



Bureau de Conseil et d'Ingénierie en Infrastructures

Département de la Haute-Saône Syndicat Intercommunal des Eaux de la Baignotte

Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable

Phases 2 à 4

**Programme de mesure, modélisation et analyse du
fonctionnement du réseau*

**Bilan besoins/ressources*

**Scénarios*

*Etude réalisée avec le concours financier de
l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse*



Dossier n° DIAG 2012 01 031

Avril 2014

BC2i
6, rue Derrière le Mottet
70 000 COLOMBE LES VESOUL

Tél : 09 60 37 26 75
Fax : 03 84 75 69 39
Courriel : contact-bc2i@orange.fr

SOMMAIRE

<i>I – Campagne de mesure</i>	5
I.1 – Objectif des mesures	5
I.2 – Méthodologie	5
I.3 – Résultats	6
I.3.1 – Mesures de débits	6
I.3.2 – Mesures de pressions	12
<i>II – Campagne de recherche de fuites</i>	15
<i>III – Modélisation</i>	16
III.1 – Introduction	16
III.2 – Construction du Modèle	16
III.3 – Résultat du calage	20
III.4 – Analyse du fonctionnement actuel	22
<i>IV – Bilan besoins - ressources</i>	30
IV.1 – Point sur la ressource en eau et la capacité des réseaux	30
IV.2 – Bilans besoins-ressources dans la situation actuelle	31
IV.3 – Bilans besoins-ressources dans la situation future	31
<i>V – Nouvelle ressource en eau</i>	33
V.1 - Réflexion sur la possibilité d'une interconnexion avec les communes ou syndicats voisins	33
V.2 - Recherche d'une nouvelle ressource en eau	34
<i>VI - Scénarii</i>	36
VI.1 - Amélioration du suivi et du fonctionnement	36
VI.2 – Automatisation de l'alimentation par les différentes ressources en eau du Syndicat	37
VI.3 – Renouvellement à moyen terme	38
VI.4 – Programme de renouvellement à long terme	38
<i>VII – Chiffrage des travaux et investigations complémentaires envisagés</i>	40
<i>VIII – Financement et impact sur le prix de l'eau</i>	41
VIII.1 - Les Financeurs	41
VIII.2 – Synthèse, estimation des subventions et impact sur le prix de l'eau	42

I – Campagne de mesure

I.1 – Objectif des mesures

Une campagne de mesure de débits et de pressions a été réalisée sur le réseau de la commune, d'une part afin de mieux appréhender le fonctionnement du réseau et d'autre part afin de permettre le calage du modèle informatique.

La campagne a donc pour objectifs :

- de suivre en temps réel l'évolution des pressions et des consommations,
- une meilleure compréhension du fonctionnement des réseaux,
- de mettre en évidence les dysfonctionnements,
- d'améliorer ou ajuster si nécessaire les paramètres de distribution,
- de permettre de caler la modélisation du réseau.

I.2 – Méthodologie

Les mesures de pressions et les débits ont été réalisés à l'aide d'enregistreurs, modèles Vista-Plus disposant de 2 entrées avec capteurs intégrés.

Pour les mesures de pression, l'appareil dispose d'un capteur intégré lequel est connecté via un tuyau aux poteaux incendies du réseau de distribution.

Quant au suivi des débits, il a été réalisé à l'aide des compteurs existants, sur lesquels des « têtes émettrices » ont été placées, reliées aux enregistreurs d'impulsions Vista-Plus.

L'ensemble des données ont été stockées et enregistrées avec un pas de temps de 30s sur 1 semaine en moyenne. Celles-ci sont ensuite exploitées à l'aide du logiciel WinFluid.

