



Une ingénierie créative au service des équipements et infrastructures durables

# MISE A JOUR DU SCHEMA DIRECTEUR D'EAU POTABLE

## Commune de CALLIAN





# Sommaire

<b>PREAMBULE</b> .....	<b>6</b>
<b>A – DONNEES GENERALES</b> .....	<b>8</b>
<b>1 PRESENTATION DE LA COMMUNE</b> .....	<b>10</b>
<b>2 DONNEES HUMAINES</b> .....	<b>10</b>
2.1 EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE.....	10
2.2 PERSPECTIVES D’EVOLUTION .....	13
<b>B – LE SYSTEME D’ALIMENTATION EN EAU POTABLE</b> .....	<b>14</b>
<b>1 METHODOLOGIE DU REPERAGE DU RESEAU ET DES EQUIPEMENTS</b> .....	<b>15</b>
<b>2 ORGANISATION GENERALE DU RESEAU D’ALIMENTATION EN EAU POTABLE</b> .....	<b>15</b>
2.1 ORGANISATION DE LA GESTION DE L’EAU .....	15
2.2 FONCTIONNEMENT GLOBAL DU SYSTEME.....	15
2.3 RACCORDEMENT DE LA POPULATION .....	18
<b>3 LA RESSOURCE EN EAU</b> .....	<b>18</b>
3.1 LOCALISATION .....	18
3.2 DESCRIPTION ET QUANTIFICATION .....	18
3.3 QUALITE.....	19
<b>4 OUVRAGES SUR LE RESEAU</b> .....	<b>20</b>
4.1 LES « SURPRESSEURS » .....	20
4.2 LES OUVRAGES DE STOCKAGE .....	20
4.3 LA RESERVE INCENDIE.....	21
4.4 LES CANALISATIONS.....	24
4.5 DISPOSITIFS DE COMPTAGE.....	27
4.6 COMPTEURS PARTICULIERS .....	28
4.7 BRANCHEMENTS PLOMBS .....	29
4.8 AUTRES ORGANES PRESENTS SUR LE RESEAU .....	29
<b>C – LES BESOINS EN EAU</b> .....	<b>30</b>
<b>1 LES DIFFERENTES DONNEES DISPONIBLES POUR L’EVALUATION DES BESOINS – DEFINITIONS PRELIMINAIRES</b> .....	<b>31</b>
1.1 ANALYSE DES VOLUMES PRODUITS .....	31
1.2 ANALYSE DES VOLUMES CONSOMMES ET DISTRIBUES .....	33
<b>2 CALCUL DE L’AUTONOMIE GLOBALE DES RESERVOIRS</b> .....	<b>35</b>
2.1 AUTONOMIE GLOBALE SUR LA COMMUNE .....	35
<b>3 ANALYSE DU BILAN BESOINS-RESSOURCES</b> .....	<b>36</b>
3.1 SITUATION ACTUELLE .....	36
3.2 SITUATION FUTURE.....	36
<b>D – RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES EN PERIODE DE POINTE</b> .....	<b>38</b>
<b>1 METHODOLOGIE</b> .....	<b>39</b>

1.1	OBJECTIFS DES MESURES .....	39
1.2	PROVENANCE ET INVENTAIRE DES POINTS DE MESURES .....	39
<b>2</b>	<b>RESULTATS DES MESURES DE DEBITS .....</b>	<b>42</b>
2.1	VOLUMES JOURNALIERS .....	42
2.2	RATIO DE CONSOMMATION DE PERIODE DE POINTE – DETERMINATION DU BESOIN DU JOUR DE POINTE	43
<b>3</b>	<b>MARNAGE DES RESERVOIRS .....</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>AUTONOMIE DE STOCKAGE DES RESERVOIRS .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>MESURES DE PRESSION EN CONTINU SUR LE RESEAU .....</b>	<b>46</b>
5.1	SYNTHESE DES RESULTATS .....	46
5.2	INTERPRETATION DES RESULTATS .....	47
<b>E –</b>	<b>MISE A JOUR DU MODELE DU RESEAU EN SITUATION ACTUELLE .....</b>	<b>48</b>
<b>1</b>	<b>OBJECTIF .....</b>	<b>49</b>
<b>2</b>	<b>METHODOLOGIE GENERALE, PRESENTATION DU MODELE .....</b>	<b>49</b>
2.1	DEFINITION DU MODELE HYDRAULIQUE .....	49
2.2	LA BASE DE DONNEES .....	50
2.3	LE LOGICIEL DE CALCUL .....	50
2.4	PRESENTATION DU LOGICIEL DE MODELISATION UTILISE .....	50
2.5	LES PRINCIPALES ETAPES DE LA MODELISATION .....	50
2.6	CONSTRUCTION DU MODELE .....	51
2.7	MODIFICATION REALISEE SUR LE RESEAU DEPUIS 2009 .....	53
2.8	METHODOLOGIE DE REPARTITION .....	53
<b>3</b>	<b>CALAGE DU MODELE .....</b>	<b>57</b>
3.1	DEFINITION DU CALAGE D’UN MODELE INFORMATIQUE .....	57
3.2	RESULTATS DU CALAGE DU MODELE .....	58
3.3	CALAGE DES PRESSIONS .....	61
<b>4</b>	<b>SIMULATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU ACTUEL .....</b>	<b>62</b>
4.1	OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE CALCUL .....	62
4.2	DETERMINATION DES VOLUMES DISTRIBUES SUR CHAQUE SECTEUR .....	62
4.3	RESULTATS DE LA SIMULATION .....	62
<b>5</b>	<b>MODELISATION DES BESOINS FUTURS .....</b>	<b>68</b>
5.1	PRESENTATION DES PROJETS D’EXTENSION ET DE MODIFICATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU ..	68
5.2	PRESENTATION DES RESULTATS DE LA SIMULATION EN SITUATION FUTURE .....	69
<b>6</b>	<b>MODALISATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU SANS LA STATION DE POMPAGE DE PINEE .....</b>	<b>75</b>
<b>G –</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>76</b>



# Liste des planches

N°	INTITULE
Figure 1	Synoptique altimétrique des réseaux d'eau potable
Planche 1	Plans des réseaux eau potable actuel
Planche 2	Plans avec positionnement des points de mesure de pression

N.B : pour les conduites en PVC et PEHD, les diamètres indiqués sont les diamètres extérieurs.

# Préambule

La commune de Callian, située au Nord-Est du département du Var, compte aujourd'hui un peu plus de 3 400 habitants (3412 lors du recensement de la population de 2015).

Son développement a longtemps reposé sur des activités agricoles, artisanales et sur la croissance d'un habitat résidentiel. Aujourd'hui la commune connaît un fort attrait touristique.

L'exploitation du réseau de distribution et d'adduction d'eau potable est assurée par la régie communale.

La commune souhaite aujourd'hui disposer d'une analyse fine de la situation actuelle, afin de pouvoir déterminer les limites et la saturation de son système de distribution d'eau potable, et de 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 a pour but d'élaborer un outil de simulation du fonctionnement du réseau d'eau potable uniquement dans différentes configurations, qui pourra être réutilisé et actualisé à chaque fois que le service des eaux aura besoin de tester la faisabilité de nouveaux aménagements.

Il est important de noter que cette étude ne traite pas de la problématique de défense incendie.

# A – Données générales





# 1 PRESENTATION DE LA COMMUNE

Callian est une commune perchée du Var, limitrophe des Alpes-Maritimes, située à une demi-heure de Cannes, Fréjus et ses plages, Saint-Raphaël et le Massif de l'Esterel. La commune appartient à la communauté de communes du pays de Fayence. Le village est dominé par son château, autour duquel s'enroulent des ruelles bordées de vieilles demeures.

La commune de Callian, d'une superficie d'environ 21 km<sup>2</sup>, est située au Nord-Est du département du Var à 35 kilomètres au nord de Fréjus. Le relief oscille entre 170 m au centre du territoire communal à 560 m à l'extrémité Nord, l'altitude moyenne étant de 350 m.

Une grande majorité de la population est concentrée dans le village et ses écarts, ainsi que dans la plaine et notamment le long de la route départementale n°562.

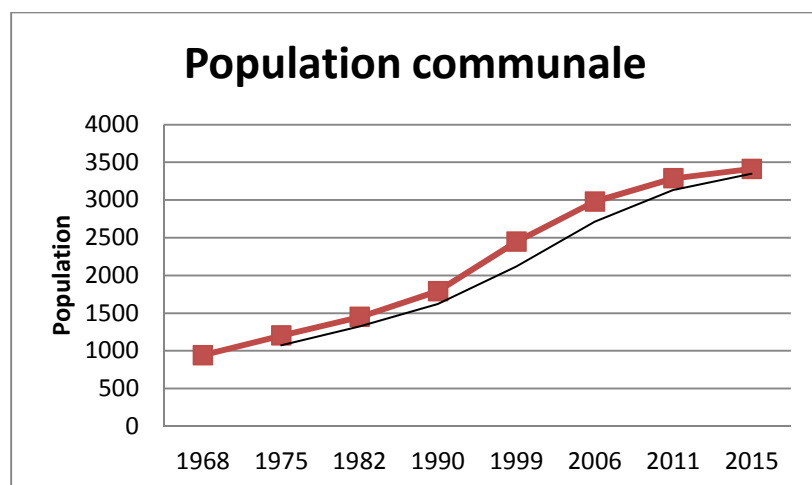
## 2 DONNEES HUMAINES

### 2.1 EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE

En 2011, lors du dernier recensement intermédiaire INSEE, la commune de Callian comptait **3 287 habitants permanents**. La population de 2015 correspond à la population enregistrée sur la commune au 31/12/2014.

Année	1968	1975	1982	1990	1999	2006	2011	2015
Population communale	942	1203	1449	1790	2445	2979	3287	3412
Population supplémentaire		261	246	341	655	534	308	125
Nombre d'année entre chaque recensement		7	7	8	9	7	5	4
Taux d'accroissement		27,71%	20,45%	23,53%	36,59%	21,84%	10,34%	3,80%
Taux d'accroissement moyen annuel		3,56%	2,69%	2,68%	3,53%	2,86%	1,99%	0,94%

Source : INSEE



L'évolution démographique a connu une forte croissance sur les années 1990 à 2006 qui tend aujourd'hui à se « stabiliser ».

La commune de Callian souhaite limiter sa croissance démographique en limitant notamment le mitage de la campagne de la commune.

Les 1320 logements se répartissent comme suit :

Année	1968	1975	1982	1990	1999	2006	2011
Ensemble	546	801	1032	1213	1452	1679	2005
Résidences principales (1)	355	459	576	737	1020	1189	1320
Résidences secondaires et logements occasionnels (3)	146	248	403	423	352	343	526
Logements vacants	45	94	53	53	80	147	159
Taux de résidence secondaire / au parc immobilier	27%	31%	39%	35%	24%	20%	26%
Population communale (2)	942	1203	1449	1790	2445	2979	3287
Taux moyen d'occupation des logements (4) = (2)/(1)	2,65	2,62	2,52	2,43	2,40	2,51	2,49

Source : INSEE

**Les résidences secondaires représentent un tiers du parc immobilier. L'augmentation de population sur la commune durant la période estivale est donc importante.**

## 2.1.1 Capacité d'accueil touristique

La capacité touristique (autre que l'occupation des résidences secondaires) est estimée à :

Type	Nombre d'emplacement / studio	Capacité	Nom
Chambre d'Hôtes	3	7 personnes	Carpé diem
Chambre d'Hôtes	3	7 personnes	Ferme Brissi
Chambre d'Hôtes	1	4 personnes	Les grands arbres
Gîte	4	12 personnes	La cigale
Gîte	1	4 personnes	Mme BOTTERO
Hôtel ou Auberge		27 personnes	Auberge des Mourgues
Résidence de tourisme (logements)	118	354 personnes	Château Camiole
Résidence de tourisme (studios)	40	80 personnes	Château Camiole
Emplacement de Camping	58	174 personnes	Camping des Prairies
Emplacement de Camping	30	60 personnes	Camping du Pinet
<b>TOTAL OCCUPATION TOURISTIQUE</b>		<b>729 personnes</b>	

Source : Site de l'office du Tourisme et donnée des services de l'urbanisme de la commune.

La capacité a été estimée sur la base des hypothèses suivantes d'occupation :

- 3,0 personnes/emplacement de camping
- 3,0 personnes/logement de résidence de tourisme
- 2,0 personnes/studio

De plus, pour un taux d'occupation moyen de 3 personnes par résidence secondaire, les résidences secondaires peuvent représenter jusqu'à environ 1578 personnes.

**Soit une capacité maximale de 3412+729+1578 = 5719 personnes.**

## 2.1.2 Activités industrielles et assimilées

Il n'y a pas d'activité industrielle sur le territoire communal. D'après les données INSEE au 31 décembre 2011, les commerces, transports et services divers représentent 77.6% des établissements actifs. Une ferme solaire photovoltaïque de 7,4 MW sur les 17 hectares de l'ancienne décharge, sur la route de Saint-Cézaire-sur-Siagne est entrée en exploitation en 2011. Ce site est sans incidence sur la consommation d'eau.

Sur le territoire communal, on ne recense donc pas d'activité industrielle grosse consommatrice d'eau.

Les gros consommateurs d'eau identifiés sur la commune sont :

- la maison de retraite « Le Pradon »
- le centre de cardiologie « La Chenevière »
- les résidences de Tourisme « Château de Camiole ».

On peut noter également la présence de restaurant pouvant en forte saison touristique représenter une consommation d'eau non négligeable :

Nom	Nombre de couvert
LE BISTROT DU LUNATH	En salle: 35 couverts En terrasse: 35 couverts = 70 couverts
CROCK PIZZA	en salle: 18 couverts en terrasse: 18 couverts = 36 couverts
LE BELLEVUE	En salle : 40 couverts En terrasse : 90 couverts = 130 couverts

Source : Office du Tourisme de Callian

## 2.1.3 Synthèse de population

Données INSEE 2011 et communales 2015

En hiver	Population sédentaire	<b>3 412 pers.</b>
En été au maximum	Population sédentaire	3 412 pers.
	Population secondaire et touristique	2 307 pers.
	Population estivale totale	<b>5 719 pers.</b>

Cette synthèse de population montre qu'il peut y avoir une variation de population d'environ 60 % entre la période creuse et la période de pointe.

## 2.2 PERSPECTIVES D'EVOLUTION

La commune de Callian dispose d'un Plan Local d'Urbanisme approuvé le 19/02/2013. La commune a les projets d'extensions suivants : ouverture à l'urbanisation de la zone 1 AU du PLU, ferme des Touos (Les Touos Aussel).

Capacité estimée du site :

- 25 à 30 logements collectifs,
- 15 villas,
- 15 à 20 Logements Individuels accolés,
- Restructuration des anciens poulaillers en hameau d'entreprises et de service, Environ entre 3100 m<sup>2</sup> et 15000 m<sup>2</sup> à exploiter.

Concernant le projet d'urbanisation de la Ferme des Touos, nous avons estimé la capacité d'accueil à 160 personnes sur la base des hypothèses suivantes :

- 3,0 personnes/villas
- 2,5 personnes/logement
- 2,0 personnes/studio
- consommation de l'ordre de 10m<sup>3</sup>/j/ha pour la zone artisanale

Nous avons intégré également une marge de sécurité de 25% à cette consommation estimée.

Au total, ce projet génère environ 70 m<sup>3</sup>/j supplémentaire de consommation.

Par ailleurs, les services de l'urbanisme de la commune nous ont communiqués tous les projets connus à ce jour, soit environ 120 à 130 logements supplémentaires en plus du projet de la ferme des Touos.

## B – Le système d'alimentation en eau potable

# 1 METHODOLOGIE DU REPERAGE DU RESEAU ET DES EQUIPEMENTS

La réalisation des plans du réseau s'est basée sur les plans existants mis à disposition par l'exploitant.

Les documents disponibles sont les suivants :

**Un synoptique** décrivant le fonctionnement général de l'ensemble des réseaux compte tenu de l'organisation géographique et altimétrique des installations.

**Un jeu de plans**. Ces plans regroupent les différentes canalisations, en distinguant les conduites syndicales et celles communales, les organes de régulation (vannes de sectionnement, poteaux incendie, purges, réducteur de pression, etc...) ainsi que les ouvrages de stockage.

**Des fiches descriptives d'ouvrages** montrant les caractéristiques ainsi que le fonctionnement des ouvrages de surpression et de stockage.

## 2 ORGANISATION GENERALE DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

### 2.1 ORGANISATION DE LA GESTION DE L'EAU

L'exploitation et l'entretien des ouvrages ainsi que de l'ensemble du réseau AEP ont été confiés à la régie communale des eaux. La régie assure ainsi l'exploitation et l'entretien des 43,4 km du réseau (hors branchements particuliers).

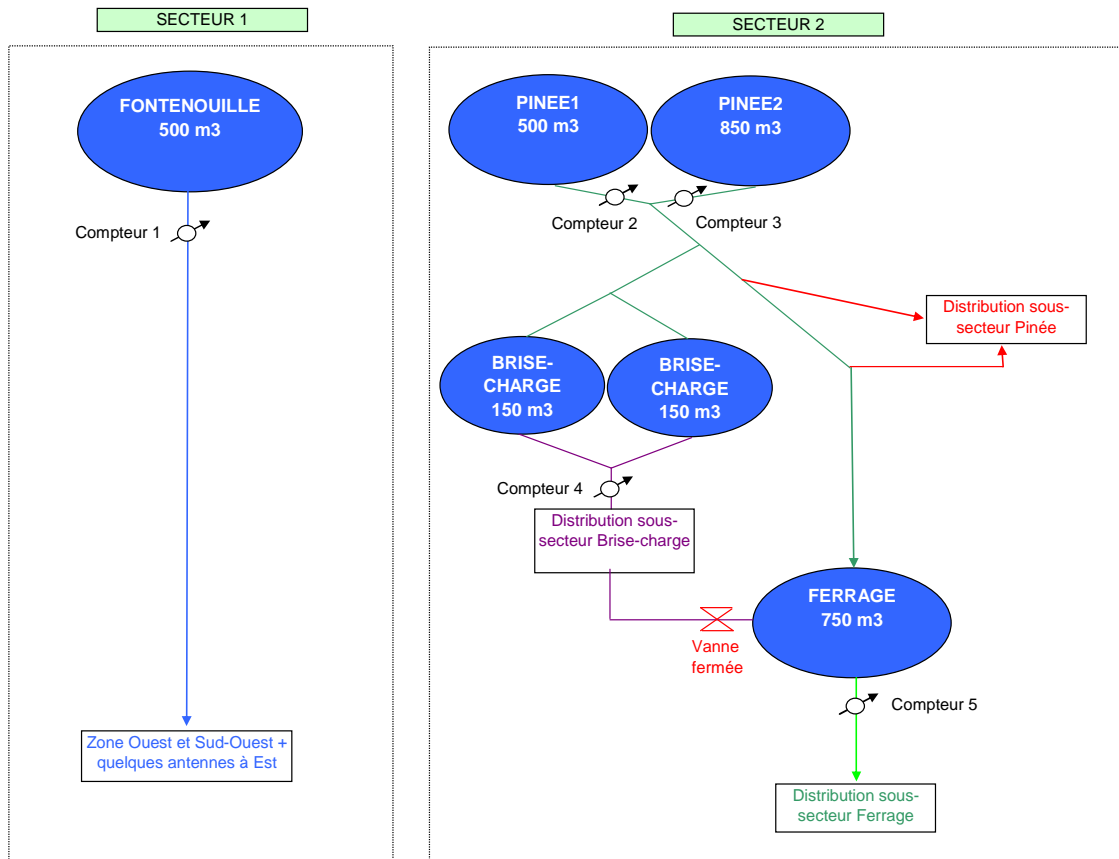
### 2.2 FONCTIONNEMENT GLOBAL DU SYSTEME

Actuellement, le réseau est divisé en deux secteurs de distribution :

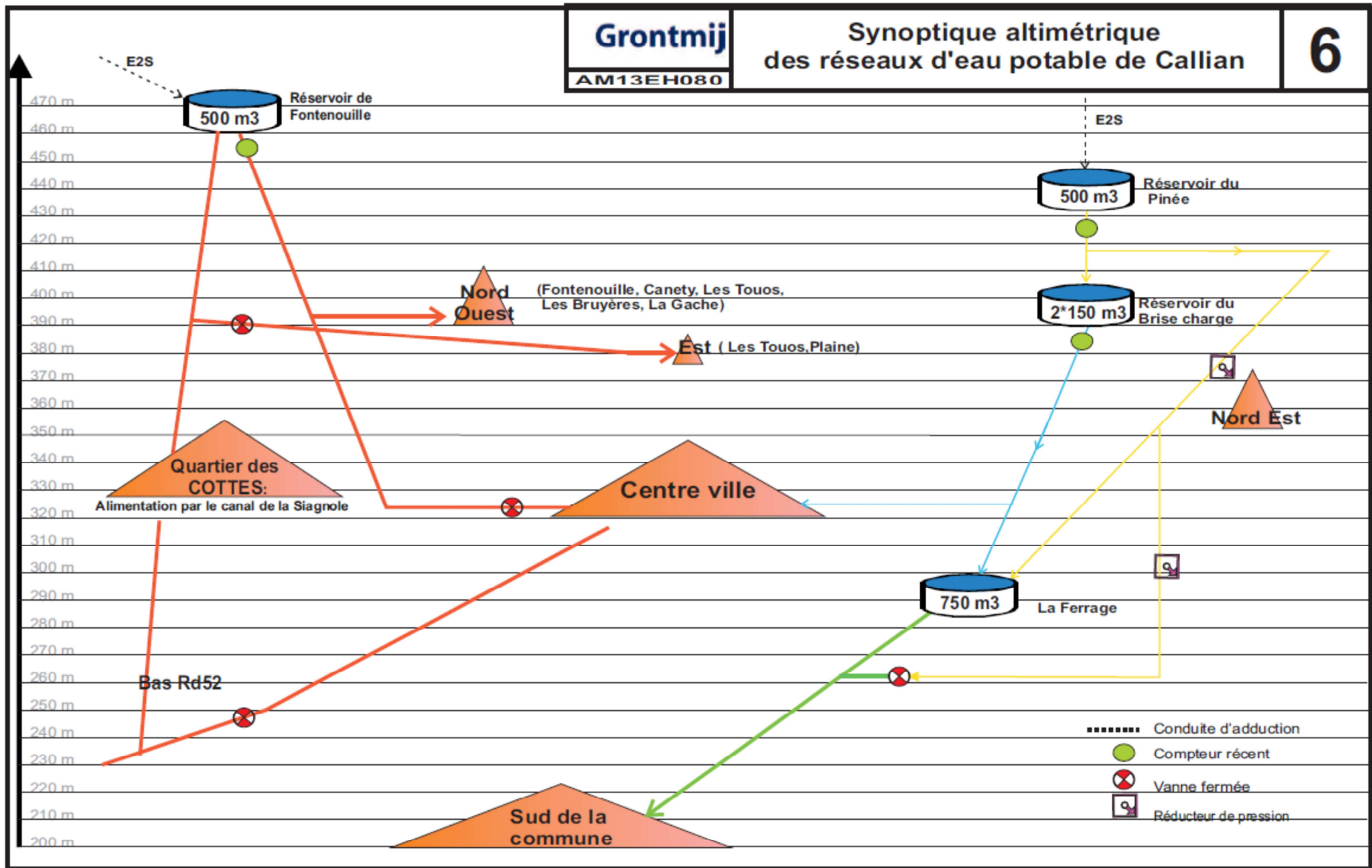
- Le secteur Ouest, alimenté depuis le réservoir de 500 m<sup>3</sup> de Fontenouille ;
- Le secteur Est, alimenté depuis les réservoirs jumelés du Pinée 1 350 m<sup>3</sup> (500 + 850) ;

Le secteur Est est décomposé en 3 « sous-secteurs », le premier incluant la zone de distribution du Pinée, le second la zone de distribution des réservoirs jumelés du brise charge (2 x 150 m<sup>3</sup>) et le dernier la zone du réservoir de la Ferrage (750 m<sup>3</sup>).

Le schéma de principe suivant résume le fonctionnement actuel du réseau.







## 2.3 RACCORDEMENT DE LA POPULATION

Rappel :

- toute personne qui utilise ou souhaite réaliser un ouvrage de prélèvement d'eau à des fins d'usage domestique a obligation de déclarer cet ouvrage ou son projet d'ouvrage auprès de la mairie (*décret du 2 juillet 2008*)
- les installations branchées au réseau d'eau potable et dont l'utilisation peut provoquer une pollution par retour des eaux contaminées dans le réseau (piscines, bâtiments raccordés à la fois au réseau d'eau potable et à des ressources privées...) doivent être équipées de disconnecteurs (*Règlement sanitaire départemental et Code de la santé publique*)

La Mairie n'ayant pas connaissance de prélèvements individuels des particuliers, le réseau d'eau potable est supposé alimenter la totalité des habitations.

En 2015, la commune comptait 1 765 abonnés pour 2005 habitations, on note 22 abonnés communaux.

## 3 LA RESSOURCE EN EAU

### 3.1 LOCALISATION

L'alimentation de la commune de Callian provient des sources de la Siagnole (source karstique). Les sources de la Siagnole sont exploitées par E2S (Société d'économie mixte, filiale de la Société Général des Eaux). E2S distribue par gravité les eaux de la Siagnole à 7 communes du canton de Fayence (Fayence, Mons, Tourrettes, Callian, Montauroux, Seillans, St Paul en Forêt), à Bagnols en Forêt, au Syndicat des eaux l'Est Var (SEVE), à des agriculteurs du canton et à quelques particuliers groupés en associations qui ne sont pas raccordés aux réseaux communaux (les communes continuent de développer leurs réseaux et le nombre de ces particuliers devrait diminuer). Pour l'année 2014, les volumes produits importés étaient de l'ordre de 494 503 m<sup>3</sup>.

### 3.2 DESCRIPTION ET QUANTIFICATION

L'alimentation de la commune se fait gravitairement, en partage avec la commune voisine de Montauroux, la quantité d'eau potable admissible au niveau des réservoirs de tête de Callian est donc limitée et ne peut excéder :

- 54 m<sup>3</sup>/h (15 l/s) pour l'alimentation du réservoir de Fontenouille,
- 100,8 m<sup>3</sup>/h (28 l/s) pour l'alimentation des réservoirs jumelés de Pinée,

Soit un total disponible sur la commune de 155 m<sup>3</sup>/h.

Des robinets à flotteur sur chacun des réservoirs communaux permettent de prélever uniquement la quantité d'eau demandée en distribution, sans rejeter une partie de l'eau prélevée par trop-plein.

## 3.3 QUALITE

### 3.3.1 Traitement réalisé

L'eau brute issue du canal de la Siagnole est rendue potable par chlore gazeux pour le Pinée et chlore liquide pour Fontenouille, ces eaux viennent alimenter gravitairement les réservoirs de tête de la commune (Fontenouille et les réservoirs jumelés du Pinée) afin de desservir la majeure partie de la population.

### 3.3.2 Résultats des analyses

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent répondre à des critères de qualité très stricts définis par l'arrêté du 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 de l'ARS (anciennement DDASS) 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 en 2014 à août 2015 indiquent que l'eau mise en distribution sur la commune est d'une qualité satisfaisante, tant du point de vue physico-chimique que bactériologique.

Année	Conformité bactériologique	Conformité physico-chimique	Respect des références de qualité	Nombre d'analyses effectuées par l'ARS
<b>2015 (jusqu'à août)</b>	100% de conformité	100% de conformité	100% de conformité	10
<b>2014</b>	100% de conformité	100% de conformité	87% de conformité	15

La qualité bactériologique est respectée dans 100% des cas. D'un point de références de qualité, on constate :

- au mois de novembre 2014, un dépassement de la limite de qualité sur le paramètre de la turbidité (le 13 novembre 2014).

La synthèse des analyses effectuées par l'ARS sur l'année 2014 est disponible en Annexe 1 - Synthèse des analyses de l'ars pour l'année 2014 à 2015.

## 4 OUVRAGES SUR LE RESEAU

### 4.1 LES « SURPRESSEURS »

L'alimentation du plateau du Pinée-Savette, situé à proximité des réservoirs jumelés du Pinée, a nécessité la mise en place d'un surpresseur afin de desservir les abonnés (environ 40) avec un niveau de pression satisfaisant. Ce surpresseur est composé de 3 pompes en parallèle qui assurent une régulation de la pression aval à 3 bars. Le surpresseur est positionné sur la conduite de distribution des réservoirs du Pinée, dans la chambre des vannes, en aval immédiat de la jonction des 2 conduites provenant des bassins.

Ce positionnement impose **une surpression de la totalité des eaux mises en distribution depuis le site du Pinée**, et non pas uniquement de la zone déficitaire en pression.

Ce fonctionnement pose plusieurs problèmes d'exploitation :

- **Une sur-utilisation** du surpresseur pour assurer le maintien de la pression à 3 bars pour la totalité du volume mis en distribution (le surpresseur est couramment en fonctionnement ininterrompu sur 24h) ; cette sur-utilisation entraîne une usure prématurée des équipements ;
- **Une consommation d'énergie importante** ;
- Le renforcement des contraintes sur des conduites disposant déjà d'une pression importante en alimentation gravitaire depuis les réservoirs du Pinée ;
- **L'utilisation de réducteurs de pressions** sur le secteur de distribution du réservoir du Pinée.

### 4.2 LES OUVRAGES DE STOCKAGE

Le tableau suivant regroupe les informations essentielles qui caractérisent les réservoirs communaux d'alimentation en eau potable.

NOM	TYPE	Capacité Totale (m <sup>3</sup> )	Cote NGF radier (m)	Alimenté par :	Secteurs distribués
<b>Réservoir Fontenouille</b>	Réservoir circulaire	500	460	Canal de la Siagnole	<b>Ouest – Sud-ouest</b>
<b>Réservoirs jumelés du Pinée</b>	Réservoirs circulaires	500 + 850	430	Canal de la Siagnole	<b>Quartier du Pinée + alimentation bassins Brise-charge + Ferrage</b>
<b>Réservoirs jumelés du Brise-charge</b>	Réservoirs circulaires	2 x 150	390	Réservoirs du Pinée	<b>Centre du village</b>

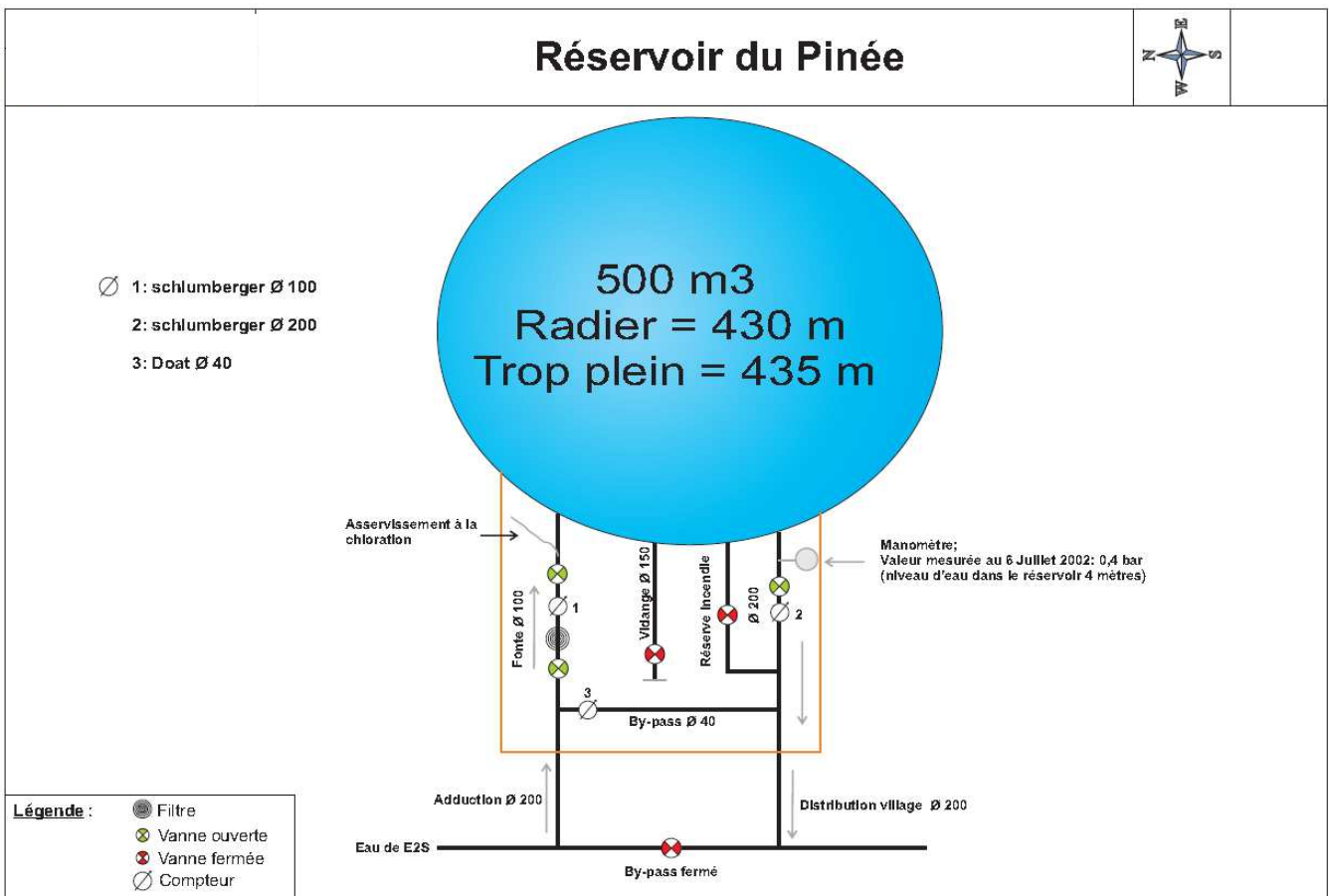
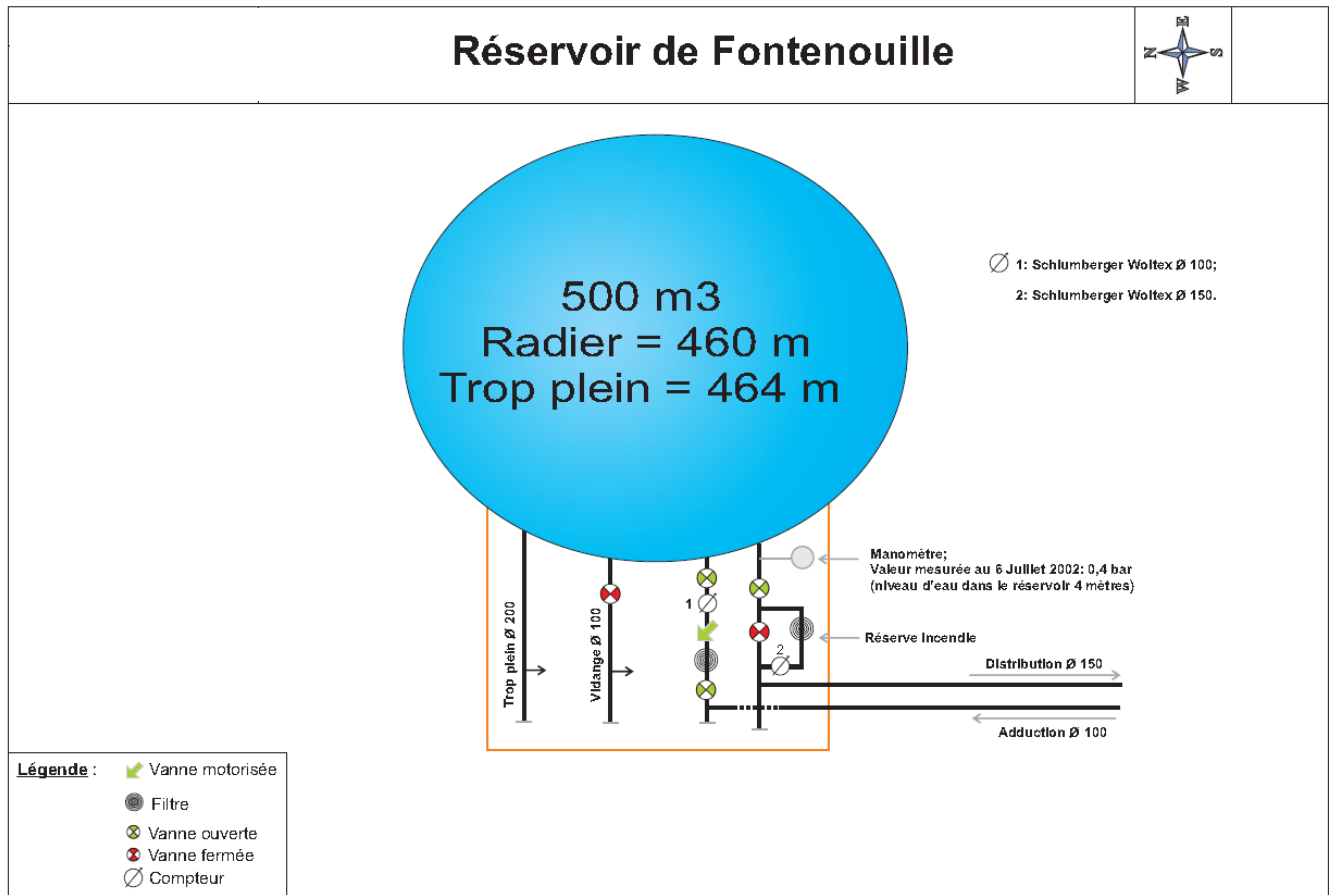
NOM	TYPE	Capacité Totale (m <sup>3</sup> )	Cote NGF radier (m)	Alimenté par :	Secteurs distribués
<b>Réservoir de la Ferrage</b>	Réservoir circulaire	750	286	Réservoirs du Pinée	<b>Sud de la commune</b>

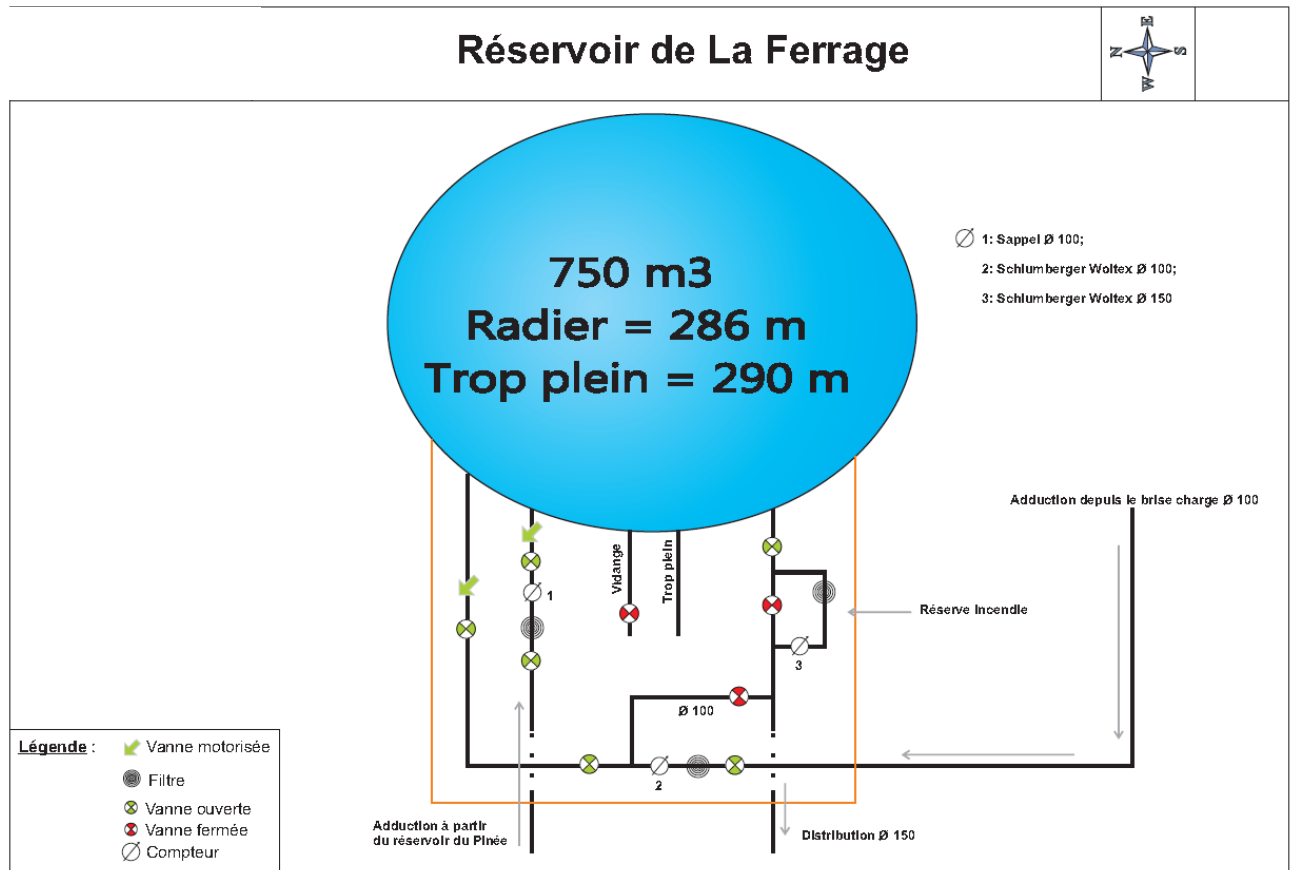
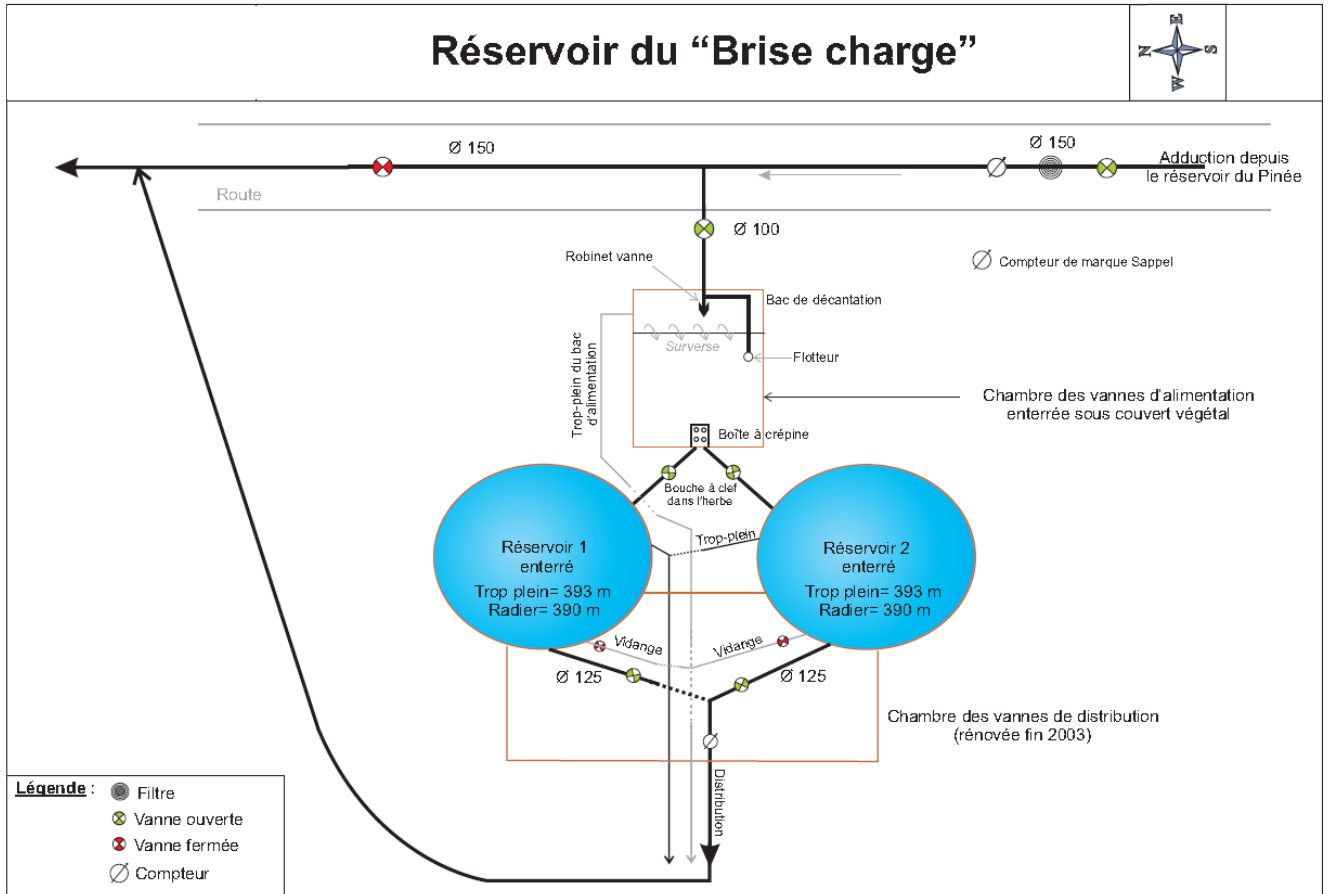
Soit un volume de stockage total communal de 2 900 m<sup>3</sup>.

### 4.3 LA RESERVE INCENDIE

En ce qui concerne la réglementation de la défense contre l'incendie, celle-ci requiert, entre autre, la mise à disposition, à n'importe quel moment, d'un débit de 60 m<sup>3</sup>/h durant deux heures. Une réserve incendie de 120 m<sup>3</sup> doit donc être observée théoriquement sur chaque unité de distribution indépendante.

NOM	Capacité totale (m <sup>3</sup> )	Volume réserve incendie (m <sup>3</sup> )	Conformité	Présence d'un volume mort
<b>Réservoir Fontenouille</b>	500	inconnu	inconnu	Oui via une lyre
<b>Réservoirs jumelés du Pinée</b>	500 + 850	inconnu	inconnu	Oui via une lyre
<b>Réservoirs jumelés du Brise-charge</b>	2 x 150	non	non	
<b>Réservoir de la Ferrage</b>	750	inconnu	inconnu	Oui via une lyre





## 4.4 LES CANALISATIONS

*L'article D.2224-5-1 inséré dans le Code Général des Collectivités Territoriales par décret en date du 27 janvier 2012 stipule que « un inventaire des réseaux comprenant la mention des linéaires de canalisations, la mention de l'année ou, à défaut de la période de pose » doit être réalisé par les gestionnaires des services publics de l'eau et mis à jour chaque année. La réalisation de ce descriptif détaillé du réseau est prise en compte dans la valeur de l'indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable.*

Le présent chapitre est rédigé sur la base des plans du réseau transmis par l'exploitant du réseau. Suites aux travaux réalisés sur le village (extension au niveau des Cottés), les plans ont été mis à jour depuis le SDAEP de 2003.

La **longueur totale des réseaux présents sur le territoire communal**, hors branchements particuliers, est d'environ **43,4 km**.

Le linéaire de réseau syndical présent sur la commune ne nous a pas été communiqué.

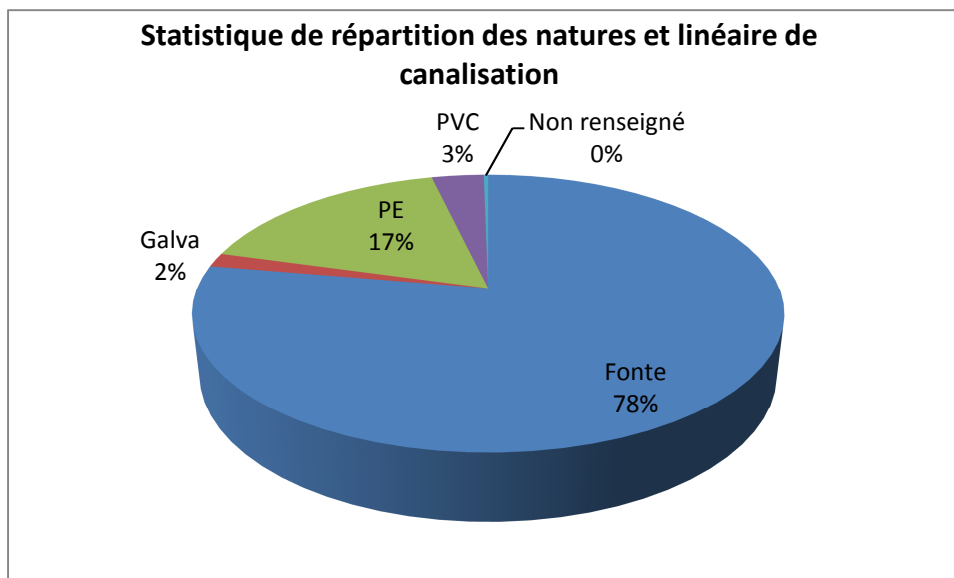
DN	Fonte	Galva	PE	PVC	Non identifié	Total
50		706		99		805
60	2 603			163	124	2 890
63			198	499		697
75			127			127
100	18 020		2 835			20 855
125	393		3 189	716		4 298
150	5 029					5 029
160	376		651			1 027
180			375			375
200	7 073					7 073
350	174					174
450	93					93
<b>Total</b>	<b>33 761</b>	<b>706</b>	<b>7 375</b>	<b>1 477</b>	<b>124</b>	<b>43 443</b>

### 4.4.1 Nature des matériaux

Le tableau ci-dessous précise les caractéristiques des réseaux en ce qui concerne la nature des canalisations et les linéaires correspondants :

Nature de la conduite	Linéaire de réseau (ml)
<b>Fonte</b>	33 761
<b>Galva</b>	706
<b>PE</b>	7 375
<b>PVC</b>	1 477
<b>Non renseigné</b>	124
<b>Total</b>	43 443





Sur le réseau communal, les natures de conduites les plus représentées sont :

- le PVC avec un linéaire total d'environ **1,5 km**, soit seulement **3 % du réseau communal**. La distinction entre PVC collé et non collé ne nous a pas été transmise. Nous rappelons que les conduites en PVC collé sont particulièrement sensibles à la casse et nécessitent des interventions et réparations fréquentes.

- Il a également été recensé **environ 33,76 km**, soit **78%** du réseau qui est en fonte. Il n'a pas été fait de distinction entre la fonte ductile et la fonte grise. Si la fonte ductile est un matériau robuste, **la fonte grise est un matériau fragile et cassant, sujet à des fuites récurrentes**.

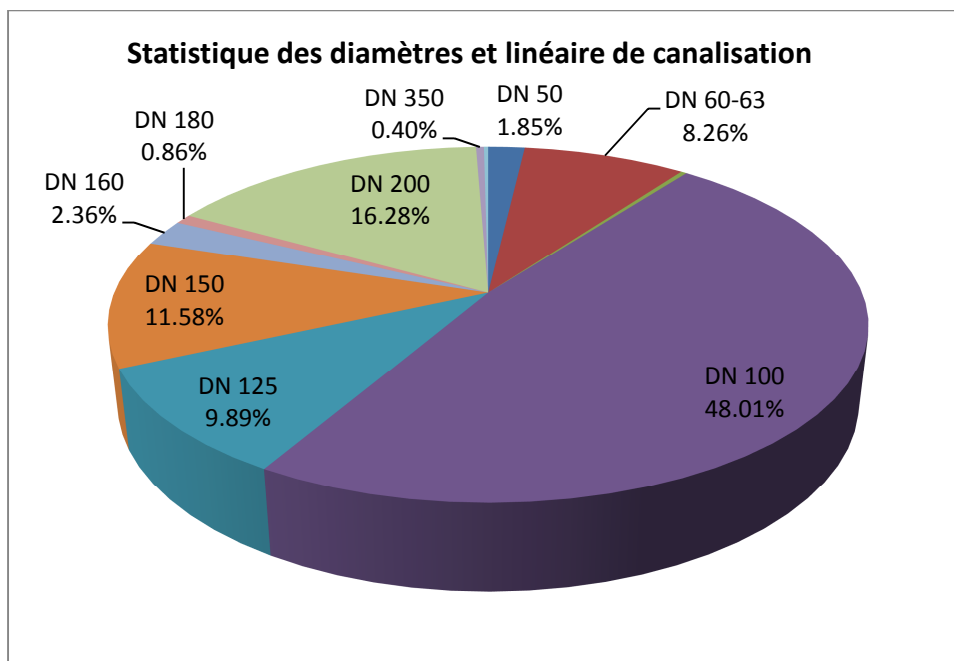
On note que la nature des réseaux est renseignée sur la quasi-totalité du linéaire, ce qui reflète une bonne connaissance du réseau.

#### 4.4.2 Diamètre des canalisations

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

DN de conduite	Linéaire de réseau
DN 50	805
DN 60-63	3 587
DN 75	127
DN 100	20 855
DN 125	4 298
DN 150	5 029
DN 160	1 027
DN 180	375
DN 200	7 073
DN 350	174
DN 450	93

**Remarque : pour les conduites en PE et PVC, les diamètres indiqués sont les diamètres extérieurs**



Les diamètres des conduites rencontrées évoluent, à notre connaissance, entre 50 et 450 mm. Parmi les diamètres connus, la plage de diamètre la plus représentée est celle du diamètre 100 mm. Là encore, on constate que la connaissance du diamètre du réseau est assez bonne.

### 4.4.3 Age des canalisations

Nous n'avons pas d'information sur l'âge des conduites. Cela est gênant en terme de gestion patrimoniale mais également car, avec l'âge et selon les matériaux, les conduites peuvent relarguer des composants dans l'eau. Il est important que, dorénavant, l'âge des conduites mises en place soit indiqué sur un plan (pour rappel, en dehors de l'aspect « gestion du réseau », c'est également une obligation réglementaire).

#### 4.4.3.1 Note sanitaire sur l'âge des réseaux

- **Canalisations en PVC posées avant 1980**

L'instruction DGS/EA4/2012/366, parue le 18 octobre 2012, est relative au repérage des canalisations en PVC susceptibles de contenir du CVM (Chlorure de Vinyle Monomère), et risquant de migrer vers l'eau destinée à la consommation humaine.

Le CVM est un produit chimique synthétique, reconnu cancérigène. Les conduites PVC fabriquées avant 1980 ont un potentiel de relarguage très important, dû au processus de fabrication du PVC.

Le relarguage dans l'eau augmente avec :

- le linéaire des tronçons en PVC ;

- la température de l'eau ;
- la teneur en CVM initiale dans ces tronçons ;
- le temps de séjour de l'eau dans ces conduites.

Ces situations se rencontrent essentiellement dans les canalisations desservant un habitat dispersé des réseaux ruraux.

Nous n'avons pas connaissance de l'âge des réseaux mais le réseau communal présente plus de 1,5 km de réseau en PVC (seulement 3% du linéaire du réseau communal), le risque de présence de conduite posé durant cette période est faible.

#### ▪ **Canalisations en fonte et acier**

Il y a également une problématique de migration d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans certains réseaux. En effet dans les années 70-80, les **réseaux en fonte et en acier** étaient parfois **revêtus de bitume** pour assurer l'étanchéité des réservoirs ou des conduites de distribution.

Les facteurs favorisant le relargage des HAP sont :

- le linéaire des tronçons ;
- la température de l'eau ;
- la teneur en revêtement bitumineux dans ces tronçons ;
- le temps de séjour de l'eau dans ces conduites ;
- les caractéristiques de l'eau (agressivité...)

D'après les données de l'exploitant, on recenserait plus de **34,5 km** de canalisations en fonte et en acier et donc susceptibles d'être revêtues de bitume sur le réseau communal.

**Par ailleurs, les résultats des analyses de l'ARS diffusé sur le site web <http://www.sante.gouv.fr/qualite-de-l-eau-potable> ne témoignent pas de teneurs inquiétantes en CVM en Chlorure Vinyle Monomère et Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques**

## 4.5 DISPOSITIFS DE COMPTAGE

### 4.5.1 Dispositifs de comptage généraux

On rencontre généralement cinq types de dispositifs de comptage :

- Dispositifs de comptage de production : unité de production (source, forage, captage...) ou groupe d'unités,
- Dispositifs de comptage d'adduction : remplissage du réservoir, alimentation du réseau communal par le réseau syndical...
- Dispositifs de comptage de distribution de réservoir : sortie du réservoir pour la desserte des abonnés et/ou l'alimentation d'un autre réservoir,
- Dispositifs de comptage d'adduction-distribution de réservoir : remplissage du réservoir et desserte des abonnés par la même conduite,

- Dispositifs de comptage de sectorisation : compteur de distribution intermédiaire disposé sur le réseau (permet de détailler la part d'un sous-bassin).

Les dispositifs de comptage peuvent être des débitmètres ou des compteurs.

L'ensemble des compteurs et débitmètres existants sur la commune (à début 2015) sont répartis comme suit :

Réservoir	Numéro Compteur	Volume mesuré	Modèle	Date de pose	Diamètre
Fontenouille	1	Distribution sur le secteur de Fontenouille - Vers Camiole	Zenner		200 mm
	2	Distribution sur le secteur de Fontenouille - Vers Village	Schlumberger Woltex		150 mm
Pinée 500 m <sup>3</sup>	3	Distribution sur le quartier du Pinée + alimentation réservoirs Brise-charge + Ferrage	Schlumberger Woltex		200 mm
Pinée 850 m <sup>3</sup>	4	Distribution sur le quartier du Pinée + alimentation réservoirs Brise-charge + Ferrage	Schlumberger Senssus		100 mm
Brise-charge	5	Distribution sur le centre du village	Schlumberger Woltex		100 mm
Ferrage	6	Distribution quartiers Sud de la commune	Schlumberger Woltex	2013	150 mm
	7	Distribution quartiers Sud de la commune	Schlumberger Woltex	ancien	150 mm

L'âge des compteurs généraux ne nous a pas été transmis. Il faut noter que l'on conseille de remplacer les compteurs généraux et compteurs de sectorisation tous les 10 ans afin de limiter les dérives de comptage.

## 4.6 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. 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.

D'après les informations transmises par l'exploitant, le parc de compteur présente 1765 compteurs sur la commune de Callian. L'âge des compteurs ne nous a pas été communiqué.

Aujourd'hui la commune compte 1697 abonnés.

Dont trois abonnés considérés comme gros consommateurs par la commune :

- La résidence de vacances - Château Camiole avec une consommation annuelle de l'ordre de 29 200 m<sup>3</sup>/an en moyenne sur les 3 dernières années dont en moyenne 20 200 m<sup>3</sup> en été (de juin à octobre) ;
- le centre de cardiologie - La Chenevière avec une consommation annuelle de l'ordre de 6 150 m<sup>3</sup>/an en moyenne sur les 3 dernières années, la consommation est homogène sur toute l'année ;
- la maison de retraite - Association Flore D'Arc (environ 56 lits) avec une consommation annuelle de l'ordre de 6 850 m<sup>3</sup>/an en moyenne sur les 3 dernières années, la consommation est homogène sur toute l'année.

## 4.7 BRANCHEMENTS PLOMBS

Depuis la fin 2013, les réseaux d'eau potable doivent être exempts de plomb (niveau maximum de plomb dans l'eau de 10 µg/l à compter du 25/12/2013). Ceci induit le remplacement de tous les branchements en plomb présent sur la commune.

L'exploitant ne nous a pas fait état de présence de branchement plomb sur la commune.

## 4.8 AUTRES ORGANES PRESENTS SUR LE RESEAU

Sur la base des plans du réseau en notre possession, le réseau compte :

- 1 surpresseur
- 1 électrovanne
- 3 vannes fermées
- 3 réducteurs de pression projetés,
- 4 réducteurs de pression existants (St Antoine, St Donat, Ricardenque, Le Plan de la Grande Vigne).

## C – Les besoins en eau

# 1 LES DIFFERENTES DONNEES DISPONIBLES POUR L'EVALUATION DES BESOINS – DEFINITIONS PRELIMINAIRES

## 1.1 ANALYSE DES VOLUMES PRODUITS

### 1.1.1 Définitions

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

- La consommation des usagers comptabilisée (facturée) ou non (volume de services, secours incendie...non équipés de compteurs),
- 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 et exportés :

Production utile = Production commune + import - export.
--

Sur le territoire communal, il n'y a aucune ressource utilisée pour l'eau potable. La totalité de la production utile vient de l'import d'eau par le E2S.

Il n'y a pas d'export d'eau potable.

Pour la suite de l'étude, nous utiliserons les volumes produits tels que indiqués par l'exploitant c'est-à-dire les volumes comptabilisés à la sortie des deux réservoirs de tête (Fontenouille et Pinée).

### 1.1.2 Evolution de la production annuelle

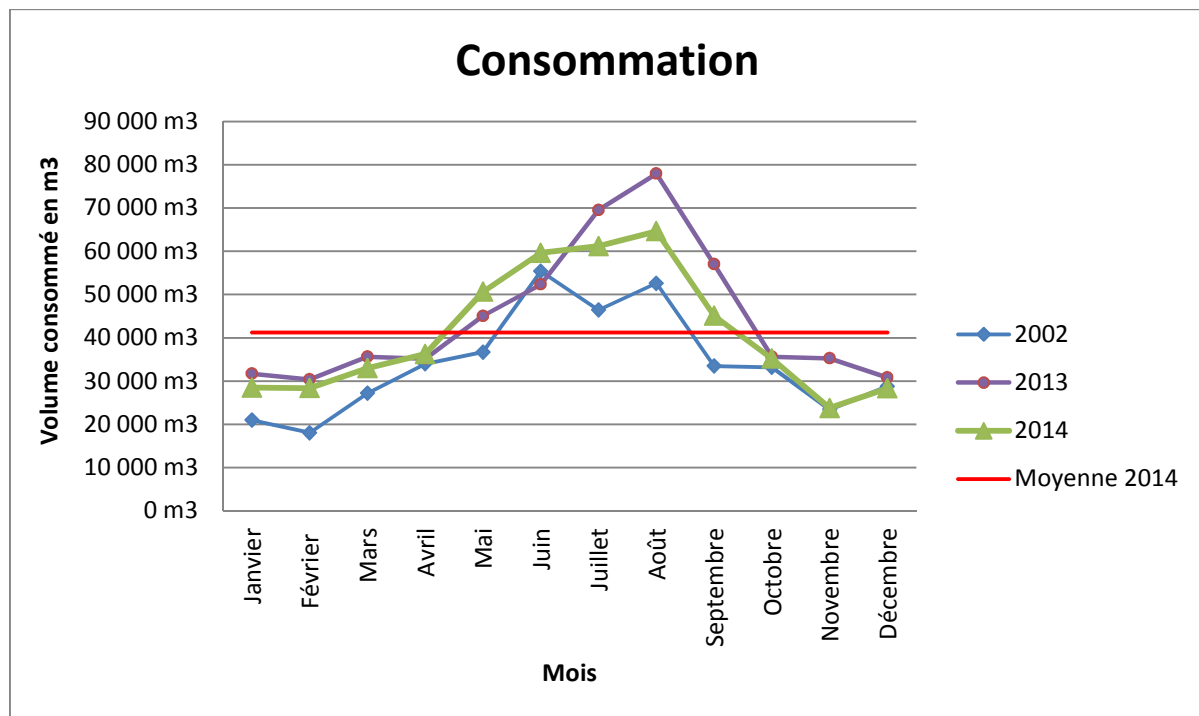
Volume importé (m3)	2002	2013	2014
	410 203	536 523	494 503
<b>Evolution</b>		2,8%*	-7,8%
	20,6%		

\* moyenne annuelle

On constate une **augmentation des volumes annuels depuis 2002 corrélés à l'augmentation de la population.**

### 1.1.3 Evolution mensuelle de la production et ratio de consommation

L'évolution mensuelle de la production est la suivante :



#### 1.1.3.1 Production minimale

L'import d'eau potable moyen mensuel minimum est observé en novembre, avec une moyenne journalière de 791 m<sup>3</sup>/j.

Volume mesuré	Volume importé par la commune
Période de relève	nov-14
Nombre de jours (n)	30
Volume total relevé (V)	23 744 m <sup>3</sup>
Production journalière minimum estimé (V/n)	<b>791 m<sup>3</sup>/j</b>

La production minimum est 0,51 fois moins importante que la production moyenne annuelle (41 209 m<sup>3</sup>/mois).



### 1.1.3.2 Production maximale

L'import d'eau potable moyen mensuel maximum est observé en août sur l'année 2014, avec une moyenne journalière, a fortiori inférieure à la production du jour de pointe, de 2085 m<sup>3</sup>/j.

Volume mesuré	Volume importé par la commune
Période de relève	août-14
Nombre de jours (n)	31
Volume total relevé (V)	64 637 m <sup>3</sup>
Production journalière minimum estimé (V/n)	<b>2 085 m<sup>3</sup>/j</b>

La production maximum est donc 1,57 fois plus importante que la moyenne annuelle.

## 1.2 ANALYSE DES VOLUMES CONSOMMES ET DISTRIBUES

- La **distribution** représente les volumes introduits dans les réseaux.

Distribution = volume facturé + volume utilisé mais non comptabilisé + fuites
---

- La **consommation** représente les besoins réels de la commune, sans prendre en compte les fuites et les pertes sur les réseaux.

Consommation = volume facturé + volume consommé mais non comptabilisé
---

- Les données de **facturation** 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.
- Les **volumes utilisés mais non comptabilisés** comprennent :
  - les volumes détournés, dégrévés,
  - les volumes sans comptage
  - les besoins de service
  - les volumes dus au sous-comptage des compteurs particuliers.

L'absence des volumes facturés aux abonnés rend impossible le calcul des indices :

- les ratios de consommation par habitant (en moyenne, période creuse et période de pointe)
- le rendement primaire et rendement net des réseaux ;
- l'indice Linéaire de Consommation (I.L.C.) des réseaux ;
- l'indice Linéaire de Perte (I.L.P.) des réseaux.

L'absence de connaissance de ces indices ne remet pas en cause les conclusions de la présente étude.

## 1.2.1 Estimation des ratios de consommation par habitant

Nous avons considéré que :

- le rendement net du réseau est au moins égal au rendement primaire du réseau (en général le rendement primaire est plus faible que le rendement net car le rendement net intègre l'estimation des volumes non comptabilisés) ;
- que le rendement primaire est au moins égal à celui de 2001 (date de réalisation du SDAEP initial) soit 71% (nous partons du postula qu'il n'y a pas eu de dégradation du rendement depuis 2001).

Sur la base de ces hypothèses, les ratios de consommation sont estimés à :

### En période creuse :

Population permanente janvier 2015	3 412 personnes
Mois mini de la période creuse	Novembre
Nombre de jours (n)	30
Volume total relevé (V)	23 744 m <sup>3</sup> /mois
Volume distribué journalier en Novembre 2014	791,47 m <sup>3</sup> /j
Rendement net de réseau	71%
Estimation du volume consommé	561,94 m <sup>3</sup> /j
<b>Ratio par habitant</b>	<b>164,70 litres/jour/habitant</b>
<b>Ratio de consommation de la période creuse</b>	<b>0,58</b>

Le ratio national moyen de consommation est de 150 l/j/hab. Nous observons donc un ratio qui est supérieure mais compte tenu des hypothèses que nous avons dû prendre, cette indication est à prendre avec du recul.

### En période de pointe :

Population permanente	3 412 personnes
Estimation de la population supplémentaire touristique	2 307 personnes
Population totale estivale	<b>5 719 personnes</b>
Mois mini de la période de pointe	Août
Nombre de jours (n)	31
Volume total relevé (V)	64 637 m <sup>3</sup> /mois
Volume consommé journalier en Août 2014	2 085,06 m <sup>3</sup> /j
Rendement net de réseau	71%
Estimation du volume consommé	1 480,40 m <sup>3</sup> /j
<b>Ratio par habitant</b>	<b>258,86 litres/jour/habitant</b>
<b>Ratio de consommation de la période creuse</b>	<b>1,54</b>

## 2 CALCUL DE L'AUTONOMIE GLOBALE DES RESERVOIRS

### 2.1 AUTONOMIE GLOBALE SUR LA COMMUNE

La capacité totale de stockage est estimée à de 2 900 m<sup>3</sup> volume de réserve incendie compris. N'ayant pas le volume exact des réserves incendies par défaut nous avons considéré une réserve de 120 m<sup>3</sup> par ouvrage disposant d'une réserve incendie afin de nous placer dans les conditions les plus défavorables.

**La capacité de stockage utile est estimée à 2 540 m<sup>3</sup>.**

Les besoins de production relevés en 2014 sont de **791 m<sup>3</sup>/j** en période creuse (production moyenne sur le mois de **novembre 2014**) et **2085 m<sup>3</sup>/j** en période de pointe (production moyenne sur le mois d'**août 2014**).

	Période creuse	Période de pointe
<b>Capacité totale de stockage</b>	<b>2900 m<sup>3</sup>/j</b>	
<b>RI</b>	<b>360 m<sup>3</sup>/j</b>	
<b>Capacité utile de stockage (1)</b>	<b>2540 m<sup>3</sup>/j</b>	
<b>Besoin journalier de production (2)</b>	791 m <sup>3</sup> /j	2085 m <sup>3</sup> /j
<b>marge (1)-(2)</b>	<b>1749 m<sup>3</sup>/j</b>	<b>455 m<sup>3</sup>/j</b>
<b>Autonomie de réserve (1)/(2)</b>	<b>77,0 heures</b>	<b>29,2 heures</b>

La capacité totale de stockage d'eau sur la commune représente un peu plus de 3 jours de stockage en période creuse et un peu plus d'une journée en période de pointe.

**Cette capacité paraît, en première approche, suffisante** compte tenu d'une capacité nécessaire estimée généralement à 24 heures.

Par contre, le temps de séjour dans les réservoirs en période creuse est vraisemblablement important, des risques de dégradation de la qualité sont possibles.

### 3 ANALYSE DU BILAN BESOINS-RESSOURCES

#### 3.1 SITUATION ACTUELLE

Le bilan besoin-ressources permet d'apprécier l'adaptation des ressources mobilisables par rapport aux besoins identifiés. Ce bilan a été dressé à partir des besoins mensuels de production maximale relevés sur la commune en 2014.

La ressource disponible sur la commune est limitée, en théorie, par le débit souscrit auprès de E2S, qui est de 15 l/s et 28 l/s pour la commune de Callian.

Source	Fontenouille	Pinée
<b>Débit maximum disponible</b>	54,0 m <sup>3</sup> /h	100,8 m <sup>3</sup> /h
<b>Volume journalier disponible</b>	1 296 m <sup>3</sup> /j	2 419 m <sup>3</sup> /j
<b>Débit maximum disponible</b>	15 l/s	28 l/s
<b>Volume journalier de pointe consommé</b>	529 m <sup>3</sup> /j	1 556 m <sup>3</sup> /j
<b>Bilan besoins-ressources</b>	41%	64%
<b>Nombre d'abonné 2014/ secteur</b>	315	1385
<b>Population estimée par secteur*</b>	784 personnes	3 449 personnes

\* pour un taux d'occupation de 2,49 pers/logement avec comme hypothèse qu'un abonné = 1 logement

**Actuellement la répartition de la distribution entre les deux secteurs principaux Fontenouille et Pinée est de 25,38% pour Fontenouille et de 75% sur Pinée.**

**En théorie, en prenant en compte le débit souscrit au E2S comme volume de production limitant sur la commune, on observe que la ressource est suffisante pour subvenir aux besoins des abonnés de Callian en période de forte consommation.**

#### 3.2 SITUATION FUTURE

Les besoins futurs ont été estimés à partir :

- de la population future,
- des ratios de consommation actuels en considérant que le rendement net du réseau est au moins égal au rendement primaire du réseau (en général le rendement primaire est plus faible que le rendement net car le rendement net intègre l'estimation des volumes non comptabilisés) et que le rendement primaire est au moins égale à celui de 2001 (date de réalisation du SDAEP initial) soit 71% (nous partons du postula qu'il n'y a pas eu de dégradation du rendement depuis 2001).

### Estimation des besoins futurs en période de pointe

Avec les projets urbanistiques connus et évoqués plus haut, la population estimée serait de l'ordre de 4917 personnes sur un horizon que l'on peut évaluer à 5 ans.

Pour un ratio de consommation estimé actuellement à 259 litres/jour/habitant et un rendement net estimé 71%.

Nous rappelons également que la population saisonnière a été estimée à 2 307 personnes.

L'évolution ensuite est prise de l'ordre de 1% par an.

	Population maximale en pointe	Besoins en consommation	Besoins en distribution
<b>Horizon 5 ans (2020)</b>	7 224 personnes	1 871 m <sup>3</sup> /j	2 635 m <sup>3</sup> /j
<b>Horizon 10 ans (2025)</b>	7 592 personnes	1 966 m <sup>3</sup> /j	2 769 m <sup>3</sup> /j
<b>Horizon 15 ans (2030)</b>	7 980 personnes	2 066 m <sup>3</sup> /j	2 910 m <sup>3</sup> /j
<b>Horizon 20 ans (2035)</b>	8 387 personnes	2 172 m <sup>3</sup> /j	3 059 m <sup>3</sup> /j

La répartition des besoins sur les deux secteurs principaux Fontenouille et Pinée sont les suivant :

	Fontenouille	Pinée
<b>Ratio de répartition de la distribution</b>	25%	75%
<b>Horizon 5 ans (2020)</b>	658 m <sup>3</sup> /j	1976 m <sup>3</sup> /j
<b>Horizon 10 ans (2025)</b>	692 m <sup>3</sup> /j	2077 m <sup>3</sup> /j
<b>Horizon 15 ans (2030)</b>	727 m <sup>3</sup> /j	2183 m <sup>3</sup> /j
<b>Horizon 20 ans (2035)</b>	764 m <sup>3</sup> /j	2294 m <sup>3</sup> /j

La disponibilité de la ressource étant actuellement de 1 296 m<sup>3</sup>/j pour le secteur de Fontenouille et de 2 419 m<sup>3</sup>/j pour le secteur de Pinée.

**La ressource est suffisante en situation future en période de pointe.**

## D – Résultats de la campagne de mesures en période de pointe

# 1 METHODOLOGIE

## 1.1 OBJECTIFS DES MESURES

L'objectif des mesures en période creuse est de disposer de données suffisamment fiables et précises, afin de pouvoir :

- déterminer le besoin en eau en période de pointe
- suivre l'évolution des pressions journalières sur le réseau, et ainsi identifier les zones sur lesquelles la desserte en eau est insuffisante en période de pointe (faibles pressions),
- suivre l'évolution de la hauteur d'eau dans les réservoirs, et ainsi calculer l'autonomie de ces ouvrages
- d'obtenir des mesures de débit et de pression correspondant à la situation actuelle de fonctionnement du réseau afin de mettre à jour le calage du modèle.

## 1.2 PROVENANCE ET INVENTAIRE DES POINTS DE MESURES

Les données ont été collectées soit à partir des équipements de télésurveillance (mesures de débits et de niveau), soit à partir du matériel installé par GRONTMIJ pendant la période de mesures.

Au total, la campagne a mobilisé :

- 4 mesures de niveau sur les réservoirs (aucun des réservoirs de la commune étant équipé d'un enregistrement du marnage sur une télésurveillance),
- 7 mesures de débit en continu
- 6 enregistreurs de pression en continu

Les points de mesures ont été les suivants :

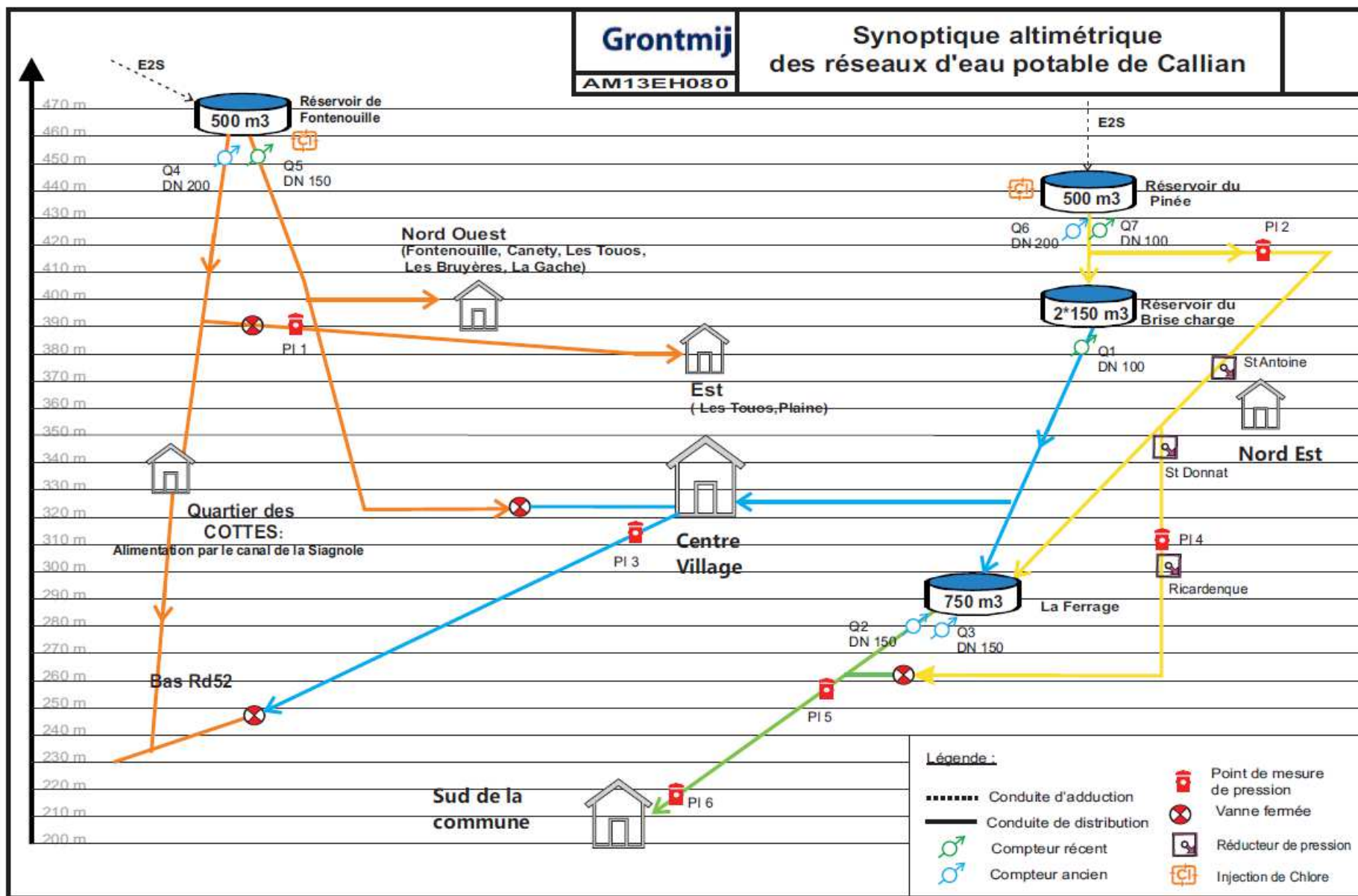
Point n°	Compteur	Débitmètre	DN	Mesure
1	Brise charge	Woltex	100	instrumentation temporaire (GRONTMIJ)
2	Ferrage ancien compteur	Woltex	150	
3	Ferrage nouveau compteur	Schlunberger	150	
4	Fontenouille vers Camiole	Zenner	200	
5	Fontenouille vers Village	Woltex	150	
6	Pinée DN200	Woltex	200	
7	Pinée DN150	Sensus	100	

Point n°	N° SDIS	adresse	Secteur de distribution	Mesure
1	5	Chemin des Bruyères	Fontenouille	instrumentation temporaire (GRONTMIJ)
2	12	Route de St Cezaire	Le Pinée	
3	52	Bd Voltaire	Brise-charge	
4	24	Chemin du Vignaou	Le Pinée	
5	28	Chemin de la Fontaine	La Ferrage	
6	32	Chemin des Combes	La Ferrage	

Point n°	Nom réservoir	Volume total	Nature ouvrage	Cote radier	Diamètre équivalent	Mesure
1	Réservoir Fontenouille	500 m3	Circulaire	460,0 m	12,6 m	instrumentation temporaire (GRONTMIJ)
2	Réservoirs jumelés du Pinée	1 350 m3	circulaire en 500 et 850 m3	430,0 m	18,5 m	
3	Réservoirs jumelés du Brise-charge	300 m3	circulaire en 2 x 150 m3	390,0 m	11,3 m	
4	Réservoir de la Ferrage	750 m3	Circulaire	286,0 m	15,5 m	

La localisation des points de mesure est reportée sur la planche graphique et le synoptique ci-après.





## 2 RESULTATS DES MESURES DE DEBITS

Les mesures de la campagne ont été effectuées du 10 août au 14 août 2015 (voir fichier mesures de débit en annexes et localisation des compteurs sur réseau communal).

Les volumes mesurés ici comprennent :

- La consommation des abonnés raccordés à la partie du réseau desservie sur chaque secteur,
- Les fuites présentes sur chaque secteur,
- Les consommations de services non comptabilisées (utilisation des bouches de lavage, poteaux incendie et arrosage communal...)

La sectorisation suivante a permis de déduire les volumes pour chaque secteur étudié :

Secteur Réservoir	Compteurs
<b>Nord Ouest et Est</b>	Q5
<b>Les Cottés</b>	Q4
<b>Nord Est</b>	Q6 +Q7 -Q1 -Q2 -Q3
<b>Centre Village</b>	Q1
<b>Sud Commune</b>	Q2 + Q3

Il est à noter que la précision de la donnée télétransmise est le mètre cube et à un pas de temps horaire, ce qui induit une certaine imprécision notamment sur les sites avec de faibles volumes mis en distribution, mais aussi pour déterminer les rendements sur les petits secteurs

### 2.1 VOLUMES JOURNALIERS

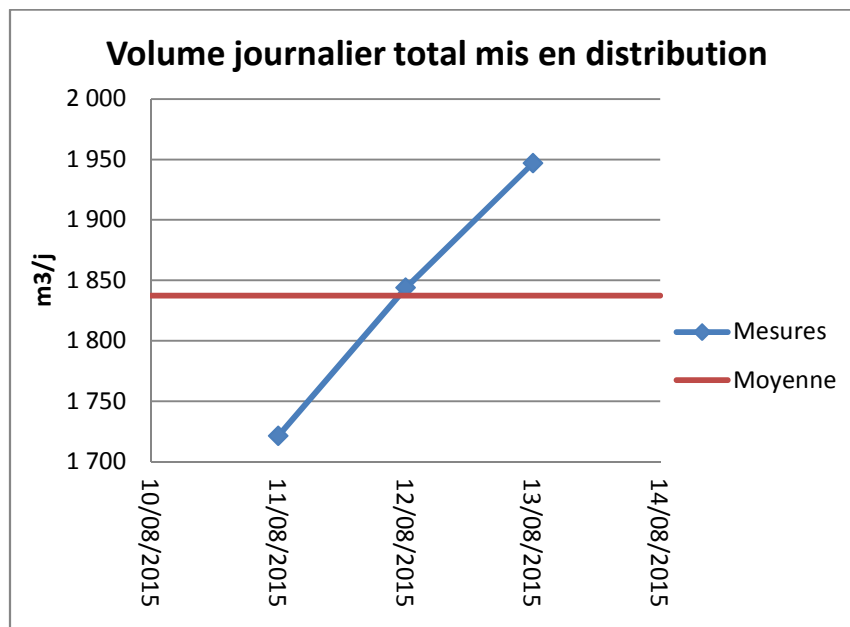
Les volumes journaliers moyens sur les différents secteurs, lors de la campagne de mesures, sont les suivants :

Secteur	11/08/2015	12/08/2015	13/08/2015	Moyenne
<b>Nord Ouest et Est</b>	233 m3/j	257 m3/j	239 m3/j	243 m3/j
<b>Les Cottés</b>	35 m3/j	39 m3/j	36 m3/j	37 m3/j
<b>Nord Est</b>	190 m3/j	211 m3/j	279 m3/j	227 m3/j
<b>Centre Village</b>	353 m3/j	367 m3/j	363 m3/j	361 m3/j
<b>Sud Commune</b>	910 m3/j	969 m3/j	1031 m3/j	970 m3/j
<b>Total sur tous les secteurs</b>	<b>1 721 m3/j</b>	<b>1 844 m3/j</b>	<b>1 947 m3/j</b>	<b>1 837 m3/j</b>

## 2.2 RATIO DE CONSOMMATION DE PERIODE DE POINTE – DETERMINATION DU BESOIN DU JOUR DE POINTE

Les ratios de consommation de période de pointe sont estimés à partir des résultats de la campagne de mesures en période de pointe.

### 2.2.1 Pendant la campagne de mesures



Le besoin maximal observé sur la commune entre le 10 et le 14 août 2015 est de 1 947 m<sup>3</sup>/j.

On constate que sur la période de la campagne des mesures, le volume journalier distribué est moins important que l'estimation du volume distribué en période de pointe de 2014 qui était de 2 085 m<sup>3</sup>/j. On note cependant que le volume est en forte augmentation durant la campagne de mesure, il est possible que le pic de consommation soit un peu plus tard sur le mois d'août (à partir du 15 août par exemple).

Le ratio de consommation a été estimé en prenant comme hypothèse un rendement net au moins égal au rendement primaire de 2001.

	Ratio de consommation – période estivale ; campagne de mesures
<b>Période</b>	août-15
<b>Production relevée campagne</b>	<b>1 947 m<sup>3</sup>/j</b>
<b>Rendement net estimé</b>	71%
<b>Consommation domestique estimée sur la période</b>	<b>1382 m<sup>3</sup>/j</b>
<b>Nombre de personnes présentes sur la commune</b>	5 719
<b>Volume moyen journalier / résident pendant la campagne</b>	<b>242 l/j/hab</b>

Le ratio moyen de consommation par habitant est élevé en période estivale. Ceci est notamment dû aux arrosages des espaces verts, mise à niveau des piscines (car évaporation), et douches de rafraîchissement. Même si la ressource est suffisante, on peut cependant suggérer à la commune d'étudier la possibilité d'un raccordement des particuliers pour leur arrosage et piscine sur le réseau du canal de la Siagnole et de conserver l'eau potable traitée pour les usages strictement domestiques. Une tarification peut également être étudiée pour inciter les particuliers aux économies d'eau.

### 3 MARNAGE DES RESERVOIRS

Parallèlement aux mesures de débits, les niveaux des 5 réservoirs et bâches ont été suivis pendant la campagne de mesures du 28/07 au 03/08 (voir fichier mesure des marnages en Annexe 3).

**Réservoir de Fontenouille** : Le marnage moyen est d'environ 0,53 m avec deux phases de remplissage de 1h à 5h et de 13h à 16h. Le marnage de cet ouvrage est satisfaisant.

**Réservoirs jumelés du Pinée**: Le marnage moyen est d'environ 0,5 m avec deux phases de remplissage par jour de 22h à 4h et de 13h à 16h.

**Réservoirs jumelés du Brise charge**: Le marnage moyen est d'environ 0,05 m avec deux phase de remplissage par jour de 21h à 4h et de 13h à 17h. On note que l'ouvrage ne marne quasiment pas.

**Réservoir de la Ferrage** : Le marnage moyen est d'environ 0,20 m, on ne constate pas de phase de remplissage à proprement parlé mais plutôt un batillage du niveau assez constant sur la journée.

Localisation	Nmin (m)	Nmax (m)	$\Delta N$ max sur une journée (m)	Hauteur d'eau totale du bassin (m)*	$\Delta N$ max/ (hauteur d'eau totale du bassin)	Volume maximum de marnage
Réservoir Fontenouille	3,14 m	3,67 m	0,53 m	4,00 m	13,35%	6,7 m <sup>3</sup>
Réservoirs jumelés du Pinée	3,54 m	4,04 m	0,50 m	5,00 m	10,06%	9,3 m <sup>3</sup>
Réservoirs jumelés du Brise-charge	2,51 m	2,56 m	0,05 m	3,00 m	1,52%	0,5 m <sup>3</sup>
Réservoir de la Ferrage	3,43 m	3,63 m	0,20 m	4,00 m	5,01%	3,1 m <sup>3</sup>

\* H TP/radier

La différence entre le niveau maximum et le niveau minimum (delta Nmax) 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. Des valeurs minimales et maximales

différentes ont été ponctuellement observées, mais elles ne reflètent pas le marnage habituel des réservoirs.

On constate que le marnage des réservoirs de tête est satisfaisant alors que ceux des réservoirs secondaires ne le sont pas (<10%), le renouvellement de l'eau dans ses réservoirs n'est donc pas satisfaisant. Il y a donc un problème de stagnation d'eau dans les cuves et par conséquent un risque de dégradation de la qualité de l'eau.

## 4 AUTONOMIE DE STOCKAGE DES RESERVOIRS

En période de pointe, il est important d'étudier les marnages des réservoirs d'un point de vue quantitatif. L'autonomie du réservoir caractérise sa capacité à pouvoir alimenter son unité de distribution lors d'une éventuelle rupture de son alimentation. On considère qu'une autonomie de 1 journée est satisfaisante pour faire face au problème rencontré : pollution accidentelle de la ressource, casse sur l'adduction, ...

L'autonomie de stockage des réservoirs est calculée dans le tableau ci-dessous en prenant comme besoin en période de pointe, le volume journalier maximum, sur la période du 10 au 14 août 2015, pour chaque secteur de distribution.

Pour rappel, sur certains secteurs ces volumes sont issus d'un calcul.

Réservoir	Calcul pour l'estimation du débit moyen journalier
Réservoir Fontenouille	Q4 + Q5
Réservoirs jumelés du Pinée	Q6 + Q7
Réservoirs jumelés du Brise-charge	Q1
Réservoir de la Ferrage	Q2 + Q3

Réservoir	Volume utile* (m3)	Débit journalier moyen enregistré (m3/j)	Autonomie de stockage
Réservoir Fontenouille	380 m3	280 m3/j	32,6 heures
Réservoirs jumelés du Pinée	1 230 m3	1 558 m3/j	19,0 heures
Réservoirs jumelés du Brise-charge	300 m3	361 m3/j	19,9 heures
Réservoir de la Ferrage	630 m3	970 m3/j	15,6 heures

L'autonomie de stockage des réservoirs est satisfaisante sur les réservoirs de Fontenouille. Par contre, elle est plus restreinte sur les réservoirs de Pinée, Brise-Charge et la Ferrage.

## 5 MESURES DE PRESSION EN CONTINU SUR LE RESEAU

Des mesures de pression en continu ont été réalisées en parallèle des mesures de débits et de marnage, entre le 10 et 14 Août 2015. Six poteaux incendie du réseau d'eau potable de Callian ont été équipés de capteurs de pression 16 bars d'une précision de + ou - 5%.

La localisation des poteaux incendie ayant fait l'objet de mesures de pression en continu est reportée sur la planche graphique et les résultats sont donnés en annexes.

### 5.1 SYNTHESE DES RESULTATS

Le tableau ci-dessous synthétise les pressions moyennes obtenues, par secteur, en distinguant les poteaux incendie sur des sous-réseaux de distribution (après des réservoirs donc) et ceux alimentés directement, ou à partir, du réseau structurant.

PI	Secteur	Alimenté par	Présence d'un stabilisateur de pression en amont du secteur	Pression min	Pression max	Pression moyenne*
1	Nord Ouest et Est	Le réservoir de Fontenouille	non	4,91 Bar	5,19 Bar	5,10 Bar
2	Nord Est	Le réservoir du Pinée	non	4,91 Bar	5,31 Bar	5,15 Bar
3	Centre Village	Le réservoir du Brise Charge	non	5,46 Bar	5,63 Bar	5,56 Bar
4	Nord Est - Ricardenque	Le réservoir du Pinée	implanté en aval du Stab de St Donnat et en amont immédiat du Stab de Ricardenque	7,06 Bar	7,80 Bar	7,47 Bar
5	Sud - Les Mourgues	Le réservoir de la Ferrage	non	6,40 Bar	6,57 Bar	6,49 Bar
6	Sud - Les Combes	Le réservoir de la Ferrage	non	5,16 Bar	5,91 Bar	5,62 Bar

\* Pmoy = pression moyenne sur la durée de la campagne de mesures

## 5.2 INTERPRETATION DES RESULTATS

Le confort des utilisateurs repose sur les observations suivantes :

- En dessous de 0,5 bar, certains appareils tels 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 5 bars.

Les pressions supérieures à 7 bars sont considérées comme élevées.

### 5.2.1 Interprétation des pressions moyennes

La pression moyenne enregistrée sur la commune est de 5,9 bar ce qui est un peu élevé par rapport à la pression de confort mais reste tout de même acceptable (< 6 bar). La pression sur le PI4 est élevée, mais nous rappelons que ce dernier est implanté en aval immédiat d'un réducteur de pression (de Ricardenque). Il s'agit d'un secteur présentant plusieurs réducteurs de pression en série. La pression PI6 est prise à l'aval du réducteur de pression dit des Vignes ou de la Combe. De manière générale il est recommandé de limiter les pressions sur le réseau afin de limiter les volumes de fuites et la fragilisation du réseau. Cependant, les points de pression utilisés ne se trouvant pas en bout d'antenne, il nous est difficile de préconiser la mise en place de réducteur de pression compte tenu que la pression doit rester suffisante en bout d'antenne.

## E – Mise à jour du modèle du réseau en situation actuelle



---

## 1 OBJECTIF

---

Dans le cadre de la mise à jour du SDAEP de la commune de CALLIAN, les objectifs de la modélisation sont :

- mettre à jour le modèle existant réalisé en 2009 ;
- intégrer et tester les projets sur le réseau AEP formulé par l'exploitant ainsi que le développement urbanistique de la commune et vérifier les faiblesses de fonctionnement du réseau qui n'auraient pas été mises en évidence in situ :
  - a. Défaut ou excès de pression dans certaines zones ;
  - b. Vitesses importantes dans les canalisations ;
  - c. Temps de séjours excessifs ;
  - d. Capacité de stockage insuffisante.

---

## 2 METHODOLOGIE GENERALE, PRESENTATION DU MODELE

---

### 2.1 DEFINITION DU MODELE 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.

## 2.2 LA BASE DE DONNEES

Elle s'articule autour de 2 types de données :

### Les données statiques décrivant :

- les réseaux : conduits (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,...

## 2.3 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 données et, le plus souvent, d'un module graphique permettant de visualiser les éléments modélisés et les résultats de simulation. Les logiciels dynamiques qui fonctionnent sur le même principe d'enchaînement des calculs que les logiciels statiques enchaînés 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.

## 2.4 PRESENTATION DU LOGICIEL DE MODELISATION UTILISE

La modélisation mathématique du réseau est réalisée à l'aide du logiciel informatique EPANET. Il permet d'effectuer des calculs nombreux et complexes à partir d'un modèle établi grâce à une bonne connaissance du réseau.

## 2.5 LES PRINCIPALES ETAPES DE LA MODELISATION

La construction d'un modèle de réseau se décompose suivant les étapes successives présentées ci-dessous :

- **Choix du réseau à modéliser** : Etape préalable indispensable permettant de décider du niveau de détail du modèle en fonction des objectifs visés par la modélisation.

- **Constitution de la base de données** : Collecte, synthèse des données sur les conduites, les ouvrages, la topographie, la consommation. Mise au format du logiciel et saisie.
- **Campagne de mesures en vue du calage** : Suivi des débits et des marnages des réservoirs, installation de capteurs de pression sur le réseau, mesure du taux de chlore en différents points du réseau, exploitation de l'ensemble des mesures.
- **Calage du modèle** : Ajustement des paramètres du modèle (rugosité des conduites, répartition spatiale de la demande, profils de demande, pertes de charges singulières) afin d'obtenir la meilleure corrélation possible entre les valeurs observées lors de la campagne de mesures et les résultats de simulation dans la même configuration de fonctionnement de réseau.
- **Utilisations du modèle** : Une fois le modèle calé, il est représentatif du fonctionnement actuel du réseau. Il sera alors possible de simuler différentes configurations de réseau et de consommations correspondant à des optimisations de fonctionnement, à des situations de crise ou aux développements futurs du réseau.

## 2.6 CONSTRUCTION DU MODELE

Etant donnée les différents aménagements à tester, plusieurs modèles doivent être 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 suivants.

Les simulations de fonctionnement sont réalisées sur 24h. Elles permettent l'analyse des caractéristiques de l'écoulement (pression, vitesse, débit...) et mettent en évidence les anomalies présentes sur le réseau le cas échéant (dysfonctionnement de certains organes, ouvrages sous dimensionnés...).

### 2.6.1 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 affectés 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.

Dans le cas présent, l'ossature du réseau (canalisation et nœuds) avait été réalisée lors du montage du modèle en 2009. Ces données ont été mises à jour sur la base des plans remis par l'exploitant (Mr Gras).

Les données altimétriques sont issues soit des plans de récolement soit des plans IGN.

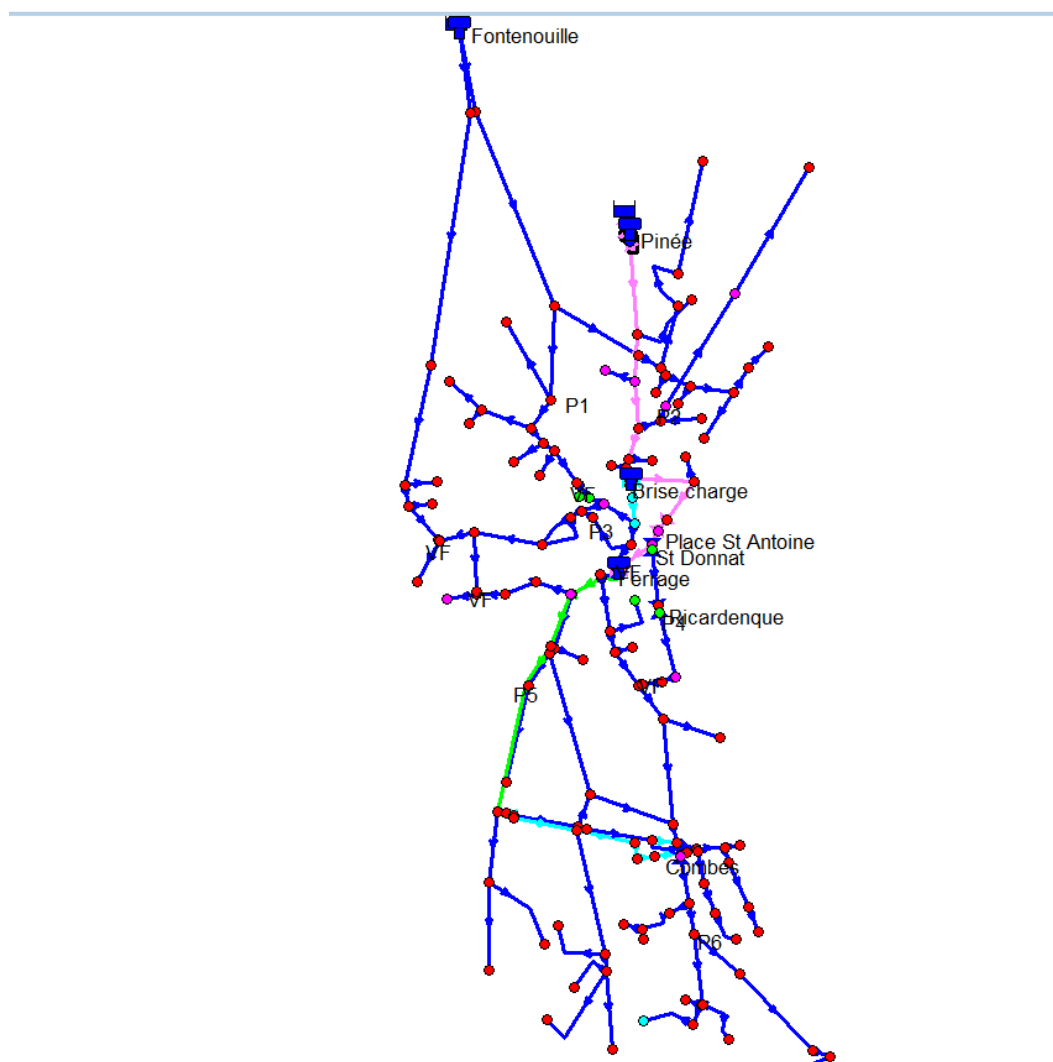
Il a été pris en compte **l'ensemble** des conduites de distribution du réseau d'eau potable, hors branchements.

Ont été représentés au total :

	Modèle initial	Modèle mis à jour en situation actuelle	Modèle mis à jour en situation future
<b>Nombre de nœuds</b>	115	166	172
<b>Nombre de points de production</b>	2	2	2
<b>Nombre de réservoirs</b>	4	4	4
<b>Nombre de tronçons de canalisation</b>	121	171	176
<b>Nombre de pompes</b>	0	1	1
<b>Nombre de vannes</b>	6	9	11

Tableau 1 – Base du modèle

Vue de l'ossature du réseau modélisé sous Epanet :



N.B. : Les réservoirs doubles (2 cuves) de Pinée et Brise charge ont un marnage identique, elles ont été représentées par une seule cuve de capacité équivalente.

## 2.7 MODIFICATION REALISEE SUR LE RESEAU DEPUIS 2009

Depuis 2009, la commune a réalisé les travaux suivants :

- deuxième branche de distribution depuis le réservoir de Fontenouille dit branche de distribution de Camiole implantée le long de la limite communale avec la commune de Tourrettes. Elle n'était pas représenté sur le modèle de 2009. Ce réseau en Fonte DN200 sur environ 4 km a donc été rajouté.
- le doublement du réseau existant en DN 60 le long du chemin de la Fontaine, le chemin des Mourgues et la RD 562 par une conduite en Fonte DN200 sur environ 2,6 km.
- la mise en place du réducteur de pression des Vignes (ou de la Combe),
- la station de pompage du réservoir du Pinée n'avait pas été intégré, elle a donc été rajouté. Les paramètres de fonctionnement (débit et HMT) ne nous ayant pas été communiqués, ils ont été calés suite aux mesures réalisés durant la campagne de mesures.

Rq : de même pour les réducteurs de pression, les consignes de fonctionnement qui nous avaient été communiquées ne correspondent pas à ce qui est observé suite à la campagne de mesures.

## 2.8 METHODOLOGIE DE REPARTITION

### 2.8.1 Affectation des volumes aux points de consommation

Cette étape, de loin la plus importante, va permettre de répartir de la manière la plus exacte possible les volumes consommés facturés sur l'ensemble du réseau modélisé. La répartition des consommations est basée sur la densité d'habitations que l'on retrouve à la périphérie de chacun des nœuds.

Par la suite, le volume de distribution domestique durant la journée choisie de calage est intégré au modèle selon les résultats de la campagne de mesures réalisée au cours de l'été 2015.

Les plus gros consommateurs présents sur les différents secteurs modélisés ont été pris en compte dans le modèle et leur consommation a été affectée aux nœuds correspondant les plus proches.

### 2.8.2 Découpage des secteurs

Le modèle a été élaboré en se basant sur les secteurs de distribution. Un découpage en 5 secteurs a pu être réalisé à partir des résultats de la campagne de mesures de débit. Cette sectorisation offre une représentation suffisamment fine de la réalité. Les secteurs définis sont visibles sur le synoptique altimétrique du réseau.

Le tableau suivant présente les 5 secteurs étudiés ainsi que la provenance des données utilisées dans le modèle :

Secteur	Alimenté par le réservoir de	Compteur
<b>Nord-Ouest</b>	Fontenouille	Q5
<b>Les Cottés</b>	Fontenouille	Q4
<b>Nord Est*</b>	Pinée	Q6 +Q7 -Q1 -Q2 -Q3
<b>Centre Village</b>	Brise Charge	Q1
<b>Sud Commune</b>	Ferrage	Q2 + Q3

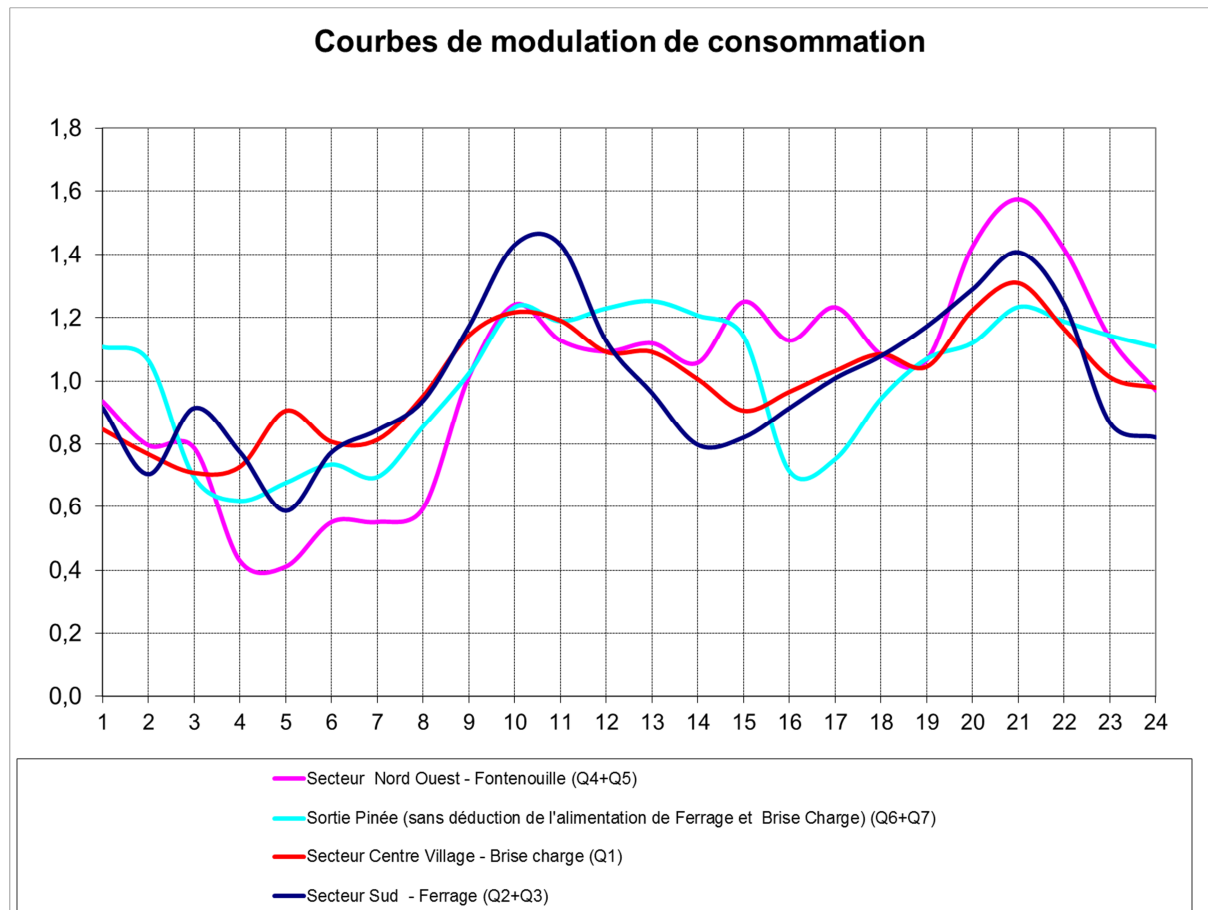
(\*) *Le calcul du volume distribué sur cette zone est complexe du fait qu'elle alimente les deux réservoirs de Brise Charge et de Ferrage.*

### 2.8.3 Elaboration des courbes de modulation de la consommation

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 distribué pour chacun des secteurs. Ces mesures tirées de la campagne de mesures sont simultanées. La journée de calage retenue dans le cas présent est la journée de consommation de pointe enregistrée le jeudi 13 août 2015.

Pour chacun des 4 secteurs (les secteurs Nord-Ouest et Les Cottés étant interconnectés, une seule courbe de consommation a été faite sur les secteurs distribués par le réservoir de Fontenouille), **une courbe de consommation** a été élaborée à partir des enregistrements des débits. Elle correspond à la consommation moyenne relevée sur un secteur donné. Elle permet de moduler la demande de chaque nœud au cours de la journée afin de reproduire au mieux le comportement des abonnés.

Les résultats de la campagne de mesure fournissent les volumes distribués et non consommés. La campagne de mesure estivale ne permet pas d'estimer les volumes de pertes (estimé à partir des volumes minimum nocturne distribué) car en période estival cela correspond également à la de consommation pour l'arrosage, remplissage de piscine notamment. Les volumes de pertes n'ont donc pas été déduits des courbes de modulation de la consommation.



## 2.8.4 Détermination des débits à répartir

Les débits affectés sur le modèle proviennent des données de distribution fournies durant la campagne de mesures du 10 au 14 août 2015.

Il est important de souligner que les débits répartis sont des débits **distribués** (débits effectivement injectés dans le réseau, mesurés au départ des réservoirs) et non **consommés** (débits facturés) excepté pour les gros consommateurs. En effet, dans le cas présent, nous avons déduits des volumes distribués, les consommations des gros consommateurs suivants :

- Château de Camiole,
- Maison de retraite,
- Centre de Cardiologie.

A l'aide de ces mesures, il est possible de connaître, pour chaque secteur de distribution, l'évolution journalière des débits transitant dans le réseau.

Nom des secteurs	Compteur de distribution	Consommation le jour de callage (m3/j)	Gros consommateur Nom	Gros consommateur Débit journalier	Q secteur résiduel
Z1_Fontenouille	Q5	238,6	s/o	s/o	s/o
Z1_Fontenouille	Q4	35,8	s/o	s/o	s/o

Nom des secteurs	Compteur de distribution	Consommation le jour de callage (m3/j)	Gros consommateur Nom	Gros consommateur Débit journalier	Q secteur résiduel
Z2_Pinée	Q6 +Q7 -Q1 -Q2 -Q3	278,7	s/o	s/o	s/o
Z3_Brise charge	Q1	362,7	Château de Camiole	197,70 m3/j	120,66 m3/j
			Maison de retraite	44,34 m3/j	
Z4_Ferrage	Q2 + Q3	1031,0	Centre de Cardiologie	20,42 m3/j	1 010,58 m3/j

s/o : sans objet



## 3 CALAGE DU MODELE

### 3.1 DEFINITION DU CALAGE D'UN MODELE INFORMATIQUE

#### 3.1.1 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 " 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 au départ de chaque ouvrage de stockage.

#### 3.1.2 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 2 étapes :

- **Première étape** : Calage en volumes et en débit,
- **Deuxième étape** : Calage en pression.

Les asservissements, introduits dès la première étape peuvent faire l'objet d'ajustements, afin de retrouver une meilleure reproduction du comportement du réseau.

#### 3.1.3 Journées de calage retenues

Le modèle représente le fonctionnement du réseau en période de pointe estivale dans son état actuel. Il est basé sur une journée type des données de production et de distribution récoltées durant la campagne de mesures du 10 au 14 août 2015. Les données de débits et de pressions du **jeudi 13 août 2015** ont été retenues pour caler le modèle. Cette date correspond au jour où la plus forte production a été enregistrée.

#### 3.1.4 Variables à caler

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

- Les débits de production à la station de pompage de Pinée et les débits de distribution en sortie des réservoirs ;

- L'évolution du niveau (marnage) enregistré sur les ouvrages de stockage ;
- La pression enregistrée sur le réseau au niveau des poteaux incendie équipés.

### 3.1.5 Règles de validité du calage : précisions recherchées

Le calage des différents points de mesures devra permettre d'obtenir un degré de fiabilité de l'ordre de **5% sur les débits, niveaux et pressions**.

## 3.2 RESULTATS DU CALAGE DU MODELE

### 3.2.1 Calage des débits

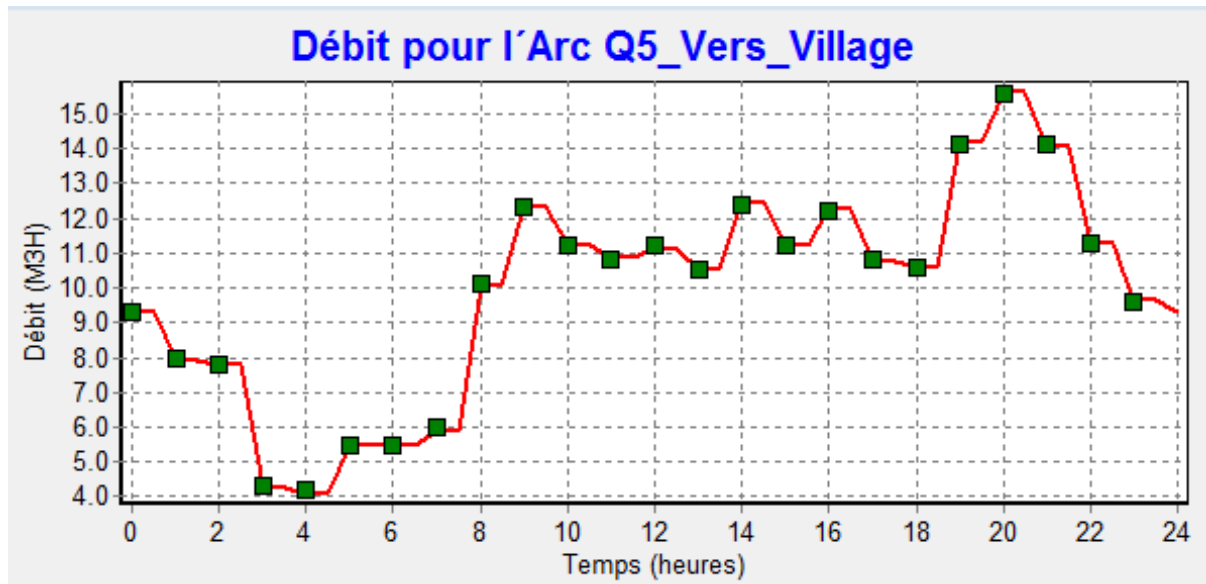
Rappel : la tolérance en débit a été fixée à 5%.

Secteur	Débit moyen observé (m <sup>3</sup> /h)	Débit moyen simulé (m <sup>3</sup> /h)	Erreur moyenne (*)	Validation selon critères
<b>Nord Ouest (Q5)</b>	9,94	9,94	0,0%	oui
<b>Les Cottés (Q4)</b>	1,49	1,49	0,0%	oui
<b>Nord-Est (Q6+Q7-Q1-Q2-Q3)</b>	69,68	70,44	-1,1%	oui
<b>Centre Village (Q1)</b>	15,11	15,11	0,0%	oui
<b>Sud (Q2+Q3)</b>	42,63	41,55	2,5%	oui

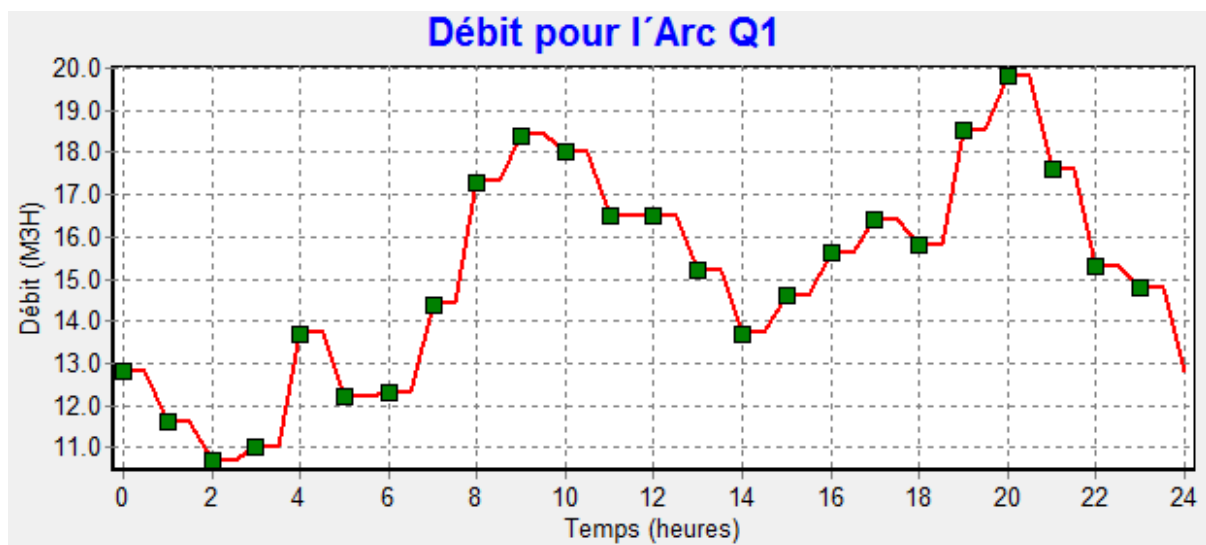
(\*) L'erreur moyenne correspond, en positif, à (Débit moyen observé – Débit moyen simulé) / Débit moyen observé.

**Le modèle est bien calé en débit.**

Quelques exemples des 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 lors de la campagne de mesures (valeurs horaires).



*Courbe de calage du débit de distribution vers le secteur Nord-Ouest*



*Courbe de calage du débit de distribution vers le secteur Centre Village*

### 3.2.2 Calage du niveau des réservoirs

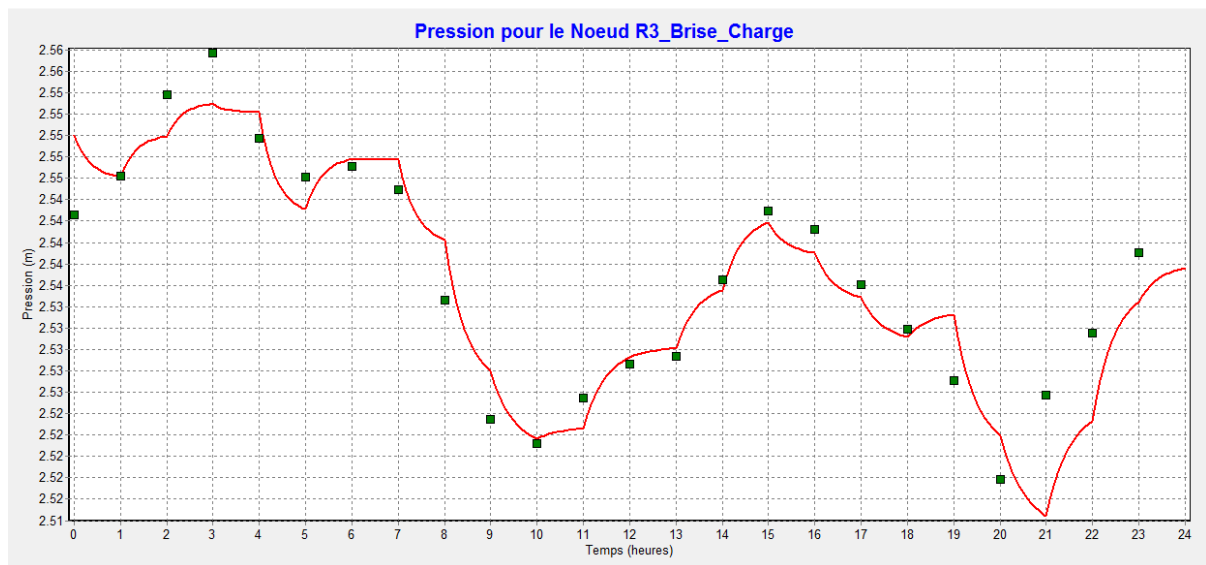
Rappel : la tolérance en niveau a été fixée à 5%.

Réservoir	Niveau moyen observé	Niveau moyen simulé	Erreur moyenne	Validation selon critères
R1_Fontenouille	3,46	3,51	-1,4%	oui
R2_Pinée	3,76	3,94	-4,8%	oui
R3_Brise Charge	2,54	2,54	0,0%	oui
R4_Ferrage	3,53	3,56	-0,8%	oui

(\*) L'erreur moyenne correspond à  $(\text{Hauteur d'eau moyenne observée} - \text{Hauteur d'eau moyenne simulée}) / \text{Hauteur d'eau moyenne observée}$

#### Le modèle est bien calé en niveau de réservoirs

Ci-dessous, un exemple de calage du niveau de réservoir : les traits pleins rouges sont les valeurs obtenues par la simulation et les pointillés verts sont les valeurs mesurées lors de la campagne de mesures.



*Courbe de calage du niveau du réservoir de Brise Charge*

### 3.3 CALAGE DES PRESSIONS

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

PI	Secteur	Pression moyenne observée	Pression moyenne simulée	Erreur moyenne	Validation selon critères
P1	Nord Ouest (Fontenouille)	50,74	50,67	0,1%	oui
P2	Nord Est (Pinée)	51,01	53,74	-5,4%	non
P3	Centre Village	55,55	56,22	-1,2%	oui
P4	Ricardenque	74,82	80,26	-7,3%	non
P5	Sud (Mourgues)	64,7	64,7	0,0%	oui
P6	Sud (Combes ou Vignes)	56,33	57,50	-1,3 %	oui

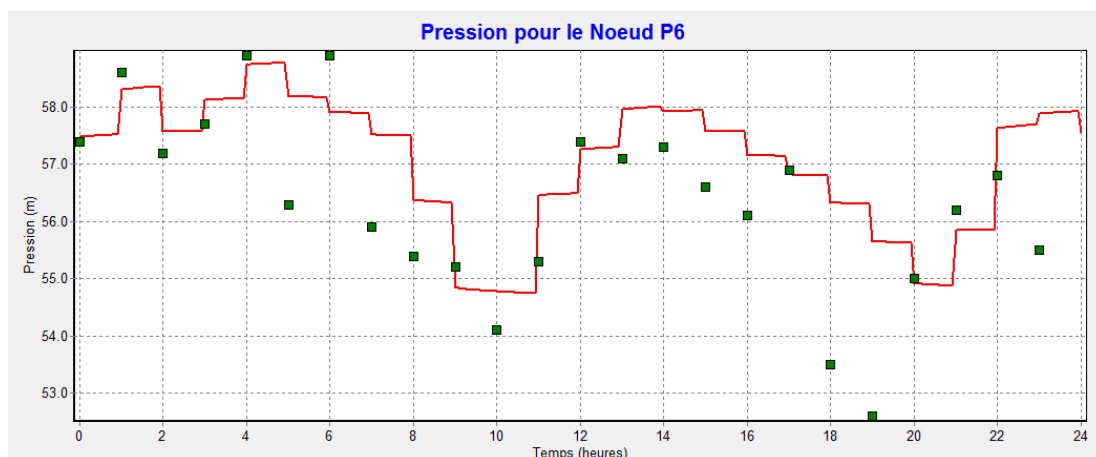
<sup>(\*)</sup> L'erreur moyenne correspond à  $(\text{Pression moyenne observée} - \text{Pression d'eau moyenne simulée}) / \text{Pression moyenne observée}$

#### Le modèle est bien calé en piézométrie

Le PI n°4, situé au niveau du réducteur de pression de Ricardenque, présente une erreur supérieure au critère de validation. Cette erreur est due à la présence du réducteur dont le comportement réel est difficile à simuler.

Le PI n°2, situé au niveau du plateau, le long de la route de Saint-Cézaire; présente également une erreur légèrement supérieure au critère de validation. Il faut rappeler que ce secteur est alimenté par la station de surpression des Pinés dont le fonctionnement des pompes est sur variateur de débit en fonction de la consigne de pression aval de 3 bar. Le fonctionnement de la station de pompage est donc difficile à simuler.

Ci-dessous, quelques exemples de calage en pression : les traits pleins rouges sont les valeurs obtenues par la simulation et les pointillés verts sont les valeurs mesurées lors de la campagne de mesures.



## 4 SIMULATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU ACTUEL

Le modèle ici exploité simule le fonctionnement du réseau en période de pointe estivale.

### 4.1 OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE CALCUL

Ce modèle représente le fonctionnement du réseau dans son état actuel. Il est basé sur la journée du 13 Août 2015. La configuration adoptée (état des vannes de sectorisation) et les asservissements de la station de pompage sont les mêmes que celles actuellement en vigueur. Les simulations ont été menées sur 24 heures.

### 4.2 DETERMINATION DES VOLUMES DISTRIBUES SUR CHAQUE SECTEUR

Les volumes distribués observés lors de la campagne de mesures sur chaque secteur sont issus de la journée 13 Août 2015. Les volumes d'eau distribués par secteur, sur cette journée, et renseignés sur le modèle sont les suivants :

Secteur	Compteur	Volume mis en distribution le 13/08/2015
Nord-Ouest	Q5	239 m <sup>3</sup> /j
Les Cottés	Q4	36 m <sup>3</sup> /j
Nord Est	Q6 +Q7 -Q1 -Q2 -Q3	279 m <sup>3</sup> /j
Centre Village	Q1	363 m <sup>3</sup> /j
Sud Commune	Q2 + Q3	1 031 m <sup>3</sup> /j
<b>Total mise en distribution</b>	<b>Q6+Q7 +Q4+Q5</b>	<b>1 947 m<sup>3</sup>/j</b>

### 4.3 RESULTATS DE LA SIMULATION

#### 4.3.1 Pressions

Les résultats des calculs effectués permettent d'observer, les pressions sur la journée (cf. image ci-dessous). Nous rappelons que la pression de confort est de l'ordre de 20 à 60 m. Les pressions ont été observées à 8:30 du soir, heure de pointe durant la campagne de mesures.

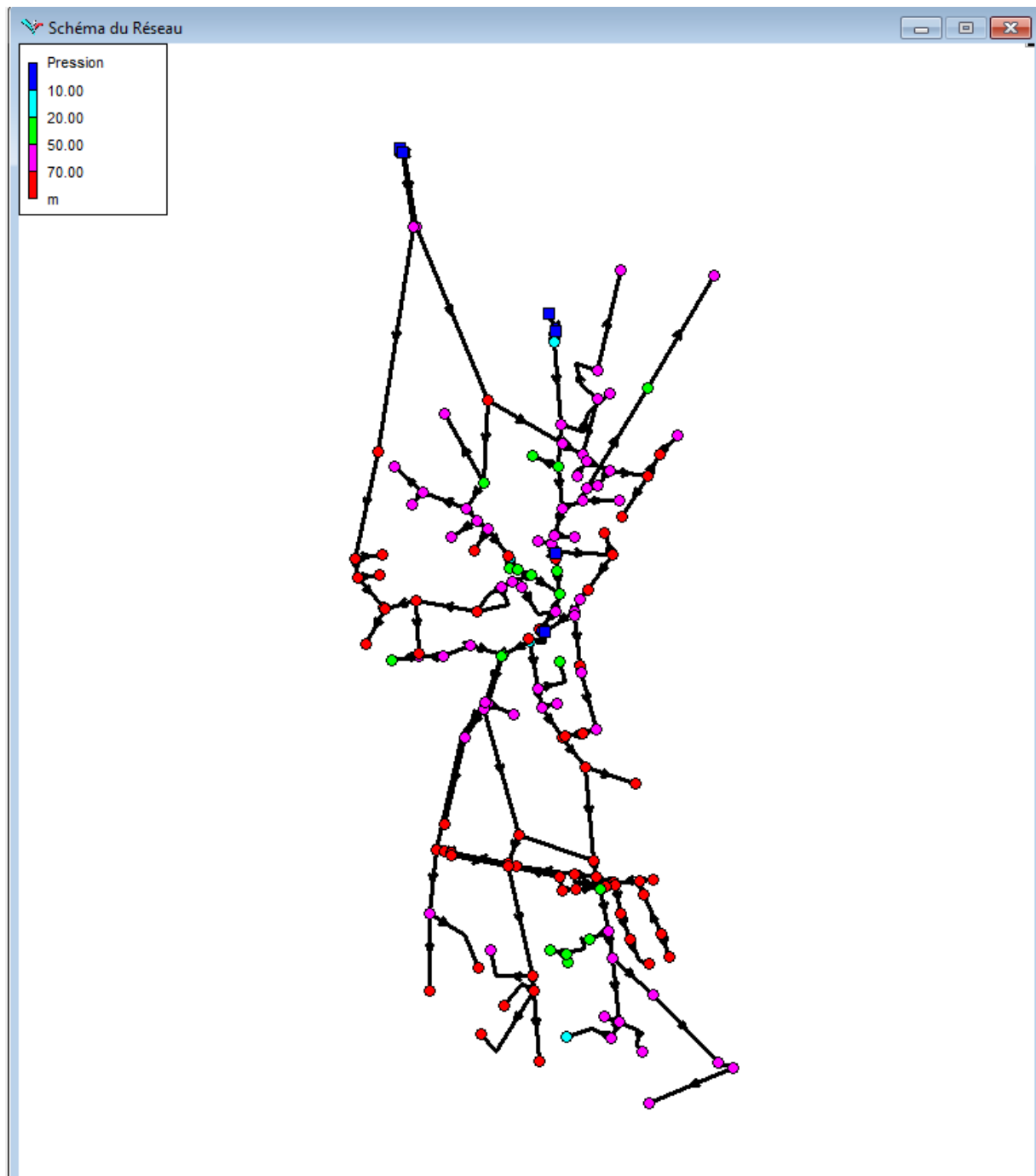
##### Pressions minimum

Les résultats des calculs effectués permettent d'observer, les pressions minimum sur la journée (cf. image ci-dessous). Les pressions minimum (inférieures à 10m et 20m) peuvent être observées à proximité immédiate des ouvrages de stockage (faible dénivelé) tel qu'en sortie du réservoir de Pinée ou du Brise Charge.

## Pressions maximum

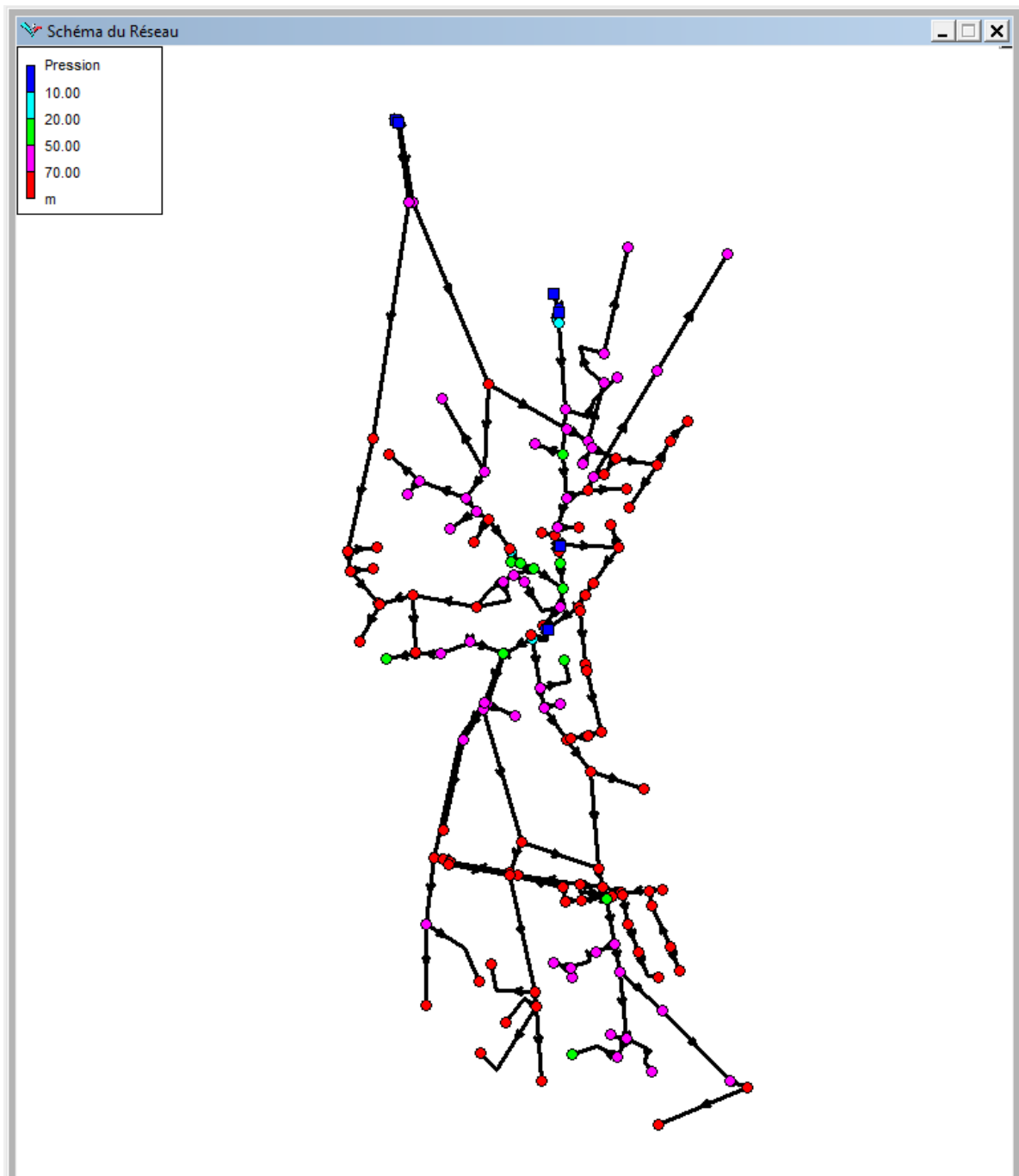
De fortes pressions (supérieure à 70 m) sont observées :

- sur le secteur dit des Cottés (réseau implanté le long de la limite communale avec la commune de Tourrettes) où les pressions peuvent atteindre 150 m (soit 15 bar) dans le quartier des Cottés (vers la route de Fayence). **Ce secteur fait partie des secteurs pouvant faire l'objet d'une protection par la mise en place d'un réducteur de pression. La régulation de pression peut être mise dès l'intersection avec le chemin des Claveous où la pression est déjà de l'ordre de 123,4 m ;**
- le quartier des Touars avec des pressions pouvant atteindre les 100 m sur les secteurs les plans en contre bas (chemin des Plaines de Mineurs, chemin du Brusquets) ;
- on observe des pressions élevées sur le secteur Est de la commune malgré l'existence de 3 réducteurs de pression en série (St Antoine, St Donat, Ricardenque). La commune présente une topographie avec de forte pente dans ce secteur. La présence de ces 3 réducteurs permet de limiter la pression à 100 m, sans eux, elle serait bien supérieure.
- les pressions le long de la RD562 sont également élevées, elles restent toutefois de l'ordre de 80 à 90 m. Le réducteur de pression mis en place depuis 2009 au niveau des Combes (dit Grand Vignes) montre son efficacité puisqu'il permet de réduire la pression d'environ 90 m à environ 50 m.



Cartographie des pressions minimum en situation actuelle



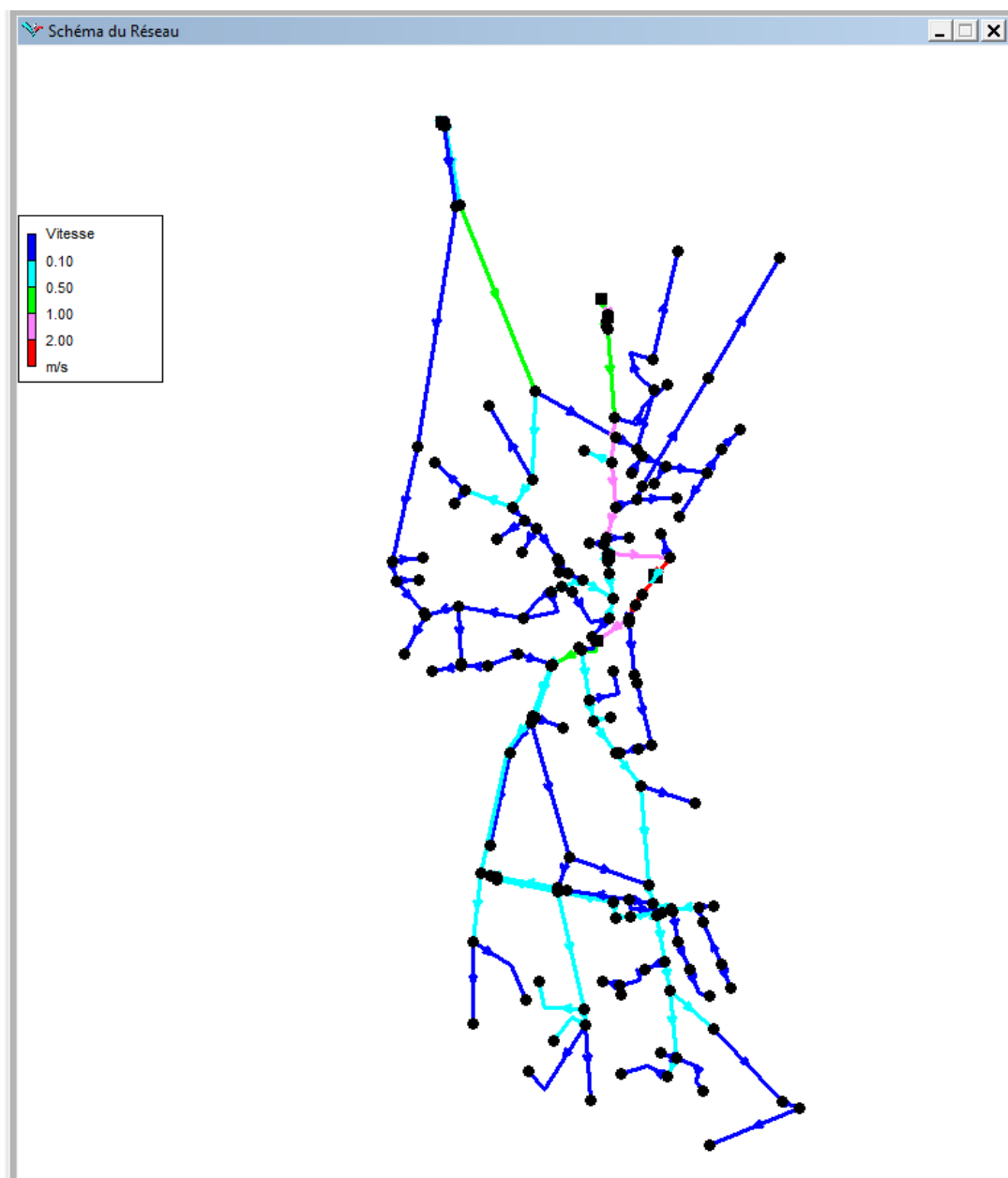


Cartographie des pressions maximum en situation actuelle

### 4.3.2 Vitesses

En termes de vitesses, celles-ci sont satisfaisantes. La vitesse est en effet inférieure à 1 m/s sur la quasi-totalité du réseau de distribution.

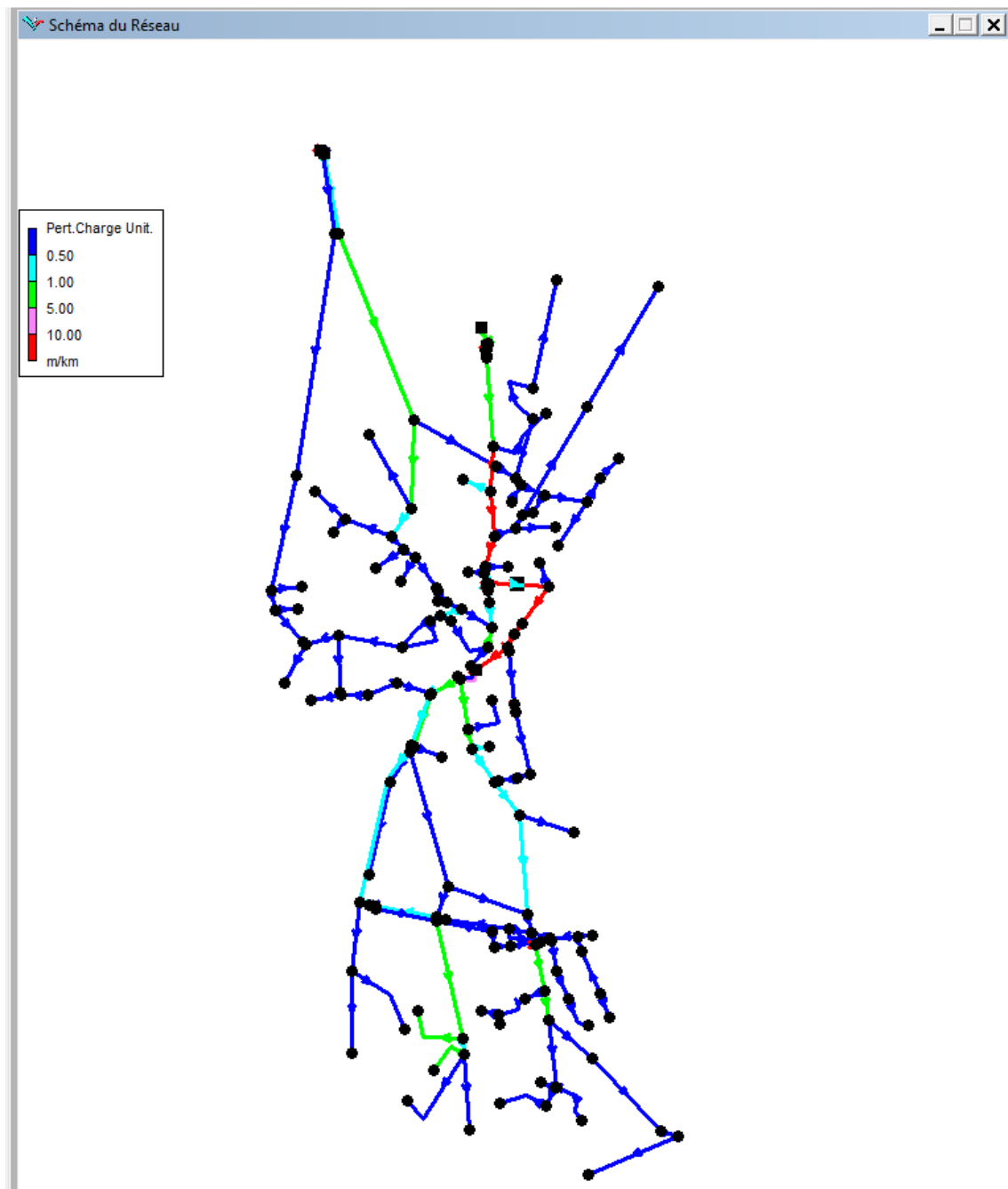
Seules les conduites de refoulement de la station de pompage de Pinée (entre Pinée et le réservoir de Brise Charge puis le réservoir de Ferrage) présentent des vitesses comprises entre 1 et 2 m/s. Ces valeurs ne sont pas gênantes d'autant qu'elles se produisent en saison de pointe et à l'horaire de pointe uniquement, le reste du temps elles sont en dessous.



Cartographie des vitesses maximum en période de pointe

### 4.3.3 Pertes de charge unitaires

On considère qu'il est nécessaire d'envisager le remplacement d'une canalisation lorsque les indices linéaires de pertes sont supérieurs à 10 m/km et lorsque les pressions sont faibles à l'aval (usure prématurée de la conduite et mauvaise desserte des abonnés en aval). De manière générale sur la commune, les pertes de charges sont inférieures à 5 m/km excepté sur la conduite entre la station de Pinée et les réservoirs de Brise Charge et de Ferrage où les pertes de charge sont très importantes 50 m/km en amont du réducteur de pression de St Antoine et 27 m/km en amont du réservoir de la Ferrage. Par contre, les pressions restent fortes en aval du fait de la topographie favorable.



Cartographie des pertes de charge unitaires

## 5 MODELISATION DES BESOINS FUTURS

Afin de modéliser les besoins futurs nous avons intégré :

- les projets immobiliers inscrits auprès des services de l'urbanisme de la commune (cf paragraphe précédents);
- les projets d'extension ou modification du fonctionnement du réseau planifié par la commune à courte échéance (travaux prévus en 2016).

Dans un second temps nous avons testé un scénario de fonctionnement avec une station de pompage dédiée à l'alimentation du haut plateau de la commune depuis le réservoir de Pinée et l'alimentation gravitaire des réservoirs de Brise Charge et de Ferrage.

### 5.1 PRESENTATION DES PROJETS D'EXTENSION ET DE MODIFICATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU

Les projets de la commune de développement de son réseau sont les suivants :

- Reprise des habitations actuellement desservis directement par le réseau d'irrigation alimenté par le Canal de a Siagnole (exploité par Société d'exploitation des Sources de la Siagnole dit E2S). Ce projet comprend la réalisation de deux branches du réseau en DN 100 Fonte le long des chemins des Claveous et des Hautes Cottés soit environ 1,32 km de réseau à créer. Ces branches du réseau seront alimentées par le réservoir de Fontenouille via le réseau existant en Fonte DN200 réalisé le long de la limite communale avec la commune de Turrettes.

**Ce projet permettra le raccordement de 50 abonnés supplémentaires.**

- Modification de l'alimentation du Château de Camiole actuellement desservi par le réservoir de Brise Charge afin que ce secteur soit alimenté par le réservoir de Fontenouille. Le projet consisterait à mettre en place une vanne fermée à l'aval de la distribution du château et de rouvrir la vanne fermée actuellement entre l'intersection de la route de Fayence avec le réseau en provenance du réservoir de Fontenouille. Ce projet s'accompagnera de la mise en place d'un réducteur de pression au niveau l'intersection du réseau en provenance du réservoir de Fontenouille avec le chemin des Claveous. Ce projet n'aura pas d'impact sur le nombre d'abonné raccordé au réseau.

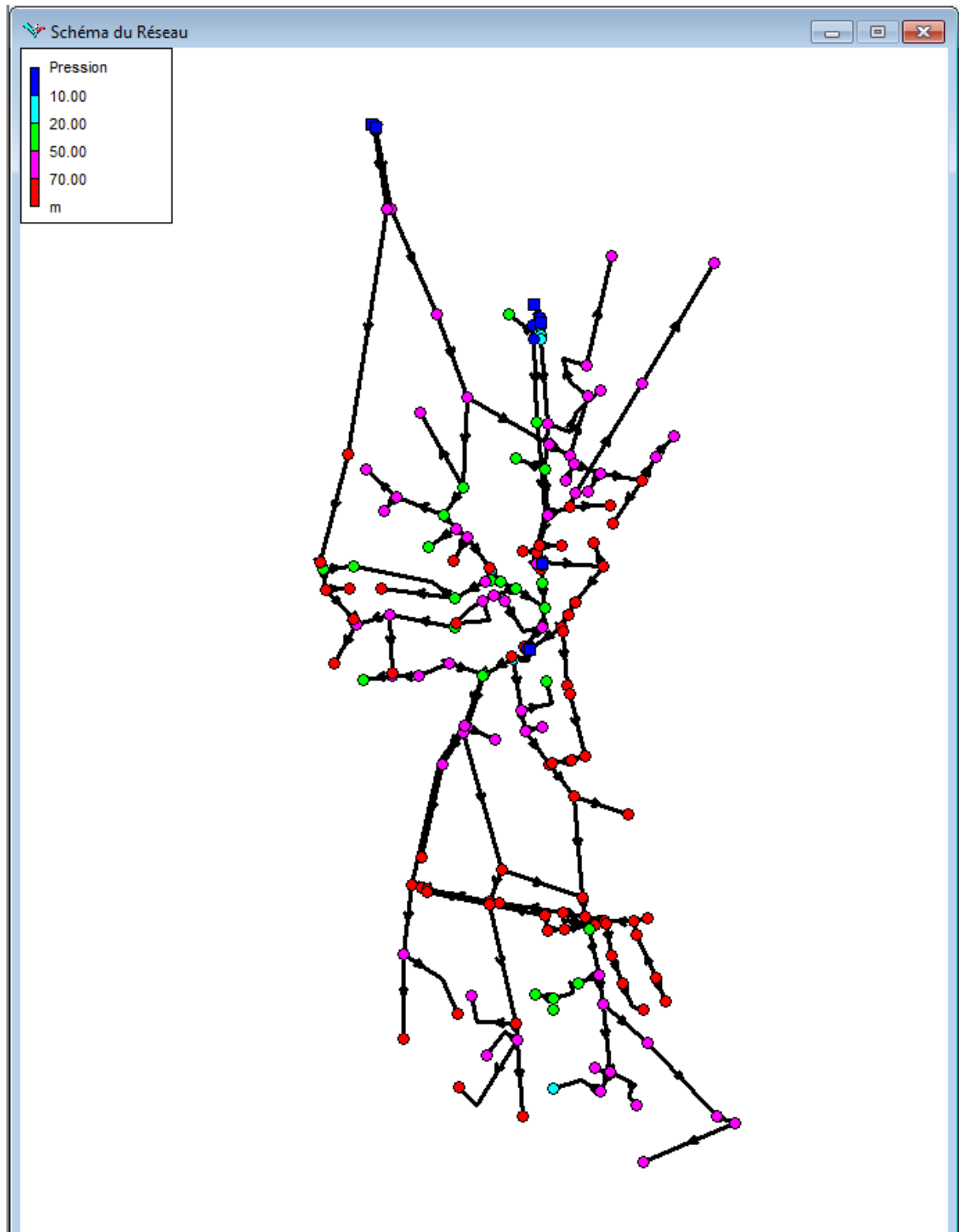
## **5.2 PRESENTATION DES RESULTATS DE LA SIMULATION EN SITUATION FUTURE**

En intégrant dans le modèle les projets urbanistiques connus à l'heure actuelle sur la commune et les modifications et extensions de réseau envisagé, nous avons regardé l'impact que cela a sur le fonctionnement du réseau.

### **5.2.1 Pression**

Les résultats des calculs effectués permettent d'observer, les pressions minimum. Nous rappelons que la pression de confort est de l'ordre de 20 à 60 m. Les pressions ont été observées à la pointe du soir.

La densification de l'habitat n'a que peu d'influence sur les pressions par rapport à la situation actuelle.



Cartographie des pressions minimum en situation actuelle



On constate un impact (négatif) de l'ordre de 1 bar de pression sur le réseau de Fontenouille pour les habitations situées le plus à l'aval du réseau.

Toutefois, les habitations continuent d'être desservies par des pressions de service satisfaisantes pour les besoins en eau potable pour la consommation humaine.

Cet impact est même quasi négligeable si la conduite en fonte DN 100 est dilatée en DN 150 mm (impact négatif de moins de 3 m en période de pointe).

Concernant le développement du quartier des Cottés (raccordement au réseau communal), la simulation confirme que la mise en place d'un réducteur de pression à l'intersection du réseau de distribution avec le chemin de Claveous est indispensable.

## 5.2.2 Pertes de Charge

En situation future, on constate des pertes de charge supérieure à 5 m/km à l'heure de pointe sur les tronçons suivants :

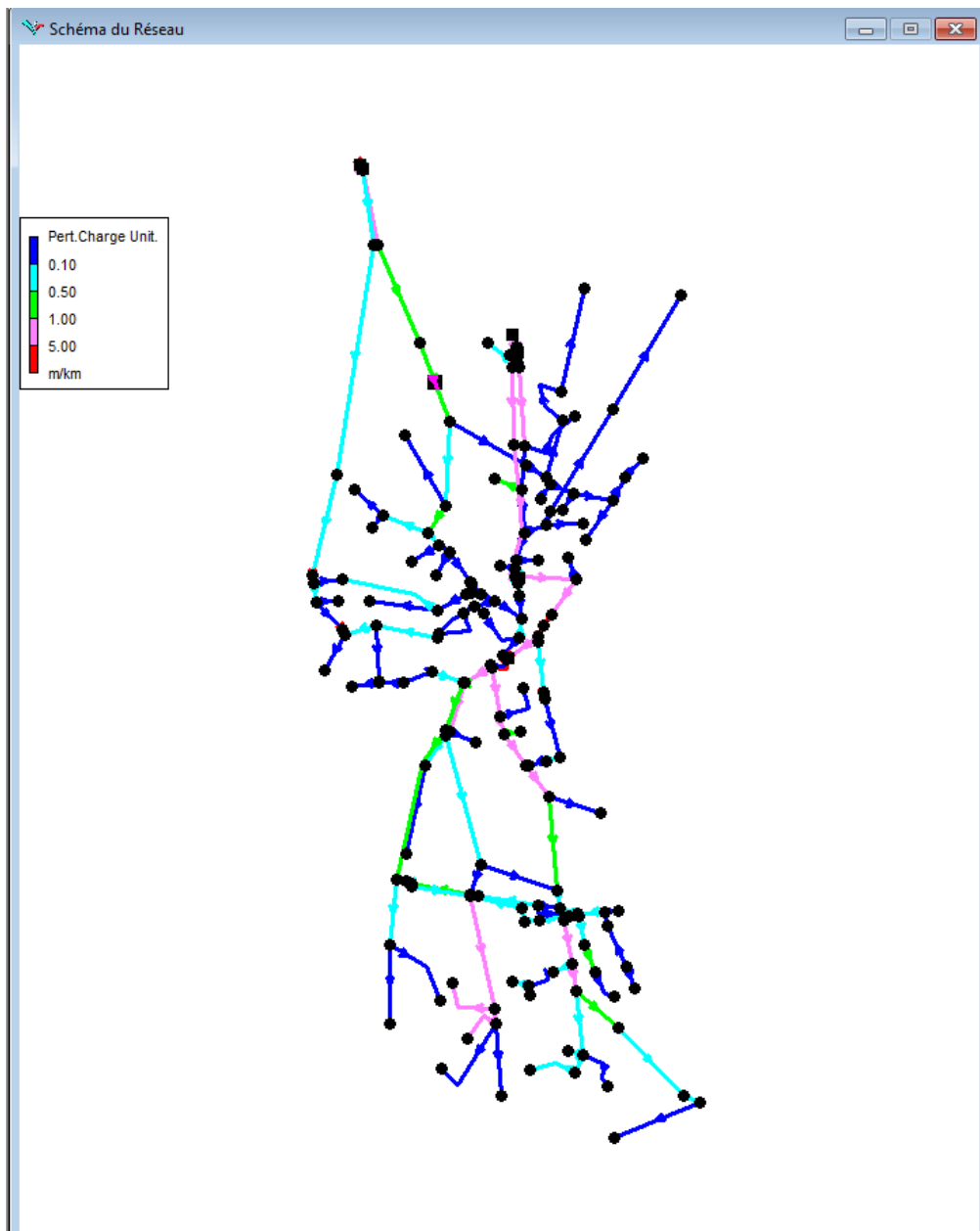
- la conduite en Fonte DN100 route de Mons (distribution de Fontenouille)
- la conduite en Fonte DN150 Chemin des Adrechs (distribution de Pinée)
- la conduite en Fonte DN100 route de Montauroux

Il n'y a pas de problème de forte perte de charge dans le Sud du Village.

Afin de limiter ces pertes de charges, il est utile d'envisager de dilater ces tronçons dans le cadre du renouvellement de ces conduites.

- La mise en place d'une conduite en Ft DN150 serait suffisant pour obtenir des pertes de charge raisonnable (moins de 1 m/km) sur le tronçon de la route de Mons ;
- la mise en place d'une conduite en Ft DN 200 serait suffisant pour obtenir des pertes de charge raisonnable (de l'ordre de 2 m/km) sur le tronçon chemin des Adrechs jusqu'à l'intersection avec la route de Mons ;
- la mise en place d'une conduite en Ft DN 200 serait suffisant pour obtenir des pertes de charge raisonnable (de l'ordre de 2 m/km) sur le tronçon route de Montauroux.





Vue des pertes de charge en situation avec dilatation des conduites présentant de forte perte de charges

### 5.2.3 Débit distribué

La densification de l'habitat a un impact sur le débit délivré sur la commune, en situation future, ces débits sont estimés à :

Réservoir	Compteur	Débit actuel en pointe	Débit futur en pointe
Fontenouille	Q5	15.7 m <sup>3</sup> /h	22.1 m <sup>3</sup> /h
Fontenouille	Q4	2.4 m <sup>3</sup> /h	17.3 m <sup>3</sup> /h
Pinée	Q6+Q7	86.4 m <sup>3</sup> /h	92.9 m <sup>3</sup> /h
Brise Charge	Q1	20 m <sup>3</sup> /h	7 m <sup>3</sup> /h
Ferrage	Q2+Q3	60 m <sup>3</sup> /h	65 m <sup>3</sup> /h

Le fait de modifier l'alimentation des quartiers des Cottes en alimentant directement depuis le réservoir de Fontenouille permet de mieux répartir la demande entre Pinée et Fontenouille notamment sur la branche Q4 qui est très peu sollicité en situation actuelle.

Le débit moyen horaire délivré par E2S sur les réservoirs de Fontenouille est de 54 m<sup>3</sup>/h et sur Pinée de 100.8 m<sup>3</sup>/h.

En pointe sur Fontenouille la demande sera de 39.4 m<sup>3</sup>/h et de 92.9 m<sup>3</sup>/h sur Pinée. Ces valeurs étant en pointe, le réservoir faisant également tampon, le débit délivré est donc suffisant.

### 5.2.4 Alimentation du quartier du Puits à Cailloux

Le lotissement de 15 logements prévu à Puits à Cailloux secteur à proximité du réservoir de Pinée se trouve plus haut en altitude que le réservoir de Pinée (420 m contre 410 m pour le réservoir).

Cependant, la totalité de la distribution en sortie du réservoir de Pinée étant surpressé, l'alimentation de Puits à Cailloux sera possible dans de bonnes conditions de pression (environ 3,6 bar). Il est à noter que l'alimentation de ce lotissement a été simulé par une conduite en DN63 PEHD (les pertes de charge sur la conduite d'alimentation sont de 0.3 m/km au l'heure de pointe).

## 6 MODALISATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU SANS LA STATION DE POMPAGE DE PINEE

Nous avons testé un scénario de fonctionnement avec une station de pompage dédiée à l'alimentation du haut plateau de la commune depuis le réservoir de Pinée et l'alimentation gravitaire des réservoirs de Brise Charge et de Ferrage.

La configuration proposée est la suivante :

- le tronçon en Fonte DN200 sur la distribution du réservoir de Pinée serait conservé mais basculé en gravitaire ;
- en parallèle soit sur 702 ml serait réalisé un réseau sous pression en Fonte DN100 ;
- le réseau existant à l'aval en Fonte DN 150 serait conservé jusqu'à la route de Mons puis de Montauroux pour desservir le haut plateau en pression. Le réseau sera déconnecté du réseau existant au niveau de l'intersection entre le Chemin des Adrechs et la route de Mons ;
- serait construit en parallèle soit sur 872 ml un réseau de transfert en Fonte DN200 pour alimenter le réservoir de Brise Charge et de Ferrage (via le réseau existant sous l'intersection entre le Chemin des Adrechs et la route de Mons).

Le réseau supprimé ne desservirait alors plus que :

- le lotissement du puits à Cailloux ;
- quartier du petit Pinée ;
- le chemin des Touos Vignon ;
- la route de Saint-Cézaire ;
- le chemin du Charon.

(On rappelle que les Touars sont alimentés par le réservoir de Fontenouille).

Dans ce cas, les besoins sur le groupe de surpression ne seront plus de 150 m<sup>3</sup>/h mais de l'ordre de 15 m<sup>3</sup>/h en pointe.

Le fait de diminuer le débit à pomper permet de diminuer les groupes de pompes nécessaire, ainsi un simple surpresseur pour petit collectif équipé de deux pompes à vitesse variable commandé sur une pression aval de l'ordre de 5 bars serait suffisant. La puissance des pompes pourrait être divisée par 10 par rapport à des pompes de 150 m<sup>3</sup>/h. La puissance énergétique consommée sur l'année sur la station de surpression de Pinée pourrait être fortement diminué.

La modélisation de cette configuration du réseau montre que la pression sera identique à la situation actuelle et que les pertes de charges seront maintenues en dessous de 2 m/km sur l'ensemble des réseaux (ancien réseau conservé en gravitaire ou pression selon les cas et nouveau réseau). Les vitesses seront également maintenues inférieures à 2m/s.

# G – Annexes

**Annexe 1 - Synthèse des analyses de l'ars pour l'année 2014 à 2015**

**Annexe 2 – Mesures de débit de la campagne de mesures estivale**

**Annexe 3 – Mesures de niveau de la campagne de mesures estivale**

**Annexe 4 – Mesures de pression de la campagne de mesures estivale**