



VILLE DE BELLEY
Schéma Directeur Eau Potable

Phase 2 : Modélisation du réseau et élaboration des scénarii

Copyright © Pöyry SAS

Tous droits réservés. Il n'est pas permis de reproduire ce rapport partiellement ou complètement sans le consentement écrit de Pöyry SAS

Table des matières

1	ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU : CAMPAGNE DE MESURES..	6
1.1	Méthodologie.....	6
1.2	Mise en œuvre de la campagne de mesures	6
1.3	Campagne de mesures.....	7
2	ELABORATION DU MODELE HYDRAULIQUE.....	11
2.1	Préambule	11
2.2	Principe du modèle hydraulique	11
2.3	Données du modèle hydraulique	11
3	CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE	15
3.1	Calage des Volumes mis en distribution.....	15
3.2	Calage des Marnages de réservoirs.....	18
3.3	Calage des Rugosités des canalisations	20
4	BILAN DE LA DEMANDE EN EAU ACTUELLE ET FUTURE	22
4.1	Situation actuelle	22
4.2	Situation actuelle moyenne	22
4.3	Situation actuelle de pointe	22
4.4	Situation future moyenne (2025).....	23
4.5	Situation future de pointe (2025 – pointe mensuelle).....	23
4.6	Situation future de pointe (2025 – pointe journalière).....	23
5	MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION ACTUELLE MOYENNE	24
5.1	Volumes mis en distribution.....	24
5.2	Vitesse de l'eau en distribution	24
5.3	Pressions en distribution	25
5.4	Fonctionnement des ouvrages	28
5.5	Age de l'eau en distribution	31
6	MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION ACTUELLE DE POINTE.....	33
6.1	Volumes mis en distribution.....	33
6.2	Vitesse de l'eau en distribution	33
6.3	Pressions en distribution	35
6.4	Fonctionnement des ouvrages	37
7	MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION FUTURE MOYENNE.....	40
7.1	Volumes mis en distribution.....	40
7.2	Vitesse de l'eau en distribution	40

7.3	Pressions en distribution	42
7.4	Fonctionnement des ouvrages	44
7.5	Age de l'eau en distribution	46
8	MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION FUTURE DE POINTE (POINTE MENSUELLE)	49
8.1	Volumes mis en distribution.....	49
8.2	Vitesse de l'eau en distribution	49
8.3	Pressions en distribution	51
8.4	Fonctionnement des ouvrages	53
9	MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION FUTURE DE POINTE (POINTE JOURNALIERE).....	56
9.1	Volumes mis en distribution.....	56
9.2	Vitesse de l'eau en distribution	56
9.3	Pressions en distribution	58
9.4	Fonctionnement des ouvrages	60
10	INDICATEUR DE SECURITE DE L'ALIMENTATION EN EAU	63
11	BILAN DE LA MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION ACTUELLE ET FUTURE	66
12	PROPOSITION DE SCENARI D'AMENAGEMENT.....	68

Annexes

1 ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU : CAMPAGNE DE MESURES

1.1 Méthodologie

La connaissance du fonctionnement réel du réseau a été appréhendée par la mise en œuvre de campagnes de mesures spécifiques sur :

- Les volumes produits,
- Les volumes mis en distribution à partir des différents réservoirs,
- Le marnage des réservoirs,
- Le suivi des consommations journalières de plusieurs gros consommateurs.

La campagne de mesures a été réalisée du 20 au 27 juillet 2012.

Ces mesures se sont appuyées sur les données recueillies par le système de télésurveillance.

1.2 Mise en œuvre de la campagne de mesures

1.2.1 Mesures de débit et comptages

Ces mesures ont été réalisées par utilisation des données enregistrées par le système de supervision des réseaux :

- Compteur général de production situé au niveau du puits de Brens,
- Compteurs divisionnaires existants en sortie des réservoirs de Champeillon.

Les volumes mesurés par les systèmes de supervision ont été récupérés avec un pas de temps de 1h dans la limite des capacités des dispositifs d'acquisition.

1.2.2 Mesures de niveau

Ces mesures ont été réalisées par utilisation des données enregistrées par le système de supervision des réseaux.

Les données ont été récupérées avec les pas de temps les plus courts possibles (15 minutes) dans la limite des capacités des dispositifs d'acquisition.

Les enregistrements obtenus permettent, en parallèle des volumes distribués, d'obtenir la courbe de marnage de chaque réservoir et donc d'apprécier son fonctionnement et les consignes exactes d'asservissement des pompes. Ces données permettent également d'établir la courbe de consommation par sous-services.

1.2.3 Mesures de pression

Il n'a pas été réalisé d'enregistrements de pression spécifiques au cours de la campagne.

Seuls les résultats des essais de débit des poteaux d'incendie réalisés de 2009 à 2011 par le SDIS ont été exploités pour le calage du modèle hydraulique.

1.3 Campagne de mesures

1.3.1 Mesures effectuées

Ces mesures ont été réalisées lors de la période du 20 au 27 juillet 2012.

La répartition du nombre de mesures de débit, marnage, pression par zones figure dans le tableau suivant :

	Acquisition des débits par télétransmission	Acquisition des niveaux par télétransmission	Relevé des compteurs de gros consommateurs	Relève mensuelle des volumes exportés
Ville de Belley	5	2	5	5

Les emplacements des points de mesures sont précisés ci-après :

Type de mesure	Site	Point de mesures
Enregistrements de débit	Puits de Brens	Compteur de production
	Site de Champeillon	Compteur de distribution Bas Service DN300
		Compteur de distribution Bas Service DN200
		Compteur de distribution Bas Service DN175
		Compteur de distribution Haut Service
Enregistrements de niveau	Site de Champeillon	Réservoir Bas Service – cuve 3000 m ³
		Réservoir Haut Service

Les index des plus gros consommateurs recensés auprès de l'exploitant ont également été relevés afin de préciser leurs consommations journalières durant la campagne de mesures.

Les consommateurs concernés sont les suivants :

- Guilloteau
- Neuhauteur
- Biolattes
- Arrosage stade P. Chastel
- Arossage stade Diano

En complément, les relevés mensuels des volumes exportés vers les collectivités voisines (Virignin, Peyrieu, Brens, Marignieu et St Champ) ont été exploités.

1.3.2 Synthèse des résultats de la campagne de mesures

Le tableau suivant présente une synthèse des volumes produits et mis en distribution au cours de la période de mesures.

Date	Volume produit Puits de Brens (m³)	Volume distribué Haut Service (m³)	Volume distribué Bas Service - Conduite DN300 (m³)	Volume distribué Bas Service - Conduite DN200 (m³)	Volume distribué Bas Service - Conduite DN175 (m³)	Volume total distribué Bas Service (m³)	Volume total distribué (m³)
21/07/2012	3 360	432	1 501	494	367	2 362	2 794
22/07/2012	3 400	445	1 427	483	351	2 261	2 706
23/07/2012	3 990	487	1 746	578	421	2 745	3 232
24/07/2012	4 070	475	1 770	590	429	2 789	3 264
25/07/2012	3 890	483	1 724	567	418	2 709	3 192
26/07/2012	4 020	503	1 756	582	427	2 765	3 268
27/07/2012	4 020	500	1 837	628	445	2 910	3 410
Moyenne sur la période	3 821	475	1 680	560	408	2 649	3 124
Minimum sur la période	3 360	432	1 427	483	351	2 261	2 706
Maximum sur la période	4 070	503	1 837	628	445	2 910	3 410

La journée du 25 juillet a été retenue comme représentative de la période de mesures.

Le détail des débits produits et distribués au cours de cette journée est présenté ci-après.

Heure		Débit produit Puits de Brens (m³/h)	Débit distribué Haut Service (m³/h)	Débit distribué Bas Service Conduite DN300 (m³/h)	Débit distribué Bas Service Conduite DN200 (m³/h)	Débit distribué Bas Service Conduite DN175 (m³/h)	Débit total distribué Bas Service (m³/h)	Débit total distribué (m³/h)
0h	1h	360	12	47	16	13	76	88
1h	2h	360	11	54	18	14	86	97
2h	3h	100	11	57	19	14	90	101
3h	4h	0	11	51	16	12	79	90
4h	5h	0	12	44	14	11	69	81
5h	6h	0	11	46	15	11	72	83
6h	7h	0	17	69	22	16	107	124
7h	8h	0	26	83	27	19	129	155
8h	9h	0	28	97	31	23	151	179
9h	10h	0	30	90	30	21	141	171
10h	11h	0	31	85	28	20	133	164
11h	12h	300	28	85	27	20	132	160
12h	13h	380	25	80	27	20	127	152
13h	14h	200	22	84	27	20	131	153
14h	15h	0	22	79	26	18	123	145
15h	16h	100	20	78	26	18	122	142
16h	17h	360	21	74	24	19	117	138
17h	18h	260	22	74	25	19	118	140
18h	19h	0	23	75	26	18	119	142
19h	20h	80	28	75	26	18	119	147
20h	21h	380	22	77	26	20	123	145
21h	22h	290	19	80	26	20	126	145
22h	23h	350	17	79	25	19	123	140
23h	0h	370	14	61	20	15	96	110
Volume total (m³)		3 890	483	1 724	567	418	2 709	3 192
Débit moyen (m³/h)		162	20	72	24	17	113	133
Débit mini (m³/h)		0	11	44	14	11	69	81
Débit maxi (m³/h)		380	31	97	31	23	151	179

1.3.3 Pertes en distribution

Les volumes perdus en distribution lors de la période de mesures ont été quantifiés et répartis sur le réseau à partir des résultats des sectorisations effectuées par la ville de Belley les 11 et 12 juillet 2012.

Ces sectorisations de fuites sont basées sur le découpage du réseau en 11 zones de distributions qui sont présentées sur le schéma ci-après.

Les débits minimums mesurés sur chaque zone sont présentés dans le tableau suivant.

Les débits de fuite ont été estimés à partir des débits minimum et en considérant qu'en moyenne 27% du débit minimum correspond à une consommation nocturne résiduelle (donnée issue de l'analyse des consommations moyennes annuelles).

Secteurs de distribution	Linéaire (km)	Débit minimum nocturne du secteur (m ³ /h)	Débit de fuite estimé (m ³ /h)	Volume de fuite estimé (m ³ /j)	Indice Linéaire de Perte (m ³ /j/km)
Secteur n°1	13,6	10	7,3	175	12,8
Secteur n°2	3,4	1	0,7	18	5,1
Secteur n°3	9,7	3	2,2	53	5,4
Secteur n°4	4,5	0	0,0	0	0,0
Secteur n°5	4,3	0,6	0,4	11	2,5
Secteur n°7	11,4	13,7	10,0	240	21,0
Secteur n°8	4,0	4	2,9	70	17,6
Secteur n°9	6,8	3	2,2	53	7,8
Secteur n°10	8,0	40	29,2	701	88,0
Secteur n°11.2	7,8	3,3	2,4	58	7,4
Secteur n°11.3	10,5	3,4	2,5	60	5,7
Totaux	84,0	82	59,9	1437	17,1

Le débit de fuite total estimé est de l'ordre de 60 m³/h.

Il correspond à un indice linéaire de perte moyen de 17,1 m³/j/km pour le seul réseau de distribution (15,3 m³/j/km pour le réseau complet), indice qui caractérise un réseau en mauvais état d'après les valeurs guides des Agences de l'eau.

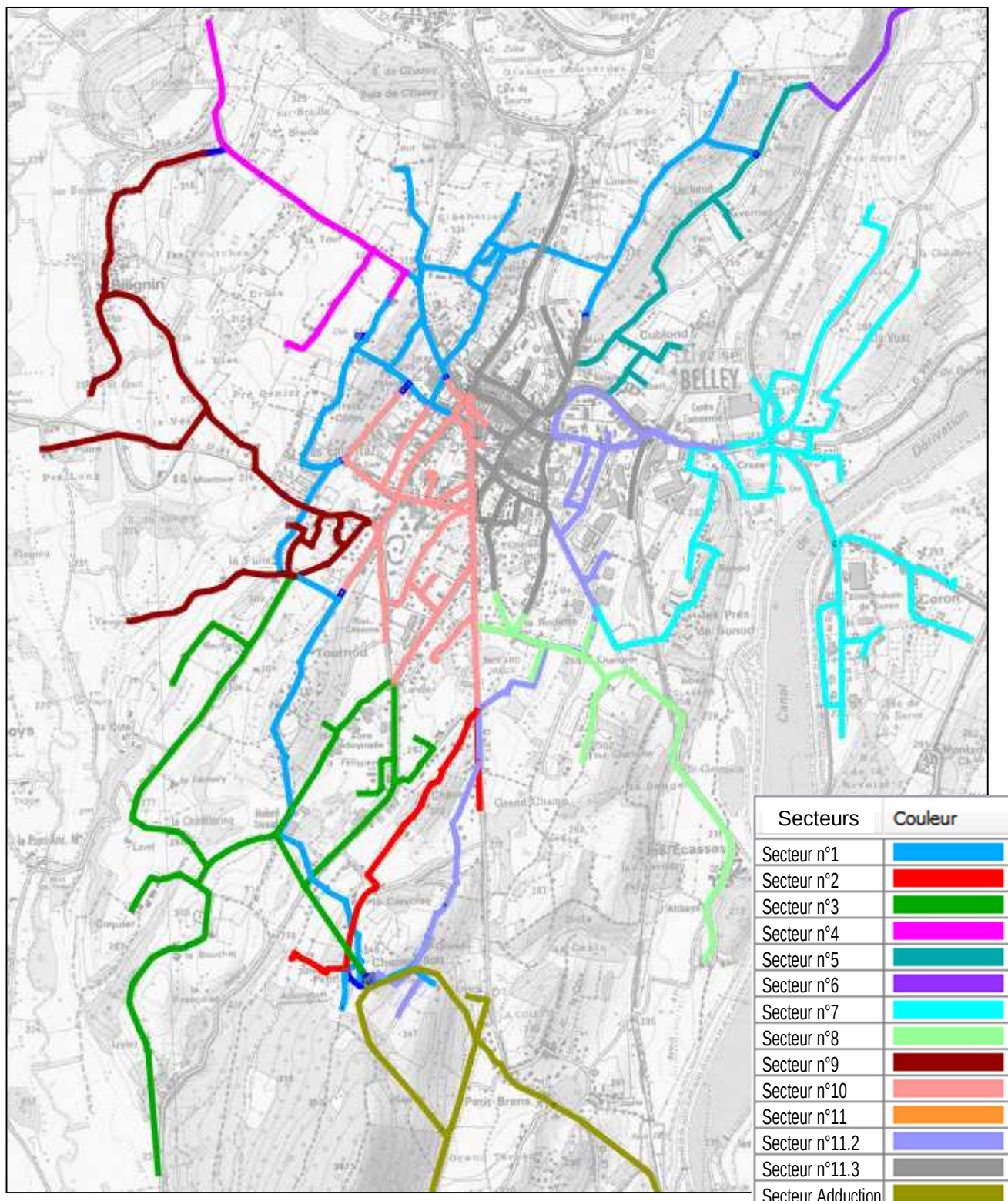
Toutefois, il apparaît que la répartition des pertes est très variable sur le réseau. Le secteur n°10 de l'ouest du centre-ville concentre ainsi près de la moitié des pertes et présente un ILP très mauvais (Pertes de 88 m³/j/km).

Les secteurs n°7 (secteurs de Sonod, Ousson et Coron soumis à de fortes pressions), n°8 (secteur de Charignin, Ecassas) et, dans une moindre mesure, n°1 (Haut Service) présentent également des performances médiocres et représentent près de 35% des pertes.

En revanche, les autres secteurs présentent des indices linéaires de pertes acceptables pour une zone urbaine (ILP <10 m³/j/km).

Ainsi, les pertes en distribution apparaissent comme étant essentiellement concentrées au niveau de quelques secteurs dont, notamment, l'ouest du centre-ville (50% des fuites) et la partie Est du réseau soumise à de fortes pressions (20% des fuites).

Une action visant à réduire les pertes sur ces secteurs (n°10, 7 et 8) apparaît comme devant être menée prioritairement afin que le réseau atteigne des performances globales et un rendement correct.



2 ELABORATION DU MODELE HYDRAULIQUE

2.1 Préambule

Faisant suite à la Phase 1 de l'étude et à la campagne de mesures, un modèle hydraulique des réseaux de la zone d'étude a été constitué.

Les chapitres suivants présentent les détails de la construction de ce modèle.

2.2 Principe du modèle hydraulique

Le logiciel utilisé pour la modélisation est un outil développé par le CEMAGREF, fonctionnant avec l'interface graphique de PORTEAU. Il s'agit de :

- **ZOMAYET**, qui permet d'étudier pour une simulation sur 24 heures, le comportement d'un réseau maillé sous pression. La simulation prend en compte les réservoirs, les pompes décrites par leur courbe caractéristique ou leur puissance, les limiteurs de débit, les stabilisateurs de pression, les vannes, les réducteurs de pression et les consommations spécifiques différentes par tronçons simulés.

La modélisation est réalisée sur 24 heures.

Le réseau est représenté sous forme de schéma comportant :

- des tronçons caractérisés chacun par son matériau, son diamètre, sa rugosité, ses singularités éventuelles (pompage, réducteur de pression, vanne fermée...) et son linéaire,
- des nœuds caractérisés chacun par leur nom, leur nature (nœud ordinaire de consommation, réservoir, ou ressource), leur cote sol, les consommateurs associés (quantité et types : industriels ou domestiques).

2.3 Données du modèle hydraulique

Les données hydrauliques du modèle telles que les courbes de consommation et autres données de calage ont été obtenues à partir des résultats de la campagne de mesures décrite dans les chapitres précédents.

2.3.1 Structure du réseau modélisé

La structure du réseau a été modélisée à partir d'une importation du plan présent dans le SIG EDITOP de la ville.

Les tracés et diamètres des canalisations ont ainsi été importés automatiquement. Leurs longueurs ont été calculées automatiquement à partir du modèle géoréférencé.

Les altitudes des nœuds du modèle ont été calculées automatiquement à partir d'un Modèle Numérique de Terrain acquis auprès de l'IGN.

2.3.2 Services de distribution

Les réseaux de l'aire d'étude sont constitués de trois services de distribution.

La campagne de mesures a permis de considérer les volumes distribués au sein de secteurs représentant ces services :

- Adduction (Desserte en route du puits de Brens aux réservoirs de Champeillon),
- Bas service,
- Haut Service.

Ceux-ci ont donc été repris au sein du modèle notamment pour l'attribution des profils de consommations.

2.3.3 Secteurs de distribution

En complément des services de distribution, les 13 zones de sectorisation ont été identifiées dans le modèle afin de permettre une répartition réaliste des fuites.

2.3.4 Répartition des consommations et des fuites

La répartition des consommations au sein de chaque service de distribution sur les nœuds de modélisation a été réalisée à partir du rôle des eaux.

Les volumes consommés ont ainsi été répartis par rues et lieux dits puis affectés aux nœuds correspondant à chacune des rues et lieux dits.

Il a été appliqué à chaque nœud une courbe de consommation correspondant à son service de distribution.

Ceci permet d'avoir une répartition plus réaliste des volumes consommés par rapport à une simple répartition selon la densité d'abonnés par rue qui ne prend pas en compte les variations de consommations entre différents types d'abonnés.

La répartition des fuites a été réalisée proportionnellement à la longueur des canalisations modélisées. Pour cela, il a été affecté à chaque conduite une desserte en route proportionnelle à sa longueur. Il a été appliqué à chaque canalisation une courbe de fuites correspondant à sa zone de sectorisation.

2.3.5 Courbes de consommation et de fuites

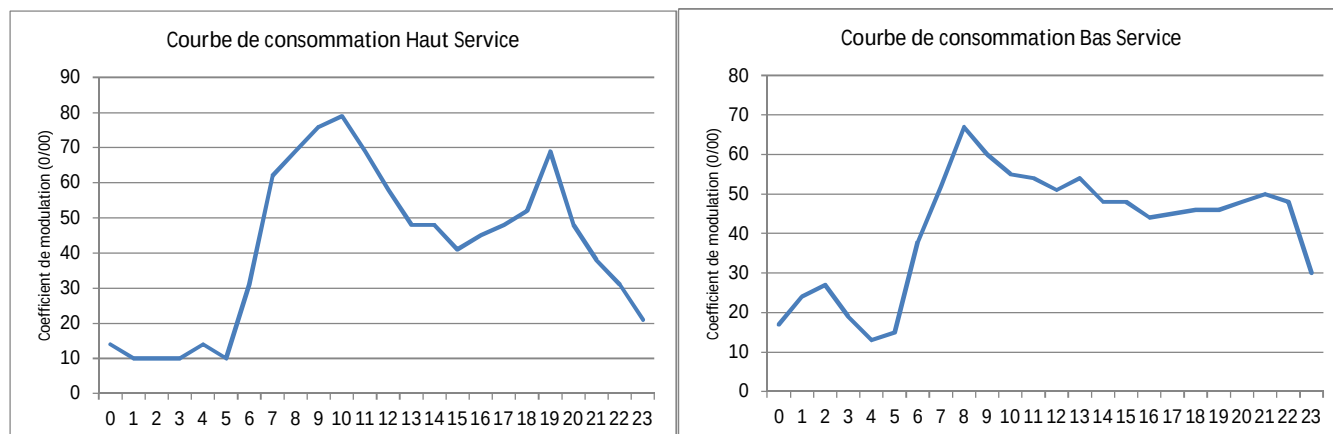
Les courbes de consommation ont été obtenues à partir des débits horaires calculés pour chaque service.

Courbes de consommation :

Pour chaque service, une courbe de modulation de la consommation a été définie pour chaque pas de temps de modélisation.

Courbes de fuites :

Les débits des fuites sont considérés dans le modèle comme constants tout au long de la journée. Ils ont été calculés en fonction des résultats des mesures et leur volume dépend de la zone de sectorisation. Les courbes de fuites ont été établies proportionnellement aux indices linéaires de fuites de chaque secteur.