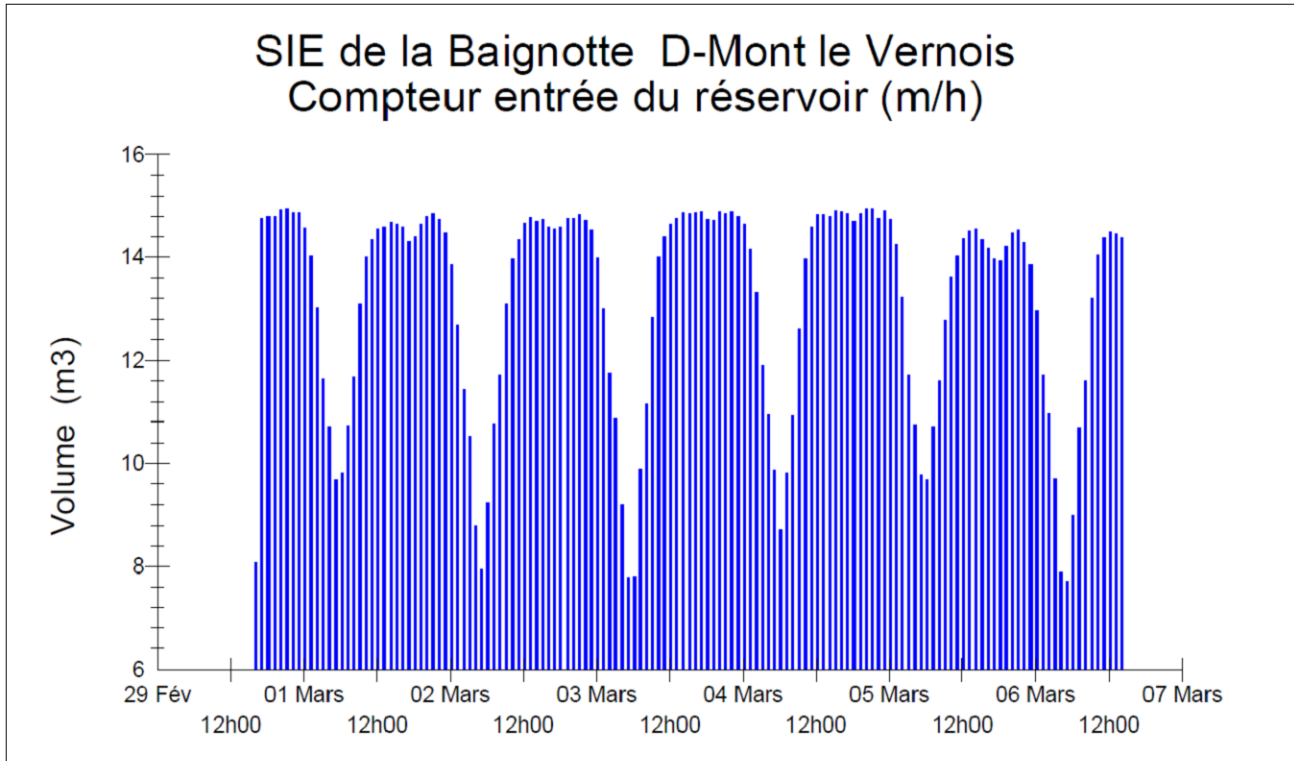
Les points qui ont été suivis sont les suivants :

Type de mesure	Dénomination du point de mesure et localisation	Numéro Modélisation
<u>Débits</u>	D-MONT LE VERNOIS : Compteur d'adduction en entrée du réservoir de Mont le Vernois, alimentation par les sources	ID 13
	D-GRD Paroisse : Compteur de distribution du secteur Grande Paroisse (MONT LE VERNOIS, VELLE LE CHATEL, CLANS et BOURSIERES) en sortie du réservoir de MONT LE VERNOIS	ID 3
	D-BAIGNES : Compteur de distribution à BAIGNES	ID 55
	D-RAZE : Compteur de distribution à RAZE	ID 94
	D-ROSEY : Compteur d'adduction en entrée du réservoir de ROSEY alimentation par le réservoir de Mont le Vernois	ID 133
<u>Pression</u>	P-VELLE LE CHATEL : Point haut de la commune de VELLE LE CHATEL rue Pierre Joseph Proudhon	ID 23
	P-BAIGNES : Point haut de la commune de BAIGNES, chemin rural en direction du compteur général de la commune	ID 53
	P-ROSEY : Point haut de la commune de ROSEY, rue de Vesoul	ID 73
	P-RAZE : Point haut de la commune de RAZE, rue Haute/rue d'Aroz	ID 113

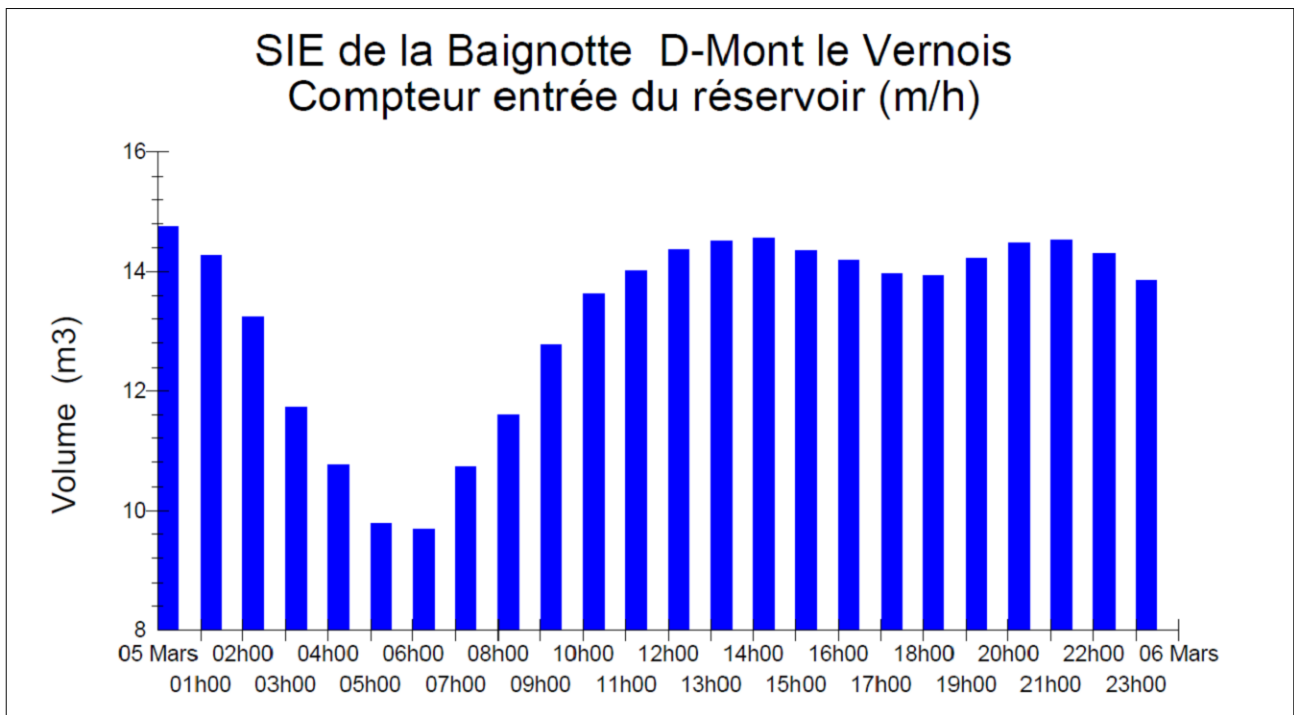
1.3 – Résultats

1.3.1 – Mesures de débits

Station D-MONT LE VERNOIS : Compteur d'adduction en entrée du réservoir de Mont le Vernois, alimentation par les sources



Détail d'une journée type :

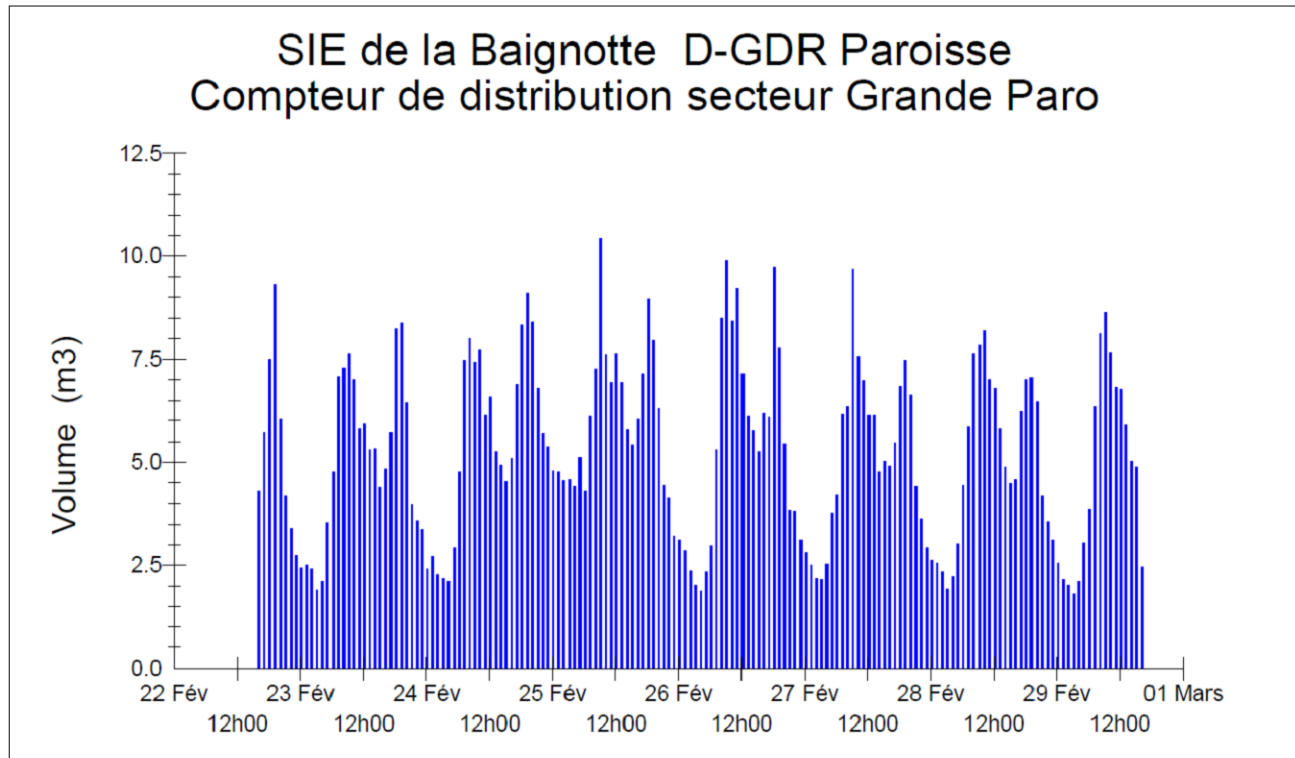


On constate que le remplissage du réservoir de MONT LE VERNIS se fait au gré des besoins à l'aide d'une vanne à flotteur en entrée des cuves.

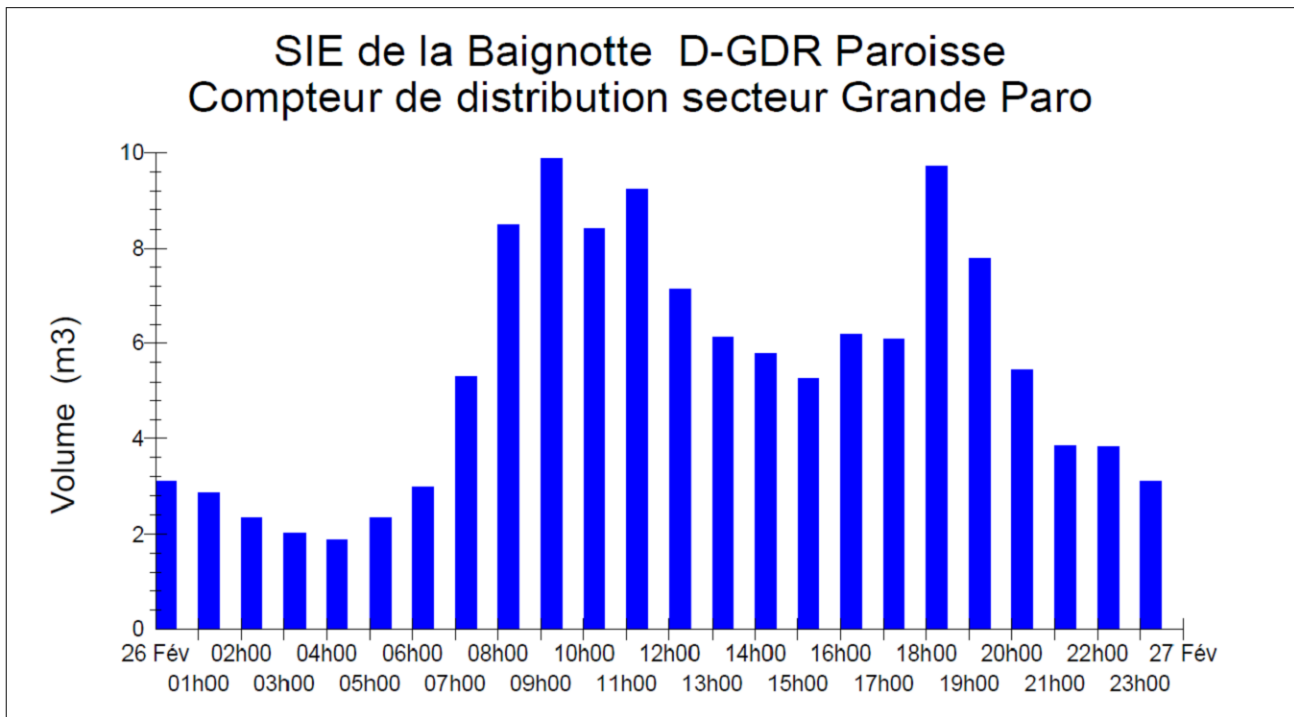
Le débit minimum instantané est de 2,25 l/s (8,1 m³/h) entre 5h et 6h, pour des pointes enregistrées à 4,08 l/s (14,68 m³/h).

Ainsi, les volumes prélevés enregistrés en entