

D 30378/1-3

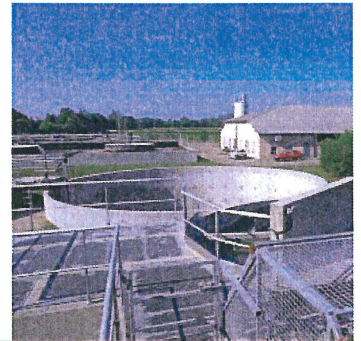
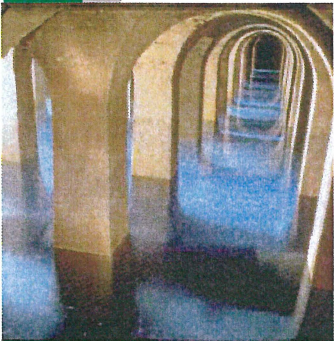
Commune de St Jean en Royans

Département de la Drôme


agence
de l'eau
rhône méditerranée & corse

2-4, allée de Lodz
69363 LYON Cedex 07

Tél 04 72 71 26 00 - Fax 04 72 71 26 01



Rapport des phases 2 et 3 : campagne de mesures et modélisation

Schéma directeur d'alimentation en
eau potable

S008CLE001

TABLE DES MATIERES

1 Introduction.....	1
2 Phase 2 Campagne de mesures	3
2.1 Objectifs	3
2.2 Déroulement de la campagne	4
2.3 Résultats et premières interprétations.....	7
2.3.1 Mesures de niveau	7
2.3.2 Mesures de pression	8
2.3.3 Mesures de débit.....	11
2.4 Diagnostic du fonctionnement hydraulique	13
2.4.1 Estimation des pertes	13
2.4.1.1 Pertes aux trop plein	13
2.4.1.2 Pertes en réseau	15
2.4.1.3 Synthèse	19
2.4.2 Profil des consommations.....	19
2.5 Synthèse.....	20
3 Phase 3 Modélisation	21
3.1 Objectifs	21
3.2 Construction du modèle.....	21
3.2.1 Logiciel utilisé	21
3.2.2 Collecte de données	22
3.2.3 Saisie du réseau	22
3.2.3.1 Captages	22
3.2.3.2 Réservoirs.....	23
3.2.3.3 Arcs	23
3.2.3.4 Noeuds.....	24
3.2.4 Synthèse.....	24
3.3 Calage du modèle	25
3.3.1 Calage du modèle en débit	25
3.3.2 Calage du modèle en pression	27

3.3.3	Calage du modèle sur les niveaux d'eau	29
3.3.4	Pertinence du modèle en fonctionnement incendie	31
3.4	Diagnostic hydraulique.....	33
3.4.1	Diagnostic en fonctionnement normal.....	33
3.4.1.1	Situation actuelle	33
3.4.1.2	Situation future	41
3.4.2	Diagnostic en fonctionnement de crise.....	45
3.4.2.1	Rupture de l'alimentation des Berneries par la source Courerie	46
3.4.2.2	Rupture de l'alimentation des réservoirs du bourg	48
3.4.2.3	Rupture de la canalisation d'achat d'eau	53
3.4.2.4	Arrêt de l'alimentation du réservoir des Berneries par la source des Berneries.....	53
3.4.2.5	Arrêt de l'alimentation du réservoir de Carpat.....	54
4	Synthèse	56

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 2-1 :	Localisation des points de mesure	5
Figure 2-2 :	Estimation des pertes aux TP des réservoirs	14
Figure 3-1 :	Organigramme	22
Figure 3-2 :	Carte des vitesses.....	34
Figure 3-3 :	Carte du temps de séjour	36
Figure 3-4 :	Carte des pressions	38
Figure 3-5 :	Carte des Pressions minimum – situation future de pointe.....	50
Figure 3-6 :	Carte des pressions minimum – situation future de pointe Distribution depuis les Fonds hors service.....	52
Figure 4-1 :	Carte synthétique du diagnostic hydraulique de la commune de Saint-Jean-En-Royans.....	57
Tableau 2-1 :	Pressions moyennes enregistrées lors de la campagne de mesures .	8
Tableau 2-2 :	Synthèse des volumes journaliers.....	11
Tableau 2-3 :	Synthèse des débits enregistrés	12
Tableau 2-4 :	Estimation des pertes aux TP des réservoirs	15
Tableau 2-5 :	Synthèse des pertes par zone	19
Tableau 3-1 :	Résultats du calage en débit - comparaison des volumes transistés	25
Tableau 3-2 :	Résultats du calage en débit – comparaison des débits enregistrés	26
Tableau 3-3 :	Résultats du calage en pression – comparaison des pressions enregistrées	28
Tableau 3-4 :	Résultats des calages de niveau – comparaison des pressions enregistrées	29

Tableau 3-6 : Autonomie des réservoirs de la commune de Saint Jean en Royans en situation actuelle (Jour Moyen 2008).....	41
Tableau 3-7 : Bilans besoins/ressources futurs (hypothèse basse)	42
Tableau 3-8 : Bilans besoins/ressources futurs (hypothèse moyenne)	42
Tableau 3-9 : Bilans besoins/ressources futurs (hypothèse haute)	42
Tableau 3-10 : Consommations futures supplémentaires à horizon 2028	43
Tableau 3-11 : Répartition de l'augmentation globale des besoins par secteur de distribution	44
Tableau 3-12 : Autonomie des réservoirs de la commune de Saint Jean en Royans en situation future (Jour de Pointe).....	44
Graphique 2-1 : Mesures des niveaux d'eau dans les réservoirs des Berneries 800 m ³ et des Fonds (05/05/08 – 06/05/08).....	7
Graphique 2-2 : Pressions mesurées aux différents points du 30 avril au 22 mai 2008	9
Graphique 2-3 : Débits enregistrés sur 24 h en sortie du réservoir des Fonds	19
Graphique 3-1 : Courbe de calage du point Q 10	27
Graphique 3-2 : Calage en pression du point PI39P4	29
Graphique 3-3 : Calage en niveau des réservoirs des Fonds et des Berneries 800 m ³	30
Graphique 3-4 : Hauteur d'eau dans les réservoirs en fonctionnement normal actuel sur une journée moyenne	40
Graphique 3-5 : Hauteur d'eau dans les réservoirs en fonctionnement normal futur sur une journée de pointe	45
Graphique 3-6 : Evolution de la hauteur d'eau dans le réservoir des Berneries 800 m ³ sur l'ensemble de la campagne de mesures	46
Graphique 3-7 : Evolution des débits enregistrés au niveau de la station Saint Martin	47
Graphique 3-8 : Evolution de la hauteur d'eau dans les réservoirs sur une journée de pointe alimentation de Berneries 800 m ³ par Courerie fermée	48
Graphique 3-9 : Evolution du niveau d'eau dans le réservoir des Chuiles en jour de pointe horizon 2028 distribution des Fonds hors service	51

Graphique 3-10 : Evolution de la hauteur d'eau dans les réservoirs sur une journée de pointe achat d'eau fermé..... 53

Graphique 3-11 : Evolution de la hauteur d'eau dans les réservoirs sur une journée de pointe alimentation des Berneries 800 m³ par la source des Berneries fermée 54

Graphique 3-12 : Evolution de la hauteur d'eau dans les réservoir sur une journée de pointe alimentation de Carpat par les sources de Frochet et Carpat fermée..... 54

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 Courbes de calage du modele

1**Introduction**

La Commune de Saint-Jean-en-Royans a mandaté le bureau d'études SAFEGE pour faire le point sur les conditions générales de fonctionnement de son réseau d'alimentation en eau potable.

Les principaux objectifs de l'étude sont les suivants :

- ✓ Faire un inventaire exhaustif des infrastructures ;
- ✓ Analyser les conditions de fonctionnement des installations ;
- ✓ Mettre en cohérence les capacités du réseau d'alimentation en eau potable et les volontés d'urbanisation qui sont exprimés au PLU ; définir les conditions de renforcement;
- ✓ Limiter les pertes sur le système : fuites, trop-pleins ;
- ✓ Valider la capacité des ouvrages et optimiser leur fonctionnement ;
- ✓ Sécuriser l'alimentation en eau sur la commune ;
- ✓ Analyser le système de défense incendie ;
- ✓ Mettre en place une programmation raisonnée des investissements ;
- ✓ Définir des règles de gestion technique des ouvrages dans le souci de l'optimisation du fonctionnement.

La méthodologie générale proposée pour cette étude se décompose en 4 phases qui sont :

- ✓ Phase 1 : collecte et analyse des données ;
- ✓ Phase 2 : campagne de mesures ;
- ✓ Phase 3 : modélisation des réseaux ;
- ✓ Phase 4 : aménagements et schéma directeur.

Le présent document constitue le rapport des phases 2 et 3.

2

Phase 2

Campagne de mesures

2.1 Objectifs

La campagne de mesures a plusieurs objectifs :

- ✓ Etablir un **diagnostic de fonctionnement** et connaître la répartition et l'évolution des consommations sur une journée ;
Parmi les éléments d'analyse qui seront présentés, nous proposons les points suivants :
 - ◆ Approcher les volumes évacués par les TP des réservoirs,
 - ◆ Evaluer par secteur un indice de pertes linéaires basé sur la consommation nocturne ;
 - ◆ Obtenir des données chiffrées pour l'estimation des échanges d'eau existants ;
- ✓ Disposer de données fiables pour permettre un **calage hydraulique** du modèle numérique élaboré ensuite.

Elle doit permettre de connaître :

- ✓ Le profil journalier de consommation de la commune et de chaque secteur ;
- ✓ Le coefficient de pointe horaire, c'est à dire le rapport entre le débit horaire moyen et le débit horaire de pointe ;
- ✓ La répartition des débits par secteur ;
- ✓ Les débits minimaux nocturnes, qui donnent une première approximation des fuites ;
- ✓ Les variations de la pression de service aux points-clés du réseau ;
- ✓ Le marnage des réservoirs.

2.2 Dérroulement de la campagne

La campagne de mesures s'est déroulée comme suit :

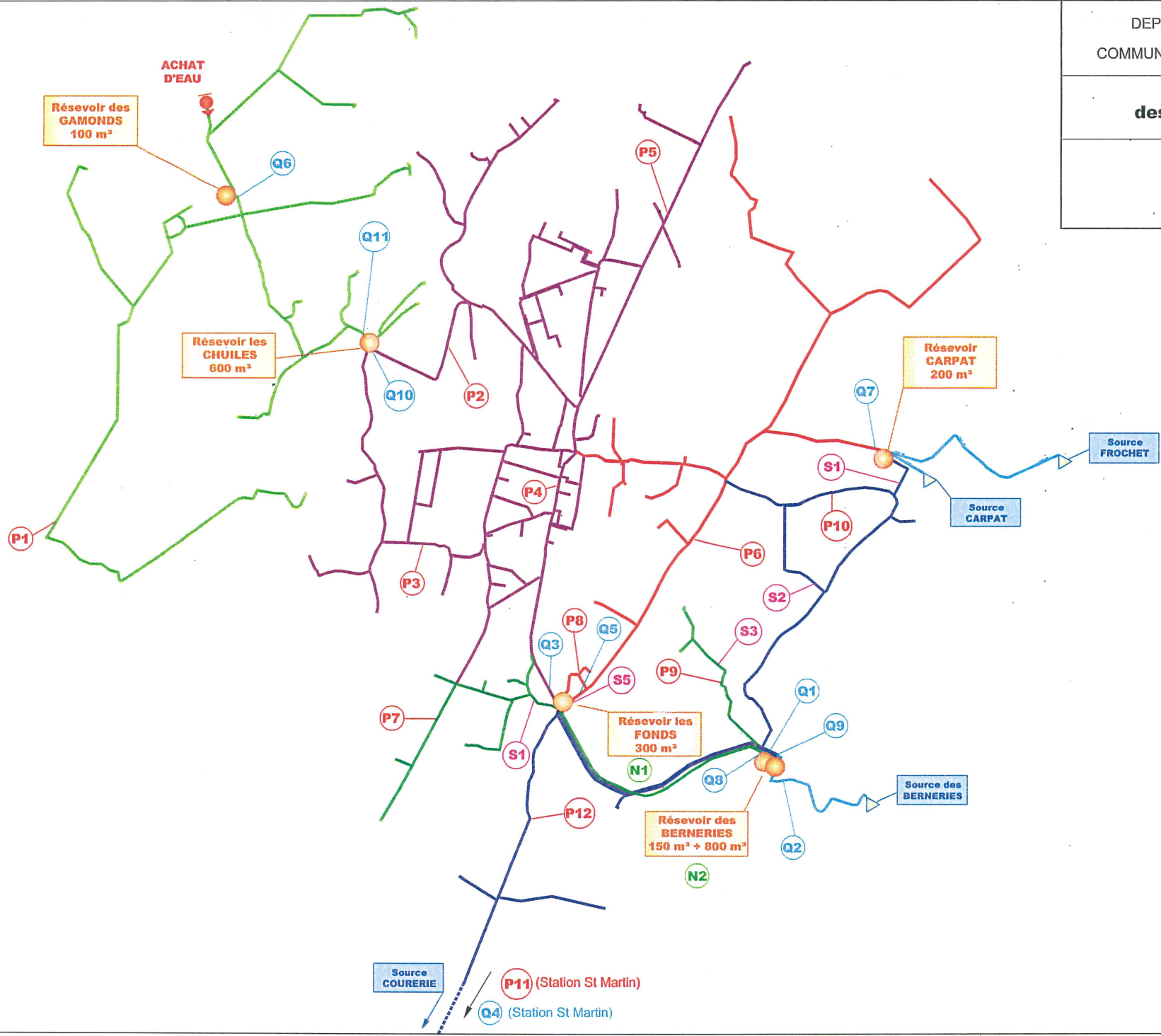
- ✓ Du 8 avril au 30 avril 2008 : pose des points de mesures ;
- ✓ Du 30 avril au 21 mai 2008 : enregistrement en continu ;
- ✓ 21 mai 2008 : tests sur poteaux incendie et mesures ponctuelles au niveau des stabilisateurs et réducteurs de pression ;
- ✓ 22 mai 2008 : dépose des points de mesures.

Au total ont été suivis en continu sur 3 semaines :

- ✓ 11 points de mesures de débit ;
- ✓ 2 mesures de niveau d'eau ;
- ✓ 12 points de mesures de pression en continu sur poteau incendie.

Les points de mesures sont localisés sur la figure page suivante.

**Localisation
des points de mesures**



- S** Stabilisateur de pression
- P** Mesures de pression
- N** Mesures de niveau d'eau
- Q** Mesures de débit

2.3.2 Mesures de pression

Douze points de mesure de pression ont été suivis en continu. Pour la quasi totalité des points les capteurs ont été installés sur des poteaux incendie. Les pressions moyennes enregistrées lors de la campagne sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2-1 : Pressions moyennes enregistrées lors de la campagne de mesures

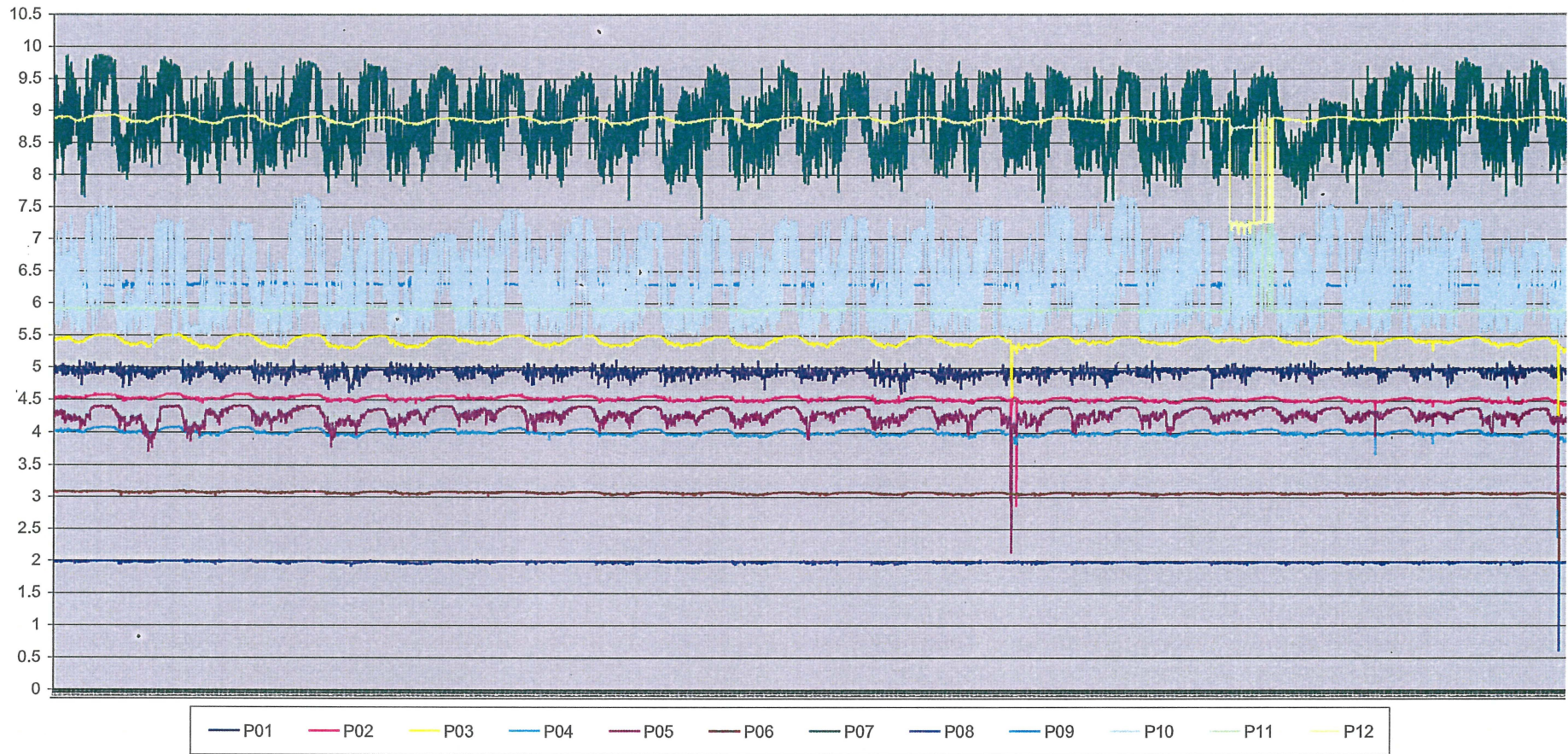
Point de Mesures	PI correspondant	Pmoy Bar
1	PI56	4.94
2	PI56	4.52
3	PI7	5.42
4	PI39	4
5	PI32	4.28
6	PI22	3.07
7	PI10	8.86
8	PI18	1.98
9	PI19	6.29
10	PI26	6.4
11	Saint Martin	5.98
12	PI15	8.82

Les pressions moyennes enregistrées sont relativement satisfaisantes. Toutefois on note des faibles pressions au niveau des points 6 et 8, tous deux situés sur le secteur alimenté par le réservoir de Carpat.

Le graphique page suivante illustre les résultats et permet d'observer les éventuels variations de pression.

Pour la majorité des points les variations de pression sont faibles et n'excèdent pas les 0.5 bars. Ces dernières sont plus importantes au niveau des points 7 et 10 où elles sont de l'ordre de 1.5 bars. Ceci s'explique par des débits nocturnes sensiblement plus faibles que les débits diurnes, ce qui crée moins de pertes de charge en réseau durant la nuit et donc des pressions plus importantes.

Graphique 2-2 : Pressions mesurées aux différents points du 30 avril au 22 mai 2008



2.3.3 Mesures de débit

Les débits suivis lors de la campagne de mesures sont le suivants :

- ✓ Q01 : distribution réservoir de Berneries 800 m³, débitmètre à insertion
- ✓ Q02 : alimentation réservoir de Berneries 800 m³ par source des Berneries, débitmètre à insertion
- ✓ Q03 : distribution réservoir de Carpat, compteur
- ✓ Q04 : station de Saint Martin, débitmètre électromagnétique
- ✓ Q05 : alimentation réservoir des Fonds par Carpat, débitmètre à insertion
- ✓ Q06 : distribution réservoir des Gamonds, compteur
- ✓ Q07 : distribution réservoir de Carpat, compteur
- ✓ Q08 : distribution réservoir des Berneries 150 m³, compteur
- ✓ Q09 : alimentation réservoir des Berneries 800 m³ par source de la Courerie, débitmètre à insertion
- ✓ Q10 : distribution réservoir des Chuiles, débitmètre à insertion
- ✓ Q11 : alimentation réservoir des Chuiles, compteur

Les résultats de la campagne de mesures sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Tableau 2-2 : Synthèse des volumes journaliers

	Q01 Vj m ³ /j	Q02 Vj m ³ /j	Q03 Vj m ³ /j	Q04 Vj m ³ /j	Q05 Vj m ³ /j	Q06 Vj m ³ /j	Q07 Vj m ³ /j	Q08 Vj m ³ /j	Q09 Vj m ³ /j	Q10 Vj m ³ /j	Q11 Vj m ³ /j	
06/05/2008	590	735	675	1883	98	538	200	Tête émettrice hors service	1780	442	487	
07/05/2008	578	734	674	1886	98	538	208		1779	458	485	
08/05/2008	581	735	684	1885	97	540	229		1776	452	485	
09/05/2008	584	731	700	1884	97	540	199		1783	462	483	
10/05/2008	593	732	699	1884	98	539	200		1781	461	477	
11/05/2008	569	730	674	1883	98	549	205		1782	454	476	
12/05/2008	630	732	689	1884	98	567	215		1782	460	473	
13/05/2008	583	732	688	1883	98	589	214		1780	449	470	
14/05/2008	599	729	730	1884	100	573	212		1781	500	471	
15/05/2008	585	730	686	1883	98	536	194		1780	459	475	
16/05/2008	636	726	692	1884	98	491	202		1780	453	432	
17/05/2008	572	703	669	1136	98	463	189		1090	411	402	
18/05/2008	585	688	678	1469	98	457	187		1388	412	398	
19/05/2008	579	682	691	1885	98	455	188		1771	430	398	
Moyenne	590	723	688	1801	98	527	203		-	1702	450	458
Min	569	682	669	1136	97	455	187		-	1090	411	398
Max	636	735	730	1886	100	589	229	-	1783	500	487	

Tableau 2-3 : Synthèse des débits enregistrés

	Q01			Q02			Q03			Q04			Q05			Q06			Q07			Q08	Q09			Q10			Q11												
	Qmoyen m³/h	Qpointe m³/h	Coeff heure pointe	Qmin m³/h	Qmoyen m³/j	Qpointe m³/h	Coeff heure pointe	Qmin m³/h	Qmoyen m³/j	Qpointe m³/h	Coeff heure pointe	Qmin m³/h	Qmoyen m³/j	Qpointe m³/h	Coeff heure pointe	Qmin m³/h	Qmoyen m³/j	Qpointe m³/h	Coeff heure pointe	Qmin m³/h	Qmoyen m³/j		Qpointe m³/h	Coeff heure pointe	Qmin m³/h	Qmoyen m³/j	Qpointe m³/h	Coeff heure pointe	Qmin m³/h	Qmoyen m³/j	Qpointe m³/h	Coeff heure pointe	Qmin m³/h	Qmoyen m³/j	Qpointe m³/h	Coeff heure pointe					
06/05/2008	24.6	129.3	5.3	0.0	30.6	37.8	1.2	23.5	28.1	32.4	1.2	22.8	78.5	84.0	1.1	72.0	4.1	5.5	1.4	2.9	22.4	25.2	1.1	21.6	8.3	13.2	1.6	6.0	74.2	91.0	1.2	56.6	18.4	28.8	1.6	10.2	20.3	20.4	1.0	19.2	
07/05/2008	24.1	129.3	5.4	0.0	30.6	37.9	1.2	23.6	28.1	37.2	1.3	22.8	78.6	84.0	1.1	72.0	4.1	5.3	1.3	3.0	22.4	25.2	1.1	21.6	8.7	14.4	1.7	6.0	74.0	91.8	1.2	57.3	19.1	33.6	1.8	9.6	20.2	20.4	1.0	19.2	
08/05/2008	24.2	129.3	5.3	0.0	30.6	37.9	1.2	23.8	28.5	36.0	1.3	22.8	78.5	84.0	1.1	72.0	4.0	5.2	1.3	2.9	22.5	24.0	1.1	21.6	9.5	16.8	1.8	6.0	74.0	91.6	1.2	57.2	18.8	33.3	1.8	10.2	20.2	20.4	1.0	19.2	
09/05/2008	24.3	129.3	5.3	0.0	30.4	37.4	1.2	23.2	29.2	36.0	1.2	24.0	78.5	84.0	1.1	72.0	4.1	5.2	1.3	2.9	22.5	26.4	1.2	21.6	8.3	13.2	1.6	6.0	74.3	91.2	1.2	57.7	19.2	30.9	1.6	10.8	20.1	20.4	1.0	19.2	
10/05/2008	24.7	129.3	5.2	0.0	30.5	37.7	1.2	23.6	29.1	34.8	1.2	24.0	78.5	84.0	1.1	72.0	4.1	5.3	1.3	2.8	22.5	26.4	1.2	21.6	8.3	15.6	1.9	4.8	74.2	92.5	1.2	57.3	19.2	30.9	1.6	10.8	19.9	20.4	1.0	19.2	
11/05/2008	23.7	129.3	5.5	0.0	30.4	38.0	1.2	23.6	28.1	34.8	1.2	24.0	78.5	84.0	1.1	72.0	4.1	5.3	1.3	2.9	22.9	26.4	1.2	21.6	8.5	13.2	1.5	4.8	74.2	91.8	1.2	57.3	18.9	30.3	1.6	10.2	19.8	20.4	1.0	19.2	
12/05/2008	26.3	135.0	5.1	0.0	30.5	37.9	1.2	23.2	28.7	34.8	1.2	24.0	78.5	84.0	1.1	72.0	4.1	5.5	1.3	2.9	23.6	28.8	1.2	21.6	8.9	14.4	1.6	6.0	74.2	91.5	1.2	57.5	19.2	33.6	1.8	10.8	19.7	20.4	1.0	19.2	
13/05/2008	24.3	129.3	5.3	0.0	30.5	38.1	1.2	23.5	28.7	33.6	1.2	22.8	78.5	72.0	0.9	72.0	4.1	5.4	1.3	2.9	24.6	26.4	1.1	22.8	8.9	15.6	1.8	6.0	74.2	91.0	1.2	57.2	18.7	31.5	1.7	10.2	19.6	20.4	1.0	19.2	
14/05/2008	25.0	129.3	5.2	0.0	30.4	37.5	1.2	23.5	30.4	78.0	2.6	24.0	78.5	84.0	1.1	72.0	4.2	5.5	1.3	2.9	23.9	26.4	1.1	21.6	8.8	14.4	1.6	6.0	74.2	90.7	1.2	57.2	20.9	99.0	4.7	11.7	19.6	20.4	1.0	19.2	
15/05/2008	24.4	129.3	5.3	0.0	30.4	38.0	1.2	23.3	28.6	37.2	1.3	22.8	78.5	84.0	1.1	72.0	4.1	5.3	1.3	2.6	22.3	25.2	1.1	20.4	8.1	14.4	1.8	4.8	74.2	91.1	1.2	57.9	19.1	38.7	2.0	9.6	19.8	20.4	1.0	19.2	
16/05/2008	26.5	129.3	4.9	0.0	30.3	36.0	1.2	23.4	28.8	36.0	1.2	24.0	78.5	84.0	1.1	72.0	4.1	5.6	1.4	3.0	20.4	24.0	1.2	18.0	8.4	12.0	1.4	6.0	74.2	91.3	1.2	57.0	18.9	30.9	1.6	10.8	18.0	20.4	1.1	15.6	
17/05/2008	23.8	129.3	5.4	0.0	29.3	38.6	1.3	22.4	27.9	32.4	1.2	24.0	47.3	84.0	1.8	0.0	4.1	5.5	1.3	2.9	19.3	21.6	1.1	18.0	7.9	10.8	1.4	6.0	45.4	90.9	2.0	0.2	17.1	28.2	1.6	9.6	16.7	16.0	1.1	15.6	
18/05/2008	24.4	129.3	5.3	0.0	28.7	35.5	1.2	21.9	28.3	33.6	1.2	22.8	61.2	84.0	1.4	0.0	4.1	5.3	1.3	2.9	19.0	22.8	1.2	18.0	7.8	12.0	1.5	6.0	57.8	91.9	1.6	0.1	17.2	28.8	1.7	10.2	16.6	16.8	1.0	15.6	
19/05/2008	24.1	129.3	5.4	0.0	28.4	35.1	1.2	21.9	28.8	45.6	1.6	24.0	78.5	84.0	1.1	72.0	4.1	5.4	1.3	2.9	19.0	21.6	1.1	18.0	7.8	12.0	1.5	6.0	73.8	90.6	1.2	57.4	17.9	54.0	3.0	9.6	16.6	16.8	1.0	15.6	
Moyenne	24.6	129.7	5.3	0.0	30.1	37.2	1.2	23.2	28.7	38.7	1.3	23.5	75.0	83.1	1.1	61.7	4.1	5.4	1.3	2.9	21.9	25.0	1.1	20.6	8.5	13.7	1.6	5.7	-	70.9	91.4	1.3	49.1	18.8	38.0	2.0	10.3	19.1	19.7	1.0	18.2
Min	23.7	129.3	4.9	0.0	28.4	35.1	1.2	21.9	27.9	32.4	1.2	22.8	47.3	72.0	0.9	0.0	4.0	5.2	1.3	2.6	19.0	21.6	1.1	18.0	7.8	10.8	1.4	4.8	-	45.4	90.6	1.2	0.1	17.1	28.2	1.6	9.6	16.6	16.8	1.0	15.6
Max	26.5	135.0	5.5	0.0	30.6	38.1	1.3	23.8	30.4	78.0	2.6	24.0	78.6	84.0	1.8	72.0	4.2	5.6	1.4	3.0	24.6	28.8	1.2	22.8	9.5	16.8	1.9	6.0	-	74.3	92.5	2.0	57.9	20.9	99.0	4.7	11.7	20.3	20.4	1.1	19.2

Les coefficients d'heure de pointe varient entre 1.1 et 1.3 pour la majorité des points. Il est de 1.6 pour le point Q07, de 2 pour le point Q10 et 5 pour le point Q01.

Pour le point Q01 le coefficient de pointe important s'explique par le fait que les débits enregistrés sont ceux qui transitent entre le réservoir des Berneries 800 m³ et le réservoir des Fonds. L'alimentation de ce dernier étant régulée par une vanne tout ou rien, le débit passe de 0 à 120 m³/h le temps de l'ouverture de la vanne, 120 m³/h étant de fait la capacité maximale de la canalisation.

Pour les points Q07 et Q10, il s'agit de coefficients de pointe « classiques », représentatifs d'une demande plus importante à certains moments de la journée.

Pour les points Q02, Q04, Q05 et Q09, les coefficients de pointe sont moindres car il s'agit de débits d'alimentation de réservoirs, les arrivées n'étant pas régulées entraînent des débits quasi constants. Ces derniers varient légèrement par la présence dans certains cas de distribution en ligne.

Pour les autres points ceci peut s'expliquer par des pertes importantes en réseau, les fuites lissent les débits et atténuent les variations horaires.

2.4 Diagnostic du fonctionnement hydraulique

2.4.1 Estimation des pertes

2.4.1.1 Pertes aux trop plein

Les points de mesures de débits ont permis d'estimer les pertes aux trop pleins des réservoirs suivants :

- ✓ Réservoir des Chuielles
- ✓ Réservoir des Fonds
- ✓ Réservoirs des Berneries 800 m³

Les schémas page suivante indiquent les points de mesures qui ont permis d'estimer les quantités d'eau partant au trop plein.

Figure 2-2 : Estimation des pertes aux TP des réservoirs

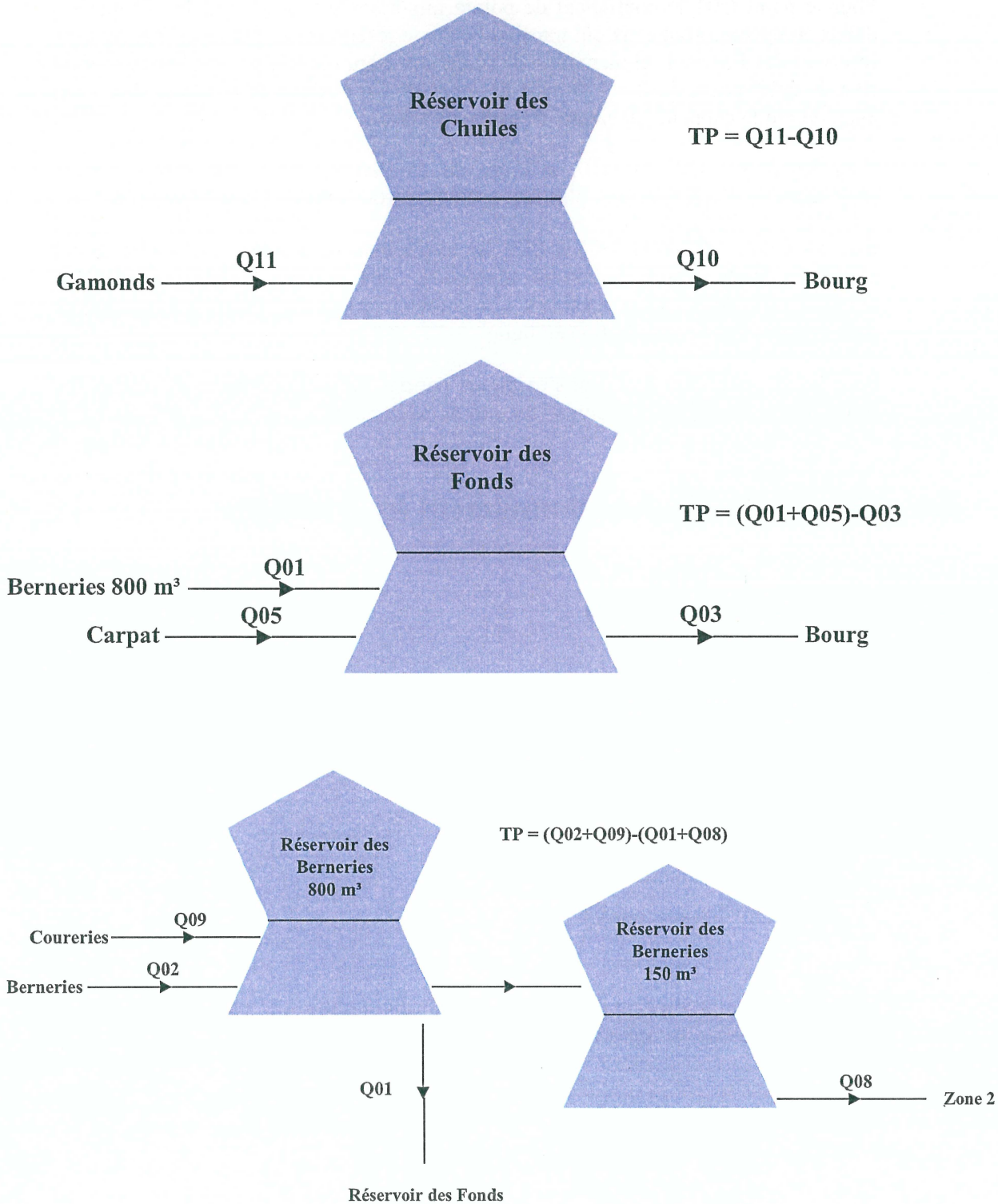


Tableau 2-4 : Estimation des pertes aux TP des réservoirs

m ³ /j	TP Chuiles	TP Fonds	TP Berneries
06/05/2008	46	14	1867
07/05/2008	28	1	1878
08/05/2008	34	-6	1871
09/05/2008	21	-19	1871
10/05/2008	16	-9	1861
11/05/2008	22	-7	1884
12/05/2008	13	39	1825
13/05/2008	21	-6	1870
14/05/2008	-29	-31	1852
15/05/2008	15	-3	1867
16/05/2008	-22	43	1812
17/05/2008	-9	1	1163
18/05/2008	-14	4	1433
19/05/2008	-32	-13	1815
moy	8	0	1777
min	-32	-31	1163
max	46	43	1884

Le point Q08 n'a pas fonctionné, un volume moyen journalier de 58 m³/j a été retenu pour le calcul du TP des Berneries.

Les débits déversés au niveau des TP des réservoirs des Chuiles et des Fonds sont relativement faibles. Le TP du réservoir des Berneries est important, en moyenne 1 777 m³/j, soit environ 55 % des volumes produits.

Il est important d'éviter les TP au niveau des réservoirs. En effet, il est préconisé de favoriser les TP au niveau des sources, pour la restitution de l'eau au milieu naturel au plus proche de son point de prélèvement. Cela permet également d'éviter le rejet d'eau traitée au milieu naturel et le rejet d'eaux claires au réseau d'assainissement.

2.4.1.2 Pertes en réseau

Les mesures de débits ont permis d'estimer les pertes en réseau pour chaque sous-secteur et d'en déduire les rendements et indices linéaires de pertes.

A- Zone 1 : transit Saint Martin - Les Berneries

La zone 1 correspond au transit entre la source de Courerie et le réservoir 800 m³ des Berneries. L'eau passe via un poste de chloration situé sur la commune de Saint-Martin. En amont de ce poste, il n'existe aucun piquage sur la conduite permettant

l'alimentation d'abonnés. Par contre cela est le cas entre la station Saint Martin et le réservoir des Berneries, comme par exemple les immeubles des Flandaines.

Débit moyen enregistré au niveau de la station de Saint Martin :	75 m ³ /h
Débit moyen enregistré au niveau de l'alimentation du réservoir 800 m ³ des Berneries :	70.9 m ³ /h
Volume moyen journalier facturé sur le secteur (source rôle de l'eau 2006) :	1.6 m ³ /h (39 m ³ /j)
Fuites :	2.5 m ³ /h

Les fuites sur la zone 1 sont estimées à environ 60 m³/j ce qui représente un rendement de 96.7 %. L'ILP (Indice linéaire de perte) est d'environ 8.7 m³/j/km.

Pour rappel, les valeurs guide d'ILP sont les suivantes :

		Type de réseau		
		Rural	Intermédiaire	Urbain
ILP _{EE}	Satisfaisant	< 2	<6	<10
	Assez satisfaisant	2 - 3	6 - 8	10 - 13
	Médiocre	3 - 5	8 - 11	13 - 16
	Préoccupant	>5	>11	>16

Malgré un rendement satisfaisant, l'ILP est plutôt médiocre.

Une sectorisation nocturne sur le secteur permettrait de prélocaliser les tronçons les plus fuyards.

B- Zone 2 : Distribution réservoir les Berneries 150 m³

La zone 2 correspond à la distribution du réservoir les Berneries 150 m³.

La tête émettrice du compteur installé sur la conduite de distribution du réservoir les Berneries 150 m³ est hors service, ce qui n'a pas permis d'avoir des enregistrements en continu. Toutefois la relève d'index en début et fin de campagne a permis d'approcher les pertes en eau sur la zone.

Volume journalier moyen distribué en sortie du réservoir des Berneries 150 m ³ :	58 m ³ /j
Volume moyen journalier facturé sur la zone (source rôle de l'eau 2006) :	34 m ³ /j
Fuites :	24 m ³ /j

Les fuites sur la zone 2 sont estimées à 24 m³/j ce qui représente un rendement de 59 %. L'ILP est d'environ 6.8 m³/j/km.

Pour un réseau de ce type, malgré un rendement qui peut paraître moyen, l'ILP est satisfaisant.

Une sectorisation nocturne sur le secteur permettrait de prélocaliser les tronçons les plus fuyards.

C- Zone 3 : Distribution réservoir les Berneries 800 m³

La zone 3 correspond à la distribution du réservoir des Berneries 800 m³ qui comprend l'alimentation du réservoir des Fonds mais également la distribution vers les Rimets.

Le débit minimum enregistré en sortie du réservoir des Berneries est inférieur à 1m³/h, débit seuil de la sonde.

Ainsi les fuites sont au maximum de 24 m³/j ce qui représente un rendement de 96 %. L'ILP est d'environ de 6.5 m³/j/km.

Les indicateurs, rendement et ILP, sont satisfaisants.

D- Zone 4 : Distribution réservoir Carpat

La zone 4 correspond au réseau alimenté par le réservoir de Carpat. Ce réseau alimente également le réservoir des Fonds. L'alimentation de ce dernier est à débit constant grâce à une vanne bridée sur la conduite d'arrivée.

Débit minimum nocturne enregistrée en sortie du réservoir de Carpat :	5.7 m ³ /h
Débit moyen horaire alimentant le réservoir des Fonds :	2.9 m ³ /h
Écoulement permanent : fontaine (source SAUR campagne mesures automne 2007) :	0.2 m ³ /h
Fuites :	2.6 m ³ /h

Les fuites sur la zone 4 sont estimées à 62.4 m³/j ce qui représente un rendement de 70 %. L'ILP est d'environ 10.2 m³/j/km.

Le rendement peut être qualifié d'assez satisfaisant alors que l'ILP est plutôt médiocre au vu du type de réseau.

Une sectorisation nocturne sur la zone permettrait de prélocaliser les tronçons les plus fuyards.

E- Zone 5 : Distribution réservoir de Gamonds

La zone 5 correspond au réseau alimenté par le réservoir des Gamonds. Ce réseau alimente également le réservoir des Chuiles.

Débit minimum nocturne enregistrée en sortie du réservoir des Gamonds :	21 m ³ /h
Débit moyen horaire alimentant le réservoir des Chuiles :	18 m ³ /h
Fuites :	3 m ³ /h

Les fuites sont estimées à 72 m³/j, ce qui représente un rendement de 87 %. L'ILP est d'environ 11 m³/j/km.

Malgré un bon rendement de réseau, l'ILP reste médiocre.

Une sectorisation nocturne sur la zone permettrait de prélocaliser les tronçons les plus fuyards.

F- Zone 6 : Bourg

La zone 6 correspond au réseau du Bourg alimenté par les réservoirs des Chuiles et des Fonds.

Débit minimum nocturne enregistrée en sortie du réservoir des Chuiles :	10 m ³ /h
Débit minimum nocturne enregistrée en sortie du réservoir des Fonds :	23 m ³ /h
Fuites :	33 m ³ /h

Les fuites sont estimées à 792 m³/j ce qui représente un rendement de 30 %. L'ILP est d'environ 17 m³/j/km.

Le rendement et l'ILP sont préoccupants sur cette zone.

Une sectorisation nocturne sur la zone permettrait de prélocaliser les tronçons les plus fuyards.

2.4.1.3 Synthèse

Le tableau ci-dessous synthétise les pertes selon chaque zone identifiée.

Tableau 2-5 : Synthèse des pertes par zone

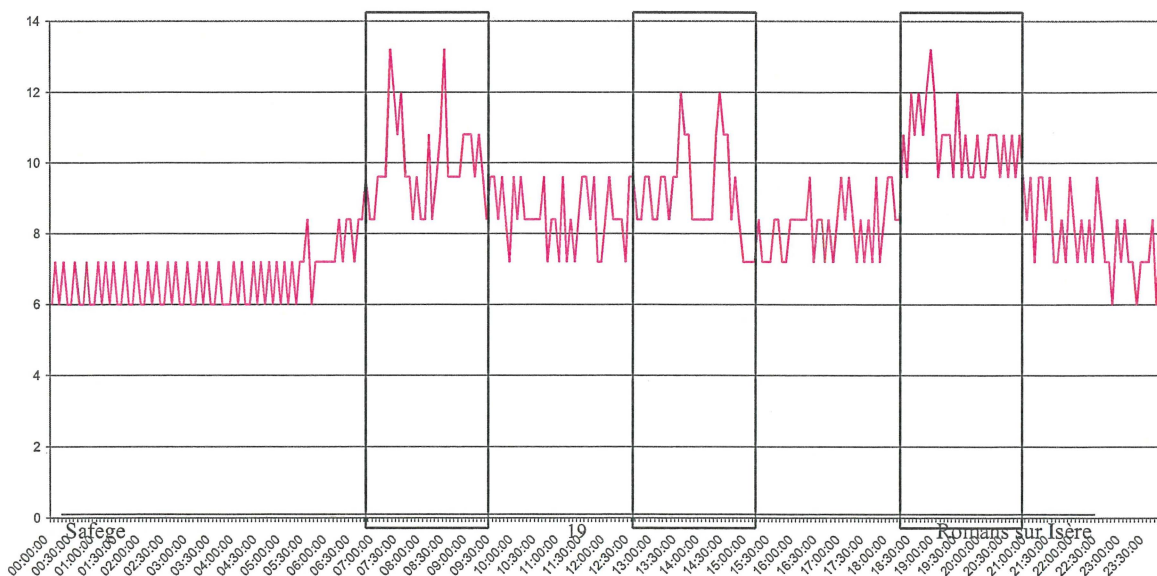
Zone	Volumes distribués m ³ /j	Fuites m ³ /j	Rendement %	Linéaire km	ILP m ³ /j/km	Etat du réseau
1	1 800	60	96.7	6.8	8.8	médiocre
2	58	24	58.6	3.5	6.9	assez satisfaisant
3	590	24	95.9	3.7	6.5	assez satisfaisant
4	203	62.4	69.3	6.1	10.2	médiocre
5	527	72	86.3	6.5	11.1	préoccupant
6	1138	792	30.4	46.4	17.1	préoccupant

Les résultats obtenus précisent les résultats de la campagne de mesures réalisée par la SAUR en automne 2007.

2.4.2 Profil des consommations

L'enregistrement des débits en sortie des réservoirs a permis de se rendre compte des profils de consommation. Sur certains secteurs, en particulier les secteurs les plus fuyards et ceux où un réservoir est alimenté en permanence, le profil de consommation n'apparaît pas, les débits étant lissés. Toutefois en aval des réservoirs de Carpat, des Fonds et des Chuiles, on observe sensiblement le même genre de profil, typique des consommations domestiques avec des pointes les matins, midis et soirs.

Graphique 2-3 : Débits enregistrés sur 24 h en sortie du réservoir des Fonds



2.5 Synthèse

La campagne de mesures a donc permis de se rendre compte des pertes d'eau sur le réseau et au niveau des trop plein de certains réservoirs. Au vu des rendements et ILP estimés, il apparaît que les réseaux des zones du Bourg, des Gamonds et de Carpat sont dans un état préoccupant et qu'il serait nécessaire de renforcer la recherche de fuites sur ces secteurs avec dans un premier temps des sectorisations nocturnes. Le but étant de pouvoir ensuite cibler la recherche de fuites sur les tronçons identifiés. Cela peut également servir à prioriser le programme de renouvellement des canalisations.

Par ailleurs, les consommations sont de type domestique, avec des coefficients de pointe caractéristiques de ce genre de profil.

Enfin, les mesures de pression ont révélé des pressions limites sur le réseau alimenté par Carpat. Ces zones s'ajoutent à celles connues de la commune. Le modèle numérique réalisée permettra de préciser le diagnostic à ce niveau.

3**Phase 3
Modélisation****3.1 Objectifs**

Les objectifs de la modélisation sont :

- ✓ De posséder un outil numérique représentatif de la réalité
- ✓ De diagnostiquer le réseau en situation actuelle
 - ◆ Zones de faibles pressions
 - ◆ Zones de faibles vitesses
 - ◆ Zones de temps de séjour important
 - ◆ Conformité des poteaux incendie
- ✓ Rendre compte de l'impact de l'urbanisation future
- ✓ Simuler des scénarios de crise et analyser le fonctionnement hydraulique qui en découle
- ✓ Valider les aménagements préconisés

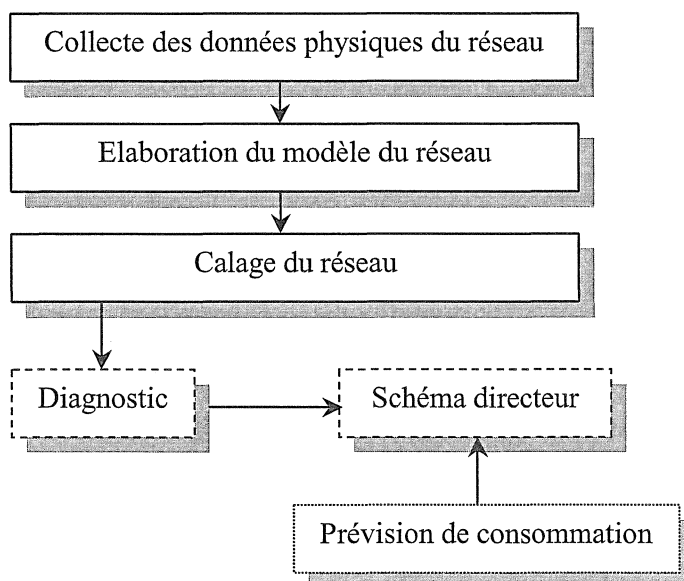
3.2 Construction du modèle**3.2.1 Logiciel utilisé**

Le réseau d'eau potable de la commune de Saint-Jean-en-Royans a été réalisé sous le logiciel Piccolo.

Ce logiciel permet de simuler le fonctionnement d'un réseau maillé en charge de façon statique ou dynamique (simulation sur 24 heures par exemple). Le module d'exploitation permet de visualiser les résultats sous forme de courbes (variation de pression en un point, marnage des réservoirs) ou sous forme de tableaux (affichage des pressions aux nœuds, des vitesses sur le réseau...).

Le schéma ci-dessous présente de manière synthétique la méthodologie depuis la collecte de données nécessaire à la construction du modèle jusqu'à l'élaboration du schéma directeur :

Figure 3-1 : Organigramme



3.2.2 Collecte de données

Le modèle a été construit à partir des données disponibles en mairie :

- ✓ plans des réseaux
- ✓ visite des ouvrages : captages, réservoirs
- ✓ relevé de facturation par rue/quartier, année 2006

3.2.3 Saisie du réseau

Le logiciel a été construit de manière à garantir sa pérennité et un paramétrage aisé.

3.2.3.1 Captages

Les 4 sources ont été modélisées par une référence de pression. A ces sources s'ajoute le point d'achat d'eau au SIVM. L'ouvrage n'a pas pu être visité mais d'après les services techniques il s'agit d'un partiteur où l'eau est à surface libre. Dans ce cas le point peut être modélisé comme une source.

Chaque référence de pression est renseignée par :

- Un nom : nom usuel du captage
- Une altitude : nivellement GPS (mNGF) pris au niveau de l'entrée de l'ouvrage

3.2.3.2 Réservoirs

La totalité des réservoirs a été modélisée.

Chaque réservoir est renseigné par :

- Son nom : nom usuel de l'ouvrage
- Son altitude : nivellement GPS (mNGF) pris au niveau de l'entrée de l'ouvrage
- Son type : tampon, de tête, alimenté par le haut, par le bas, ...
- Ses cotes : alimentation, TP, radier
- Son volume

3.2.3.3 Arcs

La totalité du réseau hors branchement a été modélisée. Il s'agit des conduites reportées sur le plan des réseaux fourni par la mairie.

Chaque arc est renseigné par :

- Un numéro
- Son diamètre
- Son matériau / sa rugosité

Sur la plan, la plupart des diamètres et matériaux des conduites était renseignée. Lorsque ces éléments n'apparaissaient pas, la rugosité par défaut a été mise à 0.5 mm, valeur classique de réseau vieillissant, et le diamètre a été pris égal au diamètre de la conduite située en amont ou en aval.

Les numéros ont été attribués de manière aléatoire, sauf pour les arcs où un point de mesure de débit avait été installé. Dans ce cas, l'identifiant de l'arc est identique à l'identifiant du point de mesures.

3.2.3.4 Nœuds

L'altitude des nœuds a été déterminée à partir de la carte IGN 1/25000 (précision de +/- 10 m) sauf pour les réservoirs, captages et points de mesures de pression pour lesquels un nivellement précis par GPS a été réalisé.

Chaque nœud est renseigné par :

- Un numéro : par défaut aléatoire, spécifié lorsqu'il s'agit d'un poteau incendie (PI + n°SDIS), d'un point de mesure de pression (P + n°point de la campagne), d'un captage (CAPT + nom du captage), d'un réservoir (RES + nom du réservoir)
- Une altitude : IGN ou nivellement GPS
- Une zone 1 : zone de distribution de 0 à 6, la zone 0 correspondant aux nœuds d'adduction où aucune consommation n'est affectée
- Une zone 2 : zone de distribution sauf pour les gros consommateurs (nom spécifique, exemple : PISCINE)
- Un nom : champ libre

Le listing de facturation d'eau potable 2006 par rue a permis l'allocation des consommations aux nœuds du modèle.

Les consommations par rue ont été réunies par zone puis allouées aux nœuds via le module d'allocation des consommations. Les consommations des gros consommateurs ont été retirées et intégrées sur des nœuds spécifiques représentatifs de leur localisation sur le réseau.

3.2.4 Synthèse

Au total ont été saisis :

- 591 nœuds
- 576 arcs, ~ 46.5 km
- 6 réservoirs
- 5 références de pression

A ces éléments s'ajoutent les appareils de régulation tels que les stabilisateurs et réducteurs de pression ainsi que la vanne d'alimentation du réservoir des Fonds par le réservoir des Berneries 800 m³ qui s'ouvre et se ferme selon le niveau d'eau dans la cuve.

3.3 Calage du modèle

Le modèle a été calé à partir des mesures enregistrées lors de la journée du 6 mai 2008. En effet, au vu des résultats de la campagne de mesures, cette journée est représentative d'un fonctionnement normal du réseau.

3.3.1 Calage du modèle en débit

Les objectifs à remplir pour que le modèle soit calé en débit sont :

- ✓ Un écart < 5 % du volume transité,
- ✓ Un écart < 20 % des débits ponctuels enregistrés,
- ✓ Des formes de courbes similaires.

Les paramètres permettant de caler un modèle en débit :

- ✓ La répartition des consommations
- ✓ La régulation des alimentations des réservoirs
- ✓ La rugosité des conduites

Les résultats obtenus suite au calage du modèle sont les suivants :

Tableau 3-1 : Résultats du calage en débit - comparaison des volumés transistés

Point	Calcul m ³ /j	Mesures m ³ /j	Ecart %	Calage
St Martin	1870	1890	1.1%	Ok
Alimentation Berneries par Courerie	1829	1782	-2.6%	Ok
Alimentation Berneries par Berneries	751	736	-2.0%	Ok
Distribution Carpat	209	200	-4.3%	Ok
Distribution Gamons	525	538	2.5%	Ok
Alimentation Choules	502	490	-2.4%	Ok
Distribution Choules	464	452	-2.6%	Ok
Distribution Fonds	657	676	2.9%	Ok
<i>Bourg</i>	<i>1121</i>	<i>1128</i>	<i>0.6%</i>	<i>Ok</i>
Distribution Berneries 150 m ³	58	58	0.0%	Ok
Distribution Berneries 800 m ³	613	590	-3.8%	Ok
Alimentation réservoir des Fonds par Carpat	100	98	-2.0%	Ok

Tableau 3-2 : Résultats du calage en débit – comparaison des débits enregistrés

ARC	Nb de mesures	Erreur <10%	Note <10%	Erreur <20%	Note <20%	MOY M-C m ³ /h	MAX ABS M-C m ³ /h
Q02	96	100%	A	100%	A	-0.191	1.3
Q04	96	100%	A	100%	A	0.520	2.2
Q05	95	100%	A	100%	A	-0.200	0.2
Q06	96	100%	A	100%	A	0.412	2.1
Q09	96	100%	A	100%	A	3.277	5
Q11	96	100%	A	100%	A	-0.613	1.7
Q03	96	78%	B	100%	A	0.679	4.6
Q10	96	64%	B	92%	A	-0.504	4.2
Q01	96	66%	B	66%	B	0.588	128.3
Q07	96	42%	C	69%	B	-0.374	4.4

Pourcentage de mesures dont l'écart est inférieur à 10 %

Pourcentage de mesures dont l'écart est inférieur à 20 %

Ecart moyen entre la valeur mesurée et la valeur calculée

Les notes de A à D sont attribuées selon le nombre de couple mesure/calcul dont l'écart est inférieur à la limite de 10 % et 20 %.

Critère d'attribution de la note :

- 80% < A < 100%
- 60% < B < 80%
- 30% < C < 60%
- D < 30%

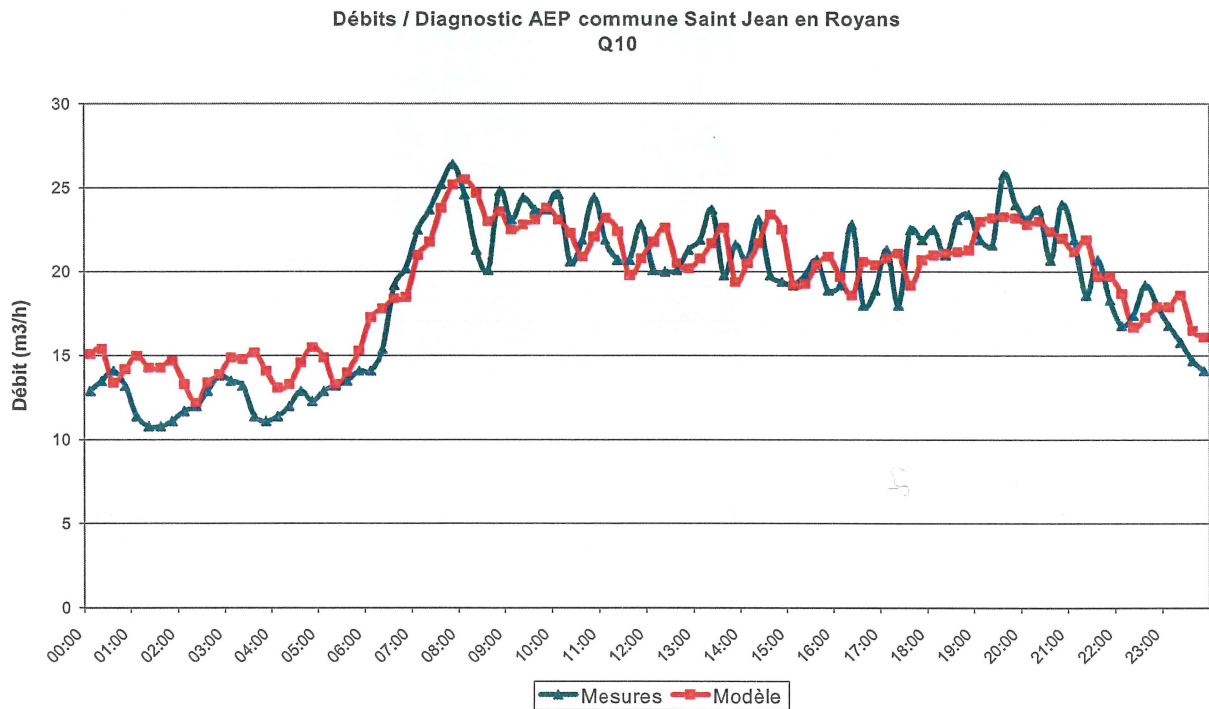
Au vu des résultats obtenus, le calage du modèle est satisfaisant. A noter que pour aboutir au calage il a fallu mettre des limiteurs de débits en plusieurs endroit du réseau :

- ✓ alimentation du réservoir Berneries par la source des Berneries : 31.3 m³/h
- ✓ alimentation du réservoir des Fonds par Carpat : 4.2 m³/h

Ensuite, il a fallu affiner la répartition des consommations sur le Bourg pour équilibrer les volumes en sortie des réservoirs des Fonds et des Chuiles. Enfin, sur le transit Courerie > Berneries via Saint Martin, la rugosité a été réduite à 0.42 mm au lieu de 0.6 mm, les débits transitant étant en deçà de ce qui a été mesuré et qui correspond à la pleine capacité de la canalisation.

Ci dessous, un exemple de courbe de calage. Les autres courbes ont été mises en annexe.

Graphique 3-1 : Courbe de calage du point Q 10



Le modèle est donc calé en débit.

3.3.2 Calage du modèle en pression

Les objectifs à remplir pour que le modèle soit calé en pression sont :

- ✓ Un écart < 2 mcE
- ✓ Une forme similaire

Ces conditions doivent être remplies pour 95 % des points de mesures, soit 11 points sur les douze suivis.

Les paramètres modifiables permettant le calage du modèle en pression sont :

- ✓ La rugosité des conduites
- ✓ Les pertes de charge singulières
- ✓ Les réducteurs et stabilisateurs de pression

Les résultats obtenus suite au calage du modèle sont repris dans le tableau ci-après.

Tableau 3-3 : Résultats du calage en pression – comparaison des pressions enregistrées

NOEUD	Nb de mesures	Erreur <1mCE	Note <1mCE	Erreur <2mCE	Note <2 mCE	MOY M-C mCE	MAX ABS M-C mCE
PI22P6	96	100%	A	100%	A	-0.127	0.44
PI18P8	96	100%	A	100%	A	0.225	0.54
PI19P9	96	100%	A	100%	A	0.068	0.77
PI16P12	96	100%	A	100%	A	0.444	0.74
PI56P2	96	100%	A	100%	A	-0.420	0.85
PI39P4	96	100%	A	100%	A	0.034	0.41
PI5P1	96	98%	A	100%	A	0.201	1.57
P11	96	0%	D	100%	A	-1.320	1.55
PI7P3	96	0%	D	45%	C	1.965	2.5
PI26P10	96	21%	D	25%	D	-5.268	15.18
PI10P7	96	13%	D	25%	D	3.193	10.83
PI33P5	96	0%	D	4%	D	-2.608	4.3

8 points sur 12 ont un écart entre la pression mesurée et la pression calculée inférieur à 2 mCE. Pour le point PI7P3, l'écart moyen entre la mesure et le calcul est inférieur à 2 mCE et l'écart maximum est de 2.5 mCE. 9 points sur 12 sont donc calés en pression.

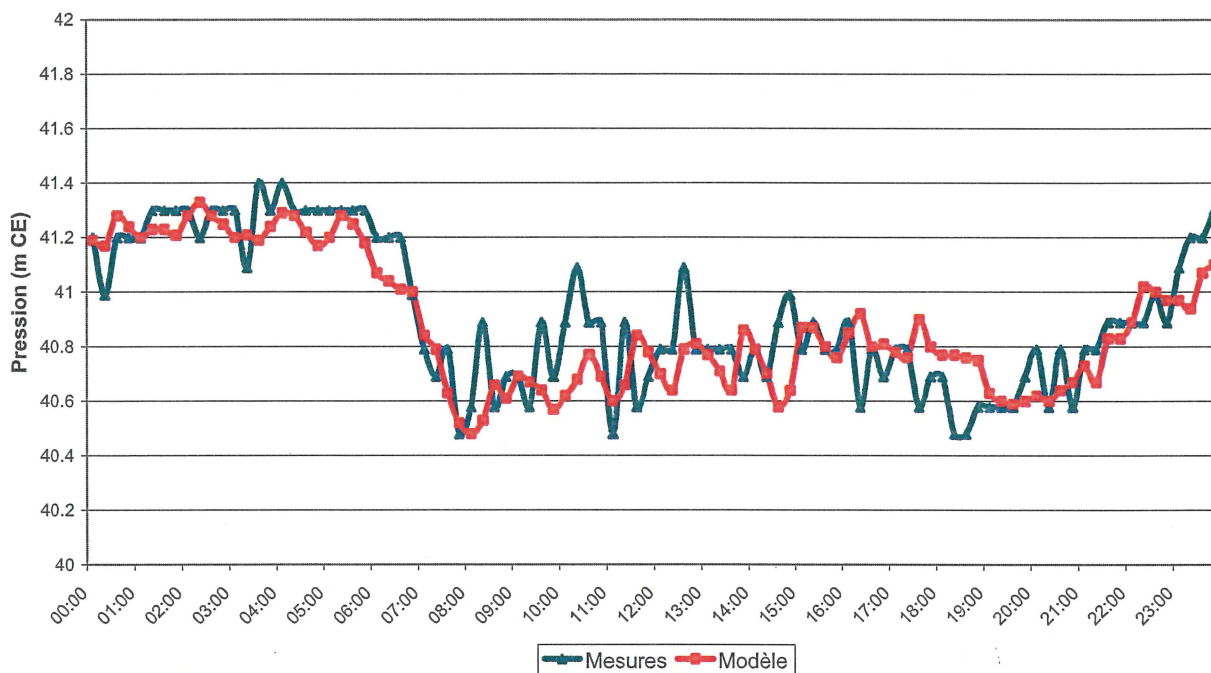
Pour les trois autres points, l'écart moyen entre la mesure et la calcul n'excède pas les 5.3 mCE, ce qui reste acceptable.

Pour le point PI33P5, il est possible qu'il y ait eu un dérive de la sonde de mesure. En effet lorsque le modèle tourne en incendie, le poteau 37, situé en amont, fournit 107.5 m³/h à 1 bar et les essais SDIS de 2006 indique 107 m³/h. Cela montre qu'à ce niveau le modèle est calé correctement. L'augmentation de la rugosité du tronçon en aval (entre les poteaux 37 et 33) ne baisse pas sensiblement les pressions calculées ce qui peut laisser présager une dérive de la sonde. Par ailleurs on se situe en bout de réseau, le profil de consommation est peut être légèrement différent que celui appliqué à l'ensemble des nœuds de la zone. En effet, en général, les antennes aux extrémité du réseau ont des profils aux points plus marquées ;

Seuls deux points ont un calage sur les pressions ponctuels approximatif. A noter qu'au niveau du PI26P10, les essais SDIS indique une débit de 43 m³/h à 1 bar, le modèle calcule un débit à 42.5 m³/h pour 1 bar. Ce qui montre le bon calage du modèle.

Page suivant un exemple de courbe de calage. Les autres courbes ont été mises en annexe.

Graphique 3-2 : Calage en pression du point PI39P4

Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI39P4

Le modèle est calé en pression.

3.3.3 Calage du modèle sur les niveaux d'eau

Deux réservoirs ont été suivis.

Les résultats du calage sont présentés dans le tableau suivant.

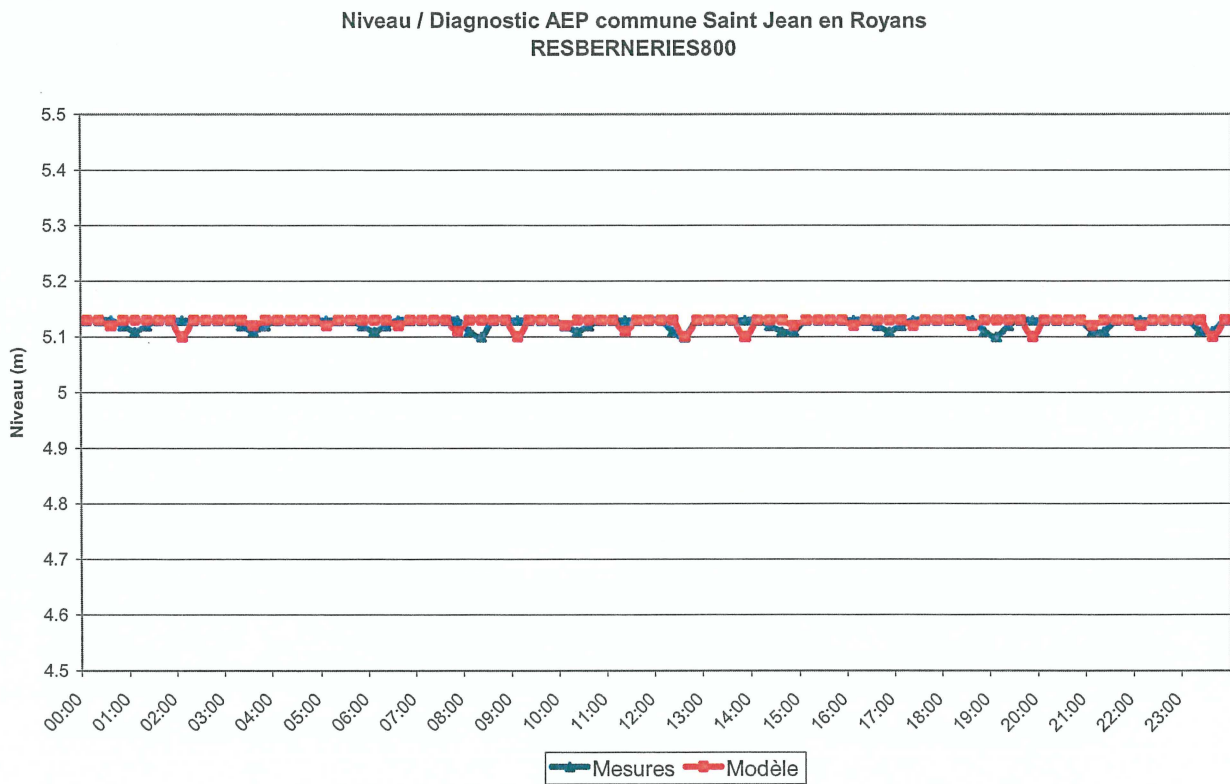
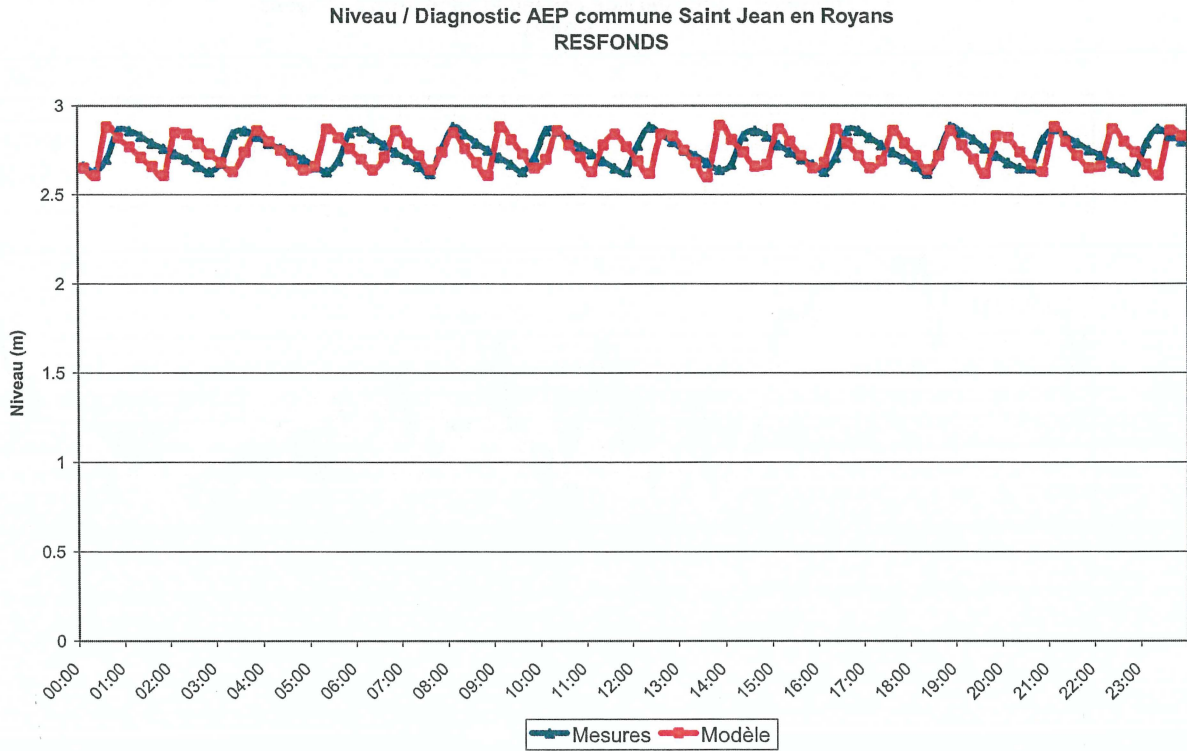
Tableau 3-4 : Résultats des calages de niveau – comparaison des pressions enregistrées

RESERVOIR	Nb de mesures	Erreur <0.1m	Note <0.1m	Erreur <0.2m	Note <0.2m	MOY M-C m	MAX ABS M-C m
RESBERNERIES800	96	100%	A	100%	A	-0.0017	0.03
RESFONDS	96	54%	C	94%	A	0.0073	0.26

Les écarts entre mesures et calculs n'excèdent pas les 20 cm.

Les graphiques page suivantes illustrent le calage du modèle en niveau d'eau.

Graphique 3-3 : Calage en niveau des réservoirs des Fonds et des Berneries 800 m³

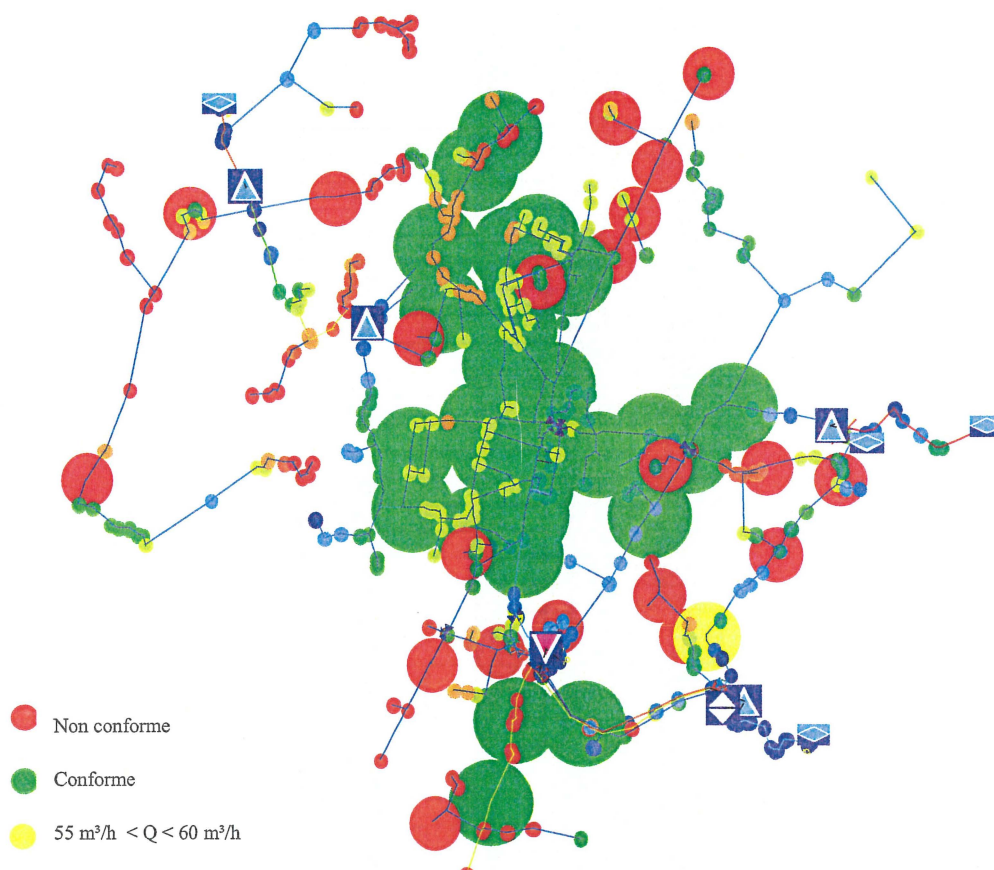


3.3.4 Pertinence du modèle en fonctionnement incendie

En simulation incendie les résultats aux poteaux indiquent que 67 % des poteaux contrôlés par le SDIS en 2006 ont un écart entre le débit mesuré et le débit calculé inférieur à 20 %.

Ce résultat confirme le bon calage du modèle.

La figure ci-dessous illustre les poteaux conformes et non conformes, c'est à dire ceux qui fournissent un débit supérieur ou égal à 60 m³/h pour une pression de 1 bar.



Les zones où les poteaux ne remplissent pas les consignes sont similaires à celles identifiées par le SDIS.

Les débits calculés par piccolo et testés en 206 par le SDIS sont repris pour chaque poteau dans le tableau page suivante.

Tableau 3-5 : Débits calculés et testés à chaque poteau

n°PI	Piccolo Q m³/h	SDIS 2006 Q m³/h	Ecart Varleur absolue
PI30	21.07	-	-
PI1	128.96	122	6%
PI2	156.9	155	1%
PI3	50.36	50	1%
PI4	42.36	82	48%
PI6	151.57	178	15%
PI8	110.22	108	2%
PI9	21.77	53	59%
PI11	114.93	116	1%
PI12	29.55	-	-
PI13	23.5	77	69%
PI15	192.3	220	13%
PI17	106.35	223	52%
PI20	57.98	80	28%
PI21	43.1	27	60%
PI23	94.3	102	8%
PI24	41.09	48	14%
PI25	47.89	48	0%
PI27	120.36	124	3%
PI28	88.18	97	9%
PI29	75.83	97	22%
PI31	30.55	-	-
PI32	28.09	-	-
PI34	49.68	-	-
PI35	77.31	72	7%
PI36	65.98	59	12%
PI37	107.57	107	1%
PI38	133.8	125	7%
PI40	139.62	135	3%
PI41	141.87	129	10%
PI42	17.12	86	80%
PI43	133.67	118	13%
PI44	151.5	140	8%
PI45	146.25	200	27%
PI46	140.49	118	19%
PI47	21.48	64	66%
PI48	81.68	89	8%
PI49	87.12	82	6%
PI50	122.91	143	14%
PI51	134.67	135	0%
PI52	86.14	123	30%
PI53	64.63	81	20%
PI55	63.5	72	12%
PI57	11	71	85%
PI5P1	2.54	20	87%
PI7P3	153.07	168	9%
PI10P7	31.38	40	22%
PI18P8	27.38	27	1%
PI19P9	47.2	49	4%
PI22P6	62.13	74	16%
PI33P5	35.38	-	-
PI39P4	131.78	135	2%
PI56P2	14.65	23	36%
PI16P12	193.7	186	4%
PI26P10	42.57	43	1%

3.4 Diagnostic hydraulique

3.4.1 Diagnostic en fonctionnement normal

3.4.1.1 Situation actuelle

Les figures pages suivantes illustrent les résultats d'une simulation en jour moyen.

D'après les résultats, il est constaté que **les vitesses dans les conduites sont relativement faibles**, < 0.25 m/s, sur l'ensemble des secteurs, **hors transits** :

- ✓ Saint-Martin / Berneries,
- ✓ Gamonds / Chuiles,
- ✓ Adductions (sources / réservoirs).

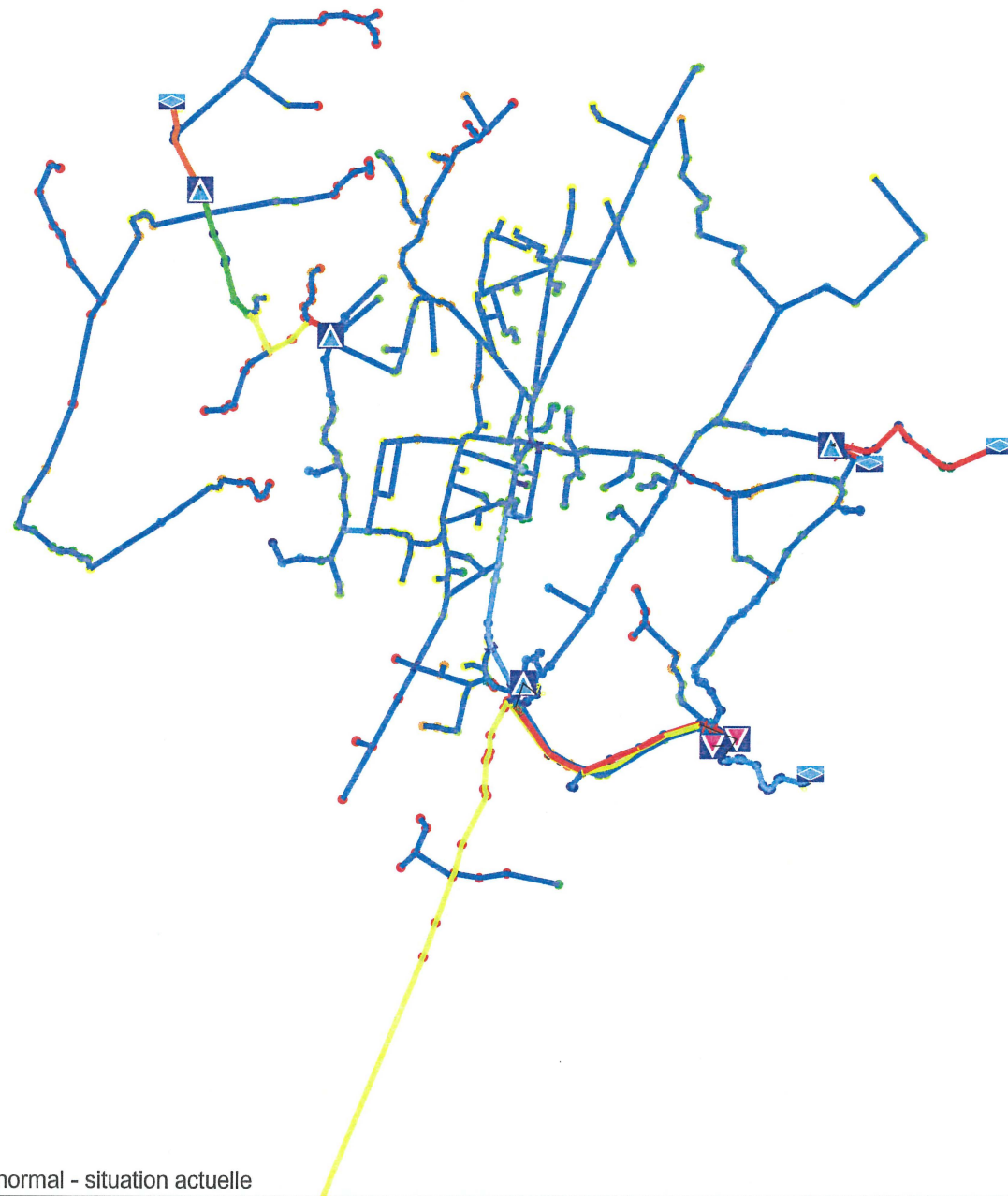
Ces faibles vitesses entraînent des temps de séjour importants, en particulier sur le secteur alimenté par le réservoir Berneries 150 m³ et en bout de réseau. Le réseau est donc sur-dimensionné par rapport aux débits transitant en fonctionnement normal. Toutefois, il permet à la commune d'assurer la défense incendie.

Pour rappel, la réglementation n'oblige pas la commune à assurer la défense incendie par le réseau d'eau potable. L'eau peut provenir de réserves naturelles ou artificielles.

Les pressions sont satisfaisantes sur l'ensemble du réseau. Quelques zones, en particulier sur le secteur alimenté par le réservoir de Carpat, ont des pressions en deçà des 3 bars. On retrouve les zones identifiées par la commune lors de la première phase. Des secteurs de fortes pression sont également mis en évidence, il s'agit de points bas du réseau. Dans ce cas il est préconisé de mettre des canalisations adaptées lors de leur renouvellement et des réducteurs de pression chez les particuliers ou un stabilisateur en entrée du quartier concerné.

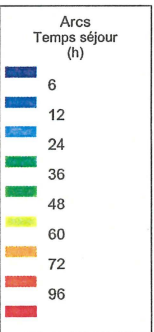
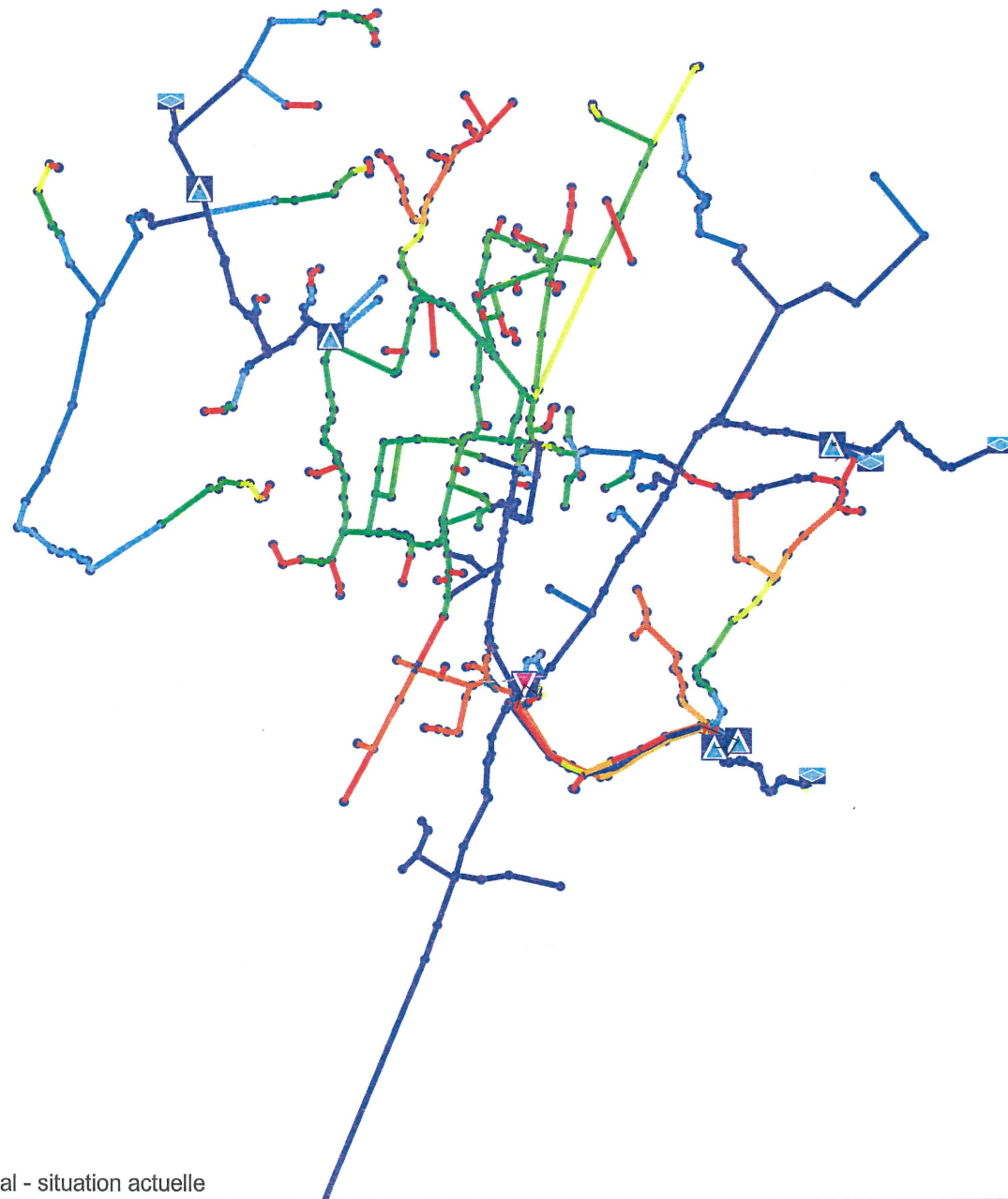
A noter qu'en situation future, les débits transitant augmenteront et permettront de diminuer le temps de séjour. A contrario, plus les débits sont élevés, plus les pertes de charge augmentent et donc les pressions diminuent.

Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de Saint Jean en Royans



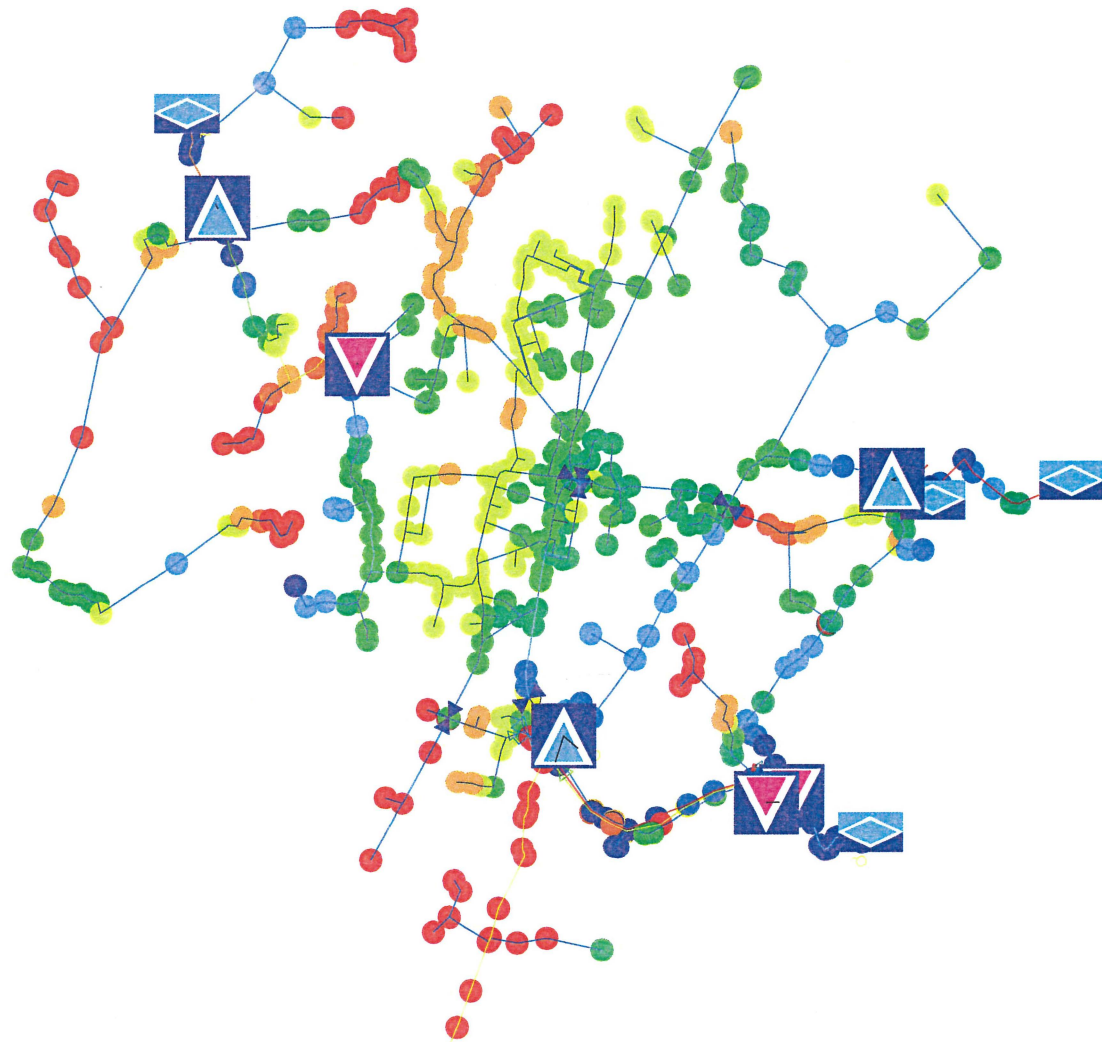
Vitesses maximum calculées - fonctionnement normal - situation actuelle

Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de Saint Jean en Royans



Temps de séjour moyen - fonctionnement normal - situation actuelle

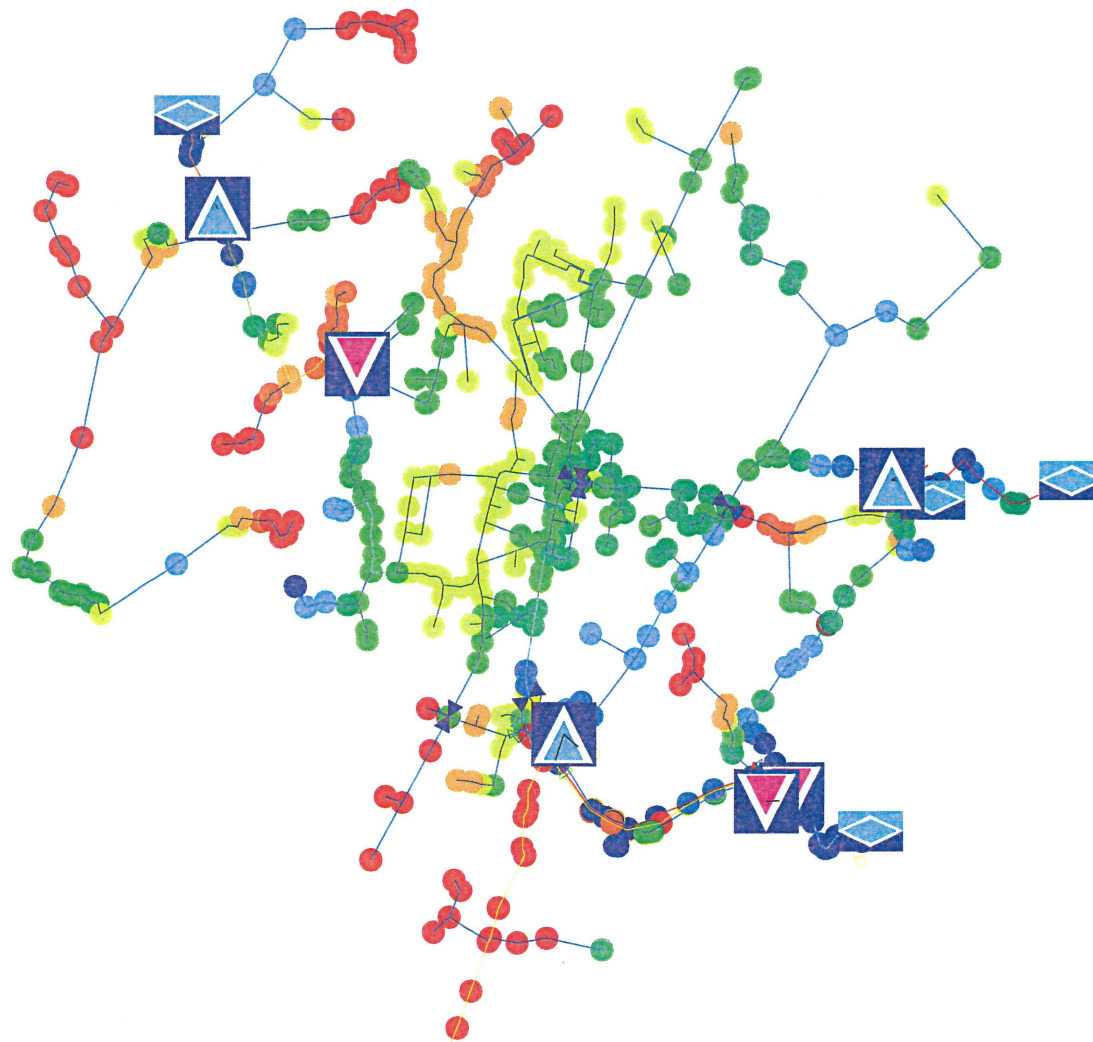
Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de Saint Jean en Royans



Noeuds Pmin	
●	1
●	2
●	3
●	4
●	5
●	6
●	7
●	8

Pressions minimum calculées - fonctionnement normal - situation actuelle

Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de Saint Jean en Royans

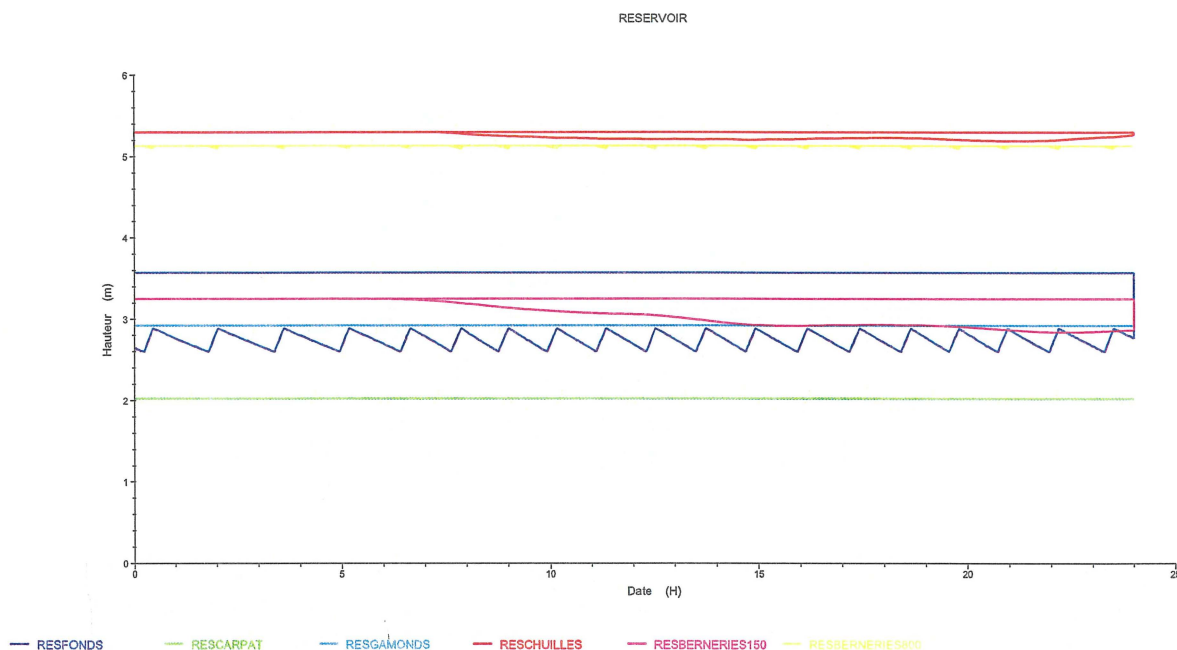


Noeuds Pmin	
●	1
●	2
●	3
●	4
●	5
●	6
●	7
●	8

Pressions minimum calculées - fonctionnement normal - situation actuelle

Le modèle permet également de se rendre compte si les capacités de réserve sont suffisantes. Le graphique ci-dessous illustre la hauteur d'eau dans les réservoirs pendant la durée de simulation (24h).

Graphique 3-4 : Hauteur d'eau dans les réservoirs en fonctionnement normal actuel sur une journée moyenne



A part le réservoir des Fonds, dont l'arrivée depuis les Berneries est régulée par une vanne tout ou rien, **les réservoirs de la commune ne marnent pas**. Le faible marnage d'un réservoir entraîne des problèmes de renouvellement d'eau. Par ailleurs, cela signifie que **l'exploitation de leur volume n'est pas optimale** et que des pertes se font à ce niveau. Pour rappel, il est recommandé que les pertes d'eau se fassent aux TP des sources qu'aux TP des réservoirs, ceci pour éviter la perte d'eau traitée au milieu naturel, l'intrusion d'eaux claires dans le réseau d'assainissement, etc.

La non régulation des arrivées de réservoirs se justifie parfois par de fortes pressions en amont si l'alimentation de ces derniers est fermée. Il existe des moyens simples pour permettre de maîtriser les débits entrant dans un réservoir sans craindre d'aggraver le risque de casses par des surpressions sur le réseau amont. Ces aménagements feront l'objet d'un paragraphe particulier en phase 4.

Ensuite, la quasi totalité des réservoirs retrouvent leur niveau initial à la fin de la simulation. Cela témoigne d'une **capacité d'alimentation des réservoirs suffisantes par rapport aux débits sortant**. Toutefois, on observe une légère baisse du niveau d'eau dans les réservoirs de Berneries 150 m³ et des Chuiles. Au vu du raccord existant et de la proximité entre la cuve de 800 m³ et celle de 150 m³ sur les Berneries, si l'avenir montre une défaillance de l'une, un renforcement de l'alimentation par l'autre est envisageable. Pour le réservoir des Chuiles, le niveau

d'eau baisse très peu. Par ailleurs ce-dernier alimente la même zone que le réservoir des Fonds, ainsi le déficit de l'un peut être compensé par un apport plus important de l'autre (Cf. étude scénario de crise paragraphe 3.4.2). Toutefois, il est possible qu'en situation de pointe et/ou à horizon 2028, les baisses de niveau soient plus marquées et que la capacité d'alimentation du réservoir soit insuffisante au vu des débits en sortie (Cf. paragraphe 3.4.1.2).

Par secteur, l'autonomie des réservoirs est la suivante :

Tableau 3-6 : Autonomie des réservoirs de la commune de Saint Jean en Royans en situation actuelle (Jour Moyen 2008)

Réservoir	Volume m ³	Volume en sortie JM08 m ³ /j	Autonomie JM08 h
Bernerries 800 m ³	800	590	32.5
Bernerries 150 m ³	150	58	62.1
Fonds	300	676	10.7
Chuiles	600	452	31.9
Gamonds	100	538	4.5
Carpat	200	200	24.0

Les réservoirs des Fonds et des Gamonds ont une autonomie en jour moyen en situation actuelle inférieur à 24h. Toutefois au vu de l'autonomie du réservoir des Chuiles, l'alimentation de ce dernier peut être réduite ou fermée afin d'avoir un peu plus de sécurité pour les abonnés desservis entre Les Gamonds et Les Chuiles. De même pour le réservoir des Fonds, soutenus par le réservoir des Bernerries. En fonctionnement en pointe les durées se réduisent mais restent acceptables si ce n'est pour les mêmes réservoirs que précédemment.

En fonctionnement normal en situation actuelle, le stockage est suffisant.

3.4.1.2 Situation future

A- Intégration des consommations futures dans le modèle

Pour rappel, les prospectives étudiées lors de la phase 1 de l'étude en terme d'évolution de la population et donc des besoins sont les suivantes :

Tableau 3-7 : Bilans besoins/ressources futurs (hypothèse basse)

	2008		2013		2018		2023		2028	
	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe
Consommation (m ³ /j)	443	797	476	857	481	867	487	876	492	885
Rendement (%)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Besoins (m ³ /j)	1477	1831	1588	1969	1605	1990	1622	2011	1640	2033
Ressources à l'étiage (m ³ /j)	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280
Bilan (m ³ /j)	803	449	692	311	675	290	658	269	640	247

Tableau 3-8 : Bilans besoins/ressources futurs (hypothèse moyenne)

	2008		2013		2018		2023		2028	
	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe
Consommation (m ³ /j)	443	797	480	864	489	880	498	896	507	913
Rendement (%)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Besoins (m ³ /j)	1477	1831	1600	1984	1630	2021	1660	2059	1691	2097
Ressources à l'étiage (m ³ /j)	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280
Bilan (m ³ /j)	803	449	680	296	650	259	620	221	589	183

Tableau 3-9 : Bilans besoins/ressources futurs (hypothèse haute)

	2008		2013		2018		2023		2028	
	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe	Jour Moyen	Jour de Pointe
Consommation (m ³ /j)	443	797	493	887	515	928	539	970	564	1015
Rendement (%)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Besoins (m ³ /j)	1477	1831	1643	2037	1718	2130	1797	2228	1879	2330
Ressources à l'étiage (m ³ /j)	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280	2 280
Bilan (m ³ /j)	803	449	637	243	562	150	483	52	401	-50

En se plaçant en situation d'hypothèse haute, les aménagements prévus seront sécuritaires. Attention toutefois à ne pas sur-dimensionner les ouvrages envisagés.

Ainsi, pour se rendre compte de l'impact de l'urbanisation nous conservons les futures zones d'urbanisation vu en phase 1 pour la création d'extension de réseau, ce qui correspond en terme de besoins à l'hypothèse moyenne. Par ailleurs, à ces nouvelles consommations, une augmentation globale sur l'ensemble du réseau sera indexée, elle représente le delta entre l'hypothèse moyenne et l'hypothèse haute.

Les consommations à ajouter au modèle reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3-10 : Consommations futures supplémentaires à horizon 2028

Zone	Surface pour zone d'activité	Nombre de logements	Dotation unitaire	Consommations totales	Identifiant Nœud dans Piccolo
ZI de la Roue	3.5 ha	0	10 m ³ /j/ha	35 m ³ /j	ZIROUE
Les Chaux	ND	30	0.3 m ³ /j/log	9 m ³ /j	CHAUX
Pont de l'Oriol	0	15	0.3 m ³ /j/log	4.5 m ³ /j	PONTORIOL
Serre Maigre	0	6	0.3 m ³ /j/log	3.6 m ³ /j	SERRE
Place Maurice Faure	0	15	0.3 m ³ /j/log	4.5 m ³ /j	MAURICEFAURE
Rive gauche Lyonne	0	30	0.3 m ³ /j/log	9 m ³ /j	RIVEGAUCHELYONNE
Ensemble réseau				55.4 m ³ /j	

* ND : non déterminée

A noter, que la commune a engagé en 2008 la révision de son PLU. Les zones d'urbanisation futures risquent donc d'être modifiées. Toutefois, au vu des surfaces disponibles sur le territoire, il est fort probable que les futures zones d'urbanisation soient similaires.

Les 55.4 m³/j seront répartis entre les secteurs au prorata des consommations de 2006.

Tableau 3-11 : Répartition de l'augmentation globale des besoins par secteur de distribution

Secteur	% consommation 2006	Consommation globale supplémentaire à horizon 2028
1	8 %	4.4 m ³ /j
2	7 %	3.9 m ³ /j
3	1 %	0.6 m ³ /j
4	9 %	5 m ³ /j
5	6 %	3.3 m ³ /j
6	69 %	38.2 m ³ /j

B- Impact de l'augmentation des besoins sur le fonctionnement hydraulique du réseau

Le rendement à horizon 2028 doit être amélioré. Toutefois, nous nous plaçons ici dans le cadre d'un rendement identique à celui de 2008 soit environ 30 %.

Les pressions en fonctionnement future diminuent en moyenne de 0.08 bars. Les vitesses sont également peu impactées.

Les résultats obtenus dans les précédentes simulations sont les résultats en heure de pointe d'une journée moyenne. Si on se place en heure de pointe du jour de pointe, journée type en plein été, les consommations augmentent et les pressions diminuent. Le coefficient journalier de pointe est estimé à 1.8 (Cf. rapport de phase 1). D'après les simulations, les pressions diminuent alors en moyenne de 0.14 bars et au maximum de 0.37 bars.

Les vitesses sont peu impactées.

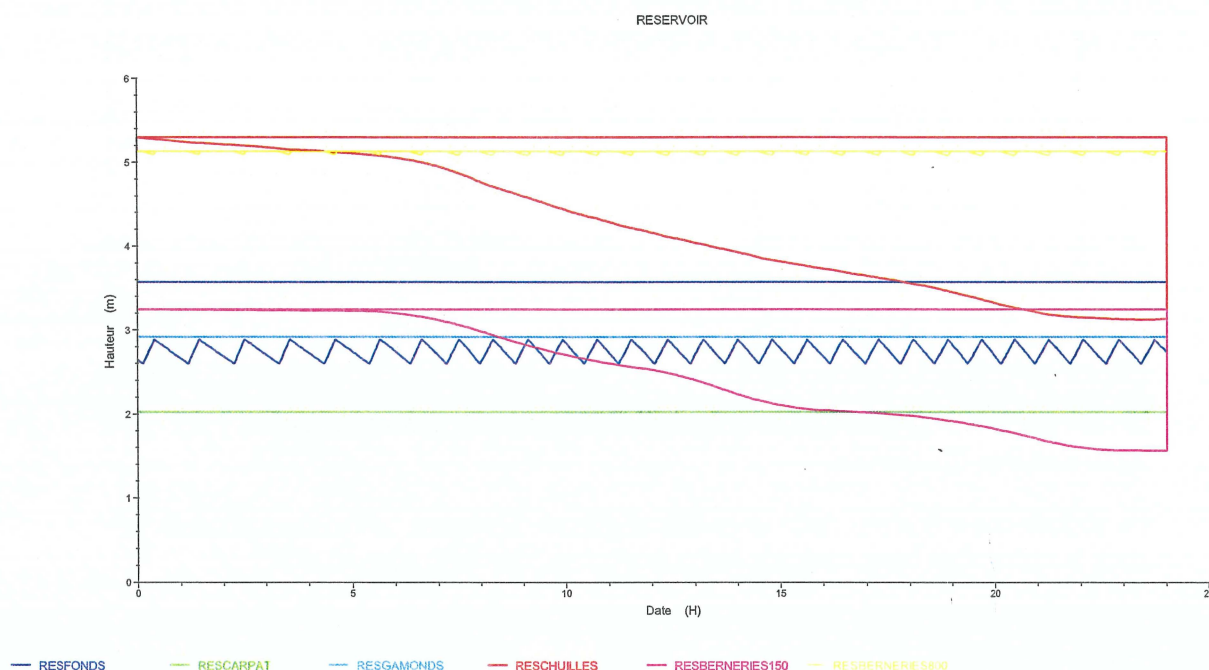
Par ailleurs l'impact sur les réservoirs est le suivant :

Tableau 3-12 : Autonomie des réservoirs de la commune de Saint Jean en Royans en situation future (Jour de Pointe)

Réservoir	Volume m ³	Volume en sortie JP28 m ³ /j	Autonomie JP28 h
Berneries 800 m ³	800	1114	17.2
Berneries 150 m ³	150	123	29.3
Fonds	300	1142	6.3
Chuiles	600	743	19.4
Gamonds	100	557	4.3
Carpat	200	223	21.5

L'autonomie de la majorité des réservoirs est supérieur à 12 heures en situation de jour de pointe ce qui est satisfaisant. A noter le manque de sécurité aggravé sur les réservoirs des Gamonds et des Fonds, en partie compenser par la réserve au niveau des Chuiles.

Graphique 3-5 : Hauteur d'eau dans les réservoirs en fonctionnement normal futur sur une journée de pointe



Les réservoirs des Chuiles et Berneries 150 m³ se vident. Ainsi il sera proposé en phase 4 les aménagements nécessaires pour éviter la vidange de ces deux réservoirs en situation future. L'une des solutions peut être l'augmentation des capacités des conduites d'alimentation par leur remplacement.

Par ailleurs, l'amélioration du rendement de réseau, outre le fait de diminuer les pertes sur le réseau, permet de réduire les débits dans les canalisations et donc d'améliorer les pressions. Par ailleurs, l'autonomie des réservoirs s'en trouvera améliorer.

3.4.2 Diagnostic en fonctionnement de crise

Les cas étudiés pour diagnostiquer le réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Saint-Jean-en-Royans en situation de crise sont :

- ✓ Rupture de l'alimentation des Berneries par la source de Courerie
- ✓ Rupture de l'alimentation des réservoirs du bourg (Les Chuiles ou les Fonds),

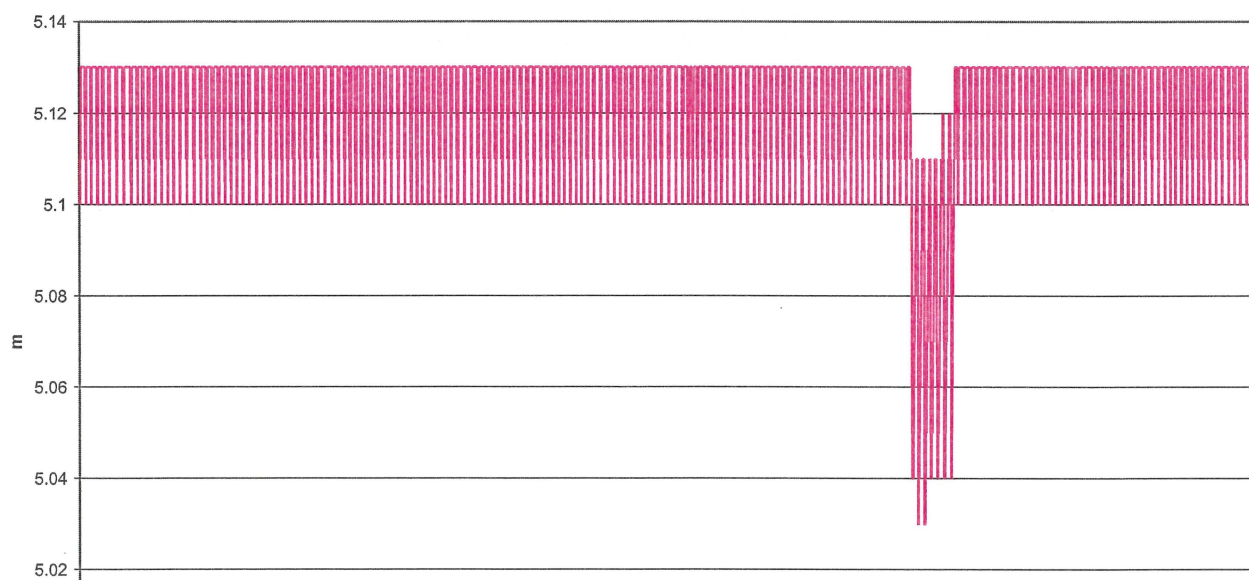
- ✓ Rupture de la canalisation d'achat d'eau,
- ✓ Arrêt de l'alimentation des Berneries par la source des Berneries,
- ✓ Arrêt de l'alimentation du réservoir de Carpat.

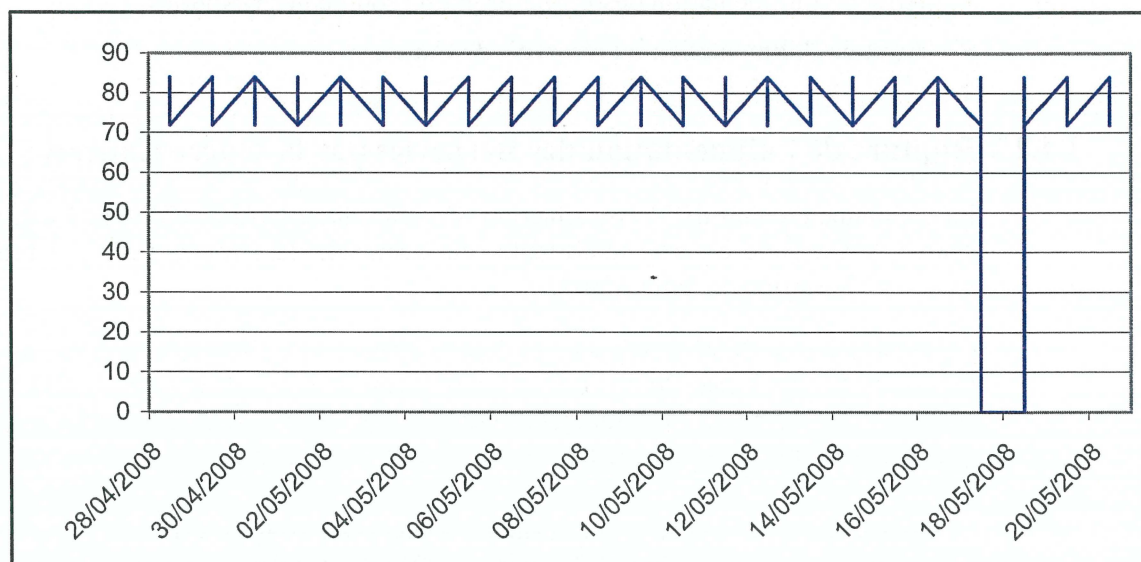
3.4.2.1 Rupture de l'alimentation des Berneries par la source Courerie

La commune connaît déjà cette situation. En effet, lorsque la turbidité de l'eau de la source de Courerie est trop importante cela déclenche la fermeture d'une vanne au niveau de la station de Saint Martin.

Cette situation a été observée sur un court instant lors de la campagne de mesures (entre les 17 et 18 mai 2008). Les niveaux d'eau mesurés dans la cuve 800 m³ du réservoir des Berneries en témoignent puisque ces derniers sont descendus plus bas que le niveau minimum enregistré sur l'ensemble de la campagne.

Graphique 3-6 : Evolution de la hauteur d'eau dans le réservoir des Berneries 800 m³ sur l'ensemble de la campagne de mesures

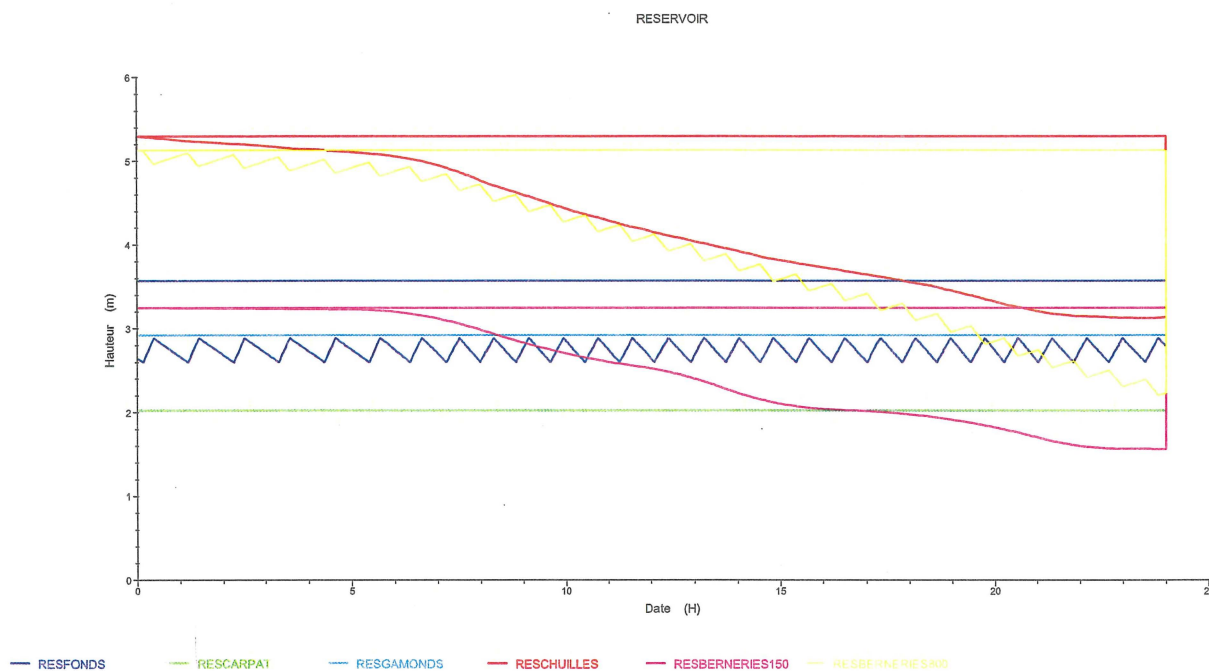


Graphique 3-7 : Evolution des débits enregistrés au niveau de la station Saint Martin

Les graphiques ci-dessus illustrent bien la période pendant laquelle le réservoir des Berneries n'était plus alimenté par la source des Coureries. Cet événement est également visible sur certaines courbes de pression.

Des simulations ont été réalisées en jour de pointe futur. Les résultats sont présentés ci-après.

Graphique 3-8 : Evolution de la hauteur d'eau dans les réservoirs sur une journée de pointe alimentation de Berneries 800 m³ par Courerie fermée



Le niveau d'eau de la cuve 800 m³ baisse considérablement, le débit en provenance de la source des Berneries ne suffit pas à compenser les volumes nécessaires en sortie.

A noter que l'optimisation de l'exploitation du volume disponible au réservoir des Fonds pourrait être une solution pour palier en partie le problème. Cet aménagement sera étudié en phase 4.

Concernant la carte des vitesses et des pressions, celles-ci sont peu impactées.

3.4.2.2 Rupture de l'alimentation des réservoirs du bourg

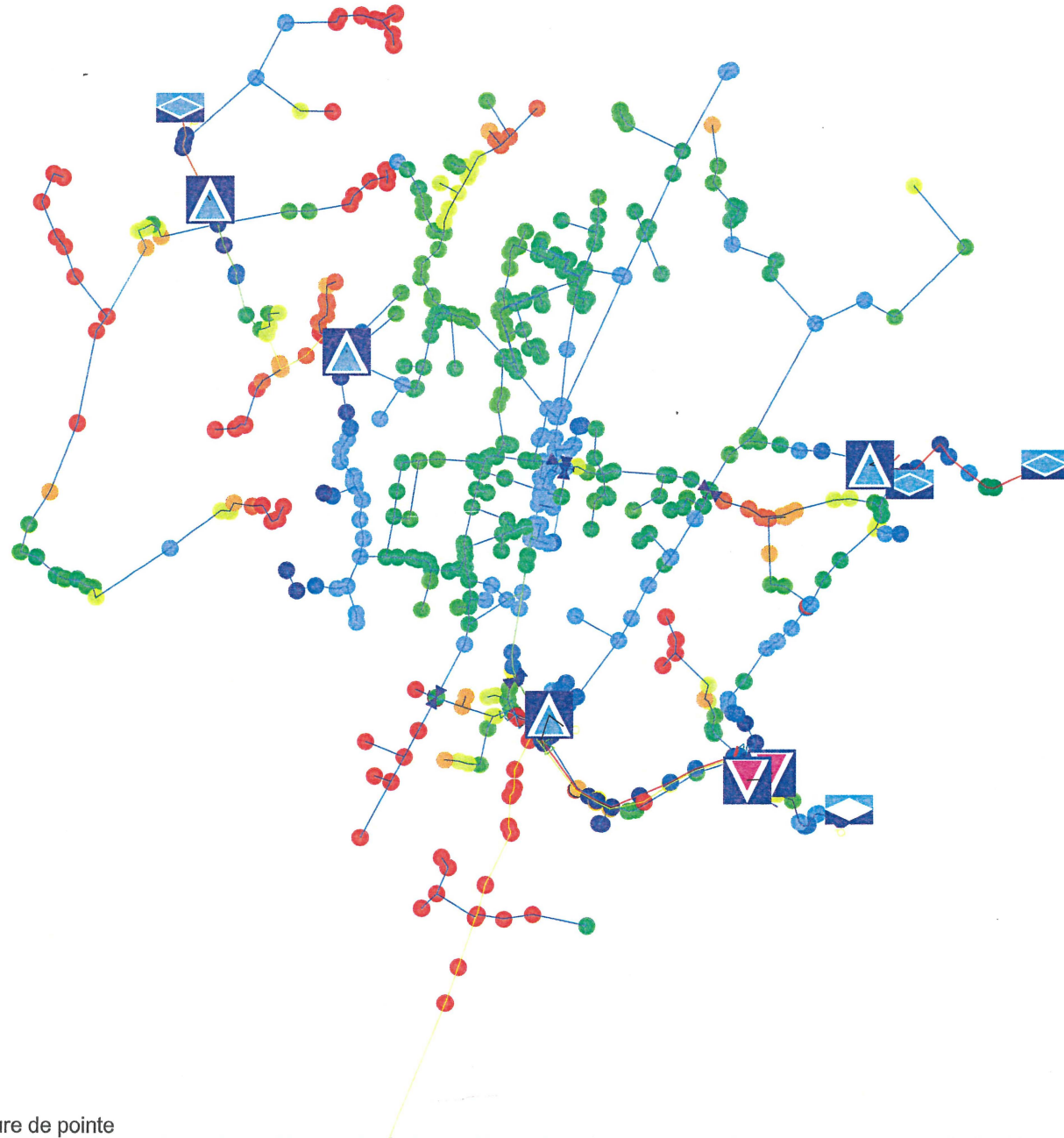
A- Rupture de l'alimentation du réservoir des Chuiles

Lorsque seul le réservoir des Fonds alimente le Bourg, il n'y a pas d'interruption de distribution. Toutefois les simulations mettent en évidence en certains points des baisses de pression. La figure page suivante représente les pressions minimums calculées en chaque nœud. Si on compare cette dernière à celle en fonctionnement normal, les pressions sur le bourg sont déclassées d'une voir deux couleurs, ce qui

représente un delta de 1 à 2 bars. Certains points en bout de réseau ont une pression quasi nulle.

Le fonctionnement des réservoirs n'est pas impacté

Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de Saint-Jean-en-Royans

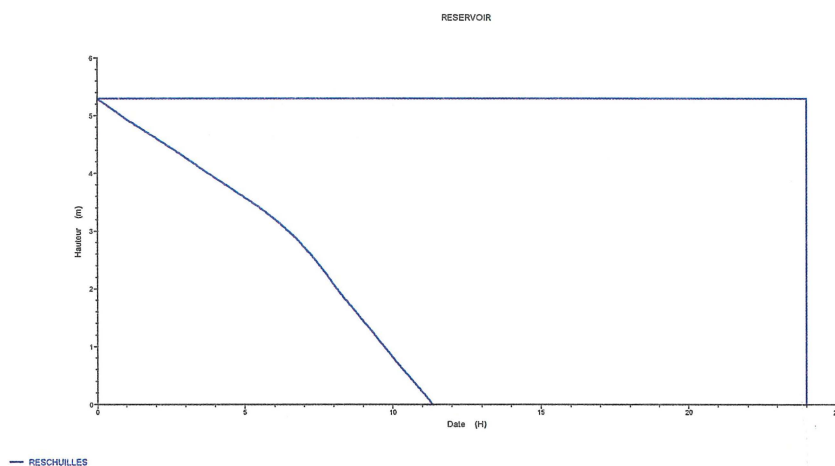


Noeuds Pmin	
●	1
●	2
●	3
●	4
●	5
●	6
●	7
●	8

B- Rupture de l'alimentation du réservoir des Fonds

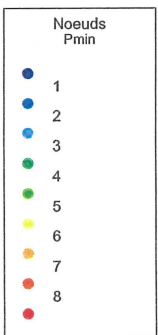
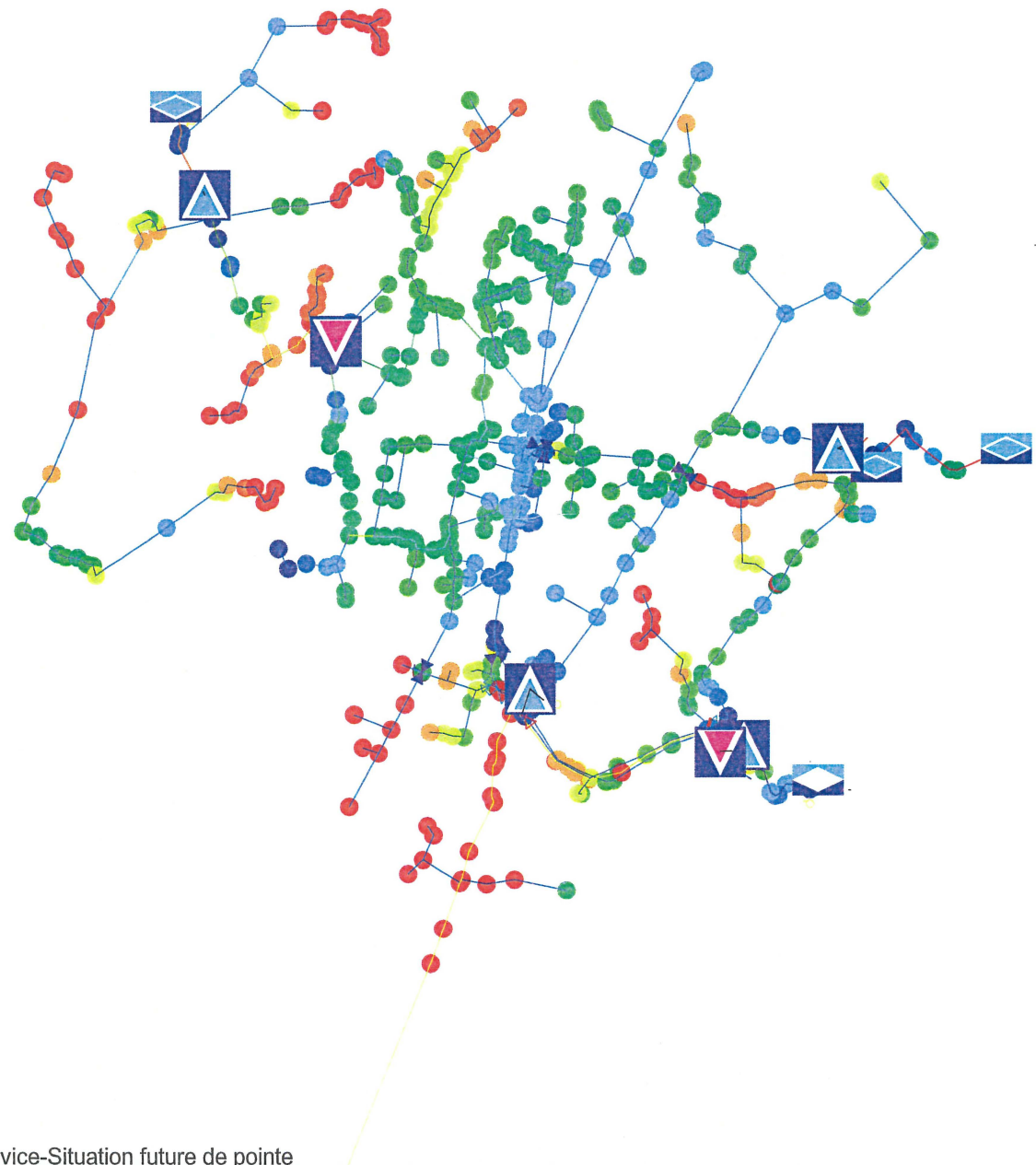
L'impact est similaire que dans le cas précédent. Toutefois, en plus des problèmes de pression, le réservoir des Chuiles se vide en 11.5 h.

Graphique 3-9 : Evolution du niveau d'eau dans le réservoir des Chuiles en jour de pointe horizon 2028 distribution des Fonds hors service

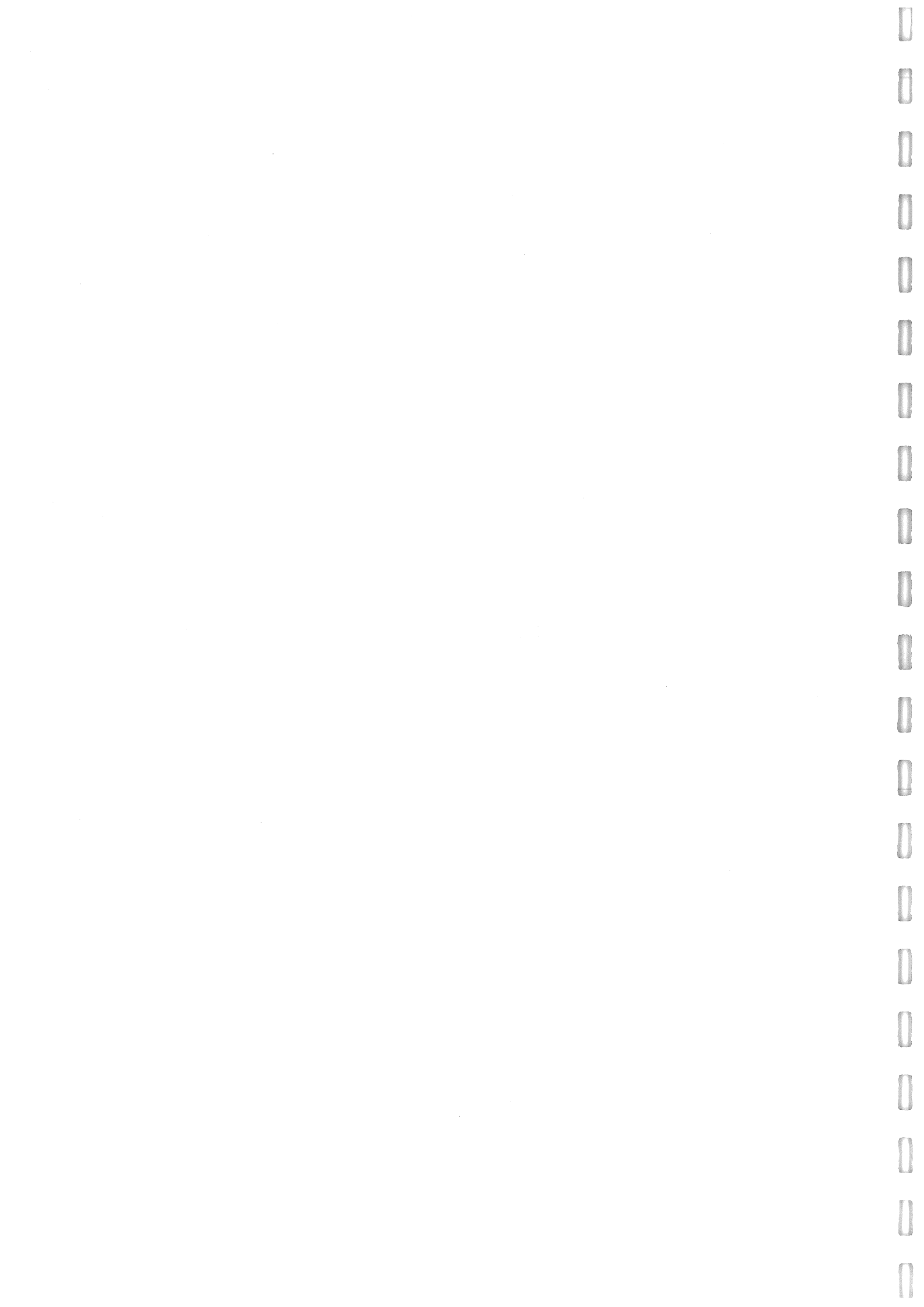


La figure page suivante représentent les pressions minimum calculées en chaque nœud et illustrent l'impact d'un arrêt de la distribution par les Fonds.

Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de Saint-Jean-en-Royans



Distribution par le réservoir des Fonds hors service-Situation future de pointe

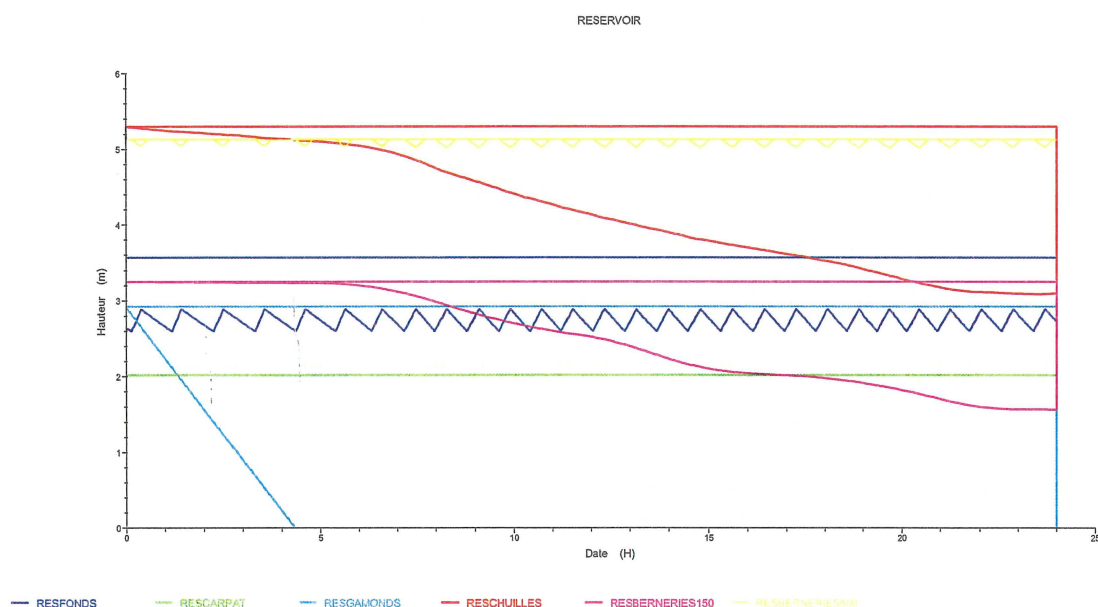


3.4.2.3 Rupture de la canalisation d'achat d'eau

Des simulations ont été réalisées en jour de pointe futur. Les résultats sont présentés ci-après.

Les abonnés situés entre le point d'achat d'eau et le réservoir des Gamonds ne sont plus alimentés.

Graphique 3-10 : Evolution de la hauteur d'eau dans les réservoirs sur une journée de pointe achat d'eau fermé

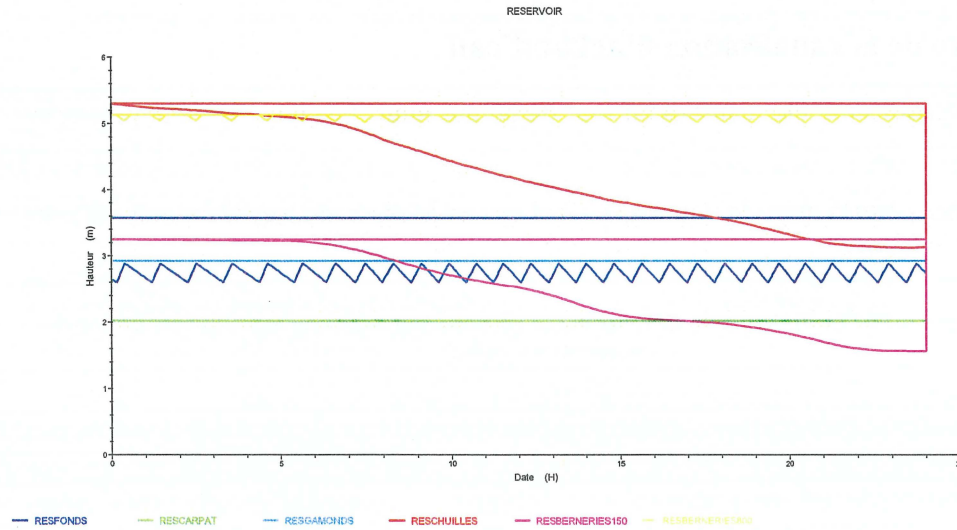


Le réservoir des Gamonds se vident en moins de 5 heures. La durée pourrait être augmentée si les débits alimentant les Chuiles étaient réduits. Toutefois dans ce cas, le réservoir des Chuiles verrait son niveau baisser. Une optimisation dans ce cas de l'utilisation du volume du réservoir des Fonds pourrait résoudre en partie ou en totalité le problème.

3.4.2.4 Arrêt de l'alimentation du réservoir des Berneries par la source des Berneries

Des simulations ont été réalisés en jour de pointe futur. Les résultats sont présentés ci-après.

Graphique 3-11 : Evolution de la hauteur d'eau dans les réservoirs sur une journée de pointe alimentation des Berneries 800 m³ par la source des Berneries fermée

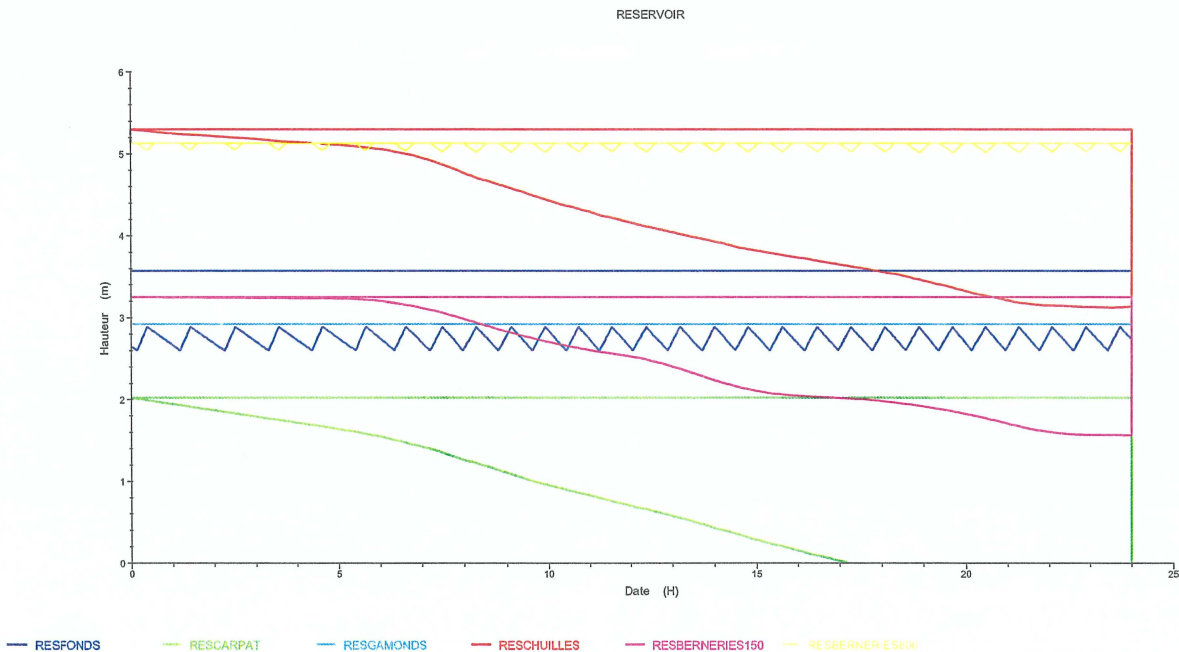


L'impact est nul sur le fonctionnement hydraulique du réseau.

3.4.2.5 Arrêt de l'alimentation du réservoir de Carpat

Des simulations ont été réalisées en jour de pointe futur. Les résultats sont présentés ci-après.

Graphique 3-12 : Evolution de la hauteur d'eau dans les réservoirs sur une journée de pointe alimentation de Carpat par les sources de Frochet et Carpat fermée



Le réservoir se vide en 17 heures.

Le réseau de Carpat est maillé avec le réseau du Bourg et des Berneries, l'ouverture des vannes, fermées en fonctionnement normal, pourrait éventuellement permettre de fonctionner ainsi sur plusieurs jours. En effet, une casse sur une canalisation peut être rapidement réparée. Mais une pollution sur une ressource peut durer plusieurs jours. Dans ce cas, il est nécessaire de prévoir des aménagements permettant d'avoir un fonctionnement hydraulique satisfaisant sur plusieurs jours en l'absence d'une des ressources.

Ces aménagements seront proposés dans la phase 4.

4

Synthèse

Les éléments ressortant de la campagne de mesures et des simulations réalisées sont :

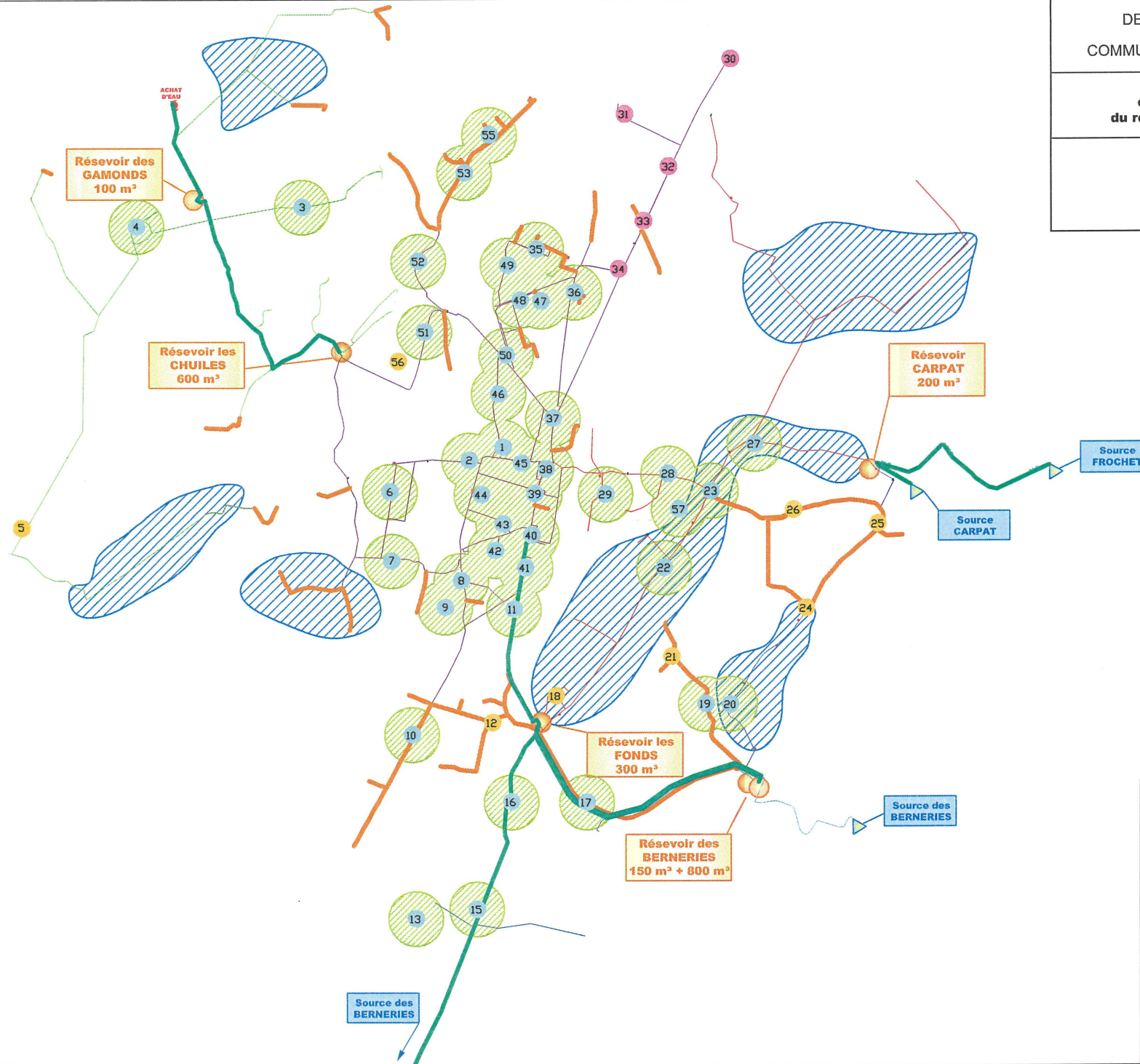
- ✓ Des secteurs fuyards, où des pré-sectorisation nocturnes sont préconisées, les secteurs prioritaires étant ceux dont les indicateurs, rendement et/ou indice linéaire de pertes, sont les moins satisfaisants :
 - Zone 6 (Bourg) ;
 - Zone 2 (Berneries 150 m³) ;
 - Zone 4 (Carpat).
- ✓ Des pertes aux trop pleins des réservoirs importantes, plus de la moitié des volumes produits perdus au niveau des réservoirs des Berneries ;
- ✓ Un réseau incendie important, des poteaux pour la majorité conformes mais une sécurité insuffisante sur les antennes les plus éloignées ;
- ✓ Des pressions satisfaisantes mais des vitesses faibles et des temps de séjour importants,
- ✓ Un stockage suffisant en fonctionnement normal en situation actuelle, une autonomie limitée sur les Chuiles et les Gamonds aggravée en situation future et en fonctionnement de crise.
- ✓ Une exploitation des volumes utiles des réservoirs non-optimale.

Aujourd'hui le réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Saint-Jean-en-Royans fonctionne correctement mais n'est pas optimal pour répondre à l'augmentation des besoins à horizon 2028. De même la défense incendie, assurée par des poteaux sur la totalité du territoire, est satisfaisante sur la majorité des secteurs mais est limitée sur les antennes les plus éloignées et les secteurs d'extension de réseau.

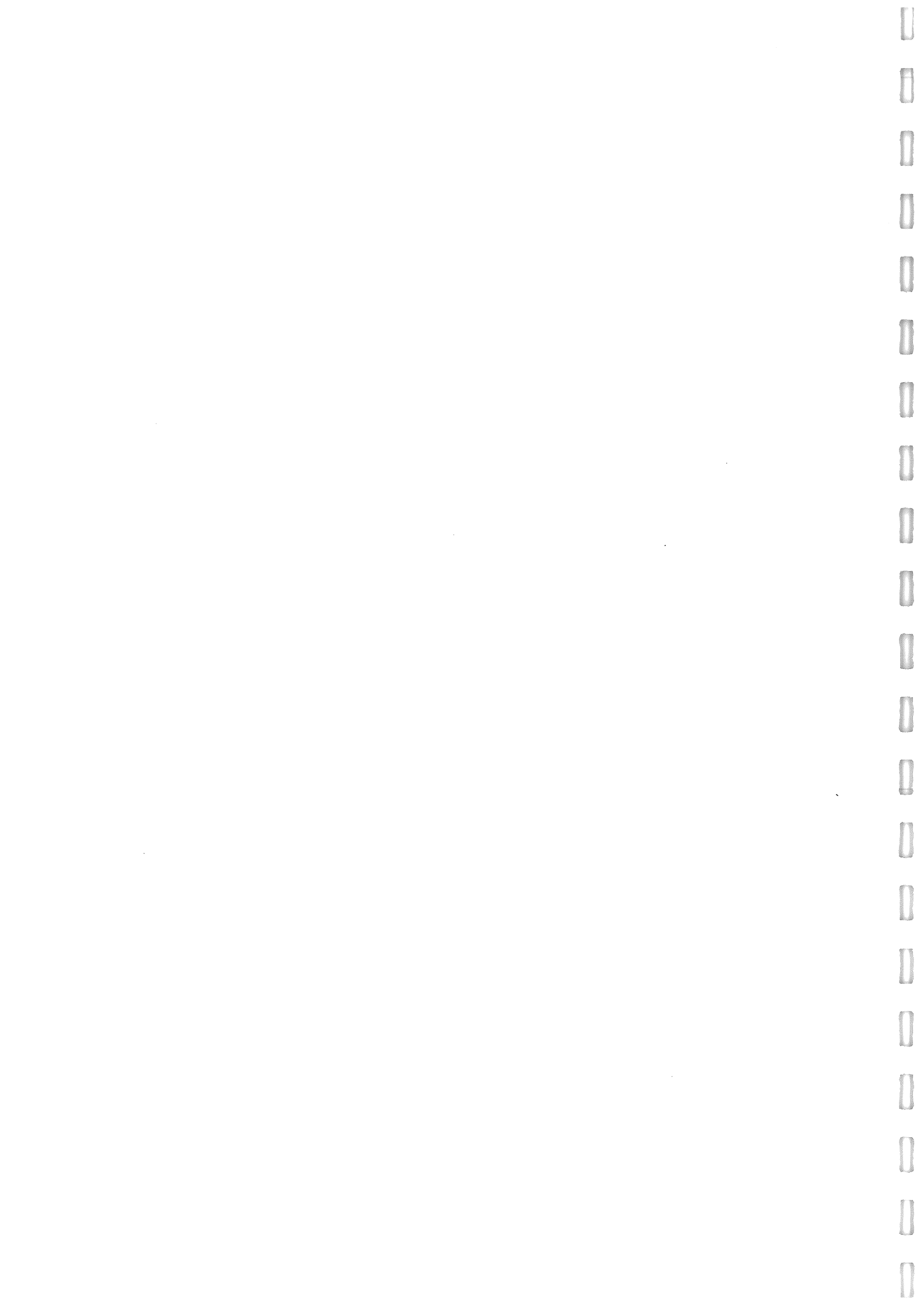
Au vu des dysfonctionnements identifiés, la phase 4 permettra de préconiser les aménagements nécessaires et prioriser les actions. L'objectif étant pour la commune d'avoir un programme de travaux définissant à diverses échéances les travaux à réaliser. Par ailleurs il est prévu de chiffrer ces actions et de rendre compte de l'impact financier sur le prix de l'eau.

La figure page suivante illustre la synthèse des dysfonctionnements observés.

**Carte synthétique
du diagnostic hydraulique
du réseau d'alimentation en potable**



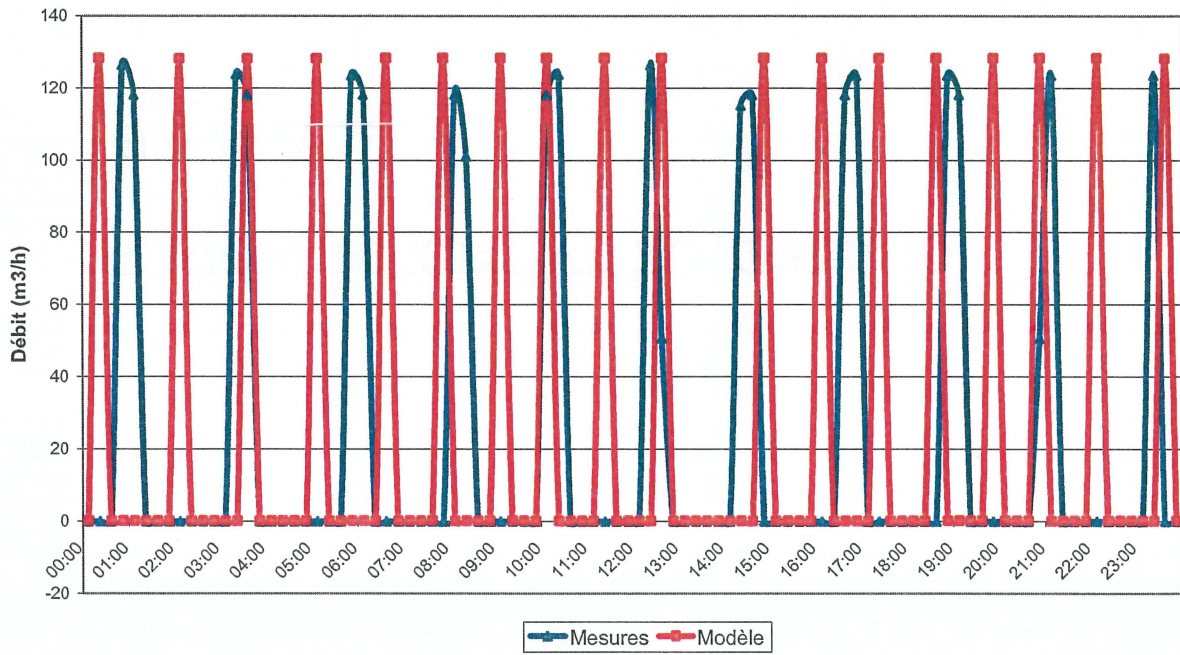
- PI réglementaires
- PI non réglementaires
- PI non contrôlés
- Zone de couverture des PI
- Zone de faible pression
- Temps de séjour > 60 h
- Vitesses satisfaisantes



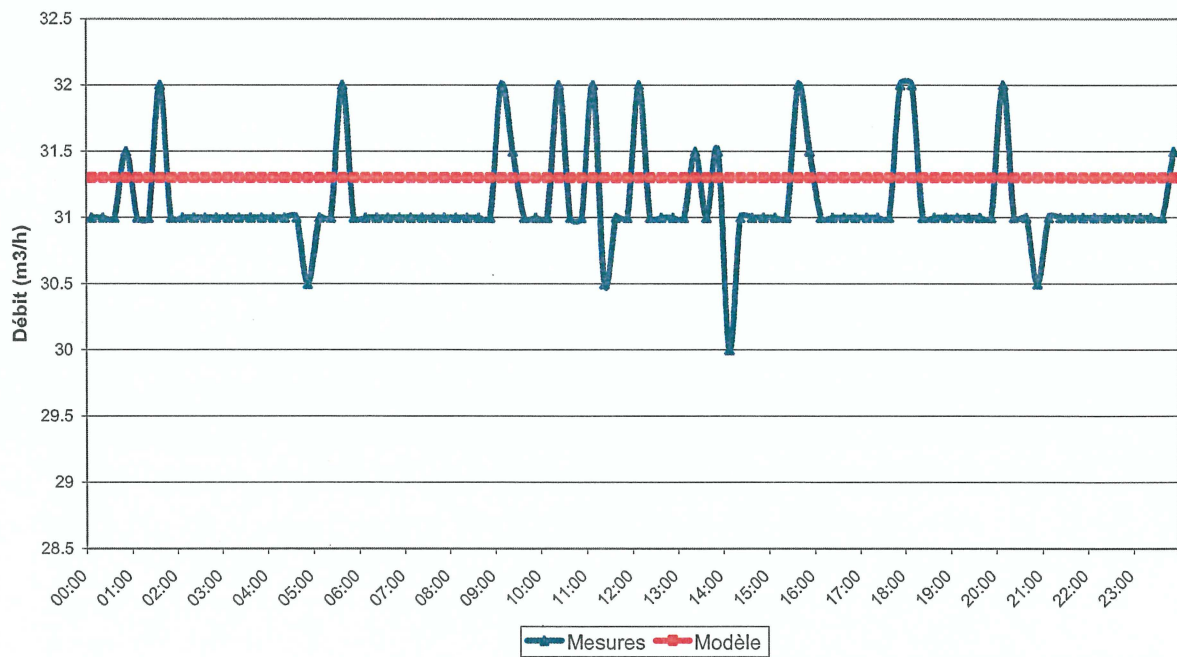
ANNEXE 1

COURBES DE CALAGE DU MODELE

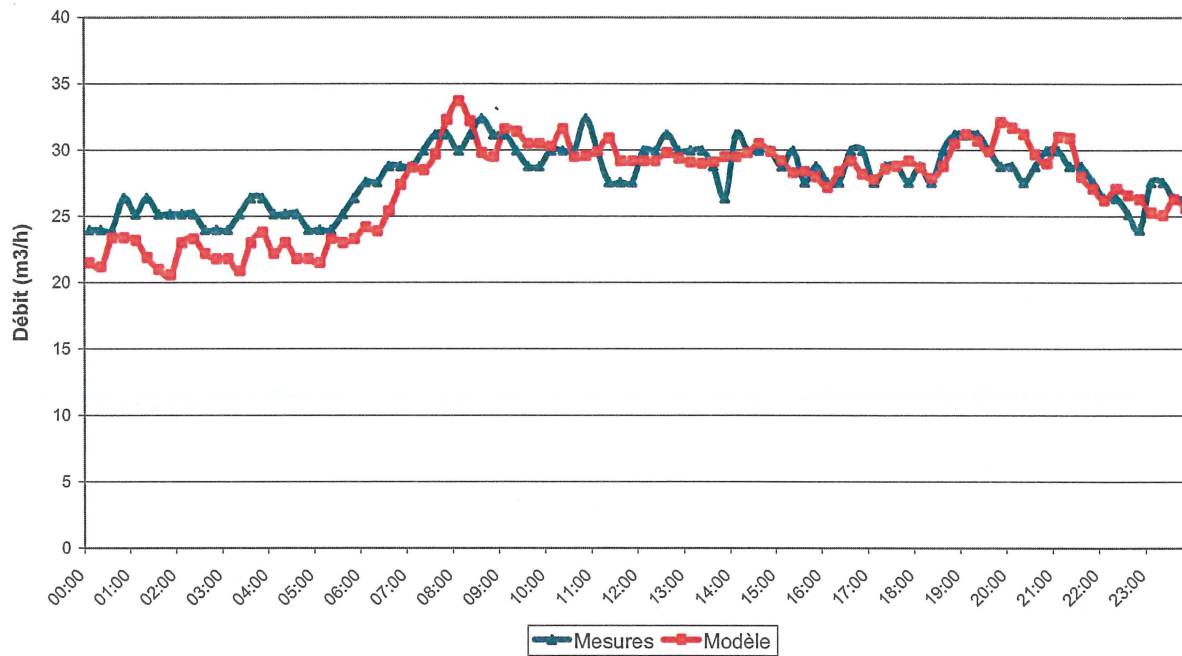
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q01



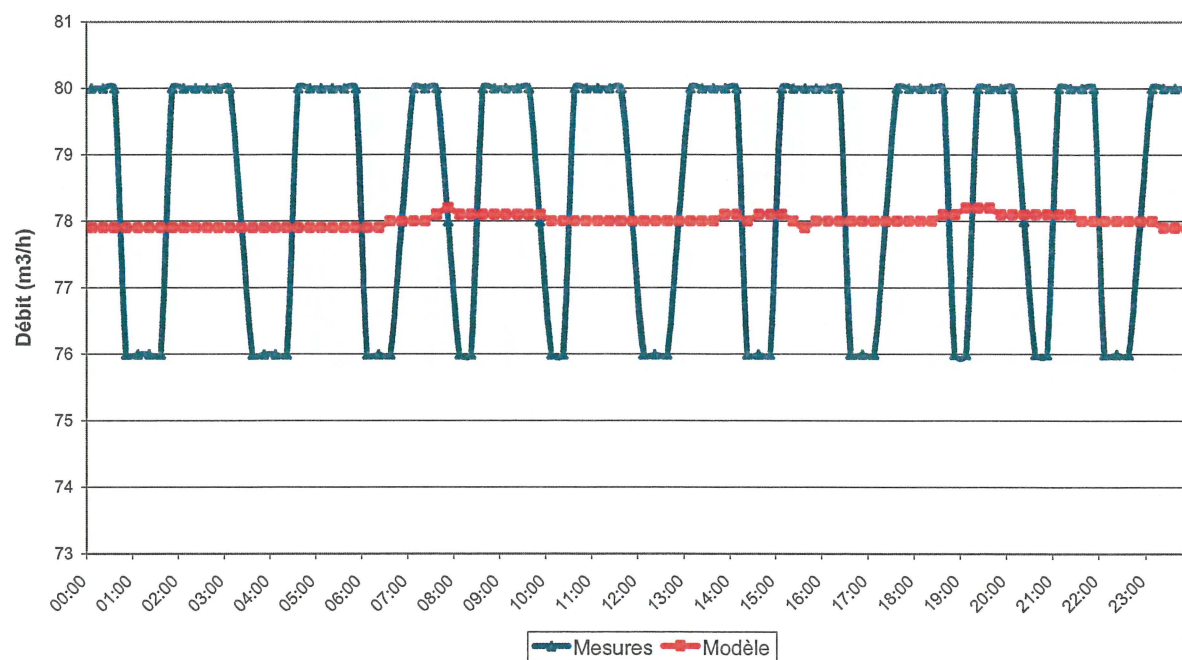
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q02



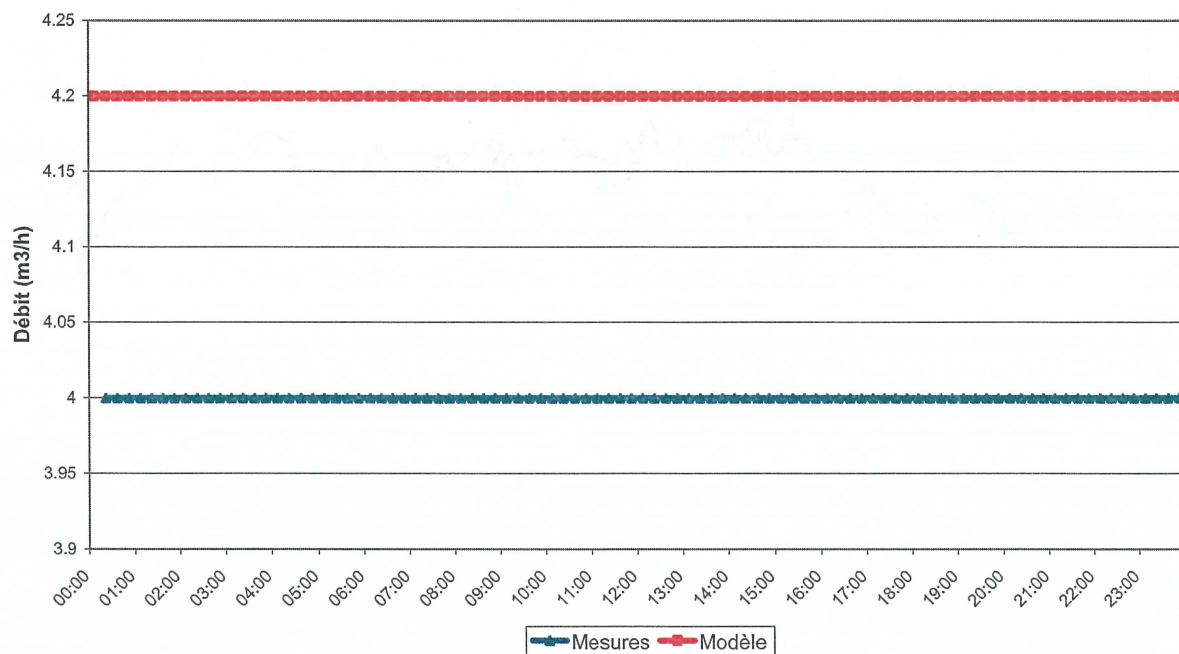
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q03



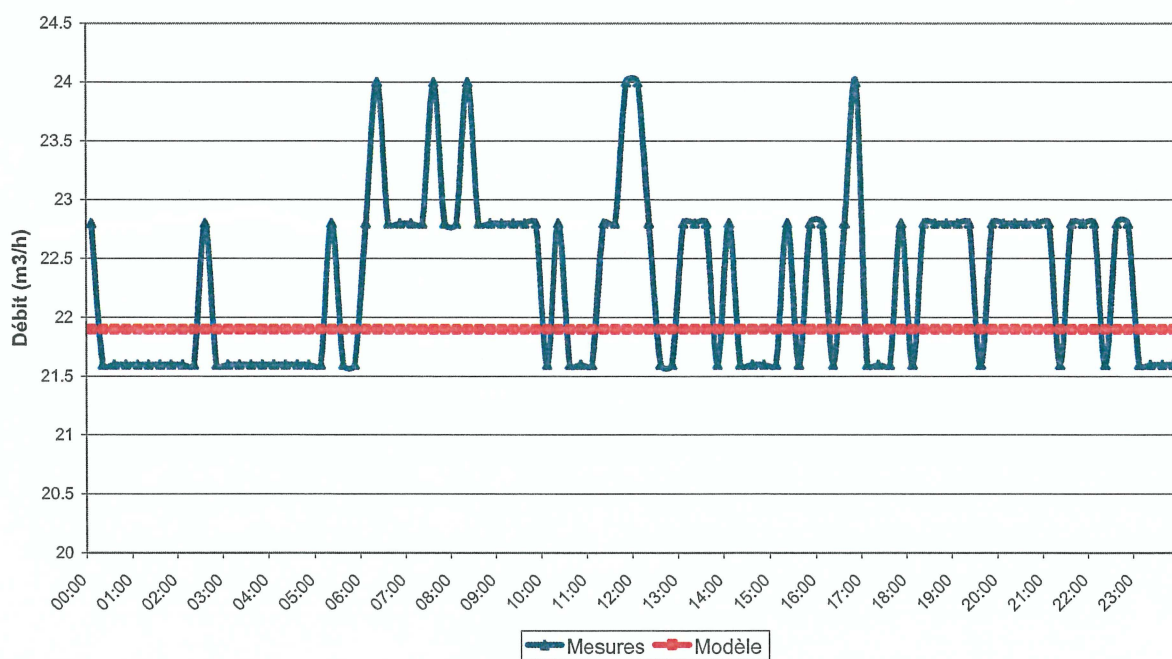
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q04



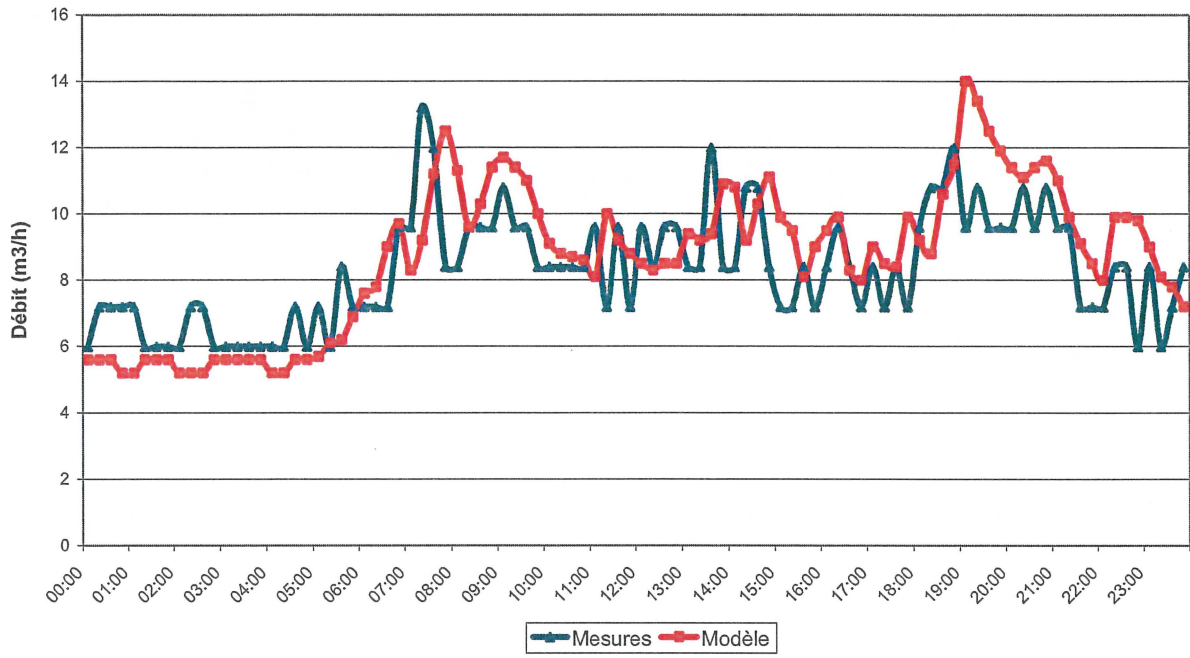
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q05



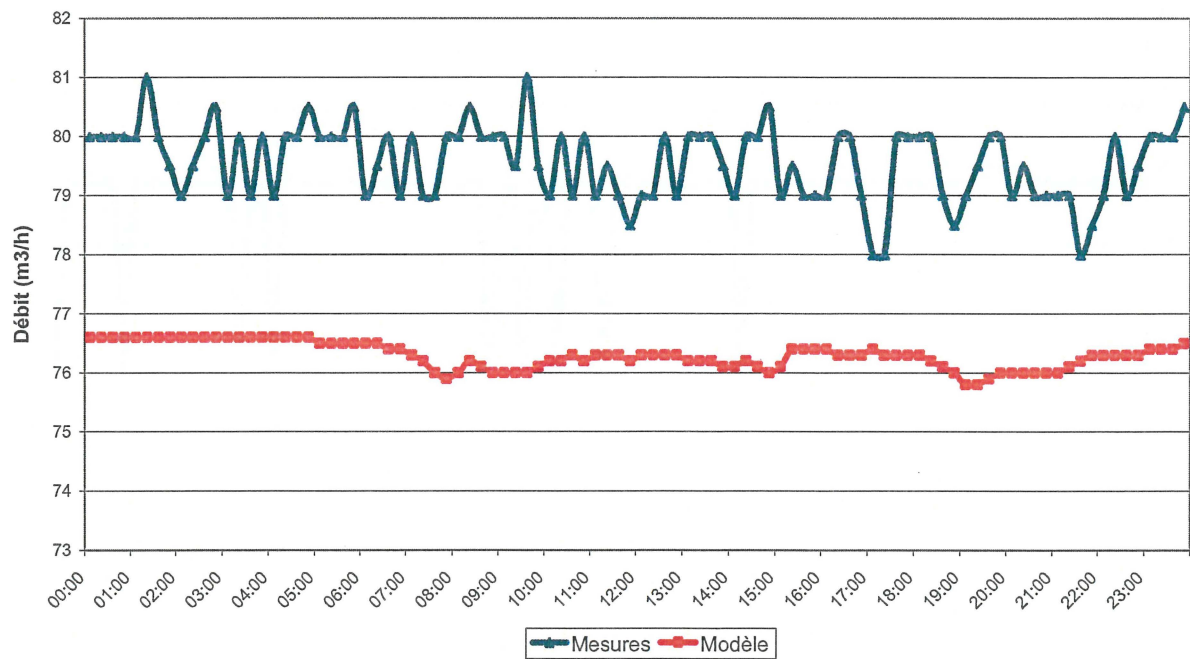
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q06



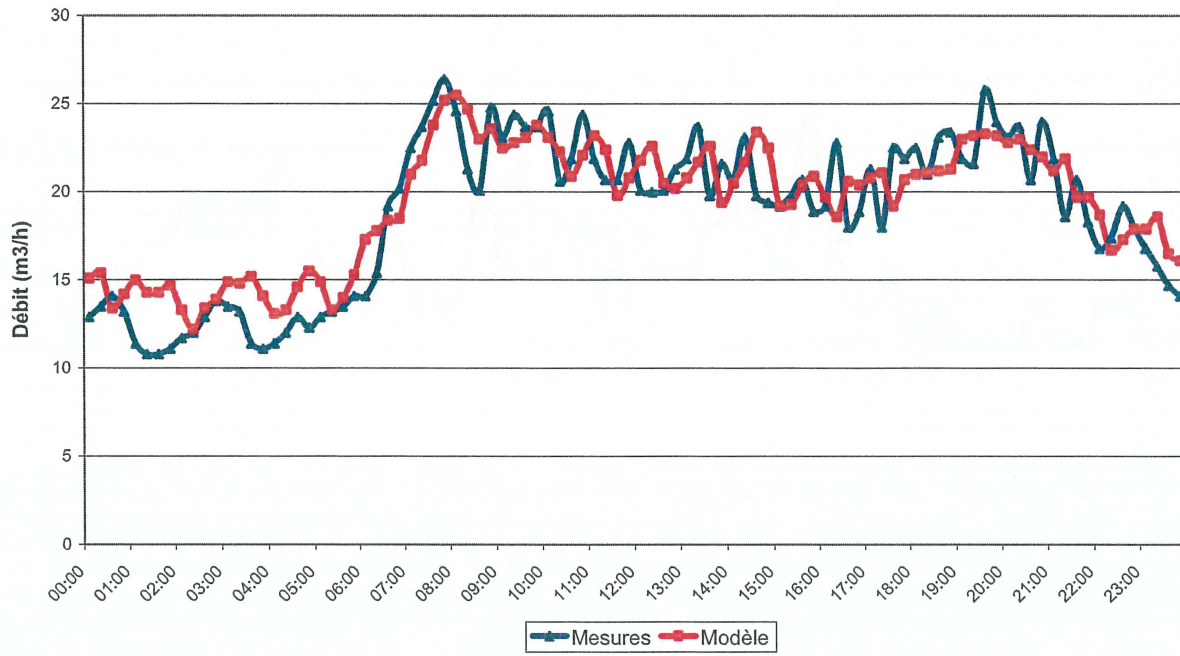
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q07



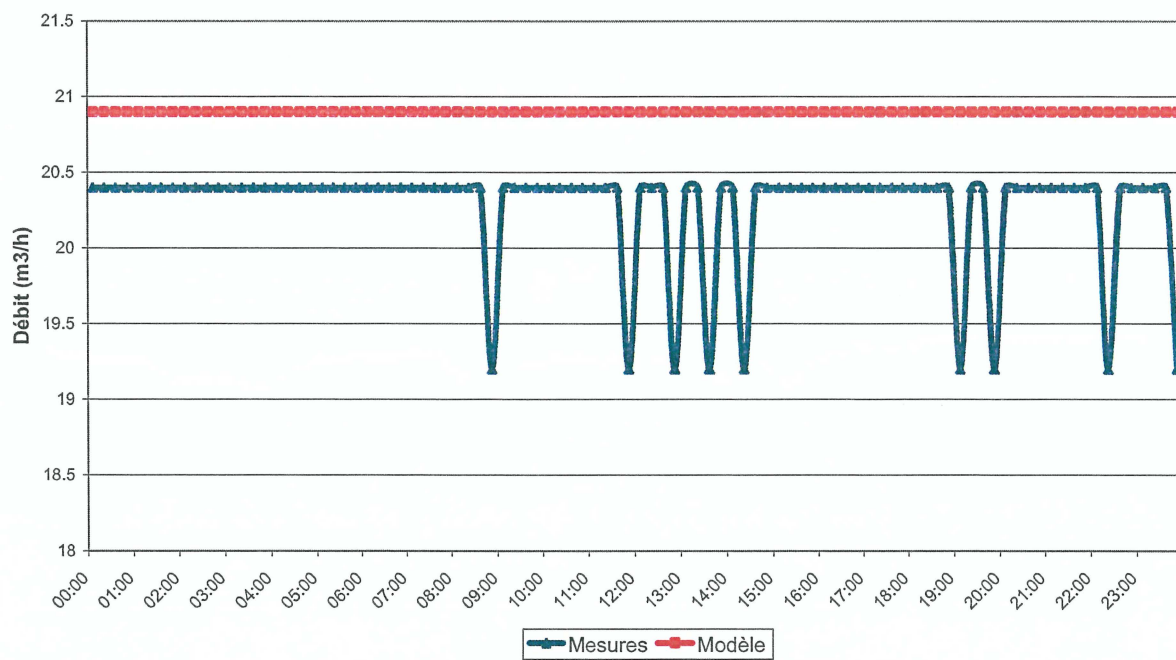
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q09



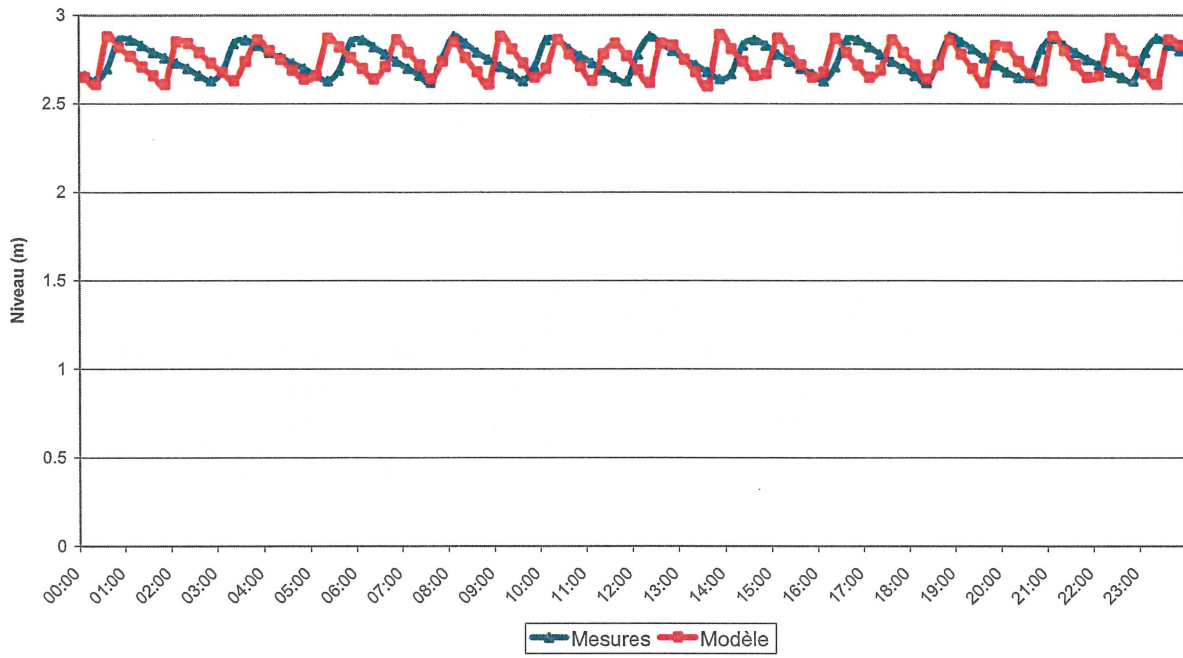
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q10



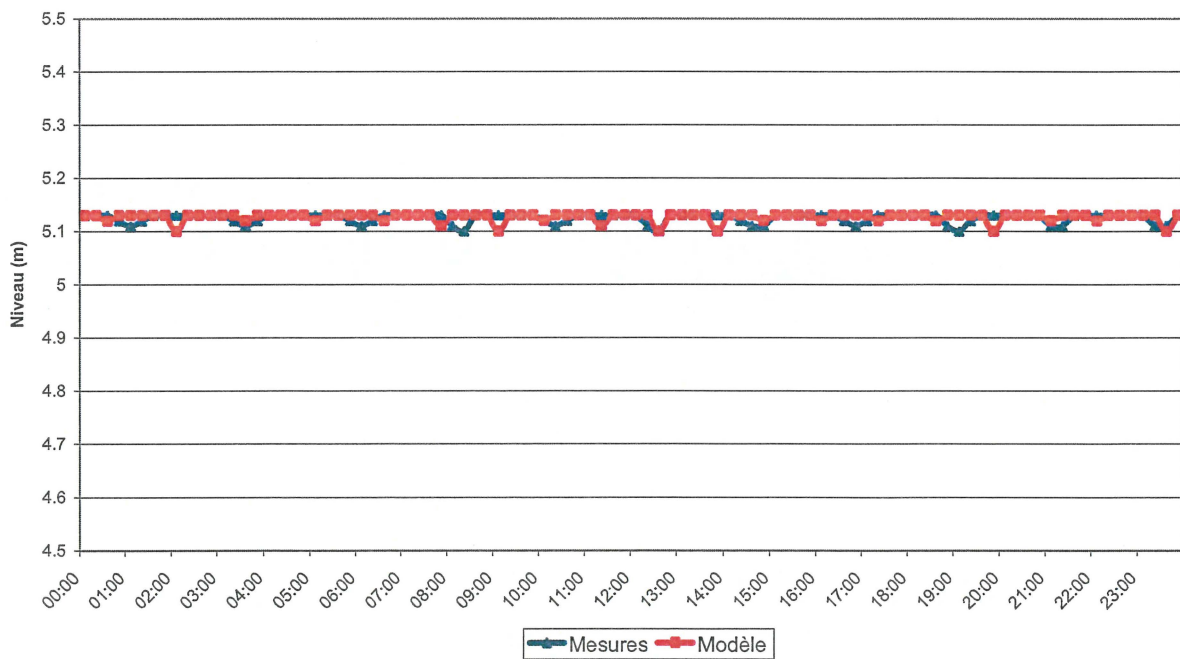
Débits / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
Q11



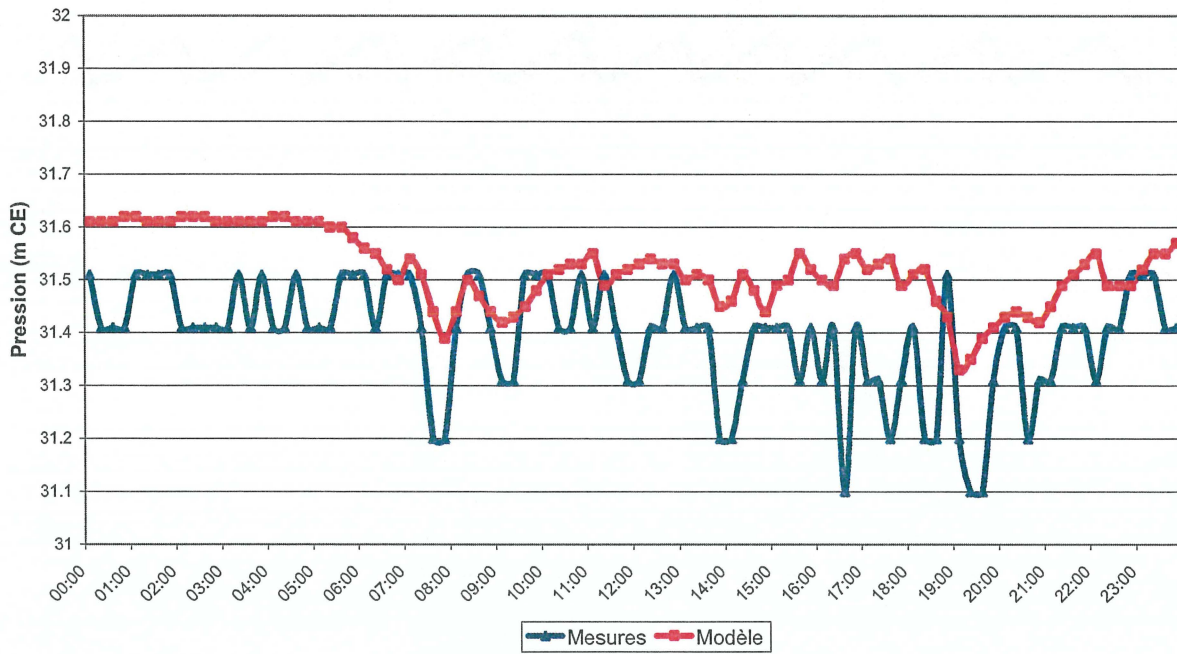
Niveau / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
RESFONDS



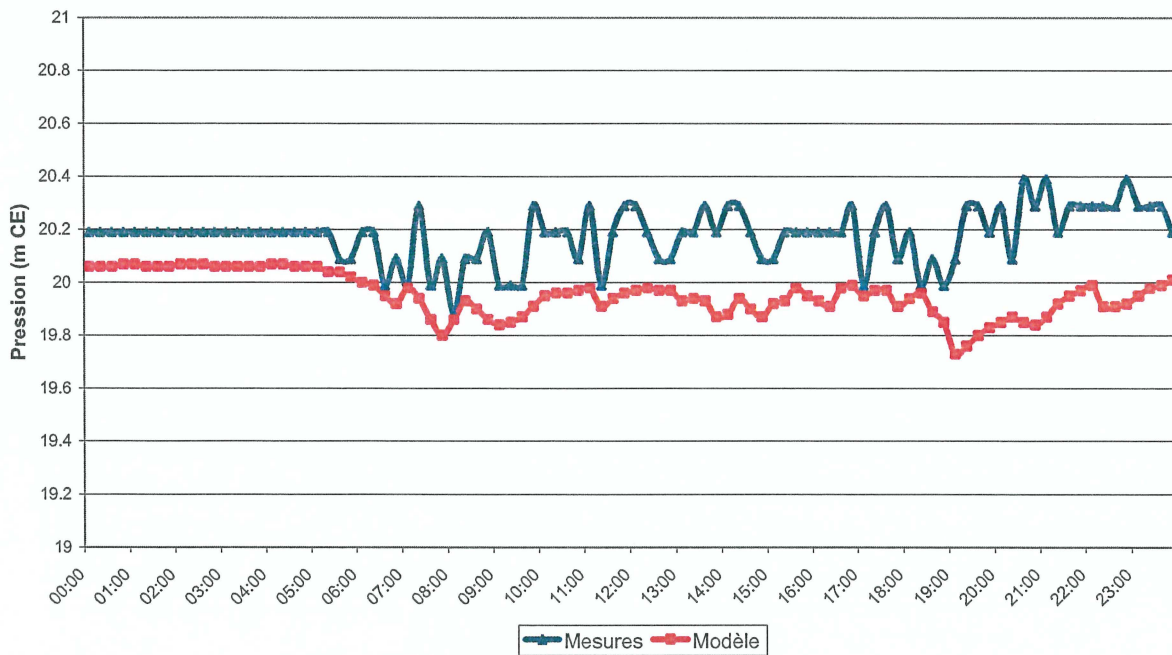
Niveau / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
RESBERNERIES800



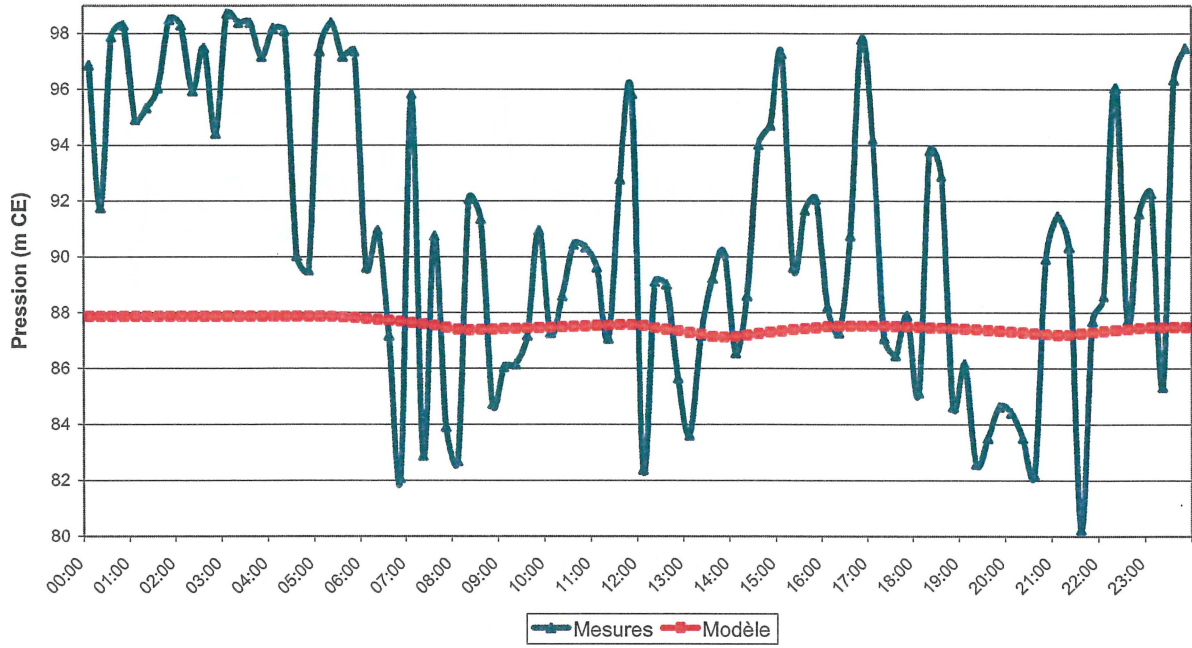
Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI22P6



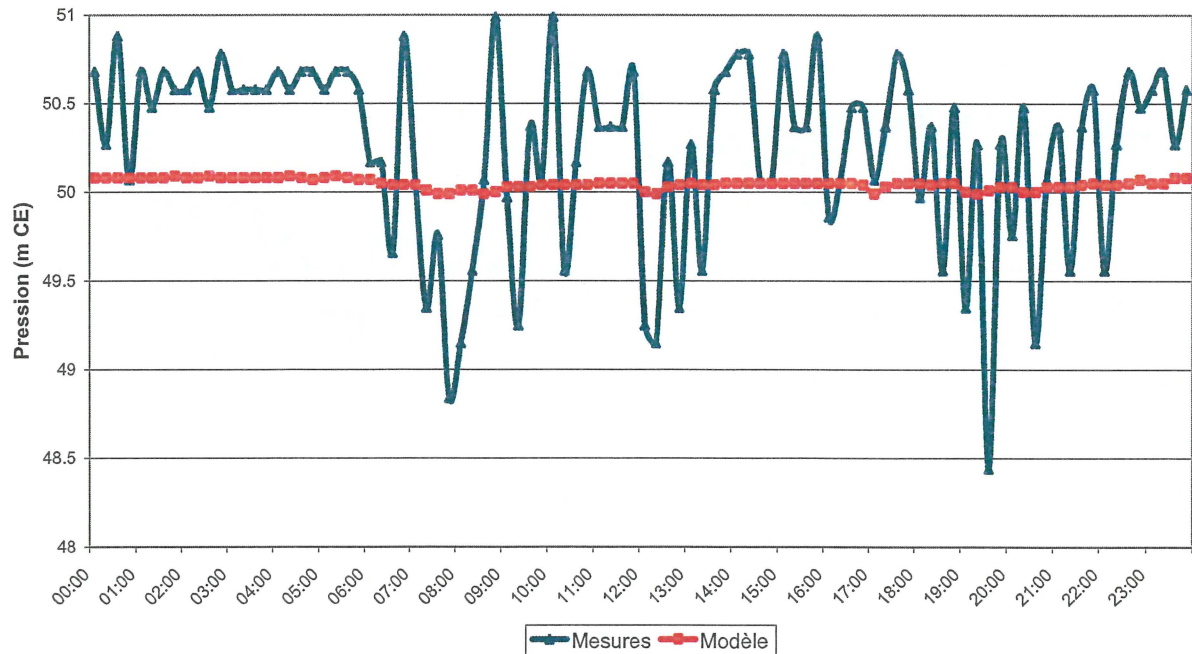
Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI18P8



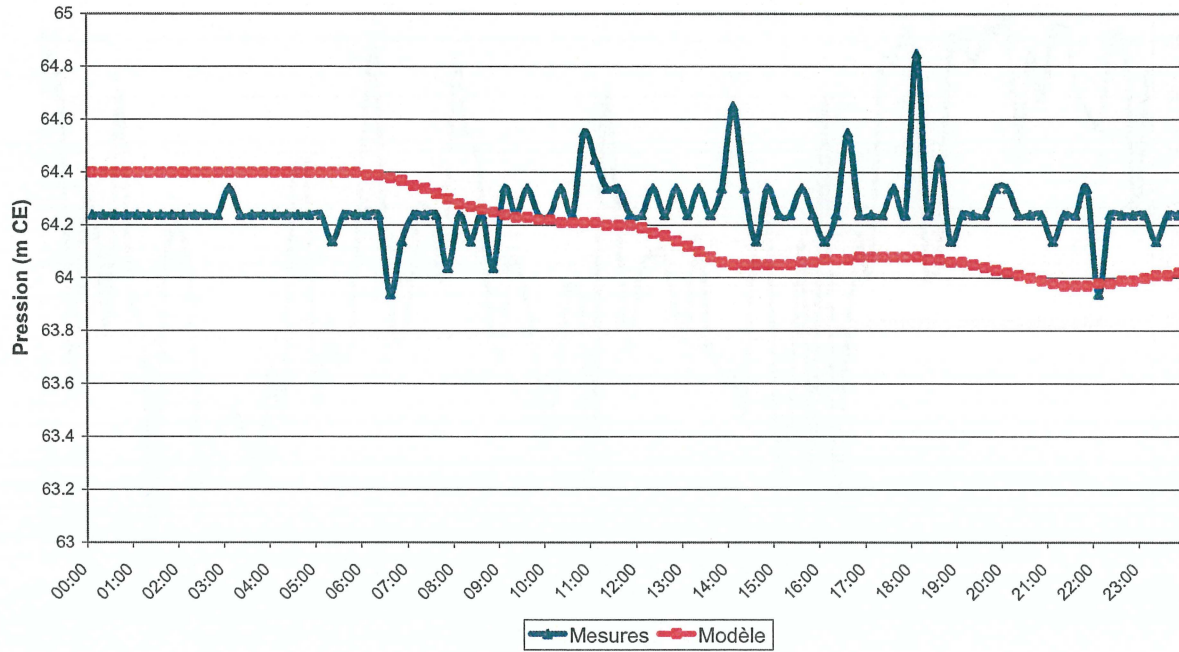
Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI10P7



Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI5P1



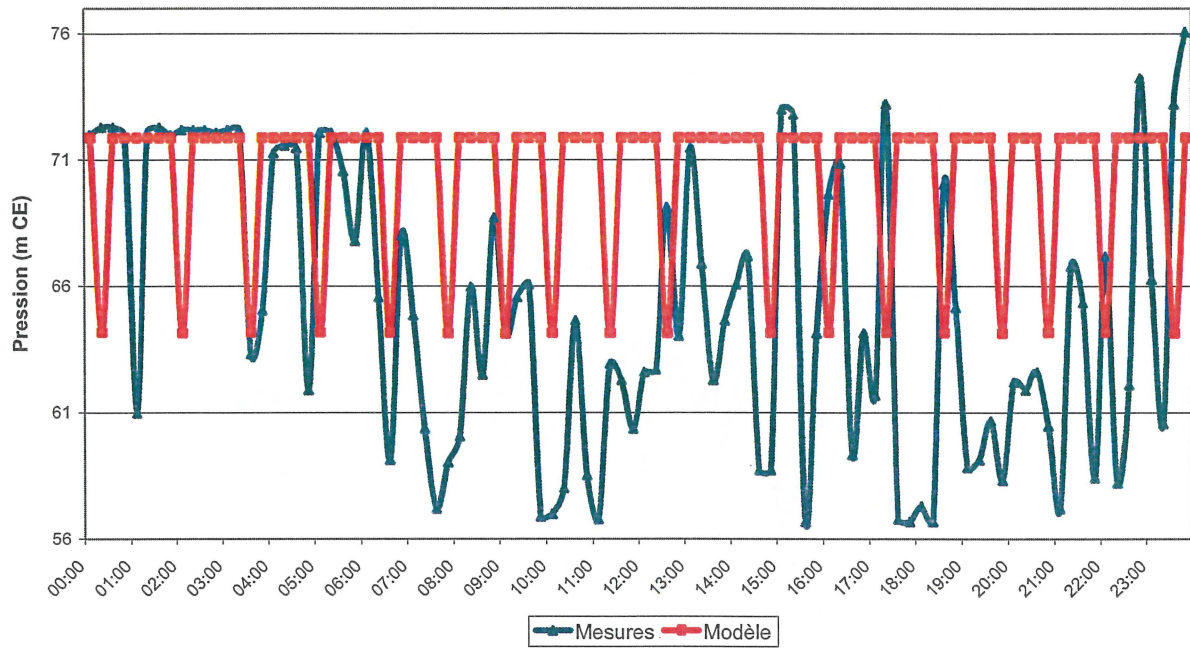
Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI19P9



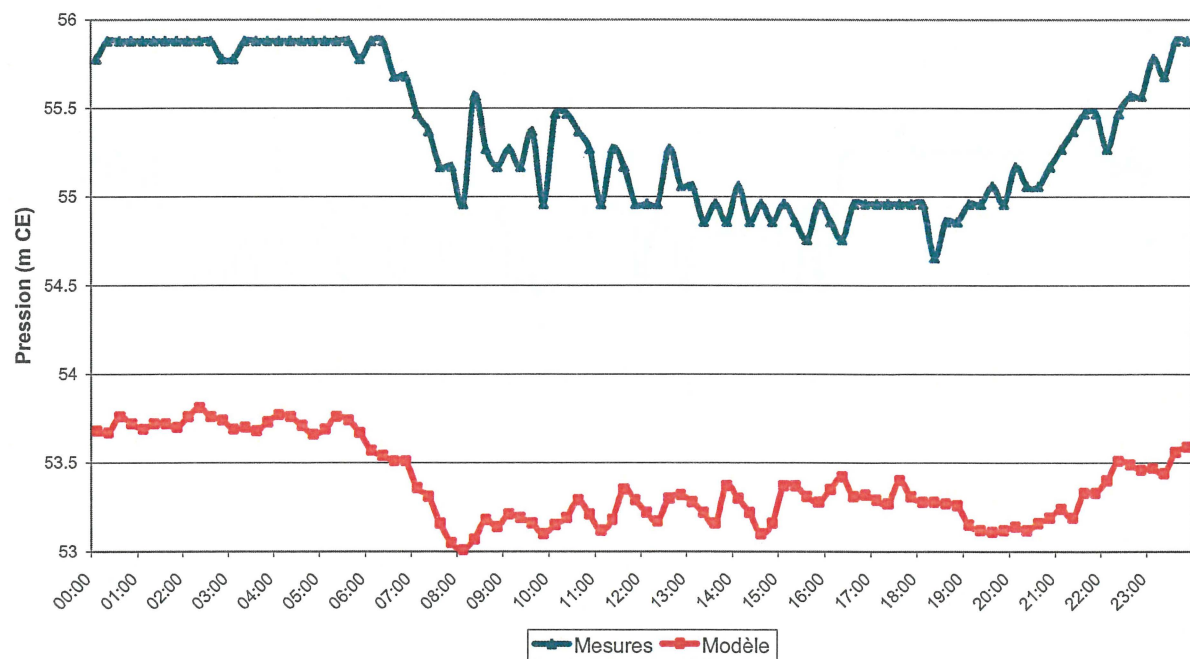
Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI16P12



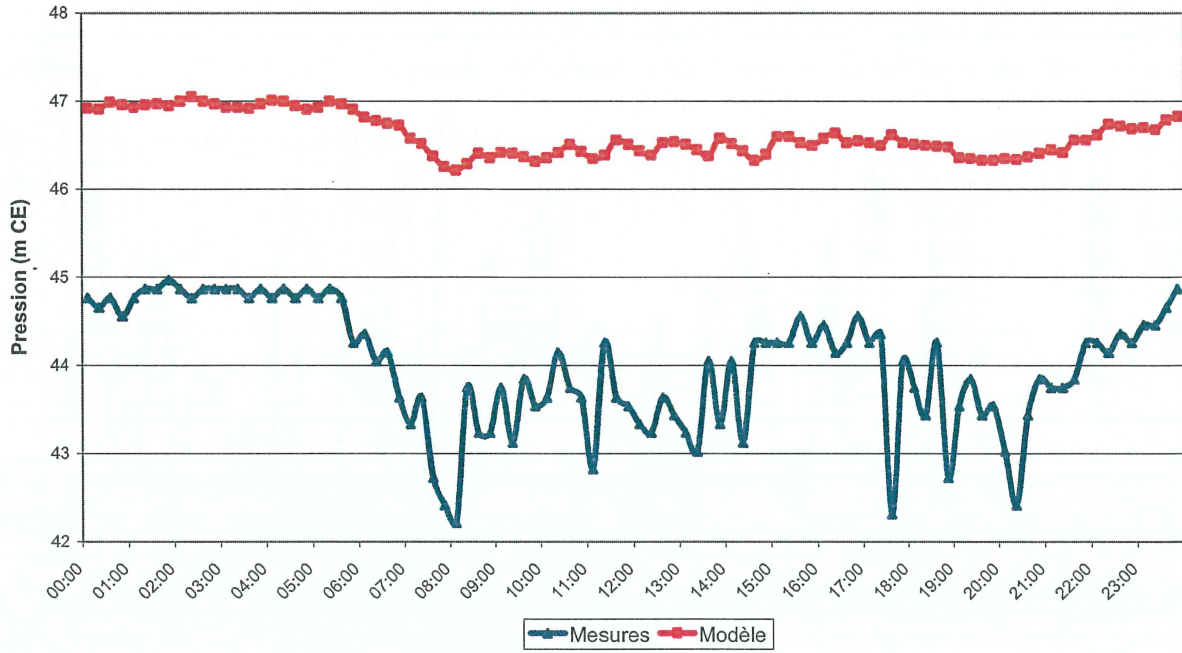
Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI26P10



Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI7P3



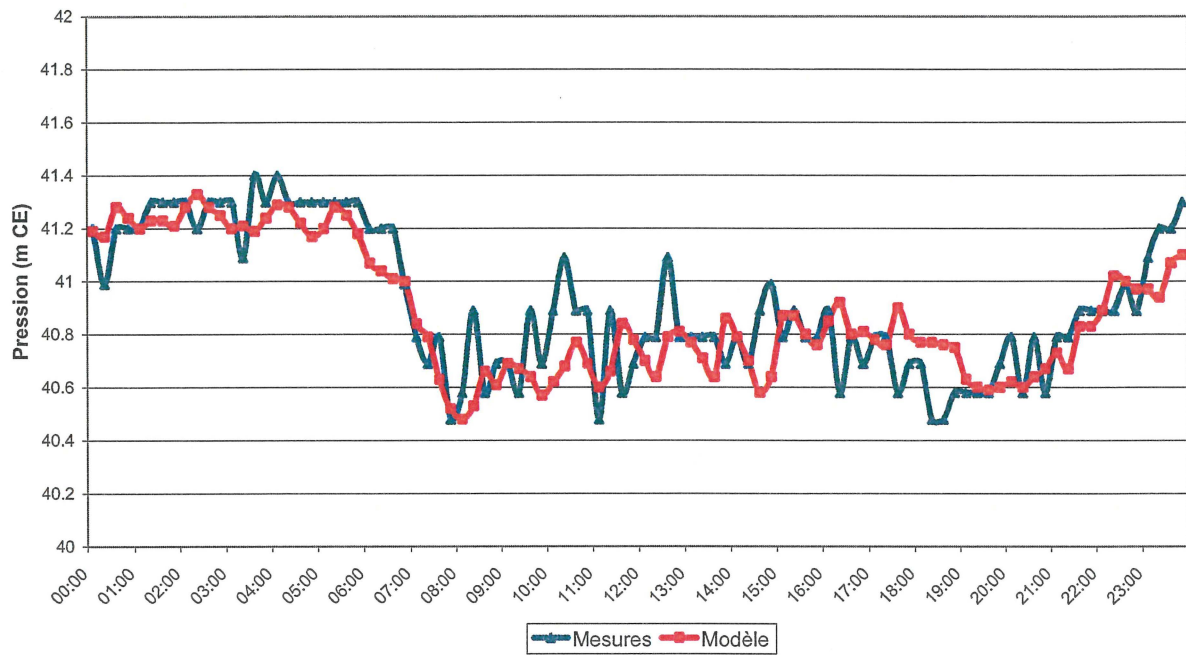
Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI33P5



Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI56P2



Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
PI39P4



Pression / Diagnostic AEP commune Saint Jean en Royans
P11