2.3.6 Infrastructures modélisées

2.3.6.1 Ressource

La ressource en eau a été décrite de la manière suivante :

Nom	Type	Cote sol (m)	Type Pt d'eau	Cote Eau (m)
Puits de Brens	Point d'eau	224	Infini	217

2.3.6.2 Stations de pompage

Les stations de pompages représentées dans le modèle sont les suivantes :

Station	Type Singularité	Q1 (l/s)	H1 (m)	Q2 (l/s)	H2 (m)	Q3 (l/s)	H3 (m)	Indexation
Puits de Brens P1	Pompe Courbe	0	190	97	140	137	95	Réservoir BS 3000m ³
Puits de Brens P2	Pompe Courbe	0	185	97	135	137	95	Réservoir BS 3000m ³
Champeillon HS	Pompe Courbe	22	31	28	28	33	22	Réservoir HS 300m ³

2.3.6.3 Réservoirs

Les réservoirs représentés dans le modèle sont les suivants :

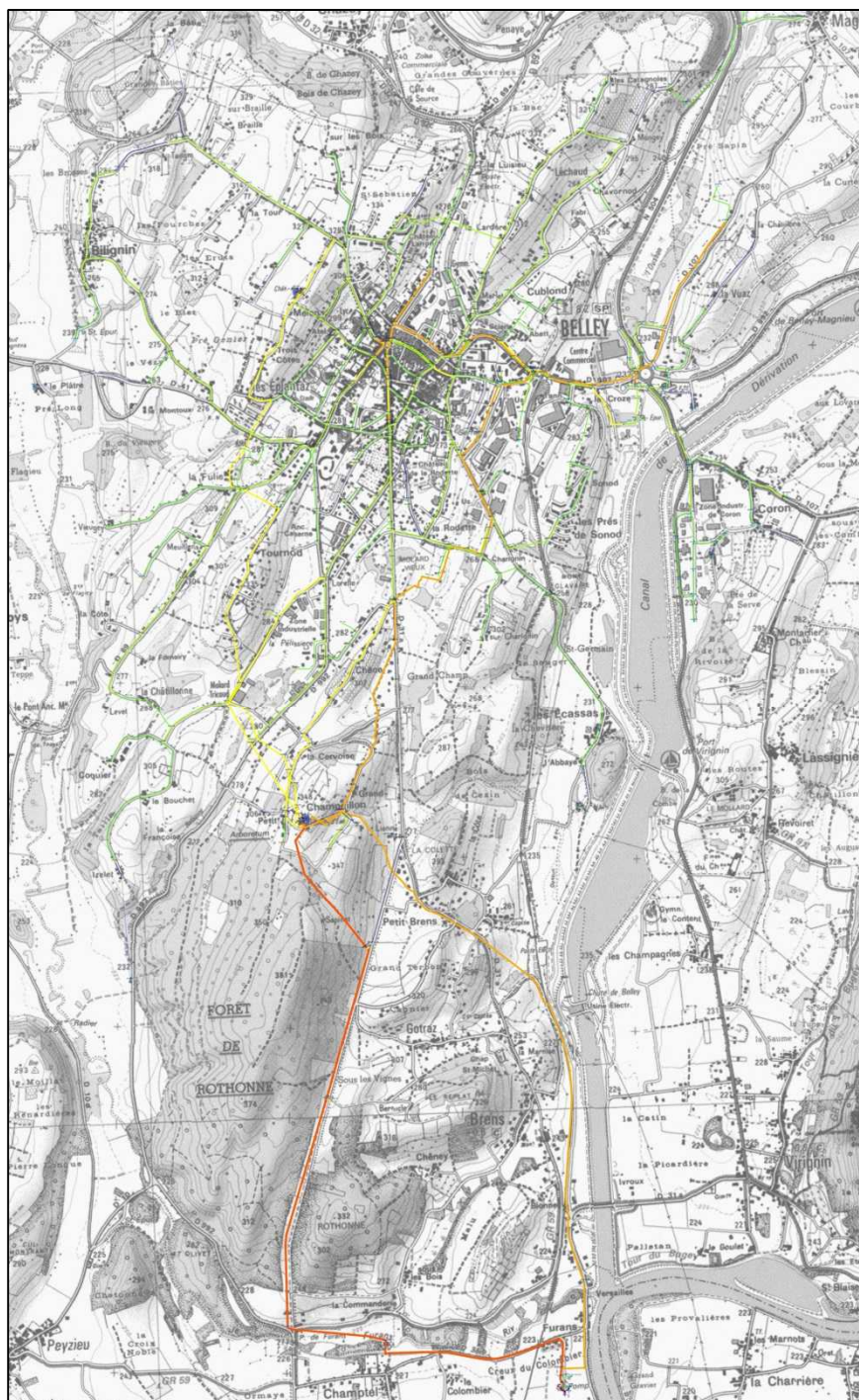
Nom	Type	Cote sol (m)	Cote Radier (m)	Cote TP (m)	Surface (m ²)	Volume (m ³)
R_BS_3000	Réservoir	344	342.63	347.93	629	3333
R_BS_2x400	Réservoir	344	342.64	347.79	157	808
R_HS_300	Réservoir	344	365.37	369.42	74	283
R_HS_400_SUR_MELON	Réservoir	339	343.46	348.76	82	435

2.3.6.4 Réseau modélisé

Pour la constitution du modèle hydraulique, qui est une représentation simplifiée de la structure complexe qu'est un réseau de distribution d'eau potable, seule la description des conduites principales de chaque secteur est nécessaire.

L'ossature du réseau modélisé figure sur le schéma ci-après, sur lequel est indiqué le positionnement des nœuds de calculs et des tronçons reliant les nœuds.

Le modèle est construit avec 396 nœuds (dont 4 réservoirs et 1 point d'eau –captage) et 444 tronçons (supportant 3 pompages).



3 CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

Le calage du modèle est réalisé dans les mêmes conditions que la campagne de mesures.

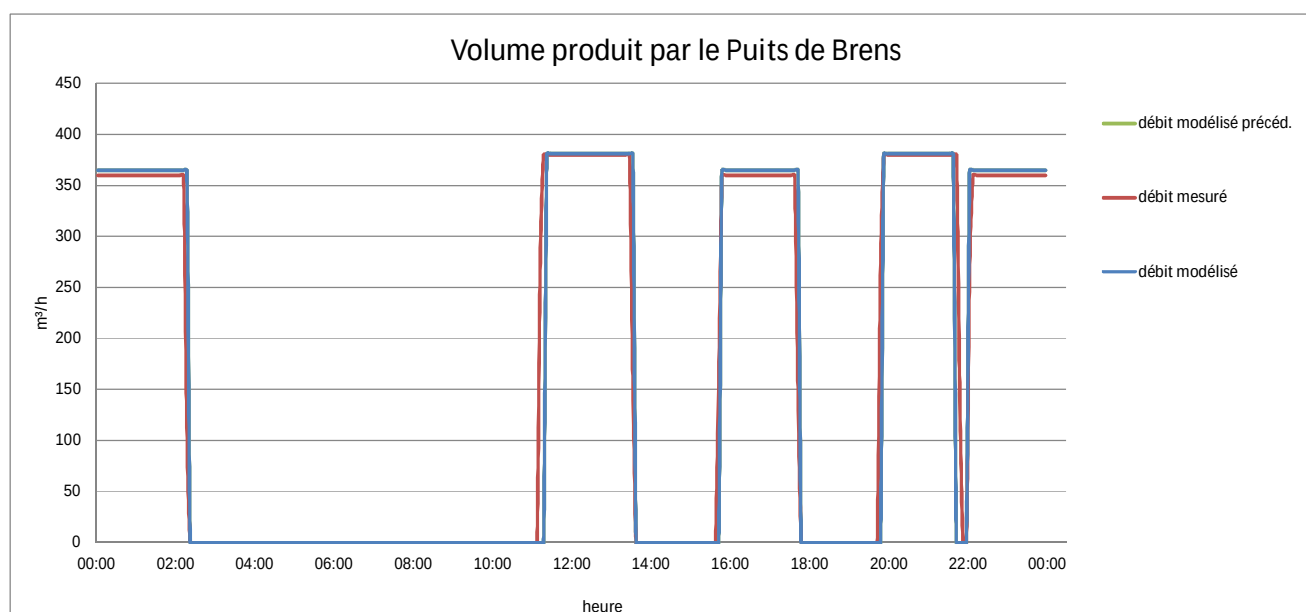
Une comparaison des valeurs de débits et de niveaux mesurées lors de la campagne de mesure (moyennes, minimum, et maximum) avec les débits et marnages obtenue lors de la simulation permet de s'assurer que le modèle informatique correspond bien à la réalité des mesures de terrain.

Les résultats du calage sont présentés, dans les pages suivantes, sous forme de graphiques.

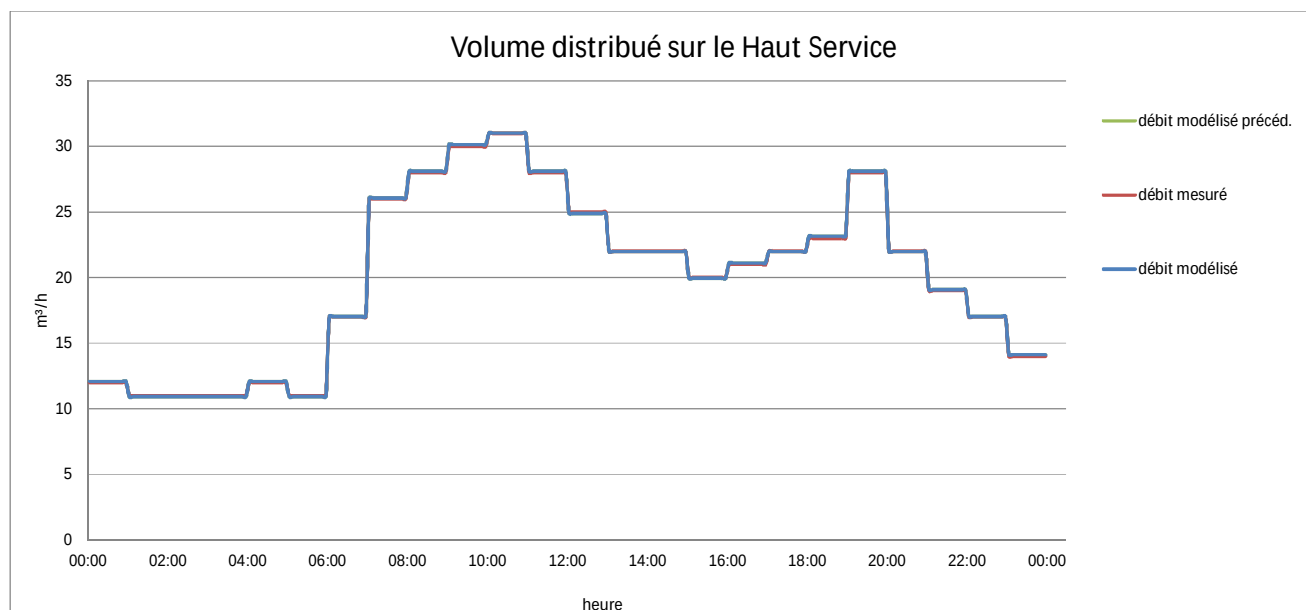
Les données prises en compte dans la suite de cette annexe sont celles recueillies pour la journée caractéristique du 25 juillet 2012.

3.1 Calage des Volumes mis en distribution

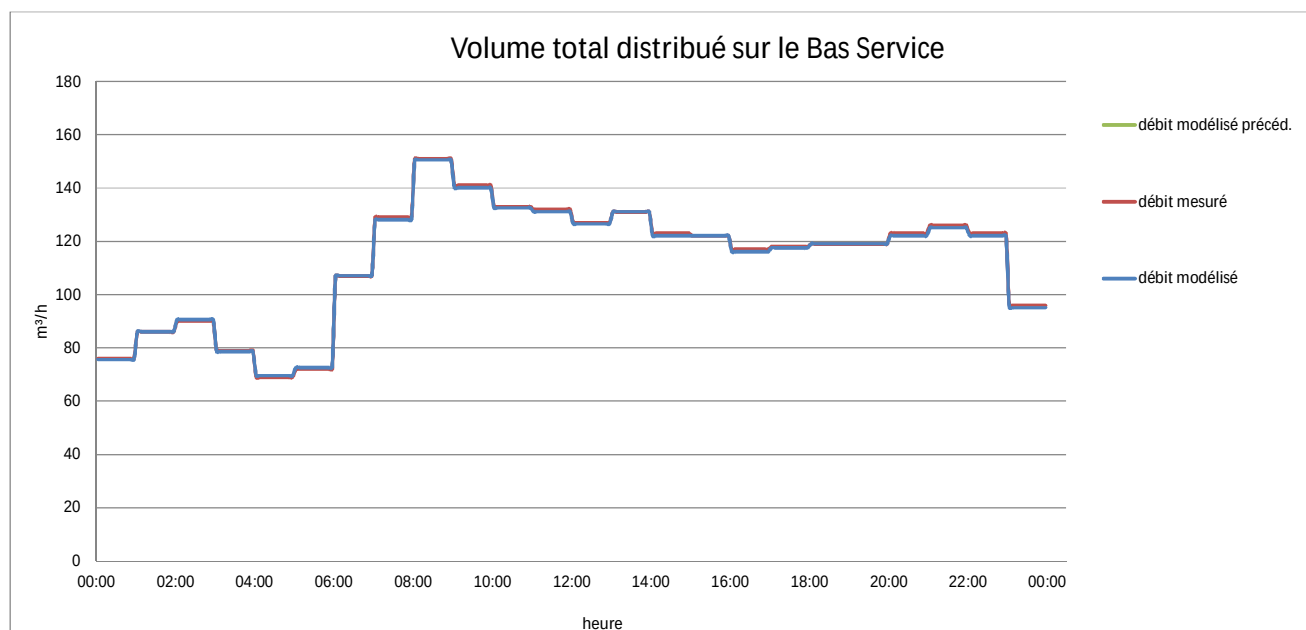
Volume produit par le Puits de Brens



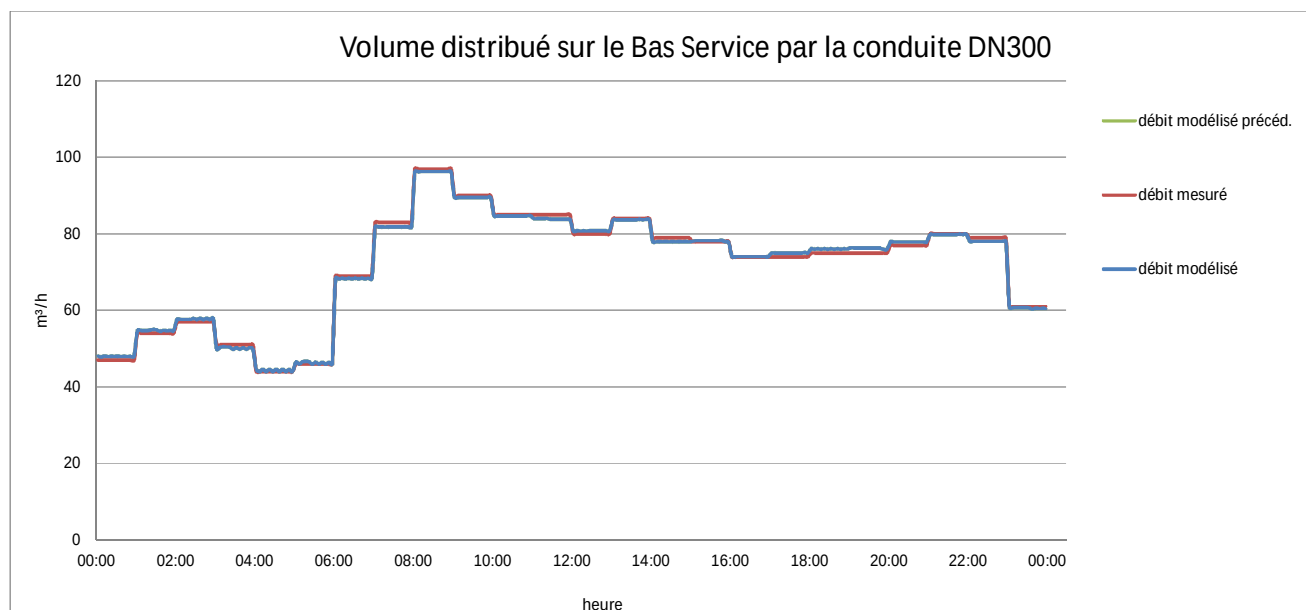
Volume distribué sur le Haut Service



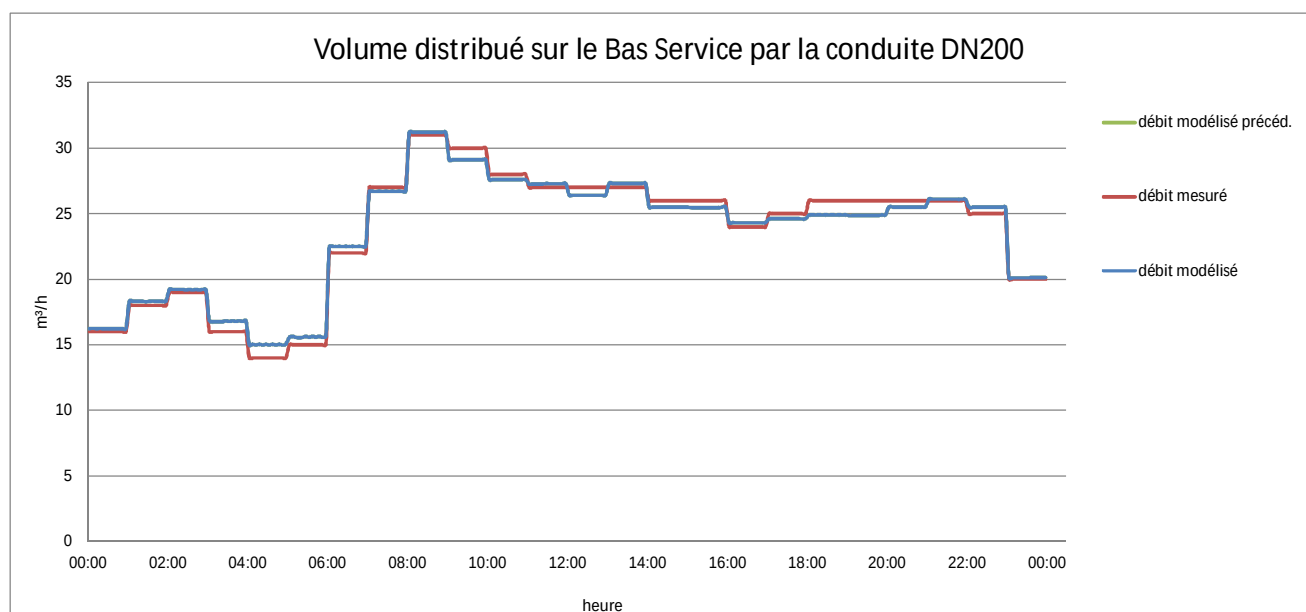
Volume total distribué sur le Bas Service



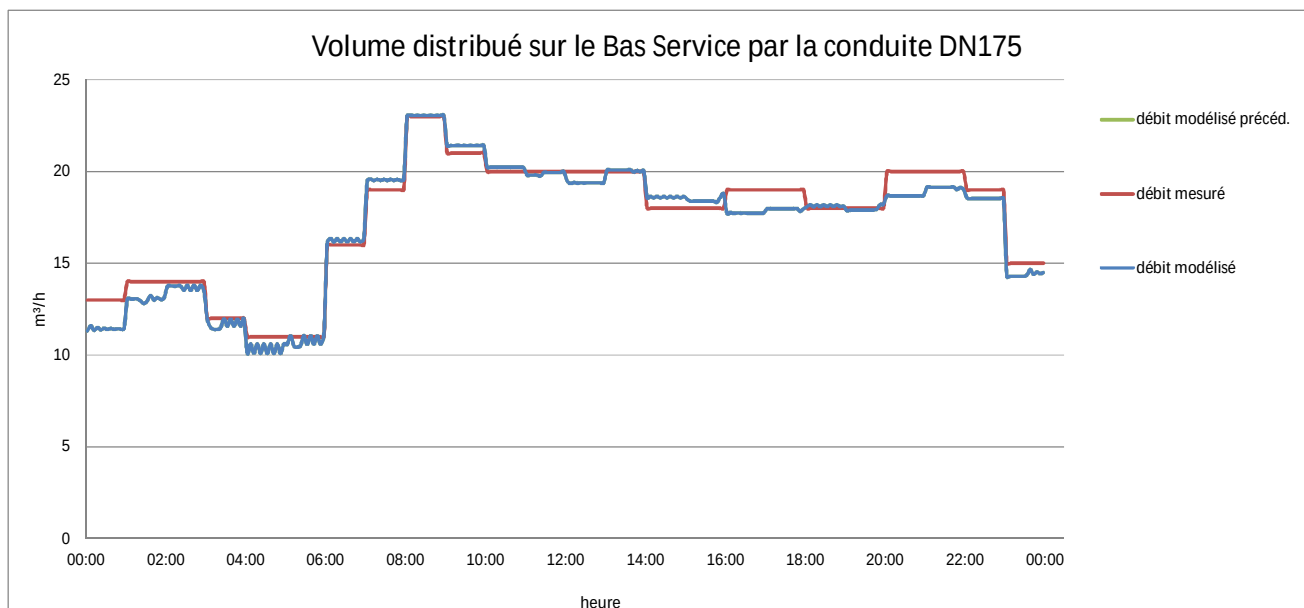
Volume distribué sur le Bas Service par la conduite DN300



Volume distribué sur le Bas Service par la conduite DN200

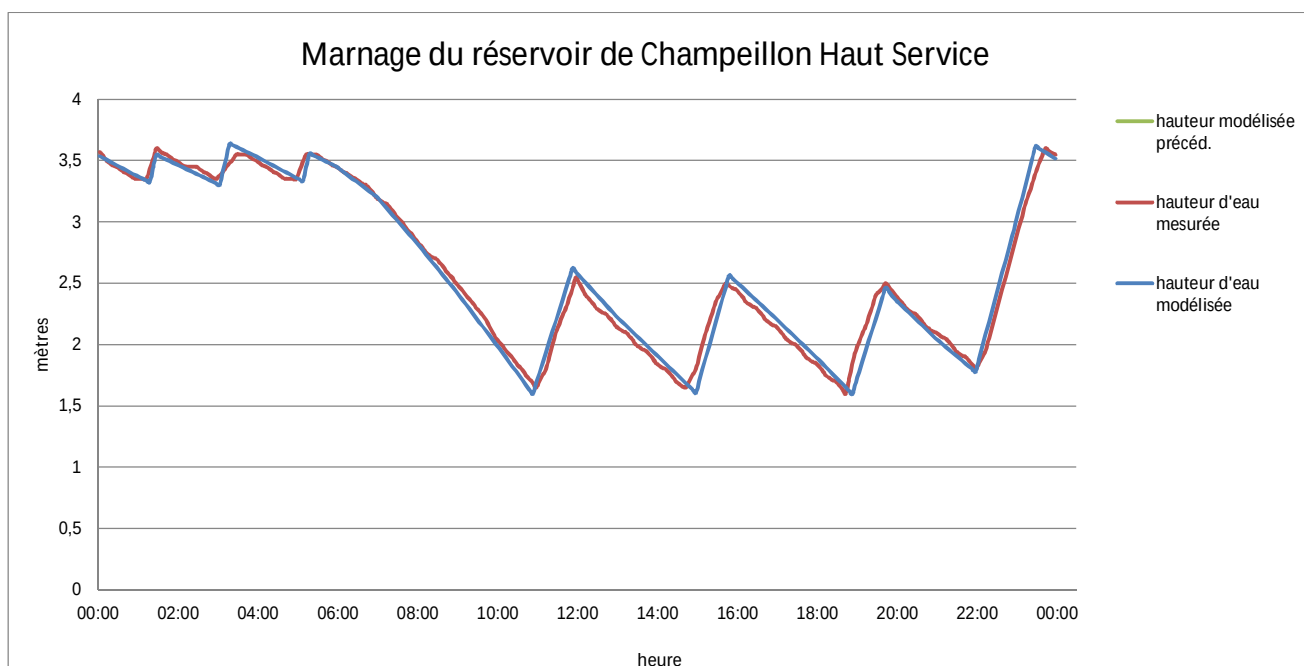


Volume distribué sur le Bas Service par la conduite DN175

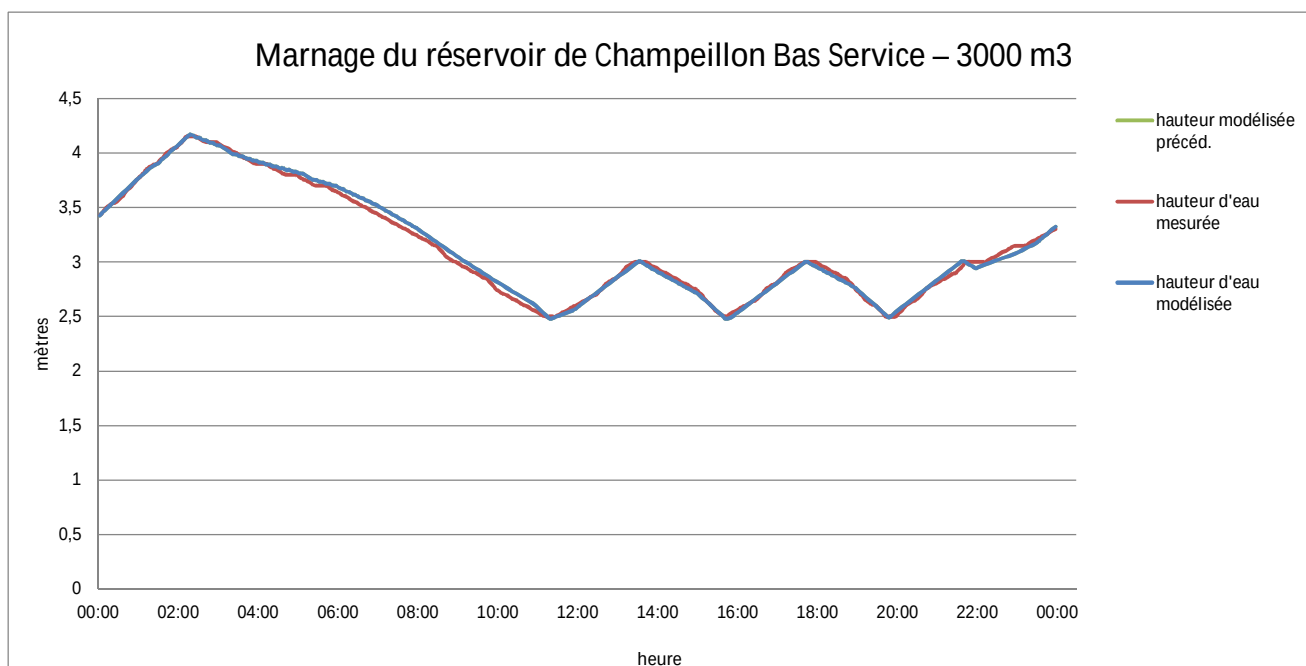


3.2 Calage des Marnages de réservoirs

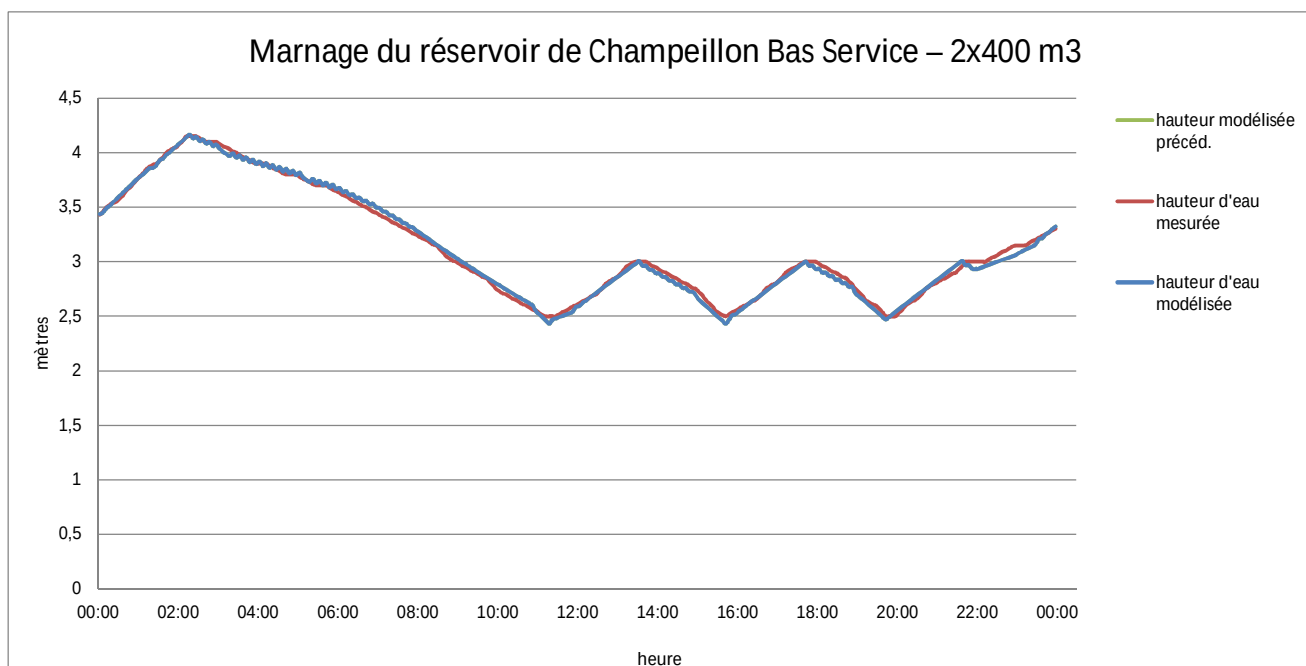
Marnage du réservoir de Champeillon Haut Service



Marnage du réservoir de Champeillon Bas Service – 3000 m³



Marnage du réservoir de Champeillon Bas Service – 2x400 m³



3.3 Calage des Rugosités des canalisations

Le calage des rugosités des canalisations a été effectué en simulant les tirages effectués sur les poteaux d'incendie lors des essais menés sur ceux-ci entre 2009 à 2011.

Le principe de calage consiste à simuler un tirage d'un débit correspondant à celui obtenu lors de l'essai du PI considéré et à ajuster la rugosité des canalisations afin d'obtenir une pression résiduelle de 1 bar au point de soutirage comme cela est recherché lors des essais SDIS.

Les simulations de calage ont été réalisées au niveau des PI les plus représentatifs des pertes de charges induites sur le réseau en cas de tirage soutenu.

Au total, 56 PI répartis sur l'ensemble du réseau ont été testés mais d'importants écarts ont été relevés entre les pressions résiduelles supposées obtenues lors des essais SDIS (c'est-à-dire 1 bar) et les pressions résiduelles obtenues lors des simulations, sans que des ajustements raisonnables des rugosités des canalisations ne soient en mesure de réduire ces écarts.

Ainsi, si les pressions modélisées sont conformes ou proches des pressions supposées réelles dans 70% des cas pour les PI testés à moins de 150 m³/h (majoritairement en périphérie du réseau), cette proportion n'est que 7% pour les PI testés à plus de 150 m³/h qui sont pour l'essentiel situés dans le centre-ville, à proximité des canalisations majeures.

Deux causes possibles à ces forts écarts entre les pressions d'essais et les pressions modélisées sont suspectées :

- Les importantes pertes de charges générées au sein même des PI et du dispositif de mesure lors des tirages à forts débits ne sont pas reproduits par le modèle (au débit de 200 m³/h, la vitesse de l'eau atteint 7 à 11 m/s dans un PI et peut générer des pertes de charges très importantes),
- Les données des essais de PI ne précisent pas les pressions résiduelles réellement atteintes lors des essais à fort débit. Des essais ont peut être été stoppés avant d'atteindre une pression de 1 bar.

Compte tenu de ces éléments, il a été considéré que les bonnes concordances obtenues entre essais et simulations pour les PI situés en périphérie du réseau et en aval des canalisations maîtresses traduisaient une bonne représentativité du modèle hydraulique.

N° PI	Débit testé (m3/h) (30 à 376 m3/h)	P résiduelle réelle supposée (mCE)	P résiduelle modélisée (mCE)	Ecart (%)
55	30	10	16,1	61%
167	33	10	-155,1	1651%
66	39	10	6,1	39%
81	40	10	13,8	38%
26	48	10	24,6	146%
168	50	10	27,5	175%
5	54	10	25	150%
3	60	10	11,2	12%
23	60	10	21,2	112%
41	60	10	10,4	4%
159	60	10	15	50%
169	60	10	13,7	37%
44	61	10	-10,7	207%
50	63	10	-33,6	436%
65	64	10	7,8	22%
43	65	10	20,1	101%
52	67	10	9,3	7%
5	68	10	6	40%
19	71	10	44,6	346%
16	73	10	25,7	157%
92	73	10	12,5	25%
6	80	10	-5	150%
27	80	10	24,7	147%
42	80	10	0,3	97%
178	80	10	0,9	91%
94	83	10	42,1	321%
106	87	10	6,2	38%
30	91	10	5,5	45%
83	91	10	11,1	11%
68	92	10	-9,2	192%
180	93	10	14,2	42%
25	96	10	33,5	235%
28	97	10	26,1	161%
91	103	10	-1,4	114%
104	103	10	21,6	116%
18	104	10	10,4	4%
58	107	10	8,1	19%
182	112	10	19,1	91%
72	113	10	36,5	265%
29	115	10	29,9	199%
100	141	10	40,1	301%
36	146	10	12,3	23%
114	150	10	45,9	359%
186	158	10	10	0%
131	165	10	41,2	312%
145	170	10	56	460%
117	186	10	38,2	282%
105	190	10	37,9	279%
126	191	10	34,4	244%
37	208	10	54	440%
150	223	10	46,2	362%
120	228	10	47,3	373%
136	267	10	66,9	569%
142	272	10	76	660%
75	274	10	69	590%
192	376	10	92	820%

4 BILAN DE LA DEMANDE EN EAU ACTUELLE ET FUTURE

Les tableaux suivants présentent une comparaison des valeurs des demandes en eau modélisées et des besoins estimés en phase 1 sur l'aire d'étude en situation actuelle et future.

4.1 Situation actuelle

Le tableau suivant présente la comparaison des besoins moyens actuels (calculés en Phase 1 à partir des données historiques du réseau et des informations recueillies auprès de la commune) avec les volumes simulés dans le cadre du calage du modèle hydraulique et issus des mesures.

	Besoins en eau actuels moyens (Volume moyen mis en distribution 2011)	Besoins en eau actuels de pointe (2011)	Demande en eau modélisée (issue des mesures de juillet 2012)
Ville de Belley	3 440 m ³ /j	4 400 m ³ /j	3 890 m ³ /j

Il apparaît ainsi que les débits issus des mesures réalisées en juillet 2012 (3 890 m³/j le 25 juillet) sont légèrement supérieurs aux débits moyens distribués (3 440 m³/j soit +13%).

D'autre part, il a été vérifié que les répartitions volume consommé / pertes en distributions étaient du même ordre de grandeur, entre les données historiques et les valeurs mesurées / simulées (de l'ordre de 1 200 à 1400 m³/j).

Sur la base de cette constatation, les simulations nécessaires au diagnostic du fonctionnement hydraulique des réseaux en situation actuelle moyenne ont été réalisées sur la base de valeurs légèrement recalées à la baisse par rapport aux mesures de juillet 2012 utilisées pour le calage du modèle.

4.2 Situation actuelle moyenne

Le tableau suivant présente la comparaison des besoins actuels moyens, calculés sur la période 2005-2008, avec la demande en eau simulée dans le cadre du modèle hydraulique.

	Besoins en eau actuels moyens (Estimation Phase 1)	Demande en eau modélisée Situation actuelle moyenne
Ville de Belley	3 440 m ³ /j	3 440 m ³ /j

La demande en eau actuelle simulée a ainsi été calée sur les besoins en eau calculés lors de la phase 1.

4.3 Situation actuelle de pointe

Le tableau suivant présente la comparaison des besoins actuels moyens, calculés sur la base de l'année 2011, avec la demande en eau simulée dans le cadre du modèle hydraulique.

	Besoins en eau actuels de pointe (Estimation Phase 1)	Demande en eau modélisée Situation actuelle de pointe
Ville de Belley	4 400 m ³ /j	4 400 m ³ /j

La demande en eau actuelle simulée a ainsi été calée sur les besoins en eau calculés lors de la phase 1.

4.4 Situation future moyenne (2025)

Le tableau suivant présente la comparaison des besoins futurs moyens, calculés en Phase 1 pour l'horizon 2020, avec la demande en eau simulée dans le cadre du modèle hydraulique.

	Besoins en eau futurs moyens (Estimation Phase 1)	Demande en eau modélisée Situation future moyenne
Ville de Belley	3 650 m ³ /j	3 650 m ³ /j

La demande en eau future simulée a ainsi été calée sur les besoins en eau calculés lors de la phase 1. Les consommations supplémentaires correspondant aux zones de développement de l'urbanisation telles que définies au PLU ont été intégrées au modèle.

De plus, pour l'ensemble des secteurs de réseaux présentant des indices linéaires de pertes supérieurs à 10 m³/j/km, une réduction proportionnelle des fuites a été prise en compte dans le modèle pour atteindre un ILP global du réseau de 10 m³/j/km soit au maximum 940 m³/j de fuites.

4.5 Situation future de pointe (2025 – pointe mensuelle)

Le tableau suivant présente la comparaison des besoins futurs de pointe (pointe mensuelle), calculés en Phase 1 pour l'horizon 2020, avec la demande en eau simulée dans le cadre du modèle hydraulique.

	Besoins en eau futurs de pointe (Estimation Phase 1)	Demande en eau modélisée Situation future de pointe (mensuelle)
Ville de Belley	5 030 m ³ /j	5 030 m ³ /j

La demande en eau future simulée a ainsi été calée sur les besoins en eau calculés lors de la phase 1.

4.6 Situation future de pointe (2025 – pointe journalière)

Le tableau suivant présente la comparaison des besoins futurs de pointe (pointe journalière), calculés en Phase 1 pour l'horizon 2020, avec la demande en eau simulée dans le cadre du modèle hydraulique.

	Besoins en eau futurs de pointe (Estimation Phase 1)	Demande en eau modélisée Situation future de pointe (journalière)
Ville de Belley	6 220 m ³ /j	6 220 m ³ /j

La demande en eau future simulée a ainsi été calée sur les besoins en eau calculés lors de la phase 1.

5 MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION ACTUELLE MOYENNE

Suite au calage du modèle hydraulique des réseaux de la zone d'étude sur la base des mesures effectuées, il a été établi un bilan de fonctionnement visant à recenser les anomalies touchant la distribution d'eau potable et le fonctionnement des ouvrages.

5.1 Volumes mis en distribution

Le tableau suivant présente les volumes mis en distribution :

	Situation actuelle moyenne
Pompage Puits de Brens	3 428 m ³ /j
Export vers Virignin et Peyrieu	160 m ³ /j
Export vers Brens	220 m ³ /j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Haut Service	468 m ³ /j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Bas Service	2 591 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN300	1 653 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN200	545 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN175	393 m ³ /j
Export vers Marignieu et St champ	105 m ³ /j

L'analyse des volumes mis en distribution au niveau des différentes zones du réseau met en évidence qu'environ 76% du volume produit est délivré sur le Bas Service pour seulement 14% pour le Haut Service.

Les volumes exportés représentent 14 % des volumes produits.

5.2 Vitesse de l'eau en distribution

La vitesse de l'eau dans les conduites doit être appréciée en fonction du rôle de chacune d'elles (production, antennes principales, secondaire...). La vitesse est présentée par secteur.

La carte des vitesses modélisées est présentée ci-après.

5.2.1 Production / Adduction

Les vitesses sur les conduites de refoulement du puits de Brens sont correctes et relativement peu élevées, de l'ordre de 0,3 m/s seulement sur la conduite DN600 et 0,22 m/s pour la conduite DN300 pour un débit de pompage de 380 m³/h.

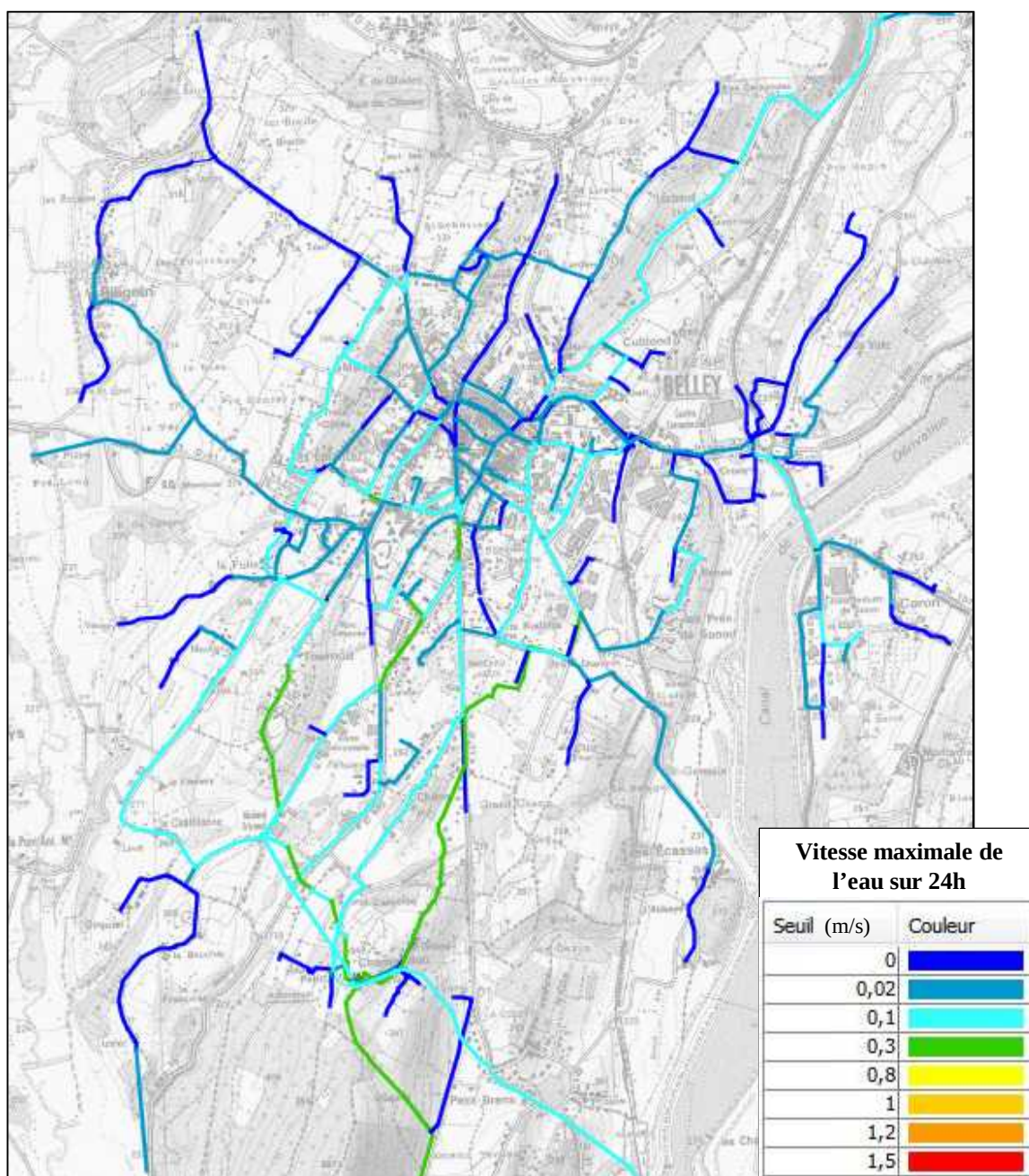
5.2.2 Distribution

En distribution, les vitesses maximales de l'eau dans les canalisations s'étagent entre 0 et 0,36 m/s.

La vitesse la plus élevée est observée au niveau de la partie amont de la conduite DN300 desservant le Bas Service à partir du réservoir de Champeillon (0,36 m/s).

La vitesse maximale de l'eau au niveau des autres canalisations maîtresses du Bas et du Haut Service (DN150 à DN200) est modérée, de l'ordre de 0,15 à 0,35 m/s.

Globalement, la vitesse de l'eau en distribution est peu importante puisqu'une majorité du réseau présente des vitesses maximales comprises entre 0,1 et 0,3 m/s, notamment dans le centre-ville, au réseau fortement maillé. Des vitesses très faibles, inférieures à 0,02 m/s sont également relevées au niveau des antennes périphériques du réseau.



5.3 Pressions en distribution

Les pressions sur le réseau sont globalement satisfaisantes et sont en grande majorité comprises entre 3 et 8 bars.

Les pressions les plus faibles sont observées à proximité des réservoirs :

- Secteur du Grand Champeillon : 0,5 à 1,5 bars pour les usagers desservis par le Bas Service,
- Secteur du Petit Champeillon : 2 à 2,5 bars pour les usagers desservis par le Haut Service,
- Secteur de Sur Melon : 2,5 à 3 bars pour les usagers desservis par le Haut Service.

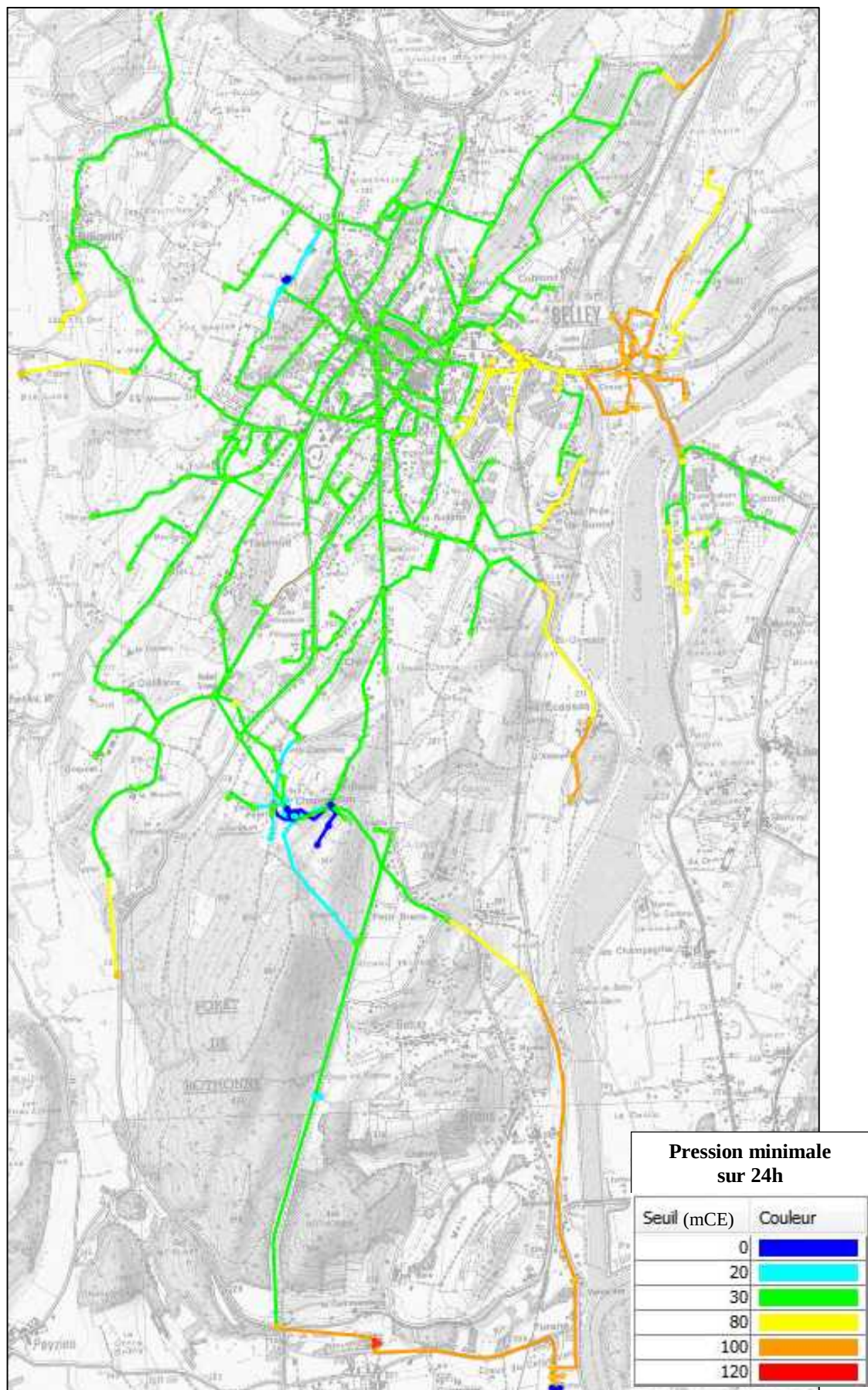
Les pressions minimales relevées dans le centre-ville sont de l'ordre de 5,9 à 6,3 bars (Place des Terreaux, Grande Rue).

Les pressions maximales relevées sont le reflet de la topographie du territoire communal.

Les pressions les plus importantes sont ainsi principalement observées dans le secteur de la ZA de l'Ousson où elles s'étagent entre 10 et 12 bars.

On en relève également dans le secteur des Ecassas (10,5 à 11,5 bars), du Plâtre et de la Plaine d'Izelet (11 à 11,5 bars).

Sur les conduites de refoulement, l'amplitude maximale des variations de pression entre les phases de fonctionnement et d'arrêt du pompage du Puits de Brens est au maximum de l'ordre de 0,3 bars (12,1 bars en refoulement contre 11,8 bars en statique) ce qui traduit de faibles pertes de charges au niveau des conduites de refoulement pour un débit de 380 m³/h.



5.4 Fonctionnement des ouvrages

5.4.1 Réservoirs : Marnage

Le tableau suivant présente l'amplitude journalière des variations de niveau des réservoirs.

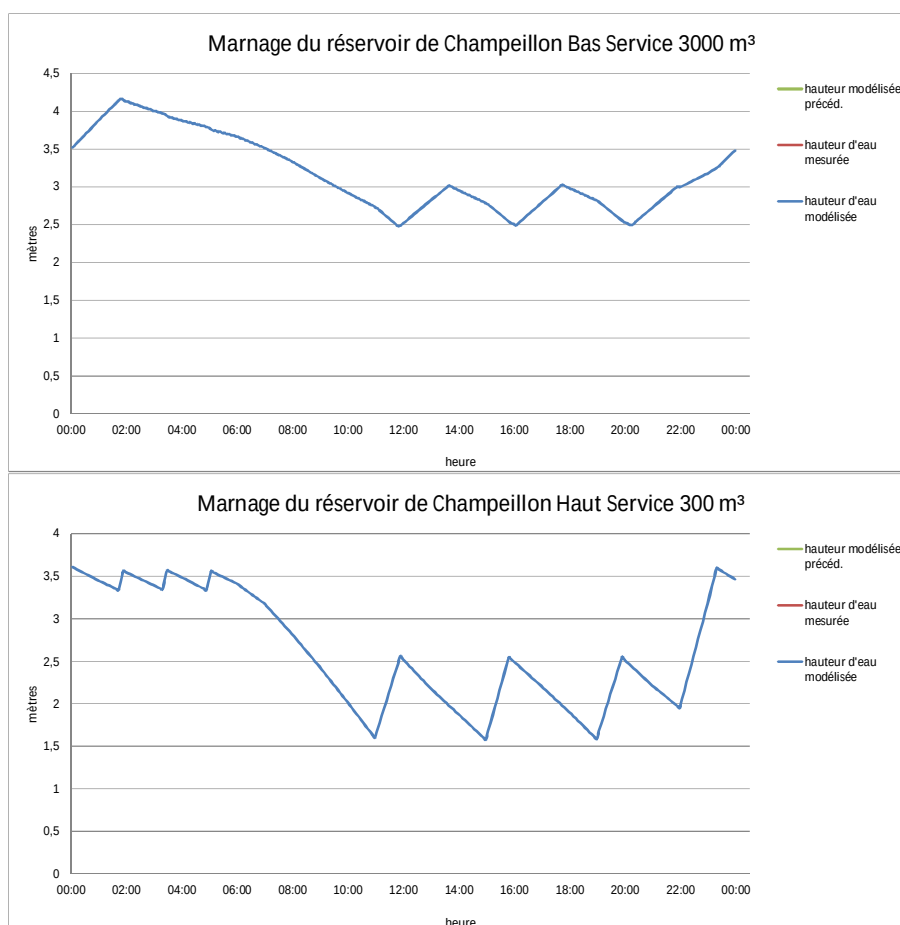
Réservoirs	Marnage	% Niveau Maxi	Niveau Maxi	Niveau Mini
Champeillon Bas Service	1,7 m	40%	4,17 m	2,48 m
Champeillon Haut Service	2,0 m	56%	3,61 m	1,58 m
Sur Melon	0,0 m	-	0,00 m	0,00 m

En situation moyenne, il apparaît ainsi que les réservoirs présentent un marnage marqué inhérent à leurs rôles de réservoirs pilotes de pompage.

En effet, les consignes de régulation des pompages sont ajustées de manière à privilégier le fonctionnement des pompes en période creuse nocturne et visent donc à utiliser au mieux la capacité de stockage des réservoirs en période pleine diurne.

Le marnage des réservoirs est de 1,7 à 2 m. Il représente de 40 à 56% de la capacité totale des ouvrages.

Seul le réservoir de Sur Melon ne présente aucun marnage car, en situation normale, il est déconnecté du réseau.



5.4.2 Réservoirs : Temps de séjour de l'eau

Le temps de séjour moyen de l'eau calculé dans les ouvrages de stockage est présenté ci-dessous :

Réservoirs	Flux moyen	Stock moyen	Temps de séjour
Champeillon Bas Service	3 439 m ³ /j	1 995 m ³	14 h
Champeillon Haut Service	468 m ³ /j	184 m ³	9 h
Sur Melon	0 m ³ /j	0 m ³	-

On relève ainsi un temps de séjour moyen de l'eau dans les réservoirs particulièrement réduit car ne dépassant pas 15h au maximum.

Le renouvellement de l'eau dans les réservoirs en service est donc important.

5.4.3 Réservoirs : Autonomie de distribution

Le tableau suivant présente l'autonomie de distribution théorique permise par les réservoirs en cas d'interruption de leur alimentation (hypothèse d'indisponibilité des pompes suite à une coupure d'alimentation électrique par exemple).

Réservoirs	Stock moyen	Demande zone aval	Autonomie
Champeillon Bas Service	1 995 m ³	2 971 m ³ /j	0,7 j
Champeillon Haut Service	184 m ³	468 m ³ /j	0,4 j
Sur Melon	-	-	-

On relève ainsi que l'autonomie globale permise par les réservoirs est nettement inférieure à une journée, ce qui est faible.

Pour le Haut Service, l'autonomie ne dépasse même pas une demi-journée.

5.4.4 Pompages

Le tableau suivant présente les temps et plages de fonctionnement des stations de pompage.

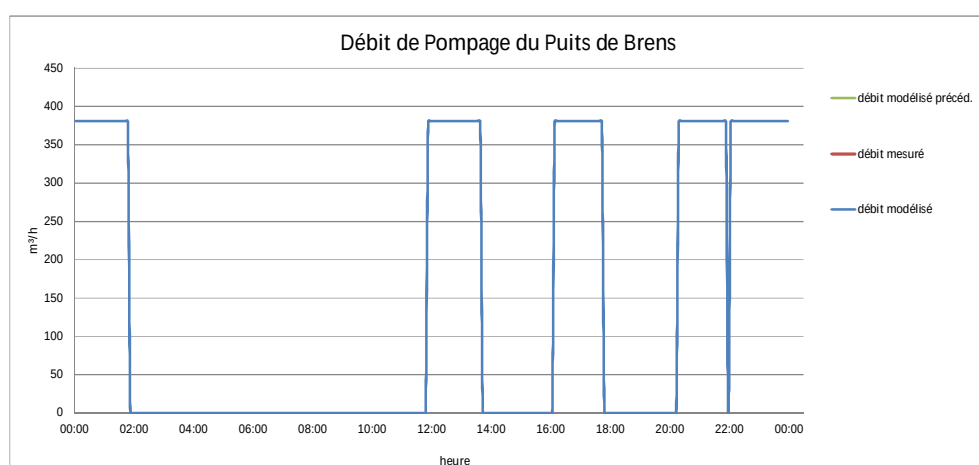
Stations de pompage	Temps de marche	Flux moyen	Débit maximum	Nb de plages de marche
Puits de Brens	9,0 h/j	3 428 m ³ /j	381 m ³ /h	4 plages / 0h-24h
Pompage Champeillon	4,5 h/j	468 m ³ /j	105 m ³ /h	8 plages / 0h-24h

Stations de pompage	Capacité maximale (fonctionnement en solo sur 20h)	Taux d'utilisation
Puits de Brens	7 620 m ³ /j	45%
Pompage Champeillon	2 100 m ³ /j	22%

En situation moyenne, le pompage du puits de Brens présente une durée de fonctionnement relativement réduite, de l'ordre de 9 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de 45% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 380 m³/h).

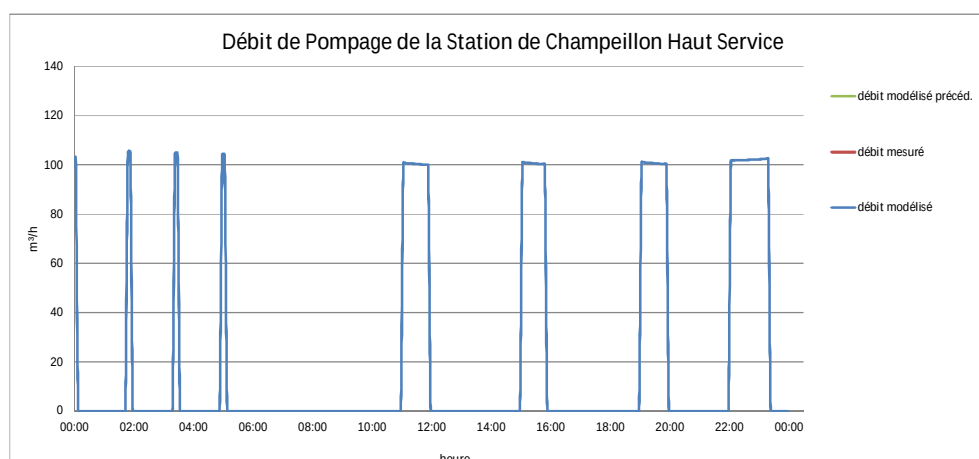
Bien que le débit de pompage soit nettement suffisant, la capacité de stockage relativement faible des réservoirs de Champeillon ne permet pas de concentrer les heures de fonctionnement lors de la période creuse nocturne. Des phases de pompage complémentaire sont ainsi nécessaires en journée.



Le pompage de Champeillon pour le Haut Service présente une durée de fonctionnement très limitée, de moins de 5 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de seulement 22% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 105 m³/h).

Comme pour le pompage du Puits de Brens, alors le débit des pompes est suffisant, la faible capacité de stockage du réservoir Haut Service de Champeillon ne permet pas de concentrer les heures de fonctionnement lors de la période creuse nocturne. Les principales phases de pompage ont même lieu en journée.



5.5 Age de l'eau en distribution

La carte ci-après présente l'âge moyen de l'eau présente dans les ouvrages et le réseau de distribution. Il traduit le temps passé par une particule d'eau dans le réseau : l'eau qui entre dans le réseau provenant de la ressource a un temps de séjour égal à zéro et elle « vieillit » au fur et à mesure de son parcours dans le réseau et de son séjour dans les stockages.

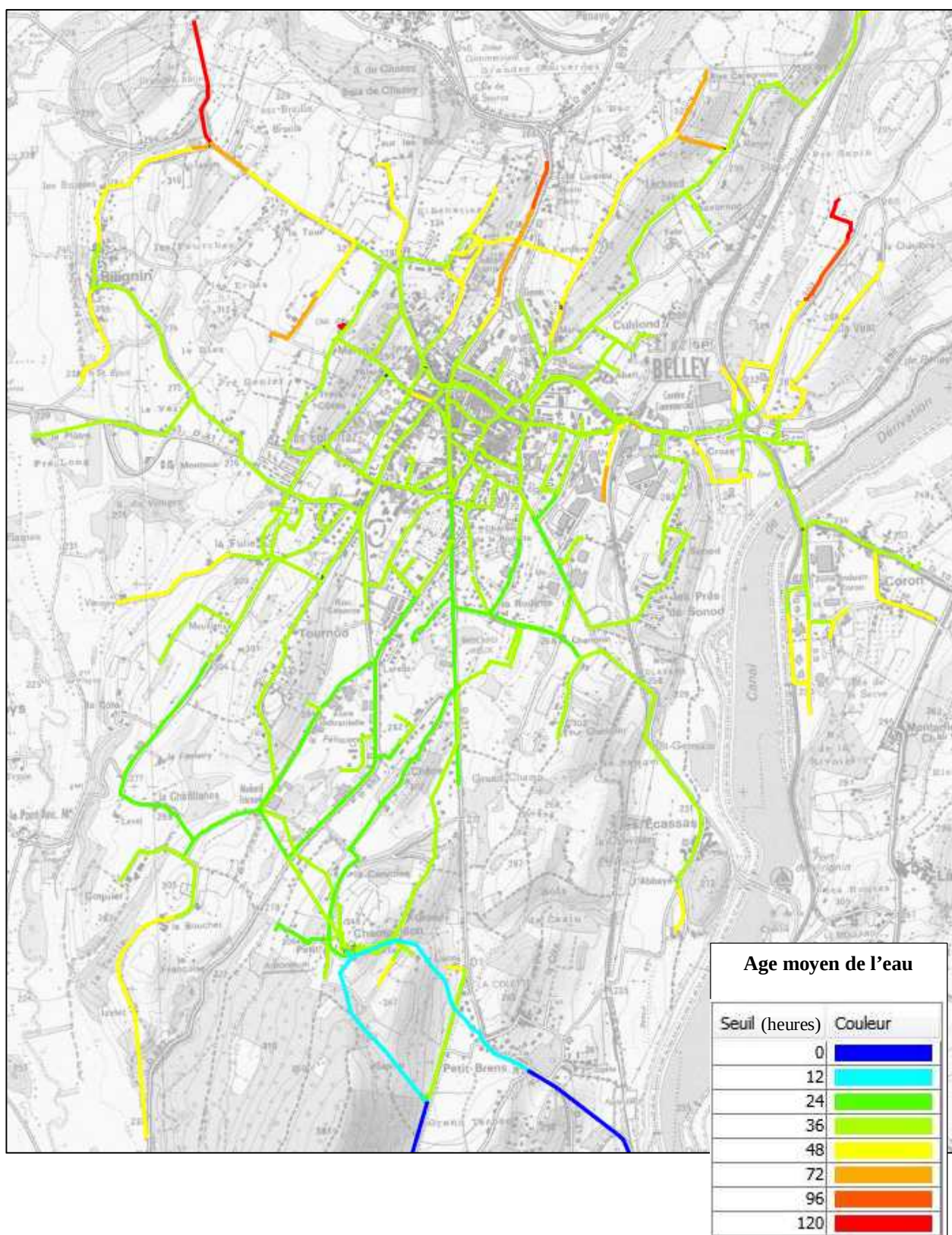
L'âge de l'eau fournit une mesure simple et non spécifique de la qualité globale de l'eau potable livrée qui peut, dans certains cas, être rapprochée des risques de revivification de bactéries, de disparition du résiduel de désinfectant.

Il est calculé à partir d'une simulation de longue durée (de 10 à 15 jours) afin d'obtenir une stabilisation de l'âge de l'eau dans les ouvrages de stockage où elle est le moins bien renouvelée.

Le calcul de l'âge de l'eau présenté a été réalisé avec comme hypothèse, un âge de l'eau nul au niveau du Puits de Brens.

Les résultats font apparaître des âges de l'eau satisfaisants et inférieurs à 72h sur l'ensemble du réseau sauf :

- La Bâtie : L'âge moyen de l'eau dépasse 150 heures (> 6 jours) en extrémité de cette longue antenne assurant une faible desserte en route. L'âge de l'eau est déjà supérieur à 3 jours dans le secteur de Sur Braille.
- CD107 – Route de Magnieu : L'âge de l'eau dépasse également 150h en extrémité de l'antenne dans laquelle transite de faibles volumes et qui est en grande partie dimensionnée pour les débits incendie.
- Route de Bourg : Sur l'antenne située en extrémité nord de la Route de Bourg, l'âge de l'eau dépasse 100 h (>4 jours) du fait d'une faible desserte en route et d'un réseau dimensionné probablement pour la défense incendie.
- On relève également quelques antennes au niveau desquelles l'âge de l'eau est un peu élevé et s'établit entre 72 et 80h (Chemin des Trois Côtes, Chemin de Léchaud, Avenue Charles Vulliod).



6 MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION ACTUELLE DE POINTE

Suite au calage du modèle hydraulique des réseaux de la zone d'étude sur la base des mesures effectuées, il a été établi un bilan de fonctionnement visant à recenser les anomalies touchant la distribution d'eau potable et le fonctionnement des ouvrages.

6.1 Volumes mis en distribution

Le tableau suivant présente les volumes mis en distribution :

	Situation actuelle de pointe
Pompage Puits de Brens	4 377 m³/j
Export vers Virignin et Peyrieu	340 m³/j
Export vers Brens	330 m³/j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Haut Service	576 m³/j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Bas Service	3 152 m³/j
dont Distribution par canalisation DN300	1 960 m³/j
dont Distribution par canalisation DN200	684 m³/j
dont Distribution par canalisation DN175	509 m³/j
Export vers Marignieu et St champ	160 m³/j

L'analyse des volumes mis en distribution au niveau des différentes zones du réseau met en évidence qu'environ 72% du volume produit est délivré sur le Bas Service pour seulement 13% pour le Haut Service.

Les volumes exportés représentent 19 % des volumes produits.

6.2 Vitesse de l'eau en distribution

La vitesse de l'eau dans les conduites doit être appréciée en fonction du rôle de chacune d'elles (production, antennes principales, secondaire...). La vitesse est présentée par secteur.

La carte des vitesses modélisées est présentée ci-après.

6.2.1 Production / Adduction

Les vitesses sur les conduites de refoulement du puits de Brens sont correctes et relativement peu élevées, de l'ordre de 0,3 m/s seulement sur la conduite DN600 et 0,22 m/s pour la conduite DN300 pour un débit de pompage de 380 m³/h.

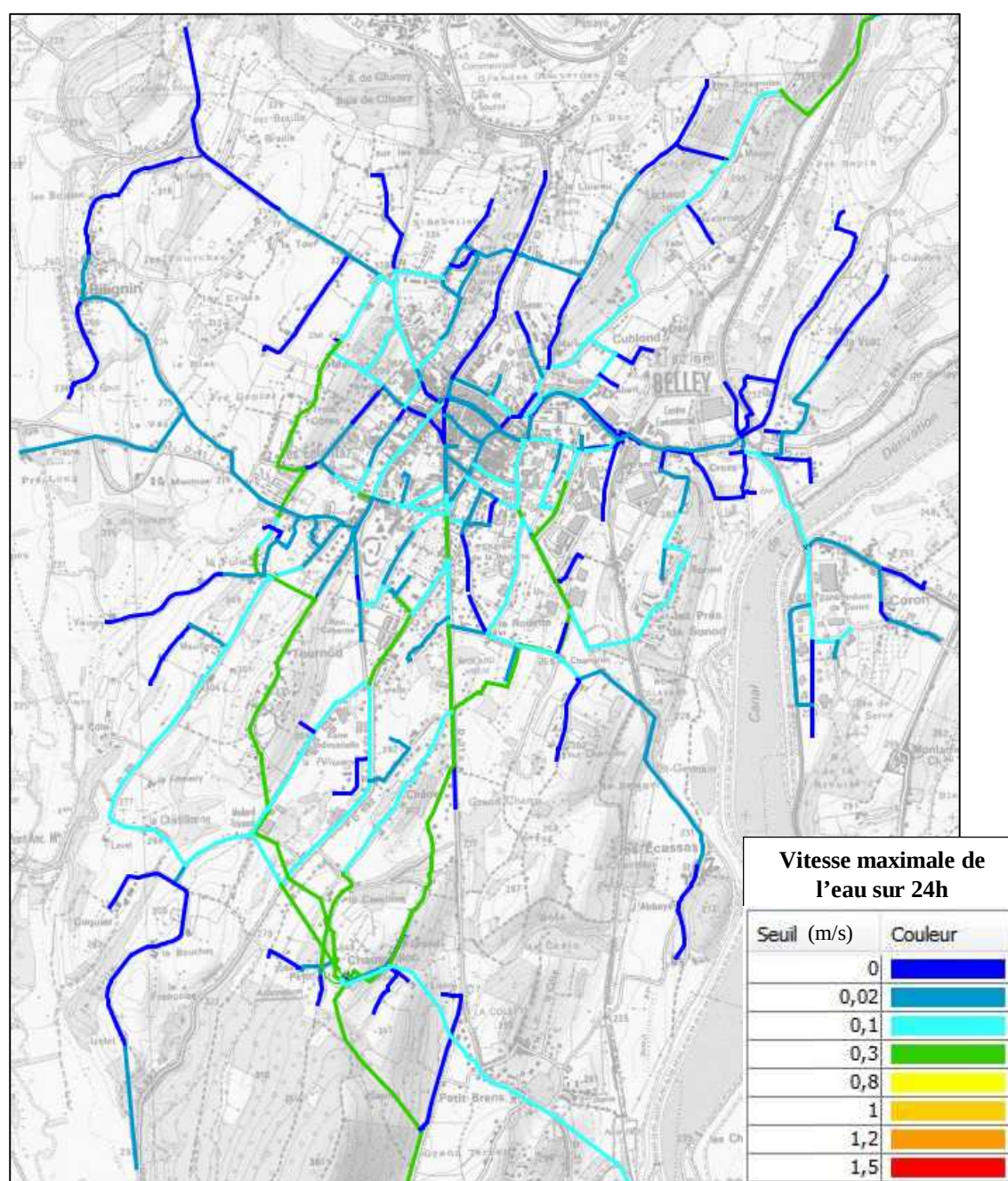
6.2.2 Distribution

En distribution, les vitesses maximales de l'eau dans les canalisations s'étagent entre 0 et 0,45 m/s.

La vitesse la plus élevée est observée au niveau de la partie amont de la conduite DN300 desservant le Bas Service à partir du réservoir de Champeillon (0,45 m/s).

La vitesse maximale de l'eau au niveau des autres canalisations maîtresses du Bas et du Haut Service (DN150 à DN200) augmente mais reste correcte, de l'ordre de 0,2 à 0,43 m/s.

Globalement, la vitesse de l'eau en distribution reste peu importante, même en pointe, puisqu'une majorité du réseau présente des vitesses maximales comprises entre 0,1 et 0,3 m/s, notamment dans le centre-ville, au réseau fortement maillé. Des vitesses très faibles, inférieures à 0,02 m/s sont également relevées au niveau des antennes périphériques du réseau.



6.3 Pressions en distribution

Les pressions sur le réseau sont globalement satisfaisantes et sont en grande majorité comprises entre 3 et 8 bars.

Les pressions les plus faibles sont observées à proximité des réservoirs :

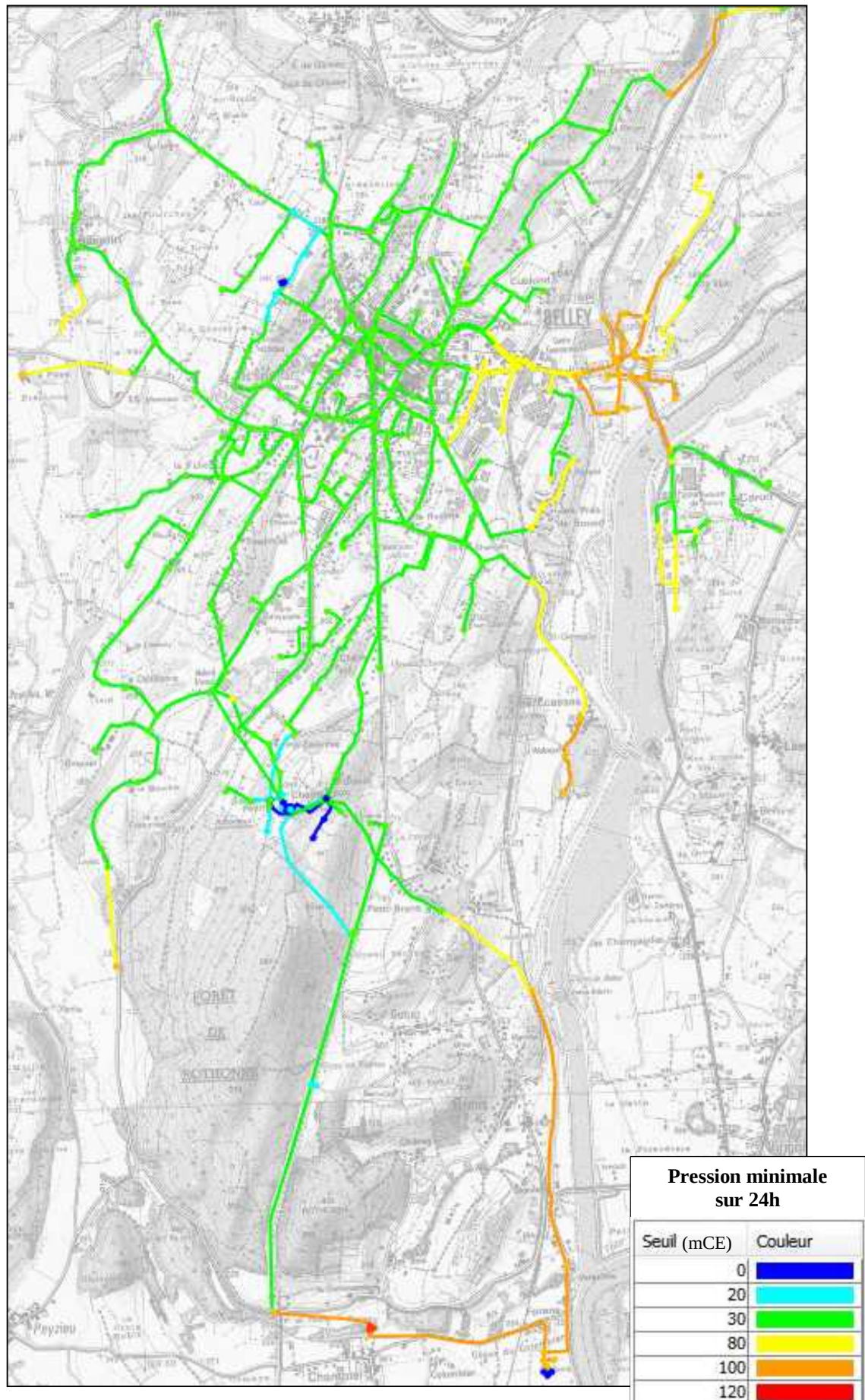
- Secteur du Grand Champeillon : 0,4 à 1,3 bars pour les usagers desservis par le Bas Service,
- Secteur du Petit Champeillon : 2 à 2,5 bars pour les usagers desservis par le Haut Service,
- Secteur de Sur Melon : 2,3 à 2,8 bars pour les usagers desservis par le Haut Service.

Les pressions minimales relevées dans le centre-ville sont de l'ordre de 5,8 à 6,2 bars (Place des Terreaux, Grande Rue).

Les pressions les plus importantes sont toujours observées dans le secteur de la ZA de l'Ousson où elles s'étagent entre 10 et 11,5 bars.

On en relève également dans le secteur des Ecassas (10,3 à 11,3 bars), du Plâtre et de la Plaine d'Izelet (10,8 à 11,3 bars).

Sur les conduites de refoulement, l'amplitude maximale des variations de pression entre les phases de fonctionnement et d'arrêt du pompage du Puits de Brens est au maximum de l'ordre de 0,3 bars (12,1 bars en refoulement contre 11,8 bars en statique) ce qui traduit de faibles pertes de charges au niveau des conduites de refoulement pour un débit de 380 m³/h.



6.4 Fonctionnement des ouvrages

6.4.1 Réservoirs : Marnage

Le tableau suivant présente l'amplitude journalière des variations de niveau des réservoirs.

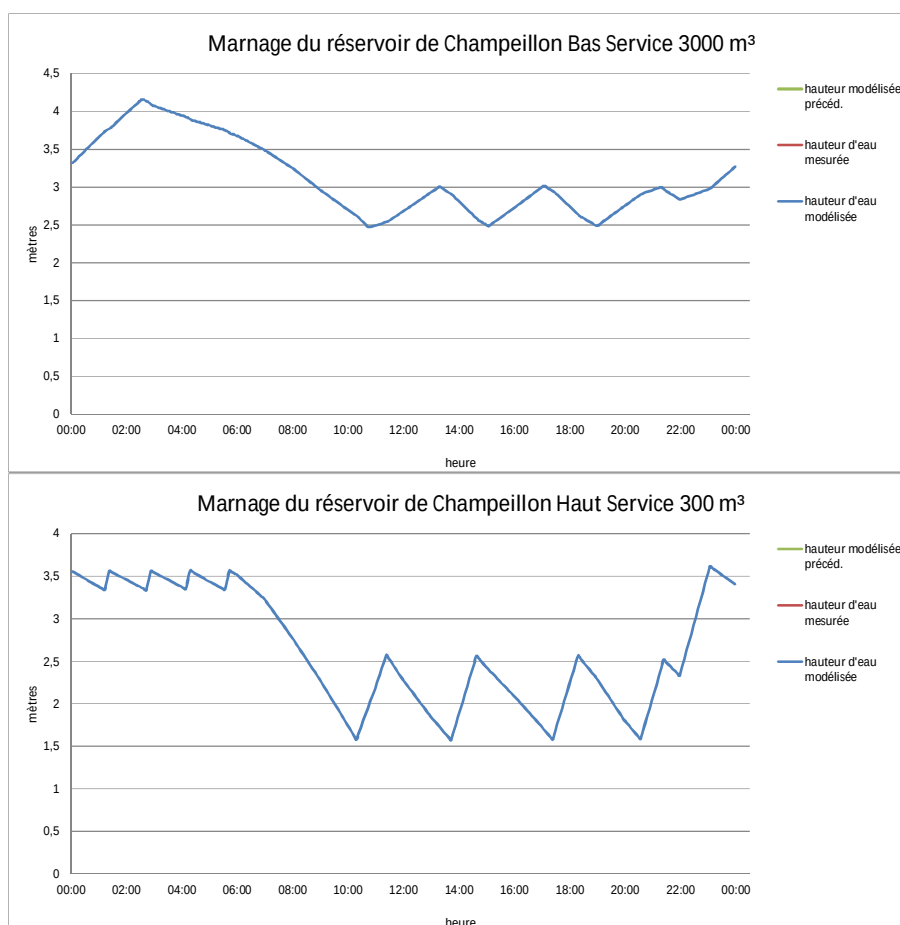
Réservoirs	Marnage	% Niveau Maxi	Niveau Maxi	Niveau Mini
Champeillon Bas Service	1,7 m	41%	4,16 m	2,47 m
Champeillon Haut Service	2,0 m	57%	3,62 m	1,57 m
Sur Melon	0,0 m	-	0,00 m	0,00 m

En situation moyenne, il apparaît ainsi que les réservoirs présentent un marnage marqué inhérent à leurs rôles de réservoirs pilotes de pompage.

En effet, les consignes de régulation des pompages sont ajustées de manière à privilégier le fonctionnement des pompes en période creuse nocturne et visent donc à utiliser au mieux la capacité de stockage des réservoirs en période pleine diurne.

Le marnage des réservoirs est de 1,7 à 2 m. Il représente de 41 à 57% de la capacité totale des ouvrages.

Seul le réservoir de Sur Melon ne présente aucun marnage car, en situation normale, il est déconnecté du réseau.



6.4.2 Réservoirs : Temps de séjour de l'eau

Le temps de séjour moyen de l'eau calculé dans les ouvrages de stockage est présenté ci-dessous :

Réservoirs	Flux moyen	Stock moyen	Temps de séjour
Champeillon Bas Service	4 399 m ³ /j	1 962 m ³	11 h
Champeillon Haut Service	576 m ³ /j	184 m ³	8 h
Sur Melon	0 m ³ /j	0 m ³	-

On relève ainsi un temps de séjour moyen de l'eau dans les réservoirs particulièrement réduit car ne dépassant pas 11h au maximum.

Le renouvellement de l'eau dans les réservoirs en service est donc très important.

6.4.3 Réservoirs : Autonomie de distribution

Le tableau suivant présente l'autonomie de distribution théorique permise par les réservoirs en cas d'interruption de leur alimentation (hypothèse d'indisponibilité des pompes suite à une coupure d'alimentation électrique par exemple).

Réservoirs	Stock moyen	Demande zone aval	Autonomie
Champeillon Bas Service	1 962 m ³	3 822 m ³ /j	0,5 j
Champeillon Haut Service	184 m ³	576 m ³ /j	0,3 j
Sur Melon	-	-	-

On relève ainsi que l'autonomie globale permise par les réservoirs en situation de pointe est au maximum d'une demi-journée, ce qui est très faible.

Pour le Haut Service, l'autonomie ne dépasse pas huit heures.

6.4.4 Pompages

Le tableau suivant présente les temps et plages de fonctionnement des stations de pompage.

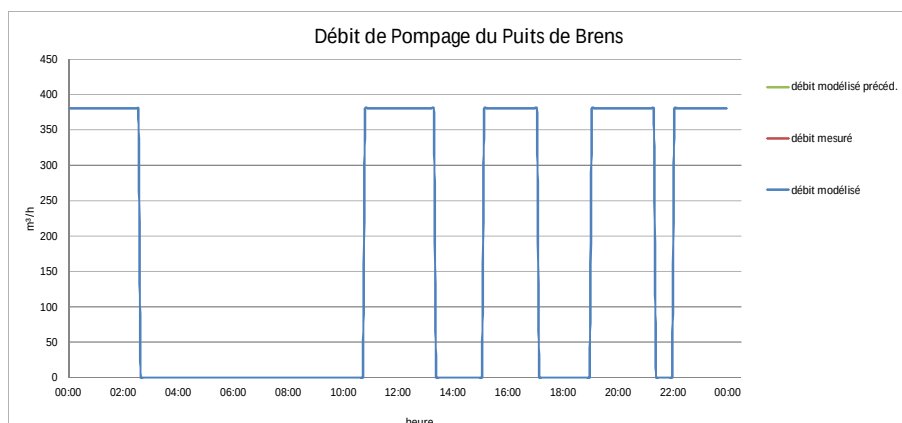
Stations de pompage	Temps de marche	Flux moyen	Débit maximum	Nb de plages de marche
Puits de Brens	11,5 h/j	4 377 m ³ /j	381 m ³ /h	4 plages / 0h-24h
Pompage Champeillon	5,4 h/j	576 m ³ /j	107 m ³ /h	8 plages / 0h-24h

Stations de pompage	Capacité maximale (fonctionnement en solo sur 20h)	Taux d'utilisation
Puits de Brens	7 620 m ³ /j	57%
Pompage Champeillon	2 140 m ³ /j	27%

En situation de pointe, le pompage du puits de Brens présente une durée de fonctionnement modérée, de moins de 12 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de seulement 57% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 380 m³/h).

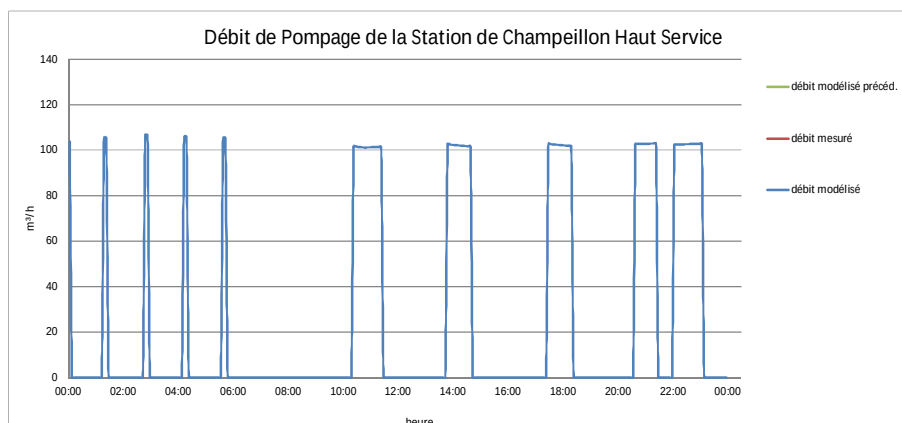
Compte tenu de la capacité de stockage relativement faible des réservoirs de Champeillon, la durée de fonctionnement du pompage en Heures Pleines augmente nettement (+1,3h soit +32%).



Le pompage de Champeillon pour le Haut Service présente toujours une durée de fonctionnement limitée, de moins de 5,5 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de seulement 27% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 105 m³/h).

La faible capacité de stockage du réservoir Haut Service de Champeillon est à l'origine d'une augmentation de la durée de pompage uniquement en Heures Pleines (+1h soit +35%). Les principales phases de pompage ont toujours lieu en journée.



7 MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION FUTURE MOYENNE

Sur la base d'une simulation de la demande en eau future (2025), il a été établi un bilan de fonctionnement des réseaux visant à recenser les anomalies pouvant toucher la distribution d'eau potable et le fonctionnement des ouvrages.

7.1 Volumes mis en distribution

Le tableau suivant présente les volumes mis en distribution :

	Situation future moyenne
Pompage Puits de Brens	3 650 m ³ /j
Export vers Virignin et Peyrieu	270 m ³ /j
Export vers Brens	290 m ³ /j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Haut Service	476 m ³ /j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Bas Service	2 612 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN300	1 663 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN200	547 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN175	402 m ³ /j
Export vers Marignieu et St champ	140 m ³ /j

L'analyse des volumes mis en distribution au niveau des différentes zones du réseau met en évidence qu'environ 74% du volume produit est délivré sur le Bas Service pour seulement 10% pour le Haut Service. La diminution de la part du Haut Service par rapport à la situation actuelle est essentiellement due à la prise en compte du futur déplacement du site de l'hôpital vers une zone desservie par le Bas Service.

Les volumes exportés représentent 19 % des volumes produits.

7.2 Vitesse de l'eau en distribution

La vitesse de l'eau dans les conduites doit être appréciée en fonction du rôle de chacune d'elles (production, antennes principales, secondaire...). La vitesse est présentée par secteur.

La carte des vitesses modélisées est présentée ci-après.

7.2.1 Production / Adduction

Les vitesses sur les conduites de refoulement du puits de Brens sont correctes et relativement peu élevées, de l'ordre de 0,3 m/s seulement sur la conduite DN600 et 0,22 m/s pour la conduite DN300 pour un débit de pompage de 380 m³/h.

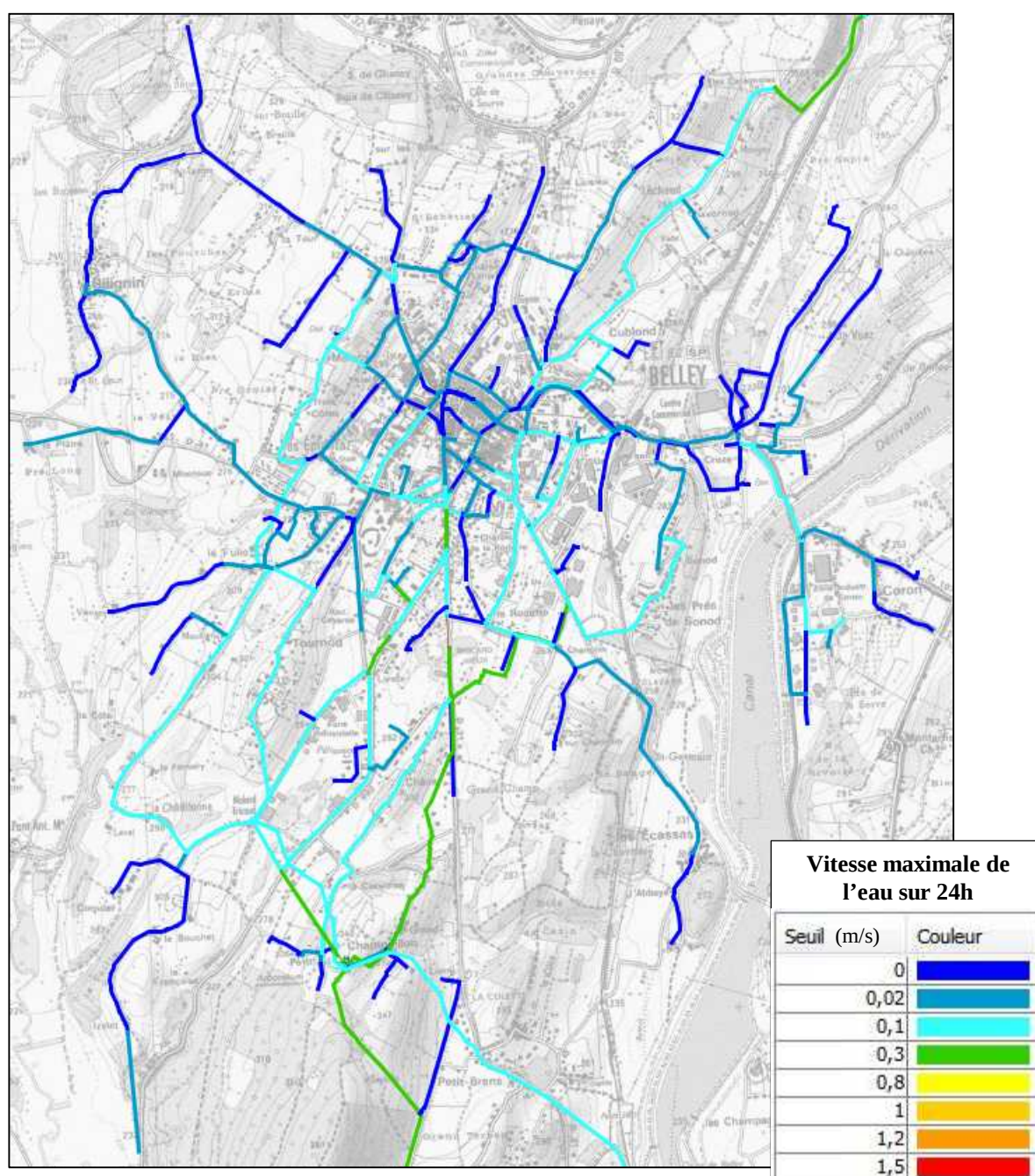
7.2.2 Distribution

En distribution, les vitesses maximales de l'eau dans les canalisations s'étagent entre 0 et 0,39 m/s.

La vitesse la plus élevée est observée au niveau de la partie amont de la conduite DN300 desservant le Bas Service à partir du réservoir de Champeillon (0,39 m/s).

La vitesse maximale de l'eau au niveau des autres canalisations maîtresses du Bas et du Haut Service (DN150 à DN200) est modérée, de l'ordre de 0,15 à 0,37 m/s.

Globalement, la vitesse de l'eau en distribution est peu importante puisqu'une majorité du réseau présente des vitesses maximales comprises entre 0,1 et 0,3 m/s, notamment dans le centre-ville, au réseau fortement maillé. Des vitesses très faibles, inférieures à 0,02 m/s sont également relevées au niveau des antennes périphériques du réseau.



7.3 Pressions en distribution

Les pressions sur le réseau sont globalement satisfaisantes et sont en grande majorité comprises entre 3 et 8 bars.

Les pressions les plus faibles sont observées à proximité des réservoirs :

- Secteur du Grand Champeillon : 0,5 à 1,5 bars pour les usagers desservis par le Bas Service,
- Secteur du Petit Champeillon : 2 à 2,5 bars pour les usagers desservis par le Haut Service,
- Secteur de Sur Melon : 2,5 à 3 bars pour les usagers desservis par le Haut Service.

Les pressions minimales relevées dans le centre-ville sont de l'ordre de 5,9 à 6,3 bars (Place des Terreaux, Grande Rue).

Les pressions maximales relevées sont le reflet de la topographie du territoire communal.

Les pressions les plus importantes sont ainsi principalement observées dans le secteur de la ZA de l'Ousson où elles s'étagent entre 10 et 12 bars.

On en relève également dans le secteur des Ecassas (10,5 à 11,5 bars), du Plâtre et de la Plaine d'Izelet (11 à 11,5 bars).

Sur les conduites de refoulement, l'amplitude maximale des variations de pression entre les phases de fonctionnement et d'arrêt du pompage du Puits de Brens est au maximum de l'ordre de 0,3 bars (12,1 bars en refoulement contre 11,8 bars en statique) ce qui traduit de faibles pertes de charges au niveau des conduites de refoulement pour un débit de 380 m³/h.



7.4 Fonctionnement des ouvrages

7.4.1 Réservoirs : Marnage

Le tableau suivant présente l'amplitude journalière des variations de niveau des réservoirs.

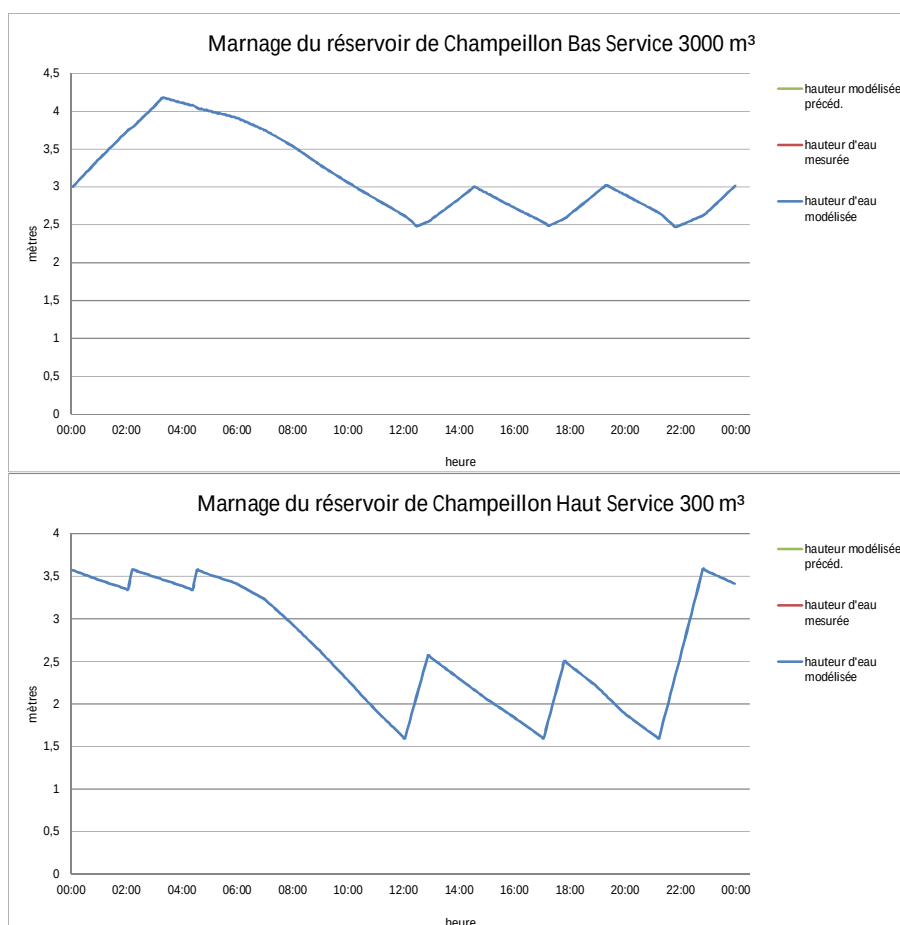
Réservoirs	Marnage	% Niveau Maxi	Niveau Maxi	Niveau Mini
Champeillon Bas Service	1,7 m	41%	4,18 m	2,47 m
Champeillon Haut Service	2,0 m	56%	3,59 m	1,60 m
Sur Melon	0,0 m	-	0,00 m	0,00 m

En situation moyenne, il apparaît ainsi que les réservoirs présentent un marnage marqué inhérent à leurs rôles de réservoirs pilotes de pompage.

En effet, les consignes de régulation des pompages sont ajustées de manière à privilégier le fonctionnement des pompes en période creuse nocturne et visent donc à utiliser au mieux la capacité de stockage des réservoirs en période pleine diurne.

Le marnage des réservoirs est de 1,7 à 2 m. Il représente de 41 à 56% de la capacité totale des ouvrages.

Seul le réservoir de Sur Melon ne présente aucun marnage car, en situation normale, il est déconnecté du réseau.



7.4.2 Réservoirs : Temps de séjour de l'eau

Le temps de séjour moyen de l'eau calculé dans les ouvrages de stockage est présenté ci-dessous :

Réservoirs	Flux moyen	Stock moyen	Temps de séjour
Champeillon Bas Service	3 649 m ³ /j	1 973 m ³	13 h
Champeillon Haut Service	369 m ³ /j	185 m ³	12 h
Sur Melon	0 m ³ /j	0 m ³	-

On relève ainsi un temps de séjour moyen de l'eau dans les réservoirs particulièrement réduit car ne dépassant pas 13h au maximum.

Le renouvellement de l'eau dans les réservoirs en service est donc important.

7.4.3 Réservoirs : Autonomie de distribution

Le tableau suivant présente l'autonomie de distribution théorique permise par les réservoirs en cas d'interruption de leur alimentation (hypothèse d'indisponibilité des pompes suite à une coupure d'alimentation électrique par exemple).

Réservoirs	Stock moyen	Demande zone aval	Autonomie
Champeillon Bas Service	1 973 m ³	3 281 m ³ /j	0,6 j
Champeillon Haut Service	185 m ³	369 m ³ /j	0,5 j
Sur Melon	-	-	-

On relève ainsi que l'autonomie globale permise par les réservoirs est nettement inférieure à une journée, ce qui est très faible, notamment en situation de demande en eau moyenne.

Pour le Haut Service, l'autonomie ne dépasse même pas une demi-journée.

7.4.4 Pompages

Le tableau suivant présente les temps et plages de fonctionnement des stations de pompage.

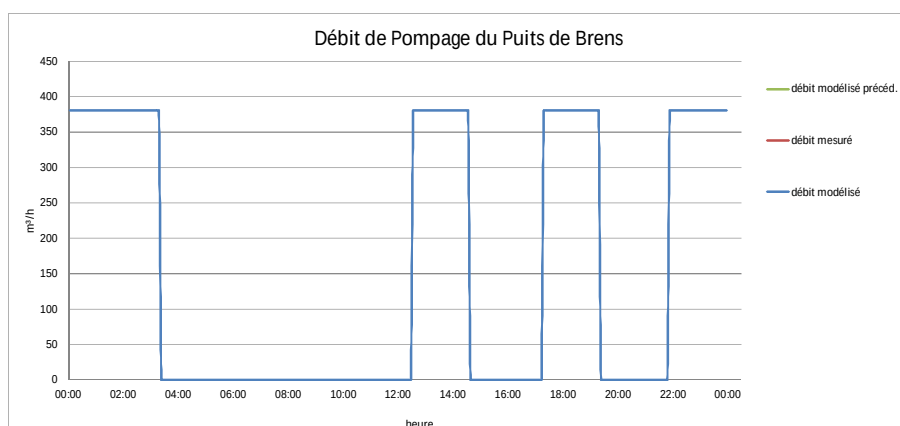
Stations de pompage	Temps de marche	Flux moyen	Débit maximum	Nb de plages de marche
Puits de Brens	9,7 h/j	3 679 m ³ /j	381 m ³ /h	3 plages / 0h-24h
Pompage Champeillon	3,5 h/j	369 m ³ /j	106 m ³ /h	6 plages / 0h-24h

Stations de pompage	Capacité maximale (fonctionnement en solo sur 20h)	Taux d'utilisation
Puits de Brens	7 620 m ³ /j	48%
Pompage Champeillon	2 120 m ³ /j	17%

En situation moyenne, le pompage du puits de Brens présente une durée de fonctionnement relativement réduite, de l'ordre de 10 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de 48% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 380 m³/h).

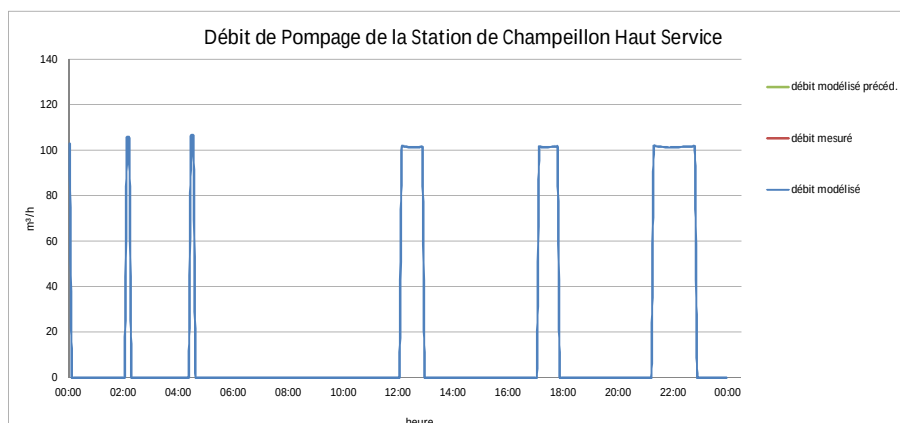
Bien que le débit de pompage soit nettement suffisant, la capacité de stockage relativement faible des réservoirs de Champeillon ne permet pas de concentrer les heures de fonctionnement lors de la période creuse nocturne. Des phases de pompage complémentaire sont ainsi nécessaires en journée.



Le pompage de Champeillon pour le Haut Service présente une durée de fonctionnement très limitée, de moins de 4 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de seulement 17% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 105 m³/h).

Comme pour le pompage du Puits de Brens, alors le débit des pompes est suffisant, la faible capacité de stockage du réservoir Haut Service de Champeillon ne permet pas de concentrer les heures de fonctionnement lors de la période creuse nocturne. Les principales phases de pompage ont même lieu en journée.



7.5 Age de l'eau en distribution

La carte ci-après présente l'âge moyen de l'eau présente dans les ouvrages et le réseau de distribution. Il traduit le temps passé par une particule d'eau dans le réseau : l'eau qui entre dans le réseau provenant de la ressource a un temps de séjour égal à zéro et elle « vieillit » au fur et à mesure de son parcours dans le réseau et de son séjour dans les stockages.

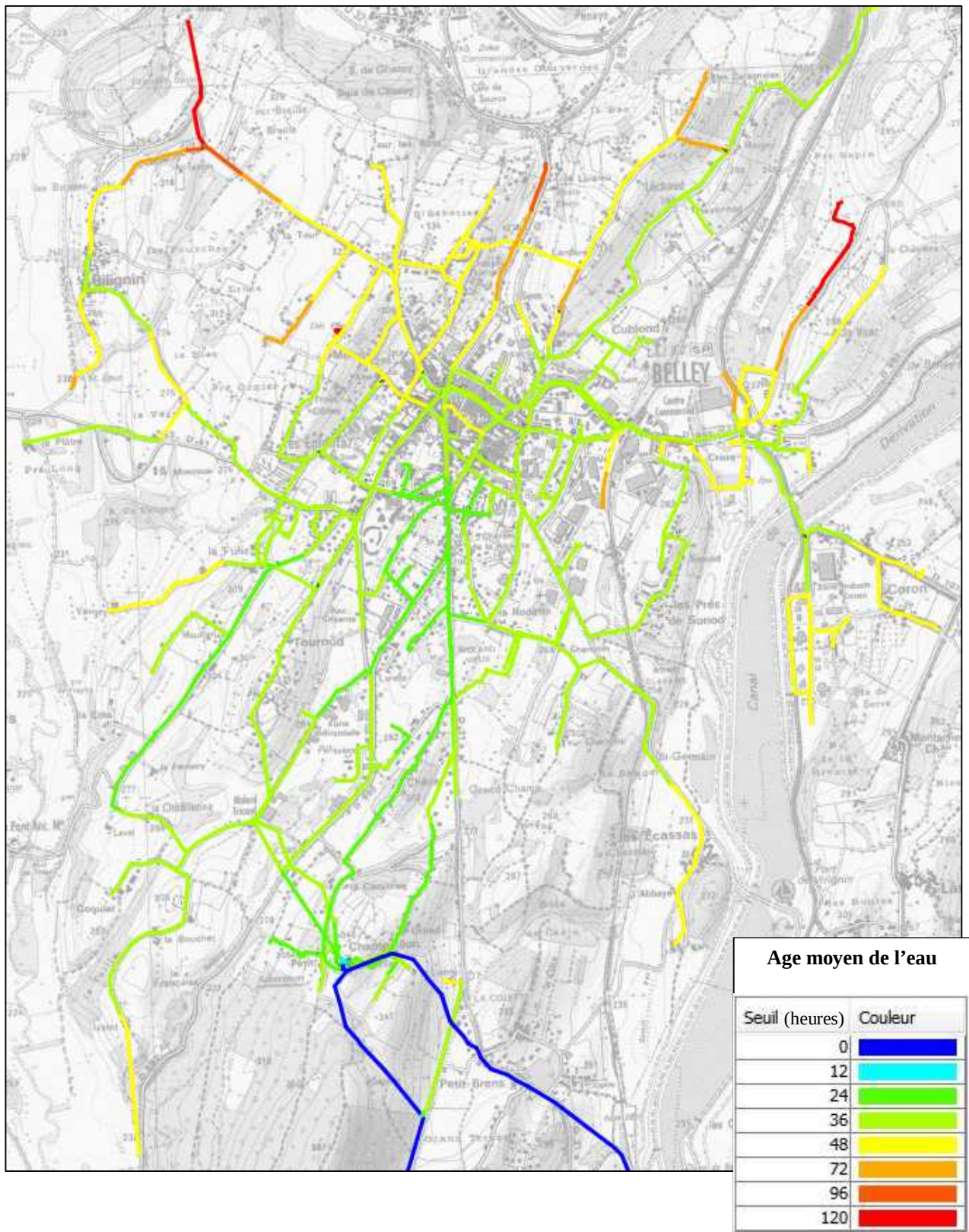
L'âge de l'eau fournit une mesure simple et non spécifique de la qualité globale de l'eau potable livrée qui peut, dans certains cas, être rapprochée des risques de revivification de bactéries, de disparition du résiduel de désinfectant.

Il est calculé à partir d'une simulation de longue durée (de 10 à 15 jours) afin d'obtenir une stabilisation de l'âge de l'eau dans les ouvrages de stockage où elle est le moins bien renouvelée.

Le calcul de l'âge de l'eau présenté a été réalisé avec comme hypothèse, un âge de l'eau nul au niveau du Puits de Brens.

Les résultats font apparaître des âges de l'eau satisfaisants et inférieurs à 72h sur l'ensemble du réseau sauf :

- La Bâtie : L'âge moyen de l'eau est de l'ordre de 140 à 150 heures ($\approx$ 6 jours) en extrémité de cette longue antenne assurant une faible desserte en route. L'âge de l'eau est déjà supérieur à 3 jours dans le secteur de Sur Braille.
- CD107 – Route de Magnieu : L'âge de l'eau dépasse également 150h en extrémité de l'antenne dans laquelle transite de faibles volumes et qui est en grande partie dimensionnée pour les débits incendie.
- Route de Bourg : Sur l'antenne située en extrémité nord de la Route de Bourg, l'âge de l'eau dépasse 100 h (>4 jours) du fait d'une faible desserte en route et d'un réseau dimensionné probablement pour la défense incendie.
- On relève également quelques antennes au niveau desquelles l'âge de l'eau est un peu élevé et s'établit entre 72 et 80h (Chemin des Trois Côtes, Chemin de Léchaud, Avenue Charles Vulliod).



8 MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION FUTURE DE POINTE (POINTE MENSUELLE)

Sur la base d'une simulation de la demande en eau future (2025), il a été établi un bilan de fonctionnement des réseaux visant à recenser les anomalies pouvant toucher la distribution d'eau potable et le fonctionnement des ouvrages.

Ce bilan est présenté ci-après pour les différents services de l'aire d'étude pour une période de demande en eau en période de pointe mensuelle de consommation.

8.1 Volumes mis en distribution

Le tableau suivant présente les volumes mis en distribution :

	Situation future de pointe (mensuelle)
Pompage Puits de Brens	5 046 m ³ /j
Export vers Virignin et Peyrieu	580 m ³ /j
Export vers Brens	440 m ³ /j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Haut Service	474 m ³ /j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Bas Service	3 537 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN300	2 125 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN200	862 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN175	549 m ³ /j
Export vers Marignieu et St champ	210 m ³ /j

L'analyse des volumes mis en distribution au niveau des différentes zones du réseau met en évidence qu'environ 70% du volume produit est délivré sur le Bas Service pour seulement 9% pour le Haut Service.

Les volumes exportés représentent 24% des volumes produits.

8.2 Vitesse de l'eau en distribution

La vitesse de l'eau dans les conduites doit être appréciée en fonction du rôle de chacune d'elles (production, antennes principales, secondaire...). La vitesse est présentée par secteur.

La carte des vitesses modélisées est présentée ci-après.

8.2.1 Production / Adduction

Les vitesses sur les conduites de refoulement du puits de Brens sont correctes et relativement peu élevées, de l'ordre de 0,3 m/s seulement sur la conduite DN600 et 0,22 m/s pour la conduite DN300 pour un débit de pompage de 380 m³/h.

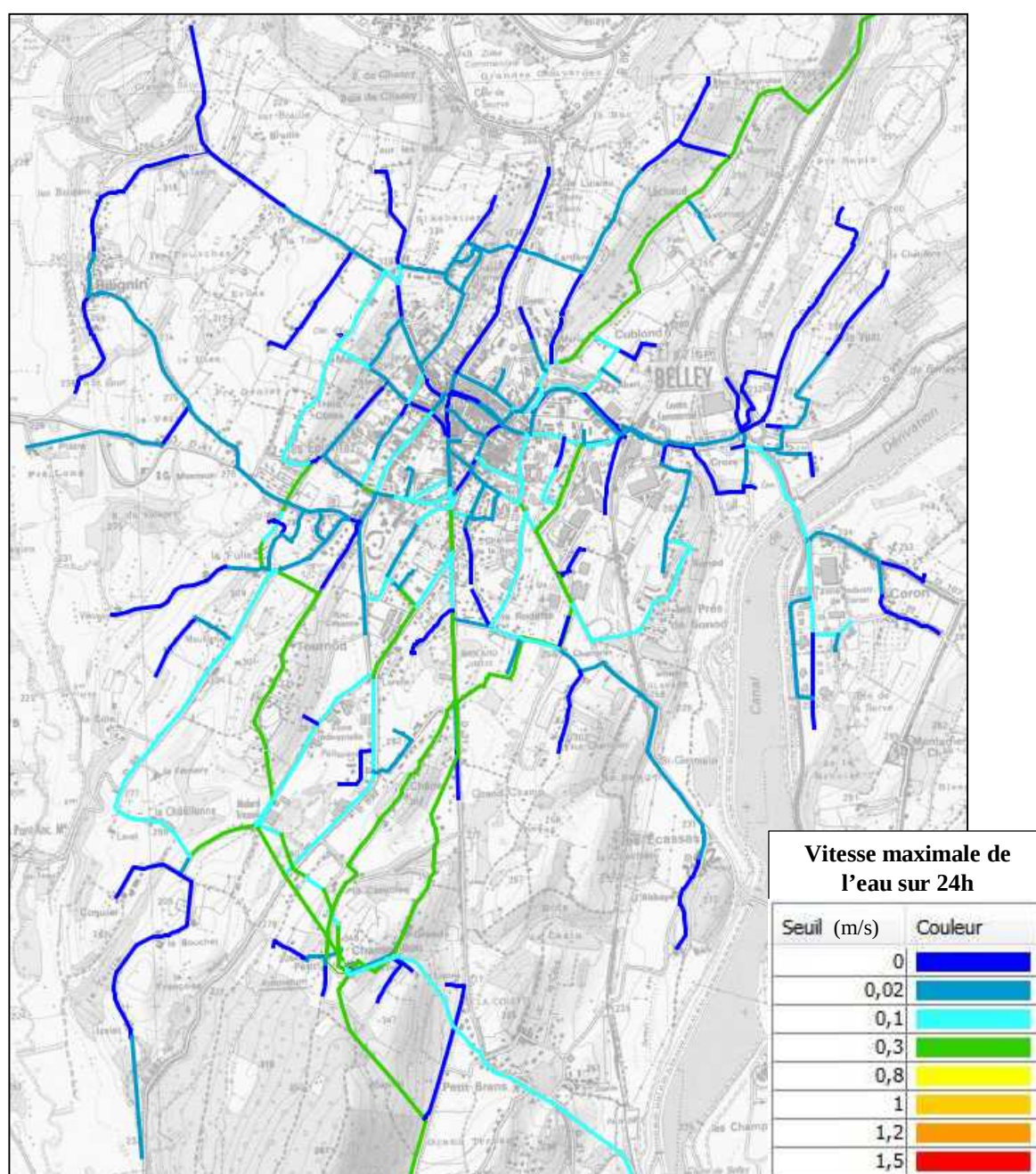
8.2.2 Distribution

En distribution, les vitesses maximales de l'eau dans les canalisations s'étagent entre 0 et 0,51 m/s.

La vitesse la plus élevée est observée au niveau de la partie amont de la conduite DN300 desservant le Bas Service à partir du réservoir de Champeillon (0,51 m/s).

La vitesse maximale de l'eau au niveau des autres canalisations maîtresses du Bas et du Haut Service (DN150 à DN200) augmente mais reste correcte, de l'ordre de 0,25 à 0,47 m/s.

Globalement, la vitesse de l'eau en distribution reste peu importante, même en pointe, puisqu'une majorité du réseau présente des vitesses maximales comprises entre 0,1 et 0,3 m/s, notamment dans le centre-ville, au réseau fortement maillé. Des vitesses très faibles, inférieures à 0,02 m/s sont également relevées au niveau des antennes périphériques du réseau.



8.3 Pressions en distribution

Les pressions sur le réseau sont globalement satisfaisantes et sont en grande majorité comprises entre 3 et 8 bars.

Les pressions les plus faibles sont observées à proximité des réservoirs :

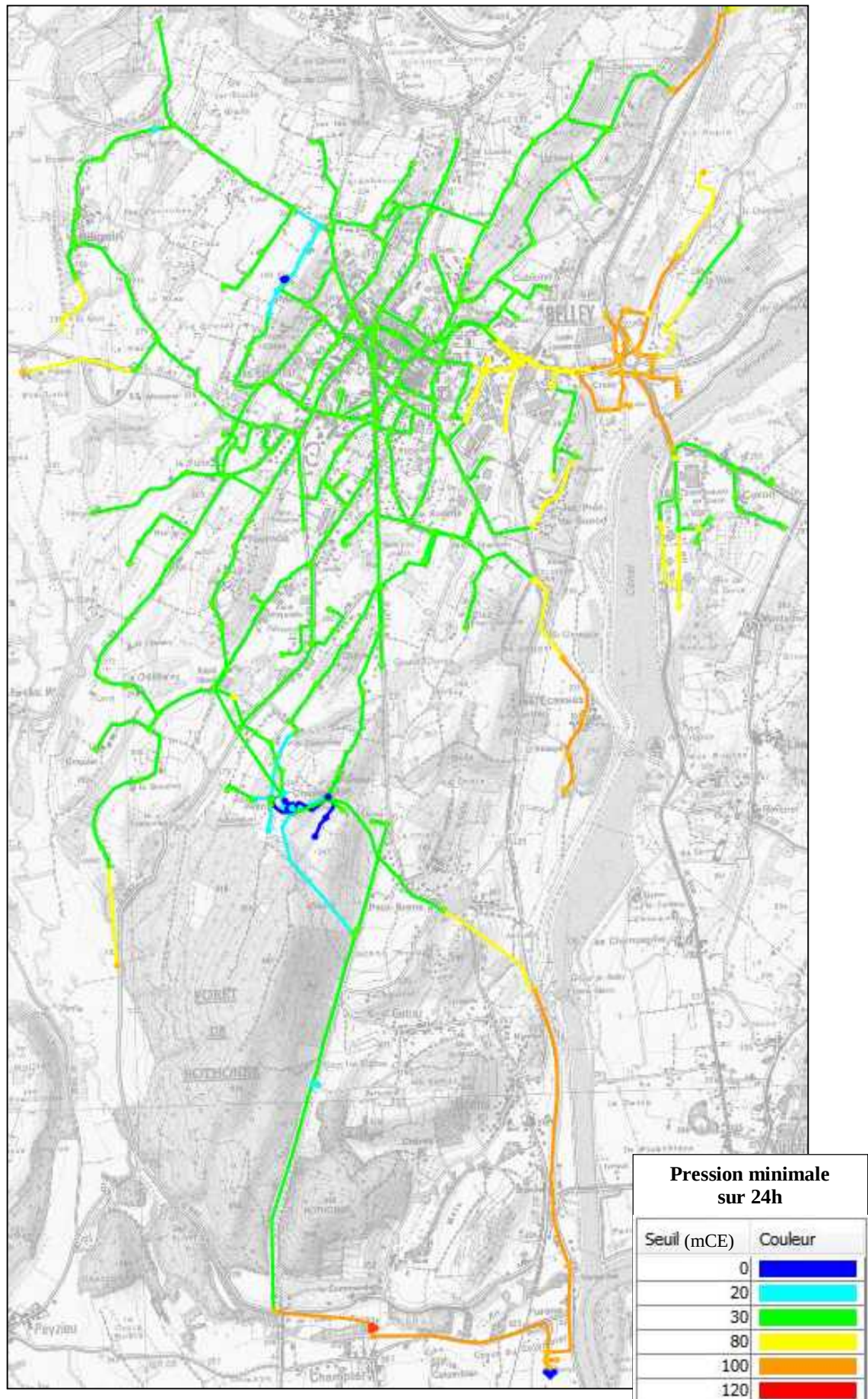
- Secteur du Grand Champeillon : 0,4 à 1,3 bars pour les usagers desservis par le Bas Service,
- Secteur du Petit Champeillon : 2 à 2,5 bars pour les usagers desservis par le Haut Service,
- Secteur de Sur Melon : 2,4 à 3 bars pour les usagers desservis par le Haut Service.

Les pressions minimales relevées dans le centre-ville sont de l'ordre de 5,7 à 6,1 bars (Place des Terreaux, Grande Rue).

Les pressions les plus importantes sont toujours observées dans le secteur de la ZA de l'Ousson où elles s'étagent entre 10 et 11,5 bars.

On en relève également dans le secteur des Ecassas (10,5 à 11,5 bars), du Plâtre et de la Plaine d'Izelet (11,1 à 11,5 bars).

Sur les conduites de refoulement, l'amplitude maximale des variations de pression entre les phases de fonctionnement et d'arrêt du pompage du Puits de Brens est au maximum de l'ordre de 0,3 bars (12,1 bars en refoulement contre 11,8 bars en statique) ce qui traduit de faibles pertes de charges au niveau des conduites de refoulement pour un débit de 380 m³/h.



8.4 Fonctionnement des ouvrages

8.4.1 Réservoirs : Marnage

Le tableau suivant présente l'amplitude journalière des variations de niveau des réservoirs.

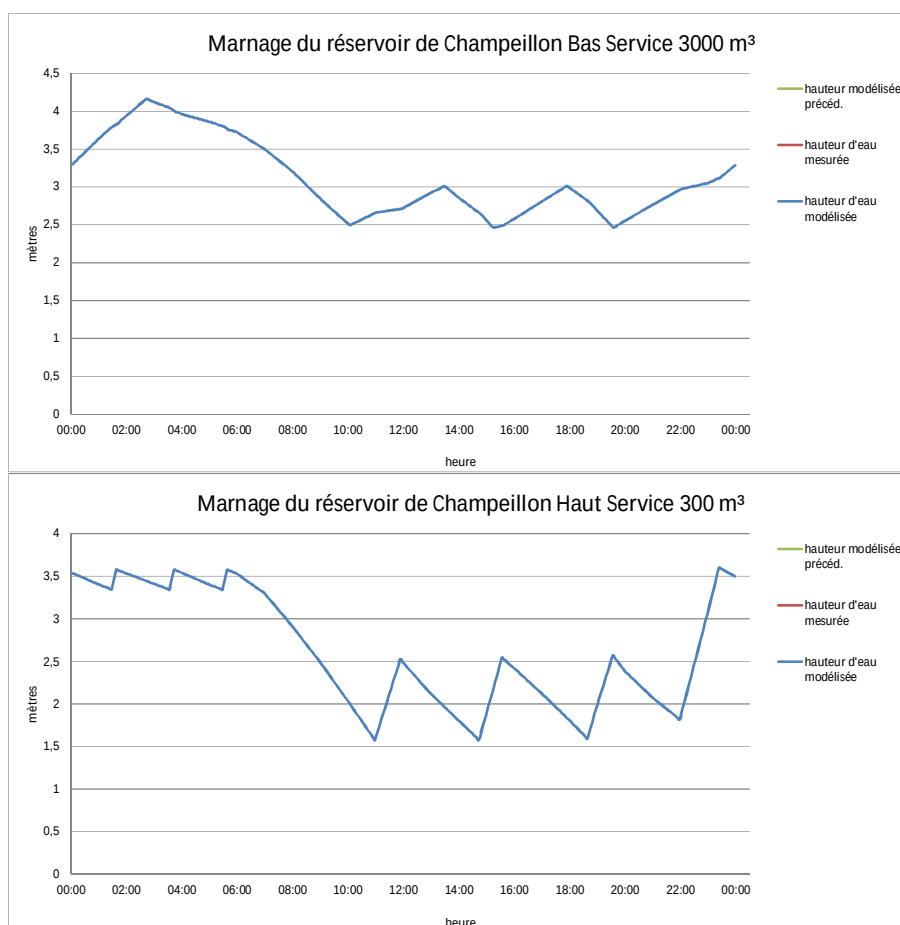
Réservoirs	Marnage	% Niveau Maxi	Niveau Maxi	Niveau Mini
Champeillon Bas Service	1,7 m	41%	4,17 m	2,47 m
Champeillon Haut Service	2,0 m	56%	3,60 m	1,58 m
Sur Melon	0,0 m	-	0,00 m	0,00 m

En situation moyenne, il apparaît ainsi que les réservoirs présentent un marnage marqué inhérent à leurs rôles de réservoirs pilotes de pompage.

En effet, les consignes de régulation des pompages sont ajustées de manière à privilégier le fonctionnement des pompes en période creuse nocturne et visent donc à utiliser au mieux la capacité de stockage des réservoirs en période pleine diurne.

Le marnage des réservoirs est de 1,7 à 2 m. Il représente de 41 à 56% de la capacité totale des ouvrages.

Seul le réservoir de Sur Melon ne présente aucun marnage car, en situation normale, il est déconnecté du réseau.



8.4.2 Réservoirs : Temps de séjour de l'eau

Le temps de séjour moyen de l'eau calculé dans les ouvrages de stockage est présenté ci-dessous :

Réservoirs	Flux moyen	Stock moyen	Temps de séjour
Champeillon Bas Service	5 030 m ³ /j	1 959 m ³	9 h
Champeillon Haut Service	474 m ³ /j	183 m ³	9 h
Sur Melon	0 m ³ /j	0 m ³	-

On relève ainsi un temps de séjour moyen de l'eau dans les réservoirs particulièrement réduit car ne dépassant pas 9h au maximum.

Le renouvellement de l'eau dans les réservoirs en service est donc très important.

8.4.3 Réservoirs : Autonomie de distribution

Le tableau suivant présente l'autonomie de distribution théorique permise par les réservoirs en cas d'interruption de leur alimentation (hypothèse d'indisponibilité des pompes suite à une coupure d'alimentation électrique par exemple).

Réservoirs	Stock moyen	Demande zone aval	Autonomie
Champeillon Bas Service	1 959 m ³	4 557 m ³ /j	0,4 j
Champeillon Haut Service	183 m ³	474 m ³ /j	0,4 j
Sur Melon	-	-	-

On relève ainsi que l'autonomie globale permise par les réservoirs en situation de pointe est inférieure à une demi-journée, ce qui est très faible, aussi bien pour le Haut Service que le Bas Service.

8.4.4 Pompages

Le tableau suivant présente les temps et plages de fonctionnement des stations de pompage.

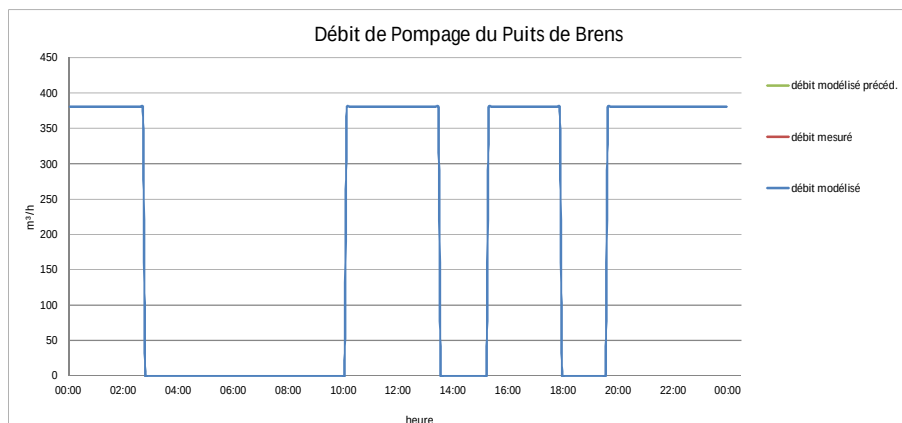
Stations de pompage	Temps de marche	Flux moyen	Débit maximum	Nb de plages de marche
Puits de Brens	13,2 h/j	5 046 m ³ /j	381 m ³ /h	3 plages / 0h-24h
Pompage Champeillon	4,5 h/j	474 m ³ /j	106 m ³ /h	7 plages / 0h-24h

Stations de pompage	Capacité maximale (fonctionnement en solo sur 20h)	Taux d'utilisation
Puits de Brens	7 620 m ³ /j	66%
Pompage Champeillon	2 120 m ³ /j	22%

En situation de pointe mensuelle, le pompage du puits de Brens présente toujours une durée de fonctionnement modérée, de l'ordre de 13 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de seulement 66% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 380 m³/h).

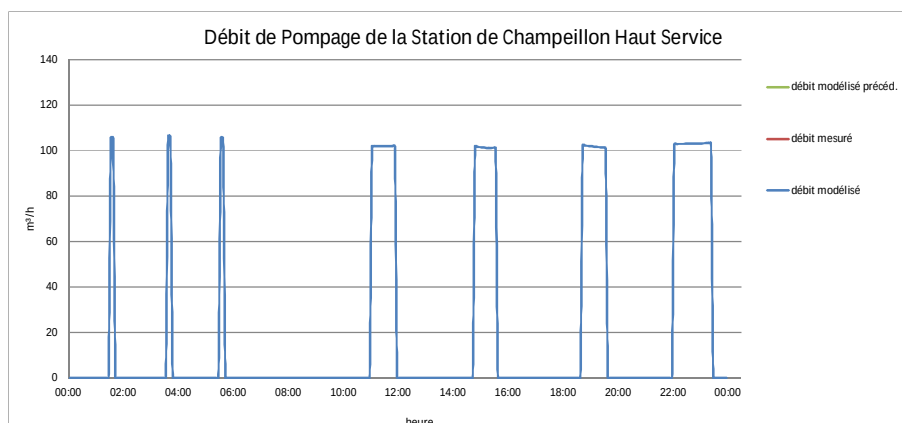
Compte tenu de la capacité de stockage relativement faible des réservoirs de Champeillon, la durée de fonctionnement du pompage en Heures Pleines augmente fortement (+3,8h soit +86%) par rapport à la situation future moyenne.



Le pompage de Champeillon pour le Haut Service présente toujours une durée de fonctionnement limitée, de moins de 4,5 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de seulement 22% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 105 m³/h).

La faible capacité de stockage du réservoir Haut Service de Champeillon est à l'origine d'une augmentation de la durée de pompage aussi bien en Heures Pleines (+0,4h soit +17%) qu'en Heures Creuses (+0,6h soit +50%). Les principales phases de pompage ont toujours lieu en journée.



9 MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION FUTURE DE POINTE (POINTE JOURNALIERE)

Sur la base d'une simulation de la demande en eau future (2025), il a été établi un bilan de fonctionnement des réseaux visant à recenser les anomalies pouvant toucher la distribution d'eau potable et le fonctionnement des ouvrages.

Ce bilan est présenté ci-après pour les différents services de l'aire d'étude pour une période de demande en eau en période de pointe journalière de consommation.

9.1 Volumes mis en distribution

Le tableau suivant présente les volumes mis en distribution :

	Situation future de pointe (journalière)
Pompage Puits de Brens	6 225 m ³ /j
Export vers Virignin et Peyrieu	580 m ³ /j
Export vers Brens	440 m ³ /j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Haut Service	621 m ³ /j
Distribution Réservoirs de Champeillon vers Bas Service	4 579 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN300	2 815 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN200	1 094 m ³ /j
dont Distribution par canalisation DN175	670 m ³ /j
Export vers Marignieu et St champ	210 m ³ /j

L'analyse des volumes mis en distribution au niveau des différentes zones du réseau met en évidence qu'environ 74% du volume produit est délivré sur le Bas Service pour seulement 10% pour le Haut Service.

Les volumes exportés représentent 20% des volumes produits.

9.2 Vitesse de l'eau en distribution

La vitesse de l'eau dans les conduites doit être appréciée en fonction du rôle de chacune d'elles (production, antennes principales, secondaire...). La vitesse est présentée par secteur.

La carte des vitesses modélisées est présentée ci-après.

9.2.1 Production / Adduction

Les vitesses sur les conduites de refoulement du puits de Brens sont correctes et relativement peu élevées, de l'ordre de 0,3 m/s seulement sur la conduite DN600 et 0,22 m/s pour la conduite DN300 pour un débit de pompage de 380 m³/h.

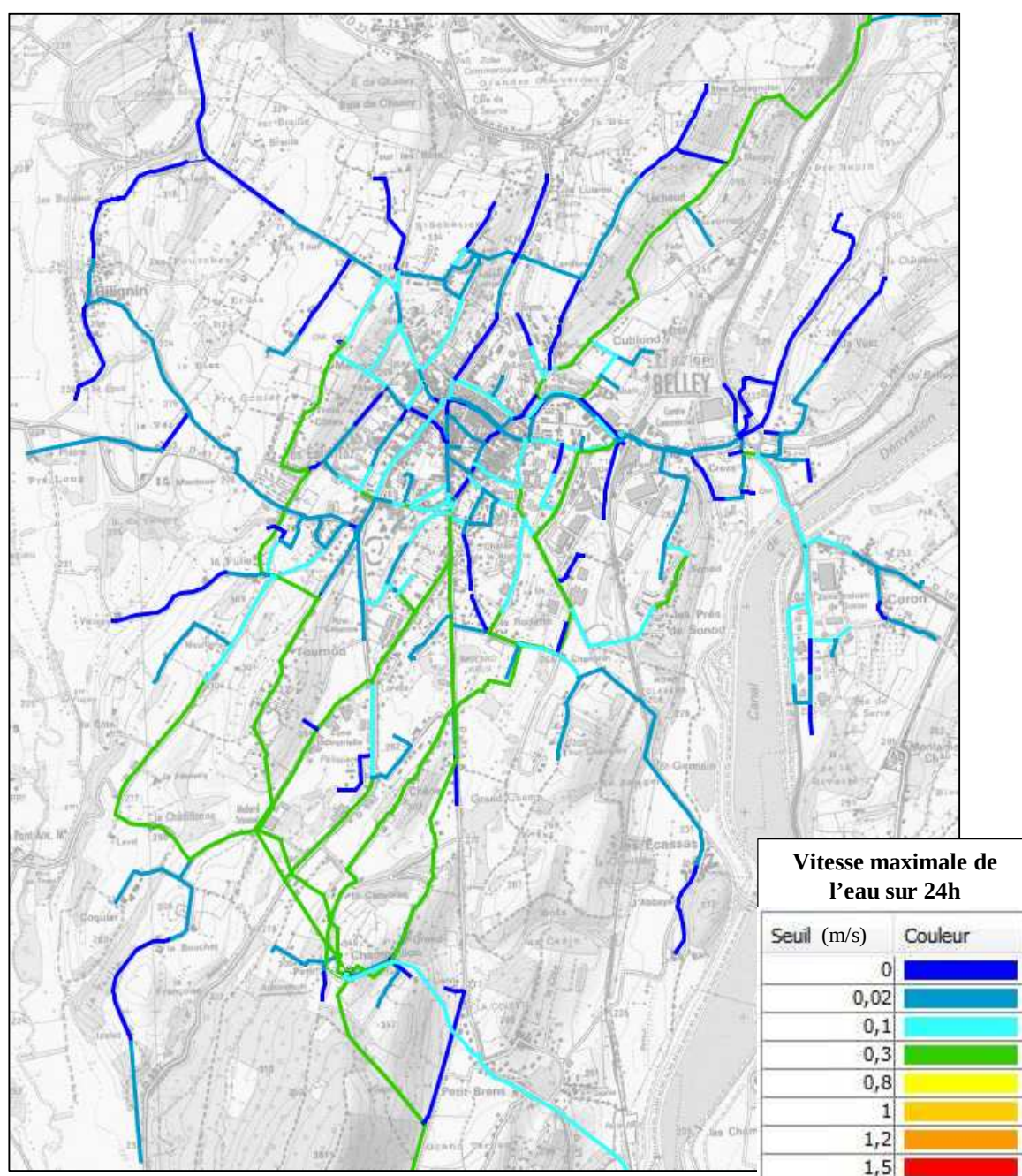
9.2.2 Distribution

En distribution, les vitesses maximales de l'eau dans les canalisations s'étagent entre 0 et 0,69 m/s.

La vitesse la plus élevée est observée au niveau de la partie amont de la conduite DN300 desservant le Bas Service à partir du réservoir de Champeillon (0,69 m/s).

La vitesse maximale de l'eau au niveau des autres canalisations maîtresses du Bas et du Haut Service (DN150 à DN200) commence à être assez soutenue mais reste correcte, de l'ordre de 0,36 à 0,51 m/s.

Globalement, la vitesse de l'eau en distribution reste peu importante, même en pointe, puisqu'une majorité du réseau présente des vitesses maximales comprises entre 0,1 et 0,3 m/s, notamment dans le centre-ville, au réseau fortement maillé. Des vitesses très faibles, inférieures à 0,02 m/s sont également relevées au niveau des antennes périphériques du réseau.



9.3 Pressions en distribution

Les pressions sur le réseau sont globalement satisfaisantes et sont en grande majorité comprises entre 3 et 8 bars.

Les pressions les plus faibles sont observées à proximité des réservoirs :

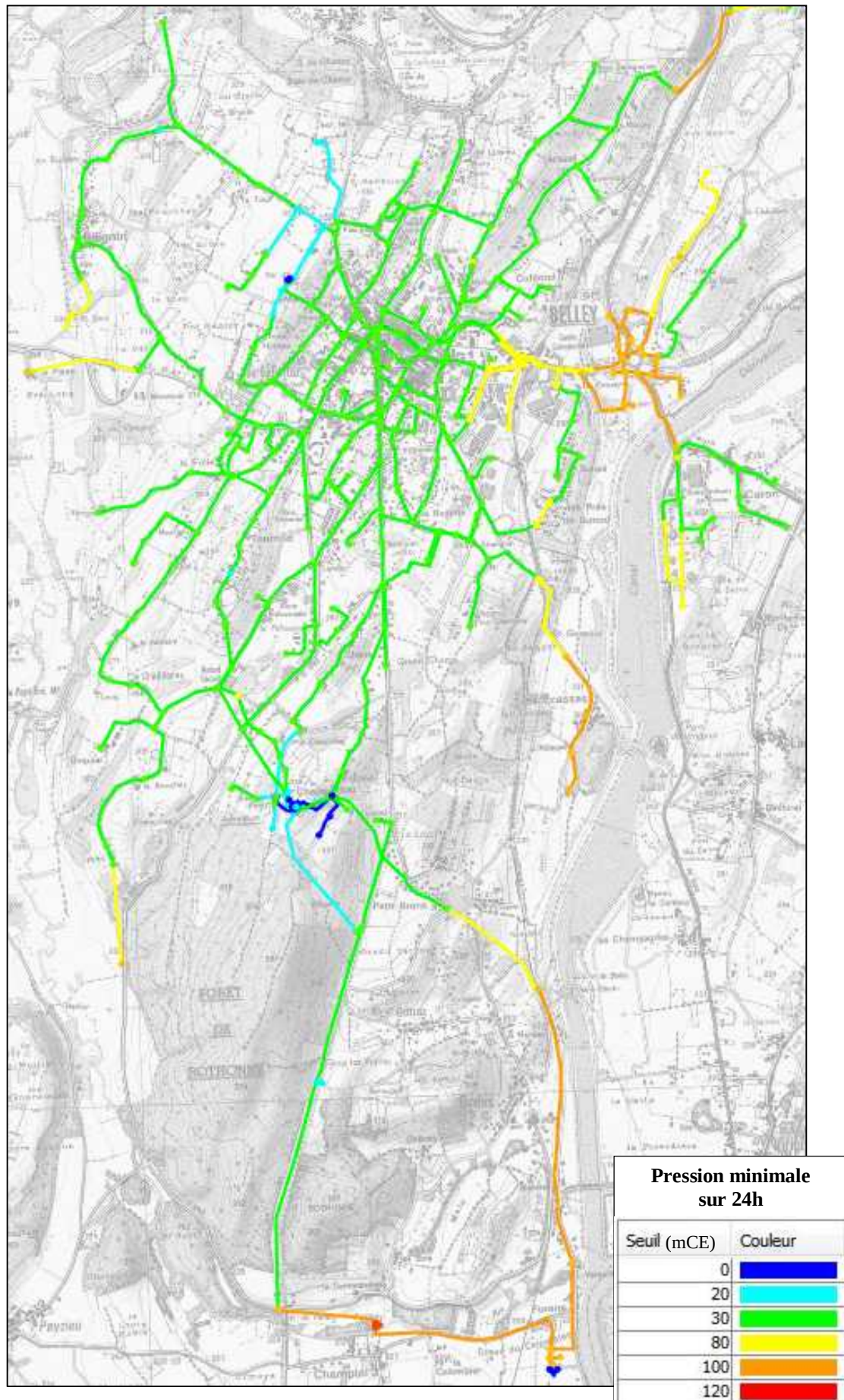
- Secteur du Grand Champeillon : 0,3 à 1,3 bars pour les usagers desservis par le Bas Service,
- Secteur du Petit Champeillon : 2 à 2,5 bars pour les usagers desservis par le Haut Service,
- Secteur de Sur Melon : 2,2 à 2,7 bars pour les usagers desservis par le Haut Service.

Les pressions minimales relevées dans le centre-ville sont de l'ordre de 5,5 à 6 bars (Place des Terreaux, Grande Rue).

Les pressions les plus importantes sont toujours observées dans le secteur de la ZA de l'Ousson où elles s'étagent entre 10 et 11,5 bars.

On en relève également dans le secteur des Ecassas (10,5 à 11,5 bars), du Plâtre et de la Plaine d'Izelet (11,1 à 11,5 bars).

Sur les conduites de refoulement, l'amplitude maximale des variations de pression entre les phases de fonctionnement et d'arrêt du pompage du Puits de Brens est au maximum de l'ordre de 0,3 bars (12,1 bars en refoulement contre 11,8 bars en statique) ce qui traduit de faibles pertes de charges au niveau des conduites de refoulement pour un débit de 380 m³/h.



9.4 Fonctionnement des ouvrages

9.4.1 Réservoirs : Marnage

Le tableau suivant présente l'amplitude journalière des variations de niveau des réservoirs.

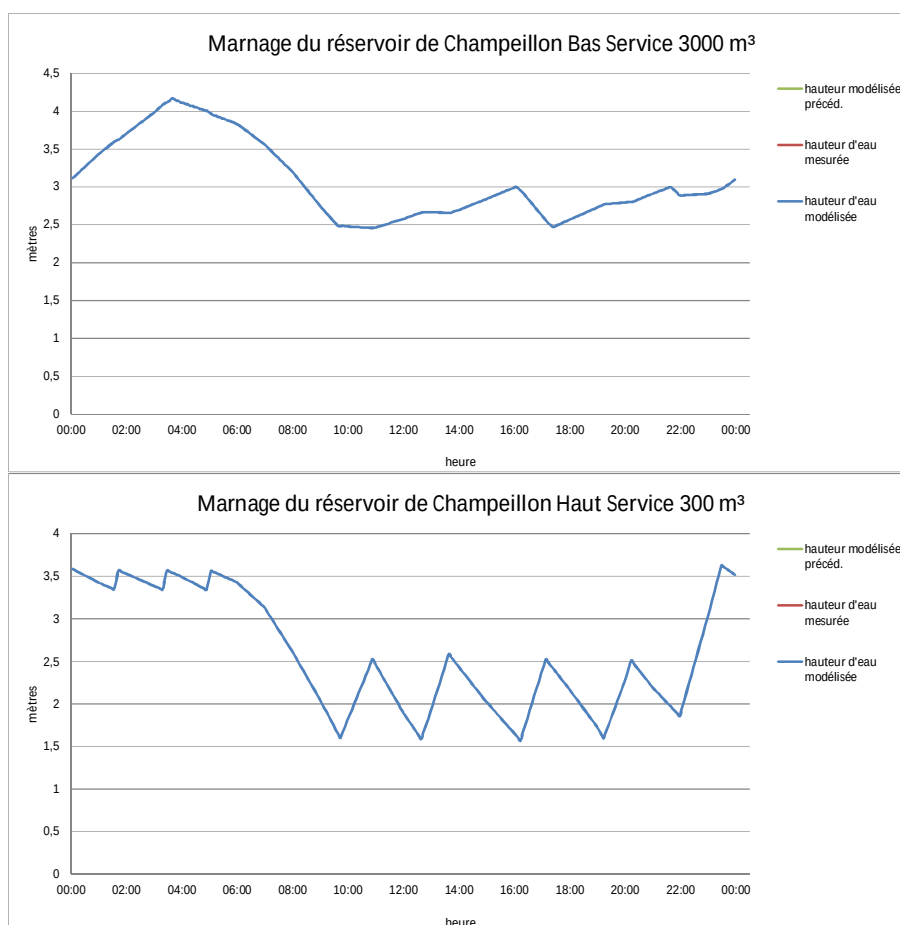
Réservoirs	Marnage	% Niveau Maxi	Niveau Maxi	Niveau Mini
Champeillon Bas Service	1,7 m	41%	4,17 m	2,46 m
Champeillon Haut Service	2,1 m	57%	3,63 m	1,57 m
Sur Melon	0,0 m	-	0,00 m	0,00 m

En situation moyenne, il apparaît ainsi que les réservoirs présentent un marnage marqué inhérent à leurs rôles de réservoirs pilotes de pompage.

En effet, les consignes de régulation des pompages sont ajustées de manière à privilégier le fonctionnement des pompes en période creuse nocturne et visent donc à utiliser au mieux la capacité de stockage des réservoirs en période pleine diurne.

Le marnage des réservoirs est de 1,7 à 2 m. Il représente de 41 à 57% de la capacité totale des ouvrages.

Seul le réservoir de Sur Melon ne présente aucun marnage car, en situation normale, il est déconnecté du réseau.



9.4.2 Réservoirs : Temps de séjour de l'eau

Le temps de séjour moyen de l'eau calculé dans les ouvrages de stockage est présenté ci-dessous :

Réservoirs	Flux moyen	Stock moyen	Temps de séjour
Champeillon Bas Service	6 220 m ³ /j	1 935 m ³	7 h
Champeillon Haut Service	621 m ³ /j	181 m ³	7 h
Sur Melon	0 m ³ /j	0 m ³	-

On relève ainsi un temps de séjour moyen de l'eau dans les réservoirs particulièrement réduit car ne dépassant pas 7h au maximum.

Le renouvellement de l'eau dans les réservoirs en service est donc très important.

9.4.3 Réservoirs : Autonomie de distribution

Le tableau suivant présente l'autonomie de distribution théorique permise par les réservoirs en cas d'interruption de leur alimentation (hypothèse d'indisponibilité des pompes suite à une coupure d'alimentation électrique par exemple).

Réservoirs	Stock moyen	Demande zone aval	Autonomie
Champeillon Bas Service	1 935 m ³	5 599 m ³ /j	0,3 j
Champeillon Haut Service	181 m ³	621 m ³ /j	0,3 j
Sur Melon	-	-	-

On relève ainsi que l'autonomie globale permise par les réservoirs en situation de pointe est inférieure à 8h, ce qui est très faible, aussi bien pour le Haut Service que le Bas Service.

9.4.4 Pompages

Le tableau suivant présente les temps et plages de fonctionnement des stations de pompage.

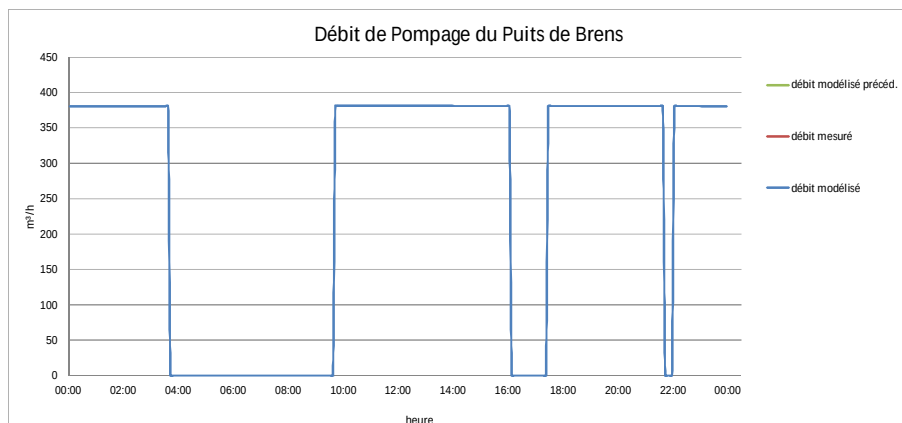
Stations de pompage	Temps de marche	Flux moyen	Débit maximum	Nb de plages de marche
Puits de Brens	16,3 h/j	6 225 m ³ /j	381 m ³ /h	3 plages / 0h-24h
Pompage Champeillon	5,9 h/j	621 m ³ /j	105 m ³ /h	9 plages / 0h-24h

Stations de pompage	Capacité maximale (fonctionnement en solo sur 20h)	Taux d'utilisation
Puits de Brens	7 620 m ³ /j	82%
Pompage Champeillon	2 100 m ³ /j	30%

En situation de pointe mensuelle, le pompage du puits de Brens présente toujours une durée de fonctionnement acceptable bien que soutenue, de l'ordre de 16 h/j.

Le pompage est toutefois sollicité à hauteur de seulement 82% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 380 m³/h).

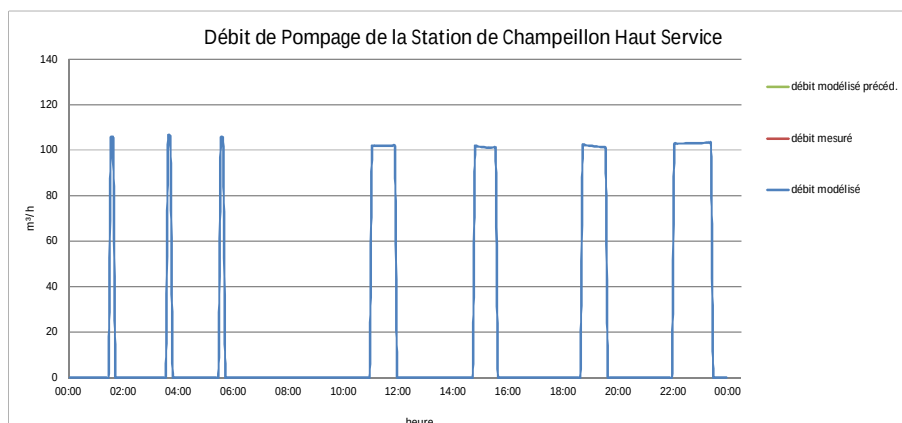
Compte tenu de la capacité de stockage relativement faible des réservoirs de Champeillon, la durée de fonctionnement du pompage en Heures Pleines augmente fortement (+6,4h soit +145%) par rapport à la situation future moyenne.



Le pompage de Champeillon pour le Haut Service présente toujours une durée de fonctionnement limitée, de moins de 6 h/j.

Le pompage est ainsi sollicité à hauteur de seulement 22% de sa capacité nominale (pour un débit moyen de 105 m³/h).

La faible capacité de stockage du réservoir Haut Service de Champeillon est à l'origine d'une augmentation de la durée de pompage aussi bien en Heures Pleines (+1,8h soit +75%) qu'en Heures Creuses (+0,8h soit +67%). Les principales phases de pompage ont toujours lieu en journée.



10 INDICATEUR DE SECURITE DE L'ALIMENTATION EN EAU

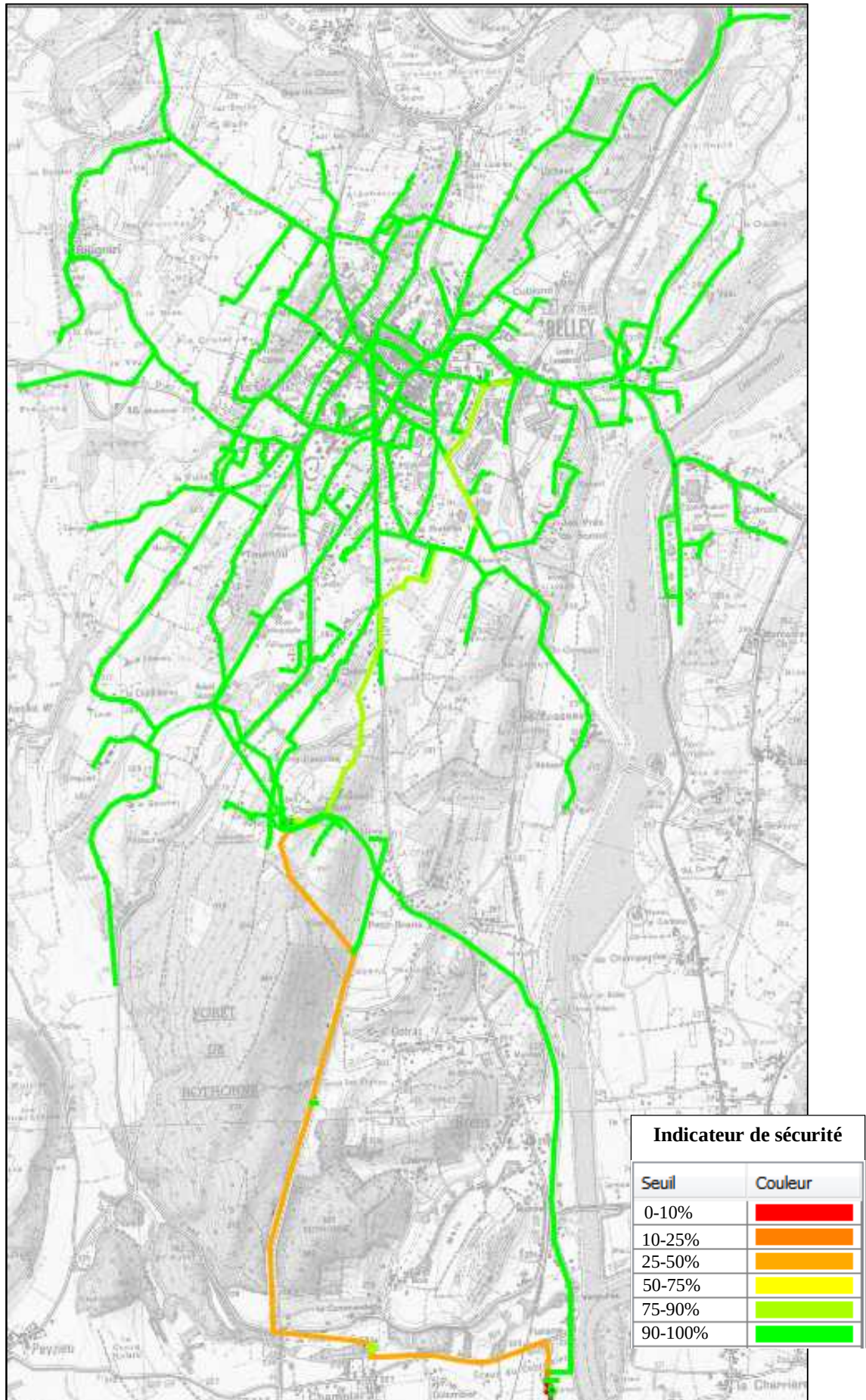
Pour évaluer la sécurité de l'alimentation, il a été procédé au calcul d'un indicateur de sécurité qui a pour objectif de représenter la capacité résiduelle du système d'alimentation en eau potable après mise hors service de son élément le plus stratégique.

Ce calcul a été mené en plusieurs étapes :

- Identification des éléments principaux du réseau : Ouvrages et Canalisations structurantes. Les canalisations retenues pour le calcul sont celles représentées dans le modèle hydraulique.
- Détermination pour chaque élément défini, à partir des résultats de la modélisation en situation actuelle moyenne, du volume journalier maximum pouvant être délivré au réseau en cas de d'indisponibilité de l'élément.
- Calcul, pour chaque élément, du rapport entre volume journalier maximum pouvant être délivré au réseau en cas de d'indisponibilité de l'élément et la demande journalière maximale, exprimé en %.

Le résultat de ce calcul est présenté ci-après sous la forme d'un tableau pour les ouvrages et sous forme d'une carte du réseau pour les canalisations.

Type d'ouvrage	Ouvrage	Volume total distribué	Volume transitant par l'ouvrage	Part du volume distribué transitant par l'ouvrage	Indicateur de sécurité
Pompage	Puits de Brens	3 459 m ³ /j	3 459 m ³ /j	100%	0%
Réservoir	Champeillon Bas Service 3000m ³ + 2x400m ³	3 459 m ³ /j	3 307 m ³ /j	96%	4%
Réservoir	Champeillon Bas Service 3000m ³	3 459 m ³ /j	2 190 m ³ /j	63%	37%
Réservoir	Champeillon Bas Service 2x400m ³	3 459 m ³ /j	1 117 m ³ /j	32%	68%
Pompage	Pompage Champeillon	3 459 m ³ /j	468 m ³ /j	14%	86%
Réservoir	Champeillon Haut Service	3 459 m ³ /j	468 m ³ /j	14%	86%
Réservoir	Sur Melon	3 459 m ³ /j	0 m ³ /j	0%	100%



Les résultats des calculs montrent que peu d'éléments du système de production et de distribution d'eau présentent un indicateur de sécurité inférieur à 75%, c'est-à-dire couvrant plus de 25% de la demande en eau.

Parmi les ouvrages, seul le puits de Brens présente un indicateur de sécurité de 0% car il constitue l'unique ressource en eau de la ville.

Les réservoirs de Champeillon dédiés au Bas de Service sont également stratégiques car leur indicateur de sécurité est de seulement 4 %. Néanmoins, étant constitués de 3 cuves en équilibre, l'indisponibilité de l'une d'elles n'est pas capable d'empêcher la distribution d'eau potable. Seules les conditions d'exploitation se trouveraient alors plus ou moins perturbées selon la cuve concernée (impact sur le fonctionnement du pompage essentiellement).

Comme ils assurent la desserte en eau d'une part plus réduite du réseau, les ouvrages du Haut Service présentent un indicateur de sécurité de 86% bien moins critique.

Concernant le réseau d'adduction, la canalisation la plus stratégique est la conduite de refoulement du puits de Brens en DN600 qui présente un indicateur de sécurité de seulement 18%. Elle peut néanmoins être suppléée par la conduite de refoulement DN300 qui peut assurer un service dégradé mais fonctionnel (débit de refoulement limité à environ 300 m³/h, vitesse de l'eau correcte de 1,2 m/s).

Au niveau du réseau de distribution, ce dernier étant fortement maillé et plusieurs canalisations étant présentes au départ des réservoirs de Champeillon, seule la canalisation DN300 présente une sensibilité certaine puisqu'elle présente un indicateur de sécurité compris entre 52 et 72% selon le tronçon considéré.

Néanmoins, toute défaillance de cette dernière peut être compensée dans d'assez bonnes conditions de fonctionnement par les canalisations DN200 et DN175 qui sont largement dimensionnées (vitesse de l'eau d'au maximum 0,85 m/s en cas d'indisponibilité de la conduite DN300).

L'indicateur de sécurité global du réseau est de 0% puisqu'il correspond à celui du Puits de Brens, (Ressource en eau unique) qui est le maillon le plus stratégique dans la chaîne de distribution d'eau potable.

Néanmoins, abstraction faite du Puits de Brens, le réseau de la ville de Belley ne compte pas d'éléments réellement stratégiques pour lesquels il n'existe pas d'alternative ou de secours permettant d'assurer un maintien de la distribution d'eau potable sur une majorité du réseau. Les ouvrages et canalisations les plus sensibles apparaissent en effet bénéficier de diverses redondances qui permettent d'assurer une sécurité de distribution notable.

11 BILAN DE LA MODELISATION ET DIAGNOSTIC DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EN SITUATION ACTUELLE ET FUTURE

La modélisation du réseau eau potable en situations actuelle et future ne fait pas apparaître d'insuffisances hydrauliques majeures.

En effet, les canalisations d'adduction et de distribution apparaissent comme étant largement dimensionnées pour permettre le transfert des besoins en eau actuels et futurs en tout point du réseau. La modélisation n'a pas mis en évidence de vitesses excessives ni de baisses de pression significatives.

Quelques zones de faible pression ont toutefois été identifiées (Grand Champeillon, Petit Champeillon, Sur Melon) mais leur origine est purement structurelle car elles concernent les points hauts de la commune à proximité des réservoirs.

Plus généralement, étant donné la topographie du territoire communal, la majorité du réseau est soumise à des pressions assez élevées qui dépassent même 8 à 10 bars dans la partie Est (ZA de l'Ousson, Avenue Ch. De Gaulle, Les Ecassas) sauf dans les secteurs de Sonod et de la Vuaz (points surélevés), de Coron (protection par un réducteur de pression).

Les ouvrages de pompages apparaissent également comme étant largement dimensionnés pour faire face aux besoins actuels et futurs. Leurs durées de fonctionnement restent modérées dans toutes les situations de demande.

Le pompage du Puits de Brens est ainsi en mesure de fournir les volumes nécessaires avec le fonctionnement d'une unique pompe alors même que le dimensionnement des canalisations de refoulement permettrait le fonctionnement simultané de 2 pompes pour un débit total de l'ordre de 750 m³/h au lieu de 380 m³/h en solo.

En revanche, la modélisation met en évidence des capacités de stockage insuffisantes au niveau des réservoirs du Bas Service et du Haut Service.

En situation de demande moyenne, actuelle ou future, ils ne sont en mesure d'assurer la distribution que sur environ une demi-journée en cas de rupture de leur alimentation.

Leurs faibles volumes ont également pour conséquence d'induire un fonctionnement important des pompages en cours de journée. En situation de pointe, le fonctionnement diurne devient même prépondérant.

La seule contrepartie positive à la faible capacité des réservoirs est un temps de séjour de l'eau dans ces derniers qui est particulièrement réduit. Ceci, allié à un réseau de distribution relativement court et avec une forte densité de consommation, permet de maintenir un âge moyen de l'eau distribuée relativement faible qui est un paramètre positif pour le maintien de la qualité bactériologique de l'eau. Un âge de l'eau excessif n'est ainsi relevé qu'au niveau de quelques antennes périphériques parfois surdimensionnées pour permettre la défense incendie.

Enfin, on peut également noter que les constats réalisés sur le fonctionnement du réseau en situation future sont basés sur des besoins en eau prenant en compte une réduction significative des pertes en distribution (-460 m³/j soit -33%) principalement concentrée dans le centre-ville et les zones de fortes pression.

Cette réduction devra être menée via une action prioritaire sur les 3 secteurs les plus fuyards (centre-ville ouest, Ousson – Sonod-Coron et charignin – Ecassas).

Outre l'impossibilité d'atteindre les objectifs réglementaires de rendement et les surcoûts de pompage, l'absence d'une telle réduction des fuites pourrait remettre en cause les résultats obtenus de la simulation en situation future (fonctionnement des pompes notamment).

En conclusion, à partir des résultats des simulations de fonctionnement des réseaux en situation actuelle et future, il est possible de dégager les principales anomalies et faiblesses mises en évidence.

Les points sensibles relevés sur les infrastructures AEP de la ville sont :

- Une ressource en eau unique entraînant une absence totale de sécurisation de la distribution d'eau potable en cas d'incident sur cette dernière,
- Les capacités de stockage insuffisantes de l'ensemble des réservoirs,
- Un réservoir inutilisé sur le Haut Service (Sur Melon) mais sans impact sur les conditions de desserte des usagers,
- Des pertes en distribution très importantes au niveau du centre-ville et des zones de fortes pressions,
- Des secteurs de réseau supportant de fortes pressions,
- De faibles pressions en distribution sur quelques points hauts du réseau,
- Un âge de l'eau élevé en extrémité de quelques antennes périphériques,
- Des ouvrages vieillissants nécessitant des travaux de rénovation de leur génie civil et de leurs équipements.

12 PROPOSITION DE SCENARII D'AMENAGEMENT

La Phase 2 de l'étude du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable a permis, grâce aux mesures et à la modélisation du réseau, d'identifier divers dysfonctionnements en situation actuelle et future des réseaux et de vérifier la capacité des infrastructures pour les besoins futurs.

Sur la base des résultats obtenus, un diagnostic hydraulique du réseau a ainsi été établi.

La Phase 3 de l'étude a pour but d'étudier et de déterminer les aménagements à réaliser afin de remédier aux insuffisances mises en évidence.

Pour chaque problématique identifiée, les axes d'études proposés pour la Phase 3 sont indiqués ci-dessous :

➤ **Ressource en eau unique et absence de sécurisation :**

L'étude des solutions suivantes est proposée :

- Réalisation d'un puits supplémentaire,
- Mobilisation d'une nouvelle ressource en eau,
- Interconnexion de secours avec une collectivité voisine.

➤ **Capacités de stockage insuffisantes des réservoirs du Bas Service:**

L'étude des solutions suivantes est proposée :

- Construction d'une cuve supplémentaire et réhabilitation des cuves existantes,
- Remplacement des cuves existantes par un nouveau réservoir.

➤ **Capacités de stockage insuffisantes du réservoir du Haut Service:**

L'étude des solutions suivantes est proposée :

- Remise en service du Réservoir de Sur Melon et aménagement du réseau pour optimiser son fonctionnement, réhabilitation des cuves existantes,
- Remplacement des cuves existantes par un nouveau réservoir sur Tour,
- Remplacement des réservoirs par un surpresseur desservant la totalité du Haut Service.

➤ **Pertes en distribution très importantes au niveau du centre-ville :**

L'étude des solutions suivantes est proposée :

- Amélioration des moyens de suivi du réseau (mesures, sectorisation, outils de gestion du patrimoine),
- Mise en place de dispositifs de modulation de la pression sur le réseau du centre-ville,
- Renouvellement prioritaire des canalisations et branchements du centre-ville.

➤ **Pertes en distribution très importantes au niveau des zones de fortes pressions :**

L'étude des solutions suivantes est proposée :

- Amélioration des moyens de suivi du réseau (mesures, sectorisation, outils de gestion du patrimoine),
- Mise en place de dispositifs de réduction de la pression,
- Aménagement du réseau pour permettre la réduction de pression uniquement sur les points bas,
- Renouvellement prioritaire des canalisations et branchements des secteurs concernés.

➤ **Faibles pressions en distribution sur quelques points hauts du réseau :**

L'étude des solutions suivantes est proposée :

- Raccordement des zones de faible pression sur le réseau Haut Service.

➤ **Age de l'eau élevé en extrémité de quelques antennes périphériques :**

L'étude des solutions suivantes est proposée :

- Mise en place de système de purges automatiques équipées de comptage.

➤ **Des ouvrages vieillissants nécessitant des travaux de rénovation de leur génie civil et de leurs équipements.**

L'étude des solutions suivantes est proposée :

- Réhabilitation des ouvrages sur la base des conclusions des diagnostics en cours et selon les choix fait sur le devenir de ces ouvrages.

En complément des propositions d'aménagements listées ci-dessus, des propositions seront également établies pour :

- La mise en œuvre d'un programme de renouvellement préventif des canalisations portant sur l'ensemble du réseau et prenant en compte :
 - ✓ les objectifs de rendement,
 - ✓ la fiabilisation du fonctionnement du réseau (réduction des ruptures),
 - ✓ le déplacement des canalisations peu accessibles,
 - ✓ les contraintes pour la réalisation des travaux.
- L'obtention d'une défense incendie conforme pour l'ensemble des zones urbanisées desservies par le réseau d'eau potable (via ce même réseau ou des ouvrages annexes).