journalier (Vj)	***364.1 m^3***
Volume distribué horaire moyen (Vhm)	**15.17 m^3**
Volume distribué horaire minimum (Vhmin)	**7.00 m^3**
dont volume des fontaines et chasses d'eaux usées identifiées sur le réseau :	0.00 m^3
Volume distribué horaire maximum (Vhmax)	**22.88 m^3**
Coefficient de pointe (Cp=Vhmax/Vhm)	**1.51**

Volume horaire de perte, assimilé au volume minimum observé sur un pas de temps de 1 heure du 21/01/12 au 28/01/12	**4.00 m3**	**Volume consommé horaire moyen**	**11.17 m3**
		Volume consommé horaire minimum	**3.00 m3**
		Volume consommé horaire maximum	**18.88 m3**
Volume minimum journalier estimé	***96.0 m3***	***Volume consommé journalier***	***268.1 m3***

Rendement hydraulique journalier (indicatif) : ***73.6 %***



Dossier HY13 B0018

GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

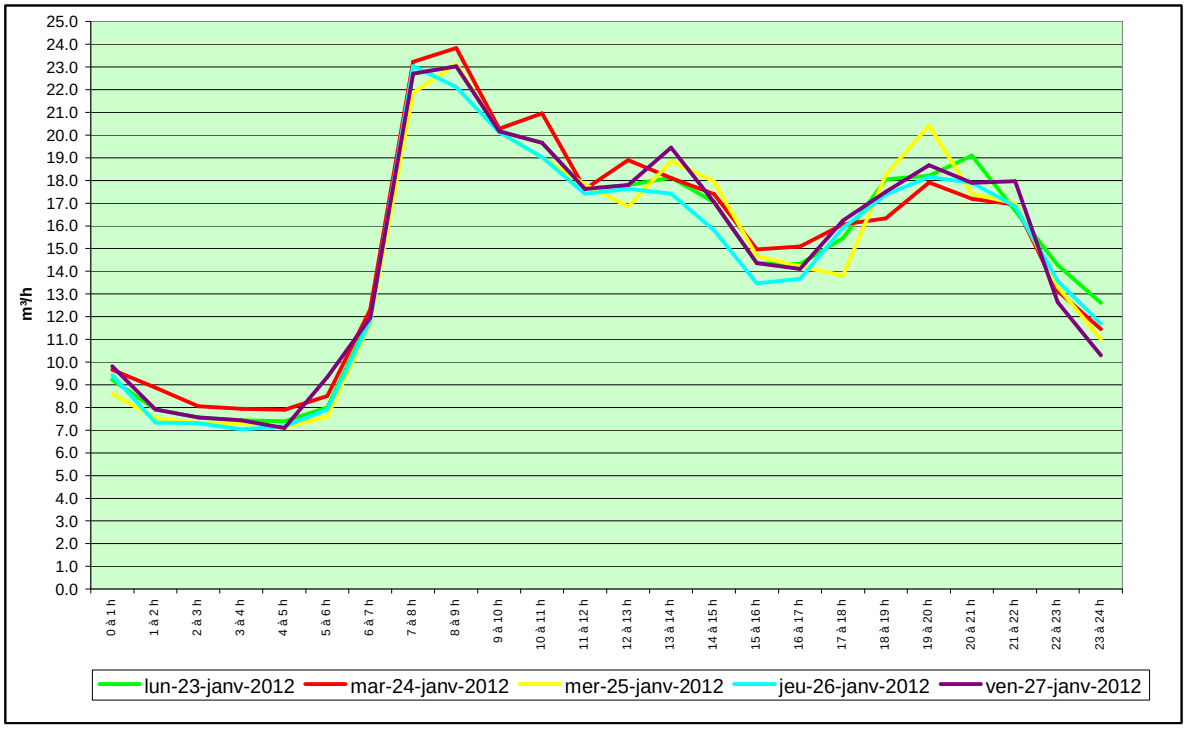
Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône

2-Débitmètre devant Escapade

Données brutes : analyse des données enregistrées du 23/01/12 au 27/01/12

Heures						Statistiques		
	lun-23-janv-2012	mar-24-janv-2012	mer-25-janv-2012	jeu-26-janv-2012	ven-27-janv-2012	Moyenne	Ecart type	Moy. corrig.*
0 à 1 h	9.2	9.7	8.6	9.4	9.8	9.35	0.47	**9.44**
1 à 2 h	7.9	8.9	7.5	7.3	7.9	7.92	0.59	**7.68**
2 à 3 h	7.6	8.1	7.3	7.3	7.6	7.57	0.30	**7.44**
3 à 4 h	7.4	7.9	7.3	7.0	7.4	7.43	0.33	**7.39**
4 à 5 h	7.4	7.9	7.1	7.2	7.1	7.34	0.33	**7.20**
5 à 6 h	8.0	8.5	7.6	7.9	9.3	8.27	0.68	**8.15**
6 à 7 h	11.9	12.3	11.7	11.8	11.9	11.95	0.23	**11.85**
7 à 8 h	22.7	23.2	21.9	23.1	22.7	22.71	0.53	**22.92**
8 à 9 h	23.0	23.8	23.1	22.1	23.0	23.02	0.61	**23.06**
9 à 10 h	20.2	20.3	20.1	20.1	20.2	20.18	0.06	**20.16**
10 à 11 h	19.7	21.0	19.0	19.0	19.7	19.66	0.80	**19.34**
11 à 12 h	17.6	17.6	17.8	17.4	17.6	17.62	0.15	**17.62**
12 à 13 h	17.8	18.9	16.8	17.6	17.8	17.79	0.74	**17.74**
13 à 14 h	18.1	18.1	18.9	17.4	19.5	18.39	0.78	**18.36**
14 à 15 h	17.1	17.4	18.0	15.8	17.1	17.06	0.79	**17.17**
15 à 16 h	14.4	15.0	14.7	13.5	14.4	14.37	0.56	**14.47**
16 à 17 h	14.3	15.1	14.2	13.7	14.1	14.28	0.51	**14.21**
17 à 18 h	15.5	16.1	13.8	15.9	16.2	15.49	0.98	**15.91**
18 à 19 h	18.1	16.3	18.3	17.4	17.5	17.50	0.75	**17.80**
19 à 20 h	18.2	17.9	20.4	18.1	18.7	18.67	1.01	**18.23**
20 à 21 h	19.1	17.2	17.4	17.9	17.9	17.90	0.74	**17.60**
21 à 22 h	16.7	16.9	17.0	16.9	18.0	17.09	0.51	**16.87**
22 à 23 h	14.3	13.1	13.3	13.6	12.6	13.38	0.60	**13.33**
23 à 24 h	12.6	11.5	11.0	11.7	10.3	11.41	0.85	**11.38**
Tot. / 24 h	**358.7**	**362.7**	**352.9**	**349.2**	**358.3**	**356.36**		**355.34**

** moyenne des valeurs retenues (valeurs dont l'écart avec la moyenne est inférieur à l'écart type)*



Dossier HY13 B0018

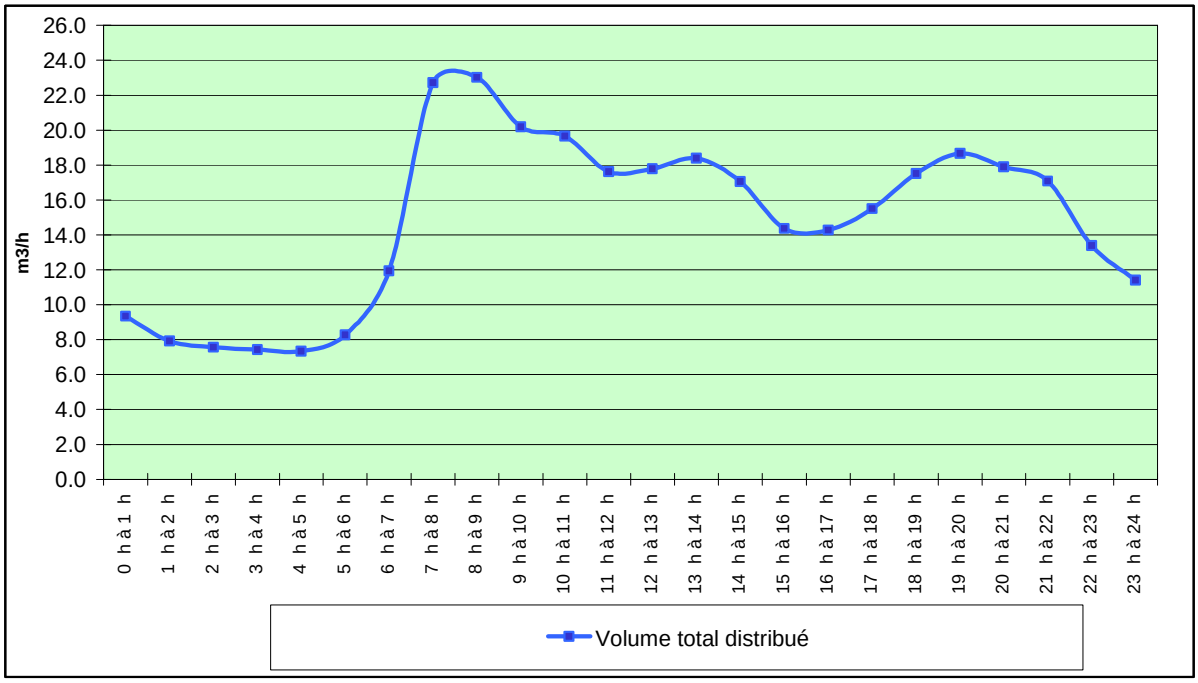
GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône

2-Débitmètre devant Escapade

Données interprétées : analyse du débit moyen du 23/01/12 au 27/01/12

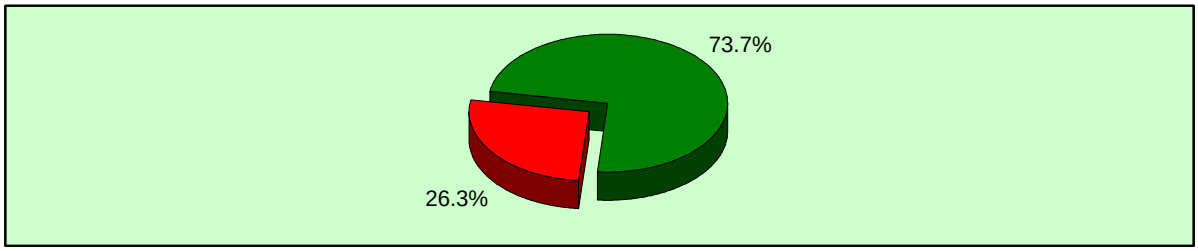
1ère période		2ème période		3ème période	
Tranche horaire	Volume mesuré m^3	Tranche horaire	Volume mesuré m^3	Tranche horaire	Volume mesuré m^3
0 h à 1 h	9.35	8 h à 9 h	23.02	16 h à 17 h	14.28
1 h à 2 h	7.92	9 h à 10 h	20.18	17 h à 18 h	15.49
2 h à 3 h	7.57	10 h à 11 h	19.66	18 h à 19 h	17.50
3 h à 4 h	7.43	11 h à 12 h	17.62	19 h à 20 h	18.67
4 h à 5 h	7.34	12 h à 13 h	17.79	20 h à 21 h	17.90
5 h à 6 h	8.27	13 h à 14 h	18.39	21 h à 22 h	17.09
6 h à 7 h	11.95	14 h à 15 h	17.06	22 h à 23 h	13.38
7 h à 8 h	22.71	15 h à 16 h	14.37	23 h à 24 h	11.41
Volume sur 8h	**82.54**	**Volume sur 8h**	**148.09**	**Volume sur 8h**	**125.73**



Volume distribué moyen journalier (Vj)	***356.4 m^3***
Volume distribué horaire moyen (Vhm)	**14.85 m^3**
Volume distribué horaire minimum (Vhmin)	**7.34 m^3**
dont volume des fontaines et chasses d'eaux usées identifiées sur le réseau :	0.00 m^3
Volume distribué horaire maximum (Vhmax)	**23.02 m^3**
Coefficient de pointe (Cp=Vhmax/Vhm)	**1.55**

Volume horaire de perte, assimilé au volume minimum observé sur un pas de temps de 15 minutes du 23/01/12 au 27/01/12	**3.90 m3**	**Volume consommé horaire moyen**	**10.95 m3**
		Volume consommé horaire minimum	**3.44 m3**
		Volume consommé horaire maximum	**19.12 m3**
Volume minimum journalier estimé	***93.6 m3***	***Volume consommé journalier***	***262.8 m3***

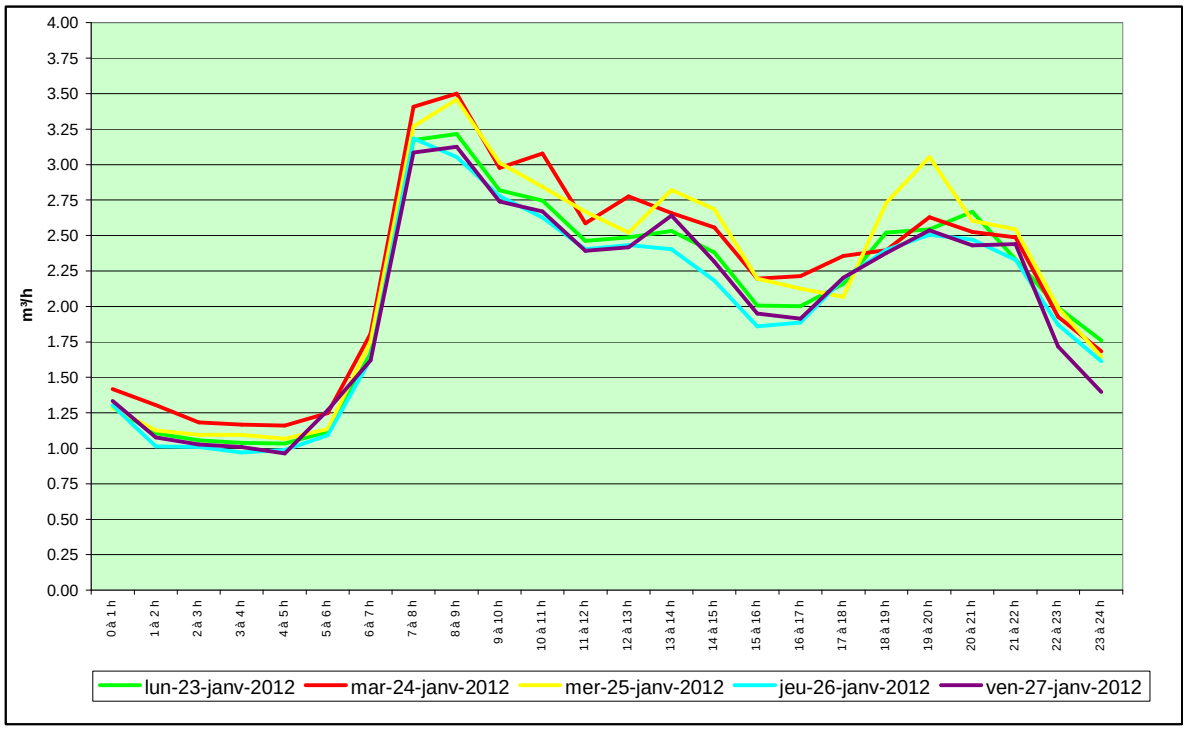
Rendement hydraulique journalier (indicatif) : 73.7 %



Dossier HY13 B0018	Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône 3-Compteur RD64 Données brutes : analyse des données enregistrées du 23/01/12 au 27/01/12

Heures						Statistiques		
	lun-23-janv-2012	mar-24-janv-2012	mer-25-janv-2012	jeu-26-janv-2012	ven-27-janv-2012	Moyenne	Ecart type	Moy. corrig.*
0 à 1 h	1.29	1.42	1.29	1.30	1.33	1.33	0.05	**1.30**
1 à 2 h	1.11	1.30	1.13	1.01	1.08	1.13	0.11	**1.10**
2 à 3 h	1.06	1.18	1.10	1.01	1.03	1.07	0.07	**1.05**
3 à 4 h	1.04	1.17	1.09	0.97	1.01	1.06	0.08	**1.05**
4 à 5 h	1.03	1.16	1.07	0.99	0.96	1.04	0.08	**1.03**
5 à 6 h	1.12	1.25	1.14	1.09	1.27	1.17	0.08	**1.15**
6 à 7 h	1.67	1.81	1.75	1.63	1.62	1.70	0.08	**1.67**
7 à 8 h	3.17	3.41	3.27	3.18	3.08	3.22	0.12	**3.21**
8 à 9 h	3.22	3.50	3.46	3.05	3.13	3.27	0.20	**3.27**
9 à 10 h	2.82	2.98	3.01	2.78	2.74	2.86	0.12	**2.86**
10 à 11 h	2.75	3.08	2.84	2.63	2.67	2.79	0.18	**2.72**
11 à 12 h	2.46	2.59	2.67	2.40	2.39	2.50	0.12	**2.46**
12 à 13 h	2.49	2.78	2.52	2.43	2.42	2.53	0.15	**2.46**
13 à 14 h	2.53	2.66	2.82	2.40	2.64	2.61	0.16	**2.61**
14 à 15 h	2.38	2.55	2.69	2.18	2.32	2.42	0.20	**2.42**
15 à 16 h	2.01	2.20	2.20	1.86	1.95	2.04	0.15	**1.98**
16 à 17 h	2.00	2.22	2.13	1.89	1.91	2.03	0.14	**2.01**
17 à 18 h	2.16	2.36	2.07	2.20	2.20	2.20	0.10	**2.19**
18 à 19 h	2.52	2.40	2.73	2.40	2.38	2.49	0.15	**2.42**
19 à 20 h	2.54	2.63	3.05	2.50	2.53	2.65	0.23	**2.55**
20 à 21 h	2.67	2.53	2.60	2.47	2.43	2.54	0.10	**2.53**
21 à 22 h	2.33	2.49	2.54	2.33	2.44	2.43	0.09	**2.46**
22 à 23 h	1.99	1.93	1.99	1.87	1.72	1.90	0.11	**1.95**
23 à 24 h	1.76	1.68	1.65	1.61	1.40	1.62	0.14	**1.65**
Tot. / 24 h	**50.11**	**53.24**	**52.80**	**48.20**	**48.65**	**50.60**		**50.10**

** moyenne des valeurs retenues (valeurs dont l'écart avec la moyenne est inférieur à l'écart type)*



Dossier HY13 B0018

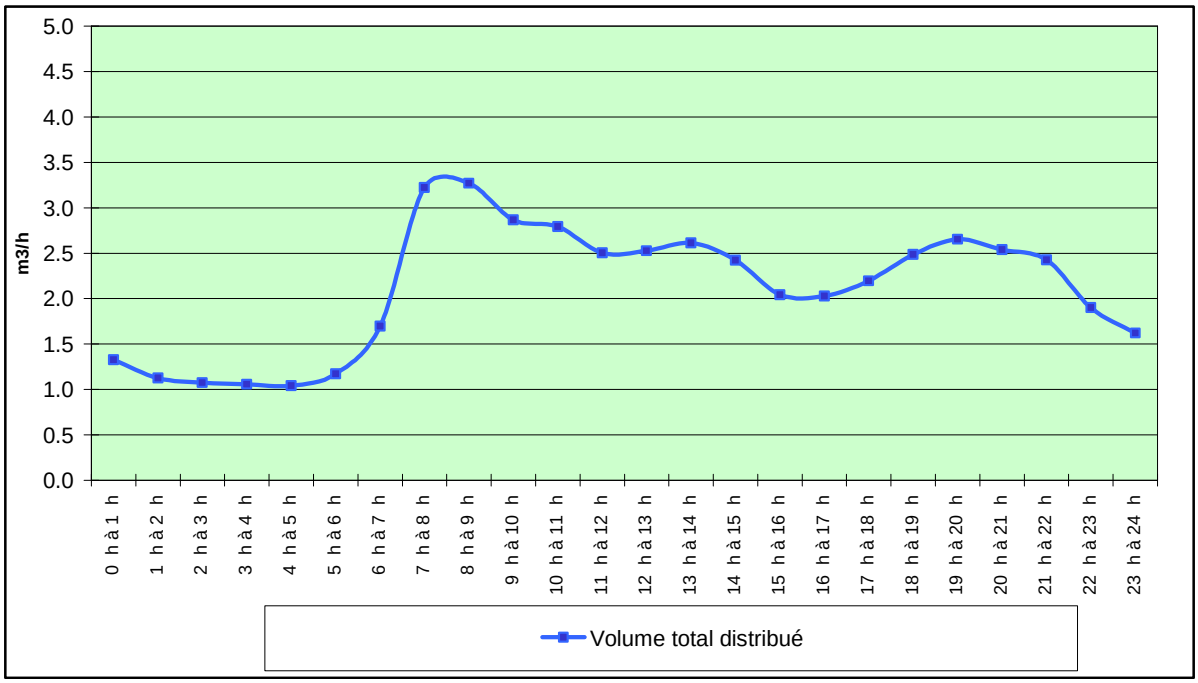
GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône

3-Compteur RD64

Données interprétées : analyse du débit moyen du 23/01/12 au 27/01/12

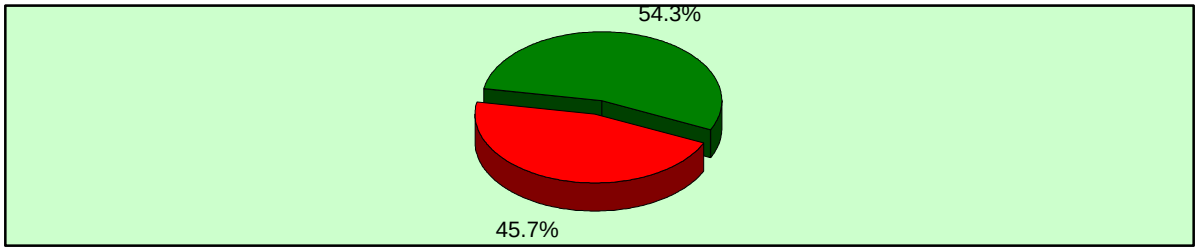
1ère période		2ème période		3ème période	
Tranche horaire	Volume mesuré m^3	Tranche horaire	Volume mesuré m^3	Tranche horaire	Volume mesuré m^3
0 h à 1 h	1.33	8 h à 9 h	3.27	16 h à 17 h	2.03
1 h à 2 h	1.13	9 h à 10 h	2.86	17 h à 18 h	2.20
2 h à 3 h	1.07	10 h à 11 h	2.79	18 h à 19 h	2.49
3 h à 4 h	1.06	11 h à 12 h	2.50	19 h à 20 h	2.65
4 h à 5 h	1.04	12 h à 13 h	2.53	20 h à 21 h	2.54
5 h à 6 h	1.17	13 h à 14 h	2.61	21 h à 22 h	2.43
6 h à 7 h	1.70	14 h à 15 h	2.42	22 h à 23 h	1.90
7 h à 8 h	3.22	15 h à 16 h	2.04	23 h à 24 h	1.62
Volume sur 8h	**11.72**	**Volume sur 8h**	**21.03**	**Volume sur 8h**	**17.85**



Volume distribué moyen journalier (Vj)	***50.6 m^3***
Volume distribué horaire moyen (Vhm)	**2.11 m^3**
Volume distribué horaire minimum (Vhmin)	**1.04 m^3**
dont volume des fontaines et chasses d'eaux usées identifiées sur le réseau :	0.00 m^3
Volume distribué horaire maximum (Vhmax)	**3.27 m^3**
Coefficient de pointe (Cp=Vhmax/Vhm)	**1.55**

Volume horaire de perte, assimilé au volume minimum observé sur un pas de temps de 15 minutes du 23/01/12 au 27/01/12	**0.96 m3**	**Volume consommé horaire moyen**	**1.14 m3**
		Volume consommé horaire minimum	**0.08 m3**
		Volume consommé horaire maximum	**2.31 m3**
Volume minimum journalier estimé	***23.1 m3***	***Volume consommé journalier***	***27.5 m3***

Rendement hydraulique journalier (indicatif) : 54.3 %

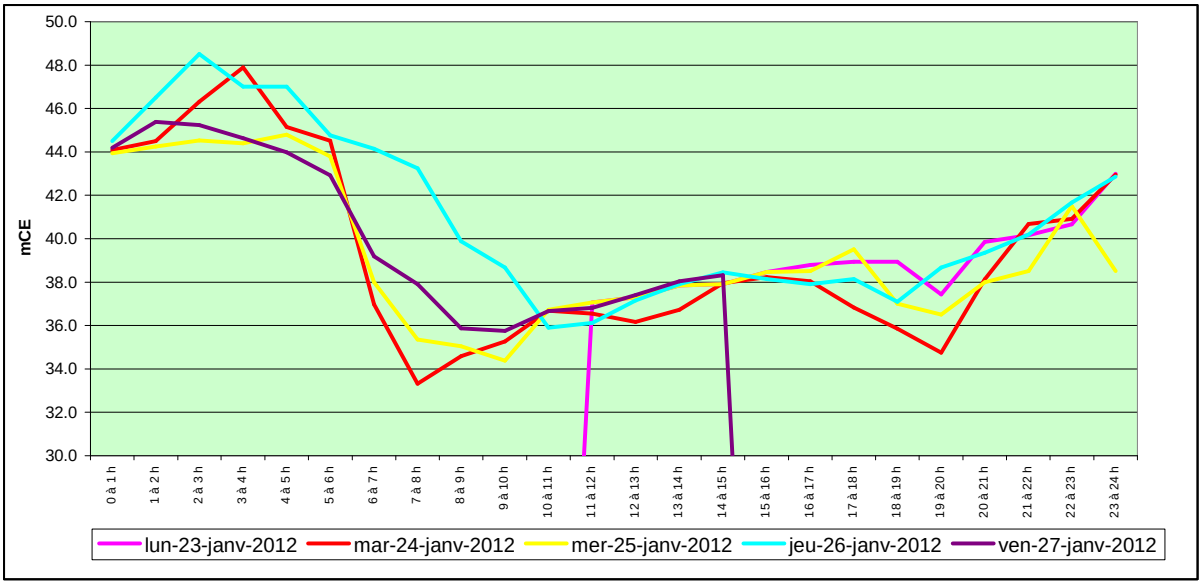


Annexe 3 : Résultats des mesures de pressions en continu

Dossier HY13 B0018	**Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône** **Pression sur le réseau au niveau du PI n°5 - Route de Langesse** **Données brutes : analyse des données enregistrées du 23/01/12 au 27/01/12**

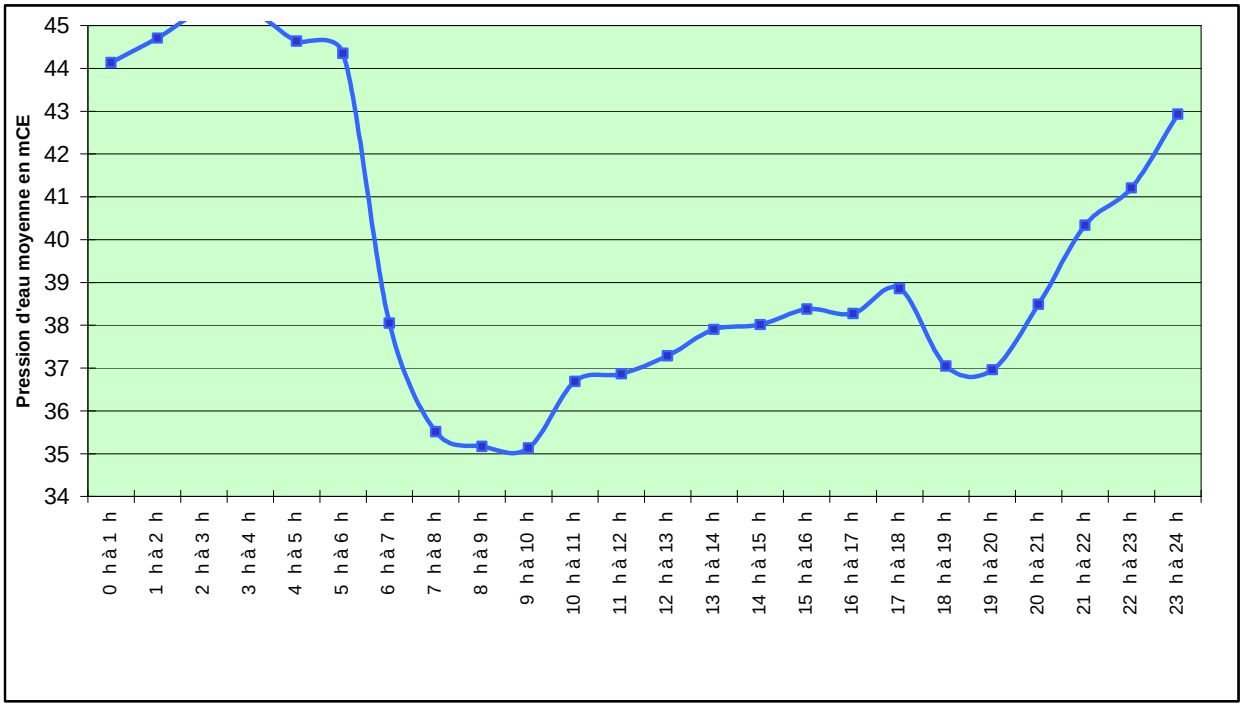
Heures	Dates et pressions horaires enregistrées en mCE					Statistiques		
	lun-23-janv-2012	mar-24-janv-2012	mer-25-janv-2012	jeu-26-janv-2012	ven-27-janv-2012	Moyenne	Ecart type	**Moy. corrig.***
0 à 1 h	-	44.09	43.93	44.50	44.18	44.18	0.24	**44.14**
1 à 2 h	-	44.49	44.25	46.50	45.38	45.15	1.02	**44.71**
2 à 3 h	-	46.31	44.52	48.50	45.23	46.14	1.74	**45.35**
3 à 4 h	-	47.89	44.39	47.00	44.63	45.98	1.74	**45.34**
4 à 5 h	-	45.14	44.80	47.00	43.98	45.23	1.28	**44.64**
5 à 6 h	-	44.51	43.78	44.76	42.91	43.99	0.83	**44.35**
6 à 7 h	-	36.98	37.98	44.13	39.18	39.57	3.17	**38.05**
7 à 8 h	-	33.31	35.34	43.24	37.89	37.45	4.29	**35.52**
8 à 9 h	-	34.59	35.04	39.87	35.87	36.34	2.41	**35.17**
9 à 10 h	-	35.26	34.38	38.67	35.75	36.01	1.86	**35.13**
10 à 11 h	-	36.68	36.72	35.89	36.66	36.49	0.40	**36.69**
11 à 12 h	37.05	36.55	37.05	36.12	36.81	36.72	0.39	**36.87**
12 à 13 h	37.29	36.16	37.29	37.15	37.41	37.06	0.51	**37.28**
13 à 14 h	37.84	36.73	37.84	37.89	38.03	37.67	0.53	**37.90**
14 à 15 h	37.90	37.94	37.90	38.45	38.32	38.10	0.26	**38.02**
15 à 16 h	38.46	38.22	38.46	38.13	-	38.32	0.17	**38.38**
16 à 17 h	38.79	38.04	38.50	37.89	-	38.30	0.41	**38.27**
17 à 18 h	38.93	36.83	39.50	38.13	-	38.35	1.16	**38.85**
18 à 19 h	38.93	35.85	37.00	37.09	-	37.22	1.27	**37.05**
19 à 20 h	37.43	34.75	36.50	38.67	-	36.84	1.65	**36.96**
20 à 21 h	39.84	38.11	38.00	39.34	-	38.82	0.91	**38.48**
21 à 22 h	40.16	40.67	38.50	40.19	-	39.88	0.95	**40.34**
22 à 23 h	40.66	40.92	41.50	41.67	-	41.19	0.48	**41.21**
23 à 24 h	42.99	42.94	38.50	42.85	-	41.82	2.21	**42.93**
Moy./24 h	**38.94**	**39.29**	**39.24**	**40.98**	**40.15**	**39.87**		**39.65**

** moyenne des valeurs retenues (valeurs dont l'écart avec la moyenne est inférieur à l'écart type)*



Dossier HY13 B0018	**Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône** **Pression sur le réseau au niveau du PI n°5 - Route de Langesse** **Données interprétées : analyse de la pression moyenne du 23/01/12 au 27/01/12**

1ère période		2ème période		3ème période	
Tranche horaire	Pression mesurée mCE	Tranche horaire	Pression mesurée mCE	Tranche horaire	Pression mesurée mCE
0 h à 1 h	44.14	8 h à 9 h	35.17	16 h à 17 h	38.27
1 h à 2 h	44.71	9 h à 10 h	35.13	17 h à 18 h	38.85
2 h à 3 h	45.35	10 h à 11 h	36.69	18 h à 19 h	37.05
3 h à 4 h	45.34	11 h à 12 h	36.87	19 h à 20 h	36.96
4 h à 5 h	44.64	12 h à 13 h	37.28	20 h à 21 h	38.48
5 h à 6 h	44.35	13 h à 14 h	37.90	21 h à 22 h	40.34
6 h à 7 h	38.05	14 h à 15 h	38.02	22 h à 23 h	41.21
7 h à 8 h	35.52	15 h à 16 h	38.38	23 h à 24 h	42.93
Pression sur 8h	**42.76**	**Pression sur 8h**	**36.93**	**Pression sur 8h**	**39.26**



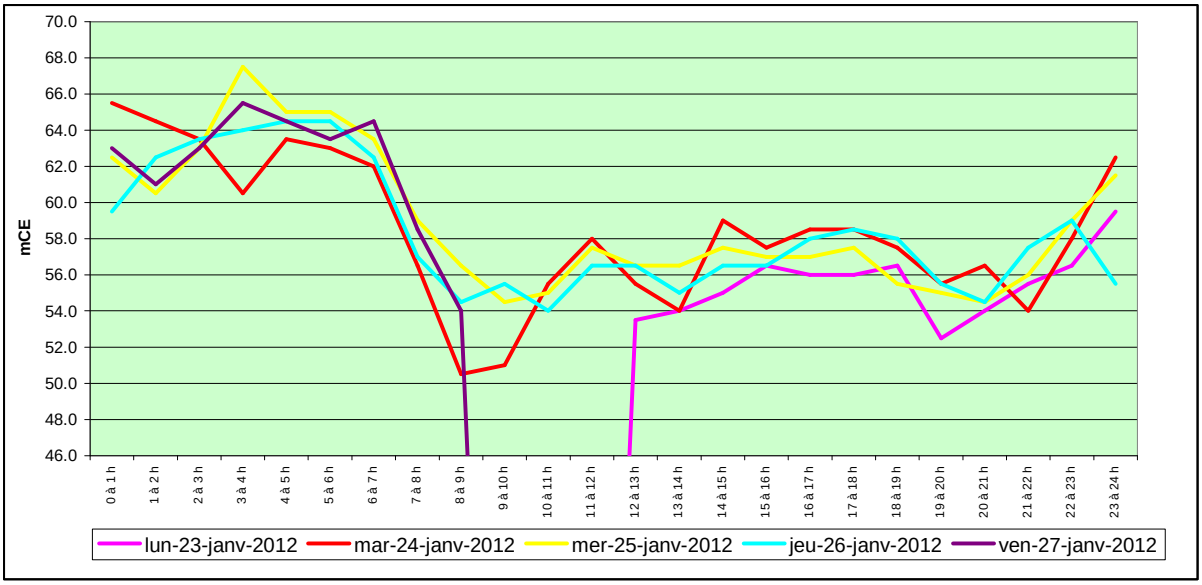
Pression moyenne journalière (Pj)	***39.65 mCE***
Pression horaire moyenne minimum (Phmin)	**35.13 mCE**
Pression horaire moyenne maximum (Phmax)	**45.35 mCE**

Pression minimum observée du 23/01/12 au 27/01/12	**33.31 mCE**
Pression maximum observée du 23/01/12 au 27/01/12	**48.50 mCE**

Dossier HY13 B0018	Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône Pression sur le réseau au niveau du PI n°20 - Chant e Perdrix Données brutes : analyse des données enregistrées du 23/01/12 au 27/01/12

Heures	Dates et pressions horaires enregistrées en mCE					Statistiques		
	lun-23-janv-2012	mar-24-janv-2012	mer-25-janv-2012	jeu-26-janv-2012	ven-27-janv-2012	Moyenne	Ecart type	**Moy. corrig.***
0 à 1 h	-	65.50	62.50	59.50	63.00	62.63	2.46	**62.75**
1 à 2 h	-	64.50	60.50	62.50	61.00	62.13	1.80	**61.33**
2 à 3 h	-	63.50	63.00	63.50	63.00	63.25	0.29	**63.25**
3 à 4 h	-	60.50	67.50	64.00	65.50	64.38	2.95	**64.75**
4 à 5 h	-	63.50	65.00	64.50	64.50	64.38	0.63	**64.67**
5 à 6 h	-	63.00	65.00	64.50	63.50	64.00	0.91	**64.00**
6 à 7 h	-	62.00	63.50	62.50	64.50	63.13	1.11	**63.00**
7 à 8 h	-	56.50	59.00	57.00	58.50	57.75	1.19	**57.75**
8 à 9 h	-	50.50	56.50	54.50	54.00	53.88	2.50	**54.25**
9 à 10 h	-	51.00	54.50	55.50	-	53.67	2.36	**55.00**
10 à 11 h	-	55.50	55.00	54.00	-	54.83	0.76	**55.25**
11 à 12 h	-	58.00	57.50	56.50	-	57.33	0.76	**57.75**
12 à 13 h	53.50	55.50	56.50	56.50	-	55.50	1.41	**56.17**
13 à 14 h	54.00	54.00	56.50	55.00	-	54.88	1.18	**54.33**
14 à 15 h	55.00	59.00	57.50	56.50	-	57.00	1.68	**57.00**
15 à 16 h	56.50	57.50	57.00	56.50	-	56.88	0.48	**56.67**
16 à 17 h	56.00	58.50	57.00	58.00	-	57.38	1.11	**57.50**
17 à 18 h	56.00	58.50	57.50	58.50	-	57.63	1.18	**58.17**
18 à 19 h	56.50	57.50	55.50	58.00	-	56.88	1.11	**57.00**
19 à 20 h	52.50	55.50	55.00	55.50	-	54.63	1.44	**55.33**
20 à 21 h	54.00	56.50	54.50	54.50	-	54.88	1.11	**54.33**
21 à 22 h	55.50	54.00	56.00	57.50	-	55.75	1.44	**55.75**
22 à 23 h	56.50	58.00	59.00	59.00	-	58.13	1.18	**58.67**
23 à 24 h	59.50	62.50	61.50	55.50	-	59.75	3.10	**61.17**
Moy./24 h	**55.46**	**58.38**	**58.88**	**58.31**	**61.94**	**58.36**		**58.58**

** moyenne des valeurs retenues (valeurs dont l'écart avec la moyenne est inférieur à l'écart type)*



Dossier HY13 B0018

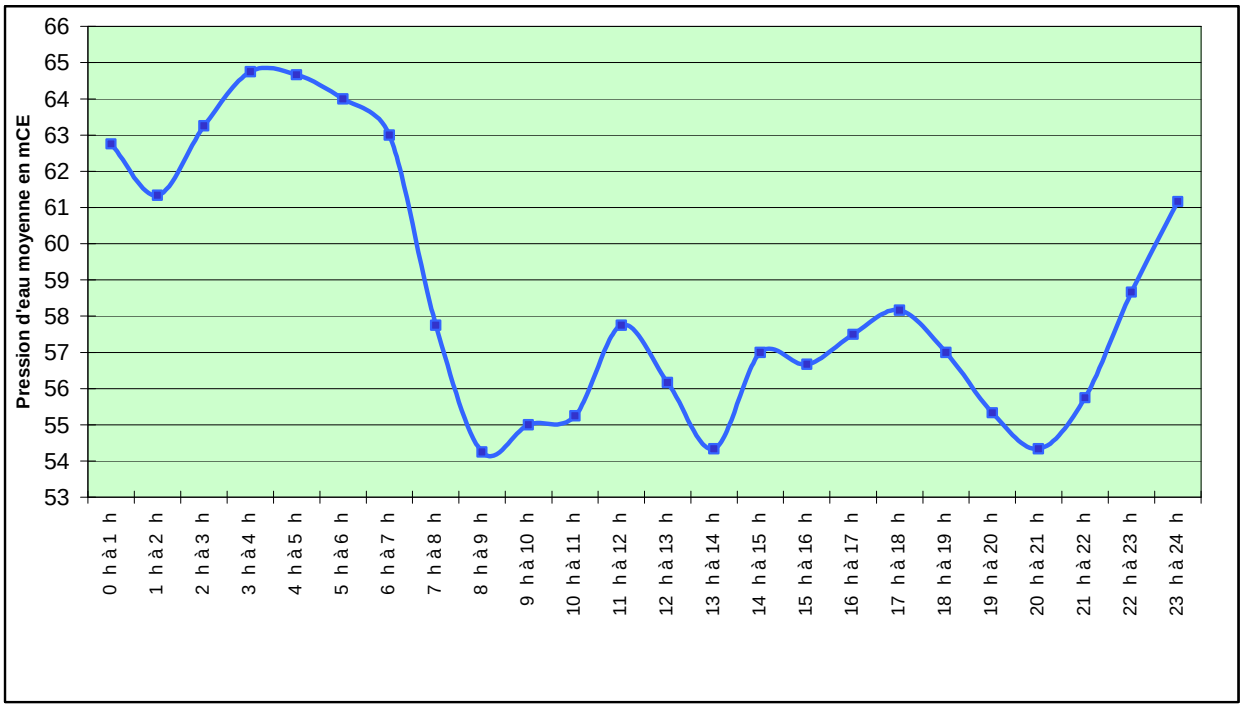
GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône

Pression sur le réseau au niveau du PI n°20 - Chant e Perdrix

Données interprétées : analyse de la pression moyenne du 23/01/12 au 27/01/12

1ère période		2ème période		3ème période	
Tranche horaire	Pression mesurée mCE	Tranche horaire	Pression mesurée mCE	Tranche horaire	Pression mesurée mCE
0 h à 1 h	62.75	8 h à 9 h	54.25	16 h à 17 h	57.50
1 h à 2 h	61.33	9 h à 10 h	55.00	17 h à 18 h	58.17
2 h à 3 h	63.25	10 h à 11 h	55.25	18 h à 19 h	57.00
3 h à 4 h	64.75	11 h à 12 h	57.75	19 h à 20 h	55.33
4 h à 5 h	64.67	12 h à 13 h	56.17	20 h à 21 h	54.33
5 h à 6 h	64.00	13 h à 14 h	54.33	21 h à 22 h	55.75
6 h à 7 h	63.00	14 h à 15 h	57.00	22 h à 23 h	58.67
7 h à 8 h	57.75	15 h à 16 h	56.67	23 h à 24 h	61.17
Pression sur 8h	**62.69**	**Pression sur 8h**	**55.80**	**Pression sur 8h**	**57.24**



Pression moyenne journalière (Pj)	***58.58 mCE***
Pression horaire moyenne minimum (Phmin)	**54.25 mCE**
Pression horaire moyenne maximum (Phmax)	**64.75 mCE**

Pression minimum observée du 23/01/12 au 27/01/12	**50.50 mCE**
Pression maximum observée du 23/01/12 au 27/01/12	**67.50 mCE**

Dossier HY13 B0018

GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

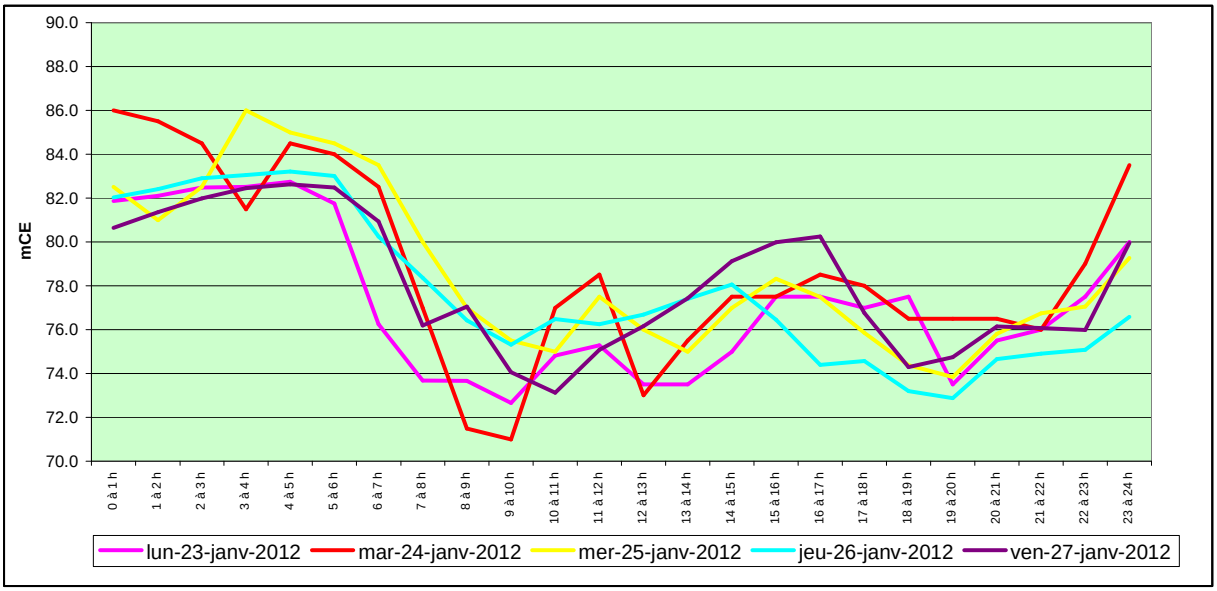
Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône

Pression sur le réseau au niveau du PI n°44 - Escap ades

Données brutes : analyse des données enregistrées du 23/01/12 au 27/01/12

Heures	Dates et pressions horaires enregistrées en mCE					Statistiques		
	lun-23-janv-2012	mar-24-janv-2012	mer-25-janv-2012	jeu-26-janv-2012	ven-27-janv-2012	Moyenne	Ecart type	**Moy. corrig.***
0 à 1 h	81.87	86.00	82.50	82.03	80.65	82.53	1.81	**82.14**
1 à 2 h	82.11	85.50	81.00	82.41	81.36	82.48	1.78	**81.72**
2 à 3 h	82.48	84.50	82.50	82.91	81.99	82.88	0.97	**82.47**
3 à 4 h	82.51	81.50	86.00	83.05	82.46	83.10	1.71	**82.38**
4 à 5 h	82.74	84.50	85.00	83.22	82.62	83.62	1.07	**83.27**
5 à 6 h	81.76	84.00	84.50	83.00	82.48	83.15	1.11	**83.16**
6 à 7 h	76.25	82.50	83.50	80.25	80.94	80.69	2.79	**81.23**
7 à 8 h	73.68	77.00	80.00	78.37	76.19	77.05	2.37	**77.19**
8 à 9 h	73.65	71.50	77.00	76.42	77.05	75.12	2.46	**76.03**
9 à 10 h	72.66	71.00	75.50	75.31	74.05	73.70	1.89	**74.38**
10 à 11 h	74.83	77.00	75.00	76.49	73.13	75.29	1.53	**75.44**
11 à 12 h	75.29	78.50	77.50	76.25	75.08	76.52	1.46	**76.03**
12 à 13 h	73.50	73.00	76.00	76.69	76.16	75.07	1.69	**75.59**
13 à 14 h	73.50	75.50	75.00	77.39	77.43	75.76	1.67	**76.33**
14 à 15 h	75.00	77.50	77.00	78.05	79.11	77.33	1.52	**77.52**
15 à 16 h	77.50	77.50	78.32	76.45	79.99	77.95	1.32	**77.77**
16 à 17 h	77.50	78.50	77.48	74.40	80.25	77.63	2.13	**77.83**
17 à 18 h	77.00	78.00	75.85	74.56	76.76	76.44	1.30	**76.54**
18 à 19 h	77.50	76.50	74.39	73.20	74.29	75.18	1.76	**75.06**
19 à 20 h	73.50	76.50	73.84	72.88	74.74	74.29	1.41	**74.03**
20 à 21 h	75.50	76.50	75.81	74.66	76.15	75.72	0.70	**75.82**
21 à 22 h	76.00	76.00	76.75	74.91	76.07	75.95	0.66	**76.02**
22 à 23 h	77.50	79.00	77.05	75.09	75.98	76.92	1.49	**76.84**
23 à 24 h	80.00	83.50	79.28	76.60	79.96	79.87	2.46	**79.75**
Moy./24 h	**77.24**	**78.81**	**78.62**	**77.69**	**78.12**	**78.09**		**78.11**

** moyenne des valeurs retenues (valeurs dont l'écart avec la moyenne est inférieur à l'écart type)*



Dossier HY13 B0018

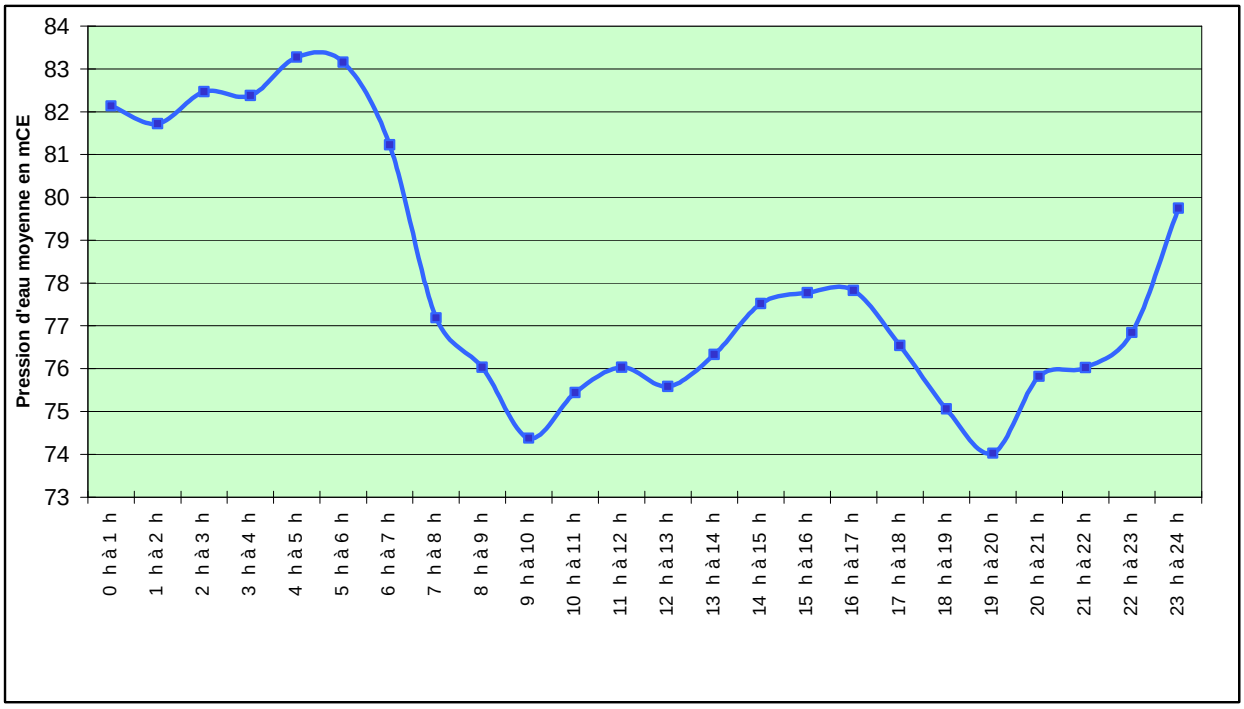
GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône

Pression sur le réseau au niveau du PI n°44 - Escapades

Données interprétées : analyse de la pression moyenne du 23/01/12 au 27/01/12

1ère période		2ème période		3ème période	
Tranche horaire	Pression mesurée mCE	Tranche horaire	Pression mesurée mCE	Tranche horaire	Pression mesurée mCE
0 h à 1 h	82.14	8 h à 9 h	76.03	16 h à 17 h	77.83
1 h à 2 h	81.72	9 h à 10 h	74.38	17 h à 18 h	76.54
2 h à 3 h	82.47	10 h à 11 h	75.44	18 h à 19 h	75.06
3 h à 4 h	82.38	11 h à 12 h	76.03	19 h à 20 h	74.03
4 h à 5 h	83.27	12 h à 13 h	75.59	20 h à 21 h	75.82
5 h à 6 h	83.16	13 h à 14 h	76.33	21 h à 22 h	76.02
6 h à 7 h	81.23	14 h à 15 h	77.52	22 h à 23 h	76.84
7 h à 8 h	77.19	15 h à 16 h	77.77	23 h à 24 h	79.75
Pression sur 8h	**81.69**	**Pression sur 8h**	**76.14**	**Pression sur 8h**	**76.49**



Pression moyenne journalière (Pj)	***78.11 mCE***
Pression horaire moyenne minimum (Phmin)	**74.03 mCE**
Pression horaire moyenne maximum (Phmax)	**83.27 mCE**

Pression minimum observée du 23/01/12 au 27/01/12	**71.00 mCE**
Pression maximum observée du 23/01/12 au 27/01/12	**86.00 mCE**

Annexe 4 : Résultats des mesures de marnage du réservoir

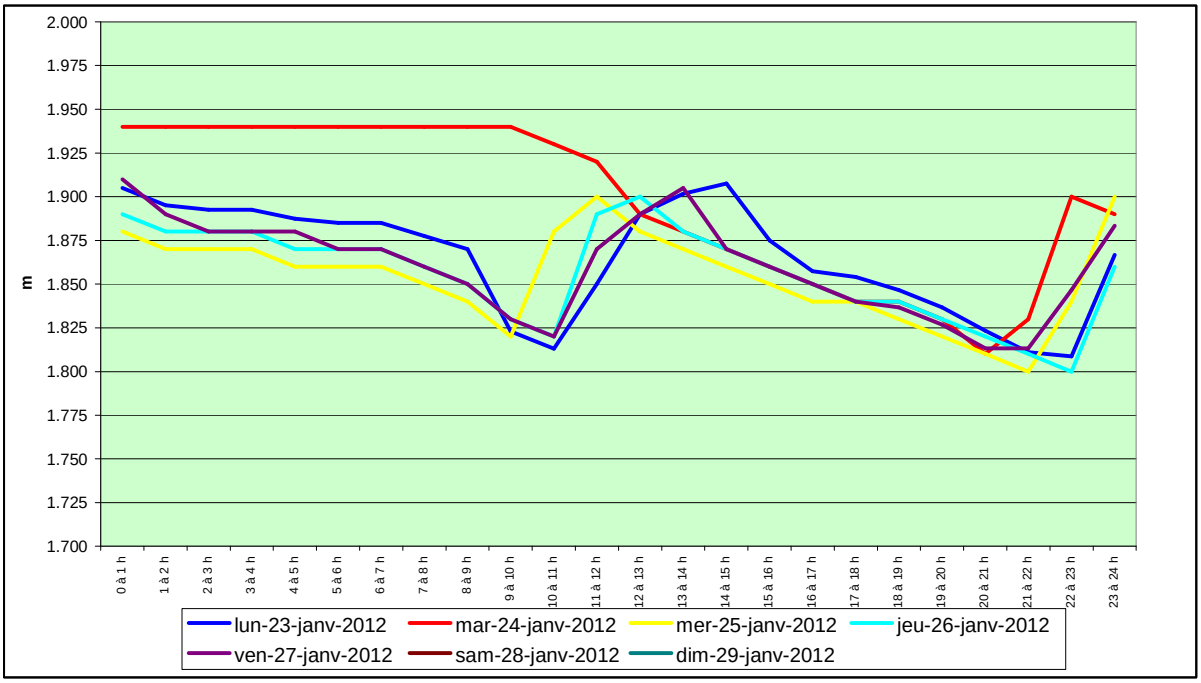
Dossier HY13 B0018

GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône
Marnage du réservoir de Chante Perdrix
Données brutes : analyse des données enregistrées du 23/01/12 au 27/01/12

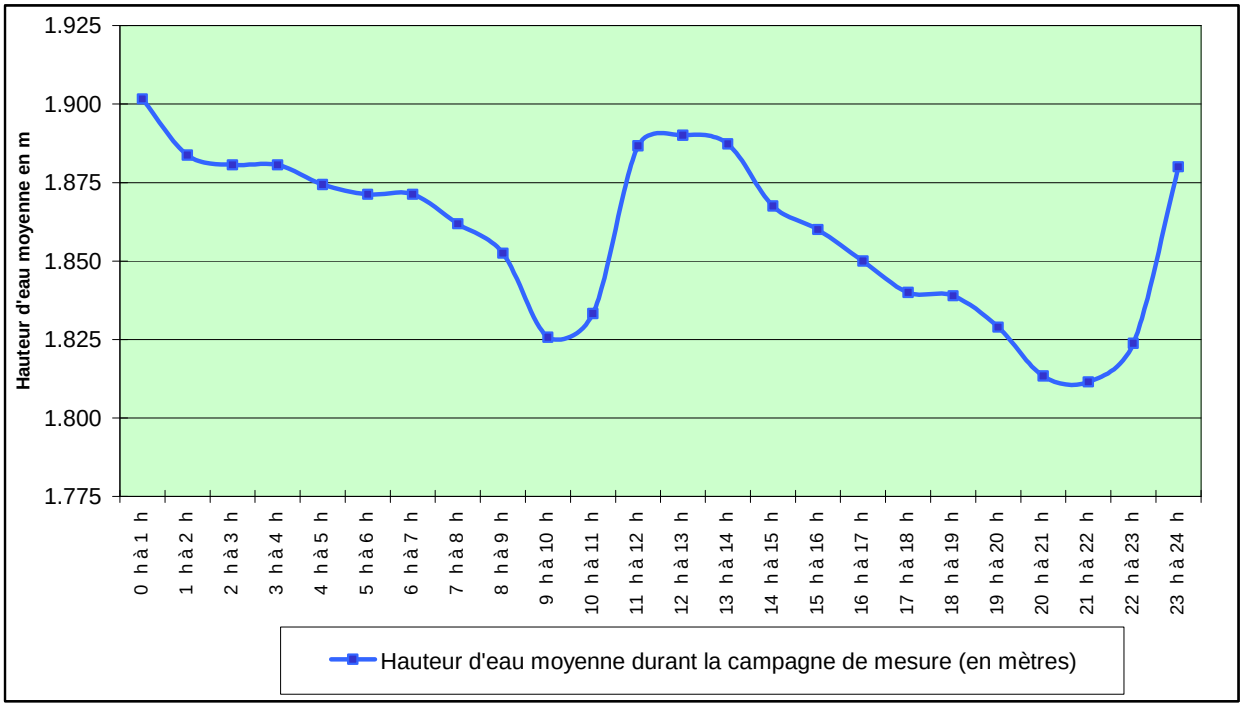
Heures						Statistiques		
	lun-23-janv-2012	mar-24-janv-2012	mer-25-janv-2012	jeu-26-janv-2012	ven-27-janv-2012	Moyenne	Ecart type	Moy. corrig.*
0 à 1 h	1.91	1.94	1.88	1.89	1.91	1.905	0.023	**1.902**
1 à 2 h	1.90	1.94	1.87	1.88	1.89	1.895	0.027	**1.884**
2 à 3 h	1.89	1.94	1.87	1.88	1.88	1.893	0.028	**1.881**
3 à 4 h	1.89	1.94	1.87	1.88	1.88	1.893	0.028	**1.881**
4 à 5 h	1.89	1.94	1.86	1.87	1.88	1.888	0.031	**1.874**
5 à 6 h	1.89	1.94	1.86	1.87	1.87	1.885	0.032	**1.871**
6 à 7 h	1.89	1.94	1.86	1.87	1.87	1.885	0.032	**1.871**
7 à 8 h	1.88	1.94	1.85	1.86	1.86	1.878	0.036	**1.862**
8 à 9 h	1.87	1.94	1.84	1.85	1.85	1.870	0.041	**1.853**
9 à 10 h	1.82	1.94	1.82	1.83	1.83	1.849	0.051	**1.826**
10 à 11 h	1.81	1.93	1.88	1.82	1.82	1.853	0.051	**1.833**
11 à 12 h	1.85	1.92	1.90	1.89	1.87	1.886	0.027	**1.887**
12 à 13 h	1.89	1.89	1.88	1.90	1.89	1.890	0.007	**1.890**
13 à 14 h	1.90	1.88	1.87	1.88	1.91	1.887	0.015	**1.887**
14 à 15 h	1.91	1.87	1.86	1.87	1.87	1.876	0.018	**1.868**
15 à 16 h	1.88	1.86	1.85	1.86	1.86	1.861	0.009	**1.860**
16 à 17 h	1.86	1.85	1.84	1.85	1.85	1.850	0.006	**1.850**
17 à 18 h	1.85	1.84	1.84	1.84	1.84	1.843	0.006	**1.840**
18 à 19 h	1.85	1.84	1.83	1.84	1.84	1.839	0.006	**1.839**
19 à 20 h	1.84	1.83	1.82	1.83	1.83	1.829	0.006	**1.829**
20 à 21 h	1.82	1.81	1.81	1.82	1.81	1.815	0.006	**1.813**
21 à 22 h	1.81	1.83	1.80	1.81	1.81	1.813	0.011	**1.811**
22 à 23 h	1.81	1.90	1.84	1.80	1.85	1.839	0.039	**1.824**
23 à 24 h	1.87	1.89	1.90	1.86	1.88	1.880	0.016	**1.880**
Moy. / 24 h	**1.865**	**1.898**	**1.854**	**1.856**	**1.860**	**1.867**		**1.859**

** moyenne des valeurs retenues (valeurs dont l'écart avec la moyenne est inférieur à l'écart type)*



Dossier HY13 B0018	**Commune de LE THOLONET - Bouches du Rhône** **Marnage du réservoir de Chante Perdrix** **Données interprétées : analyse du marnage moyen du 23/01/12 au 27/01/12**

1ère période		2ème période		3ème période	
Tranche horaire	Hauteur d'eau mesurée (m)	Tranche horaire	Hauteur d'eau mesurée (m)	Tranche horaire	Hauteur d'eau mesurée (m)
0 h à 1 h	1.90	8 h à 9 h	1.85	16 h à 17 h	1.85
1 h à 2 h	1.88	9 h à 10 h	1.83	17 h à 18 h	1.84
2 h à 3 h	1.88	10 h à 11 h	1.83	18 h à 19 h	1.84
3 h à 4 h	1.88	11 h à 12 h	1.89	19 h à 20 h	1.83
4 h à 5 h	1.87	12 h à 13 h	1.89	20 h à 21 h	1.81
5 h à 6 h	1.87	13 h à 14 h	1.89	21 h à 22 h	1.81
6 h à 7 h	1.87	14 h à 15 h	1.87	22 h à 23 h	1.82
7 h à 8 h	1.86	15 h à 16 h	1.86	23 h à 24 h	1.88
Hauteur sur 8h	**1.878**	**Hauteur sur 8h**	**1.863**	**Hauteur sur 8h**	**1.836**



Hauteur d'eau moyenne journalière (Hj)	***1.86 m***
Hauteur d'eau horaire moyen minimum (Hhmin)	**1.81 m**
Hauteur d'eau horaire moyen maximum (Hhmax)	**1.90 m**

Hauteur d'eau horaire minimum observée du 23/01/12 au 27/01/12	**1.80 m**	**Hauteur d'eau horaire maximum observée du 23/01/12 au 27/01/12**	**1.94 m**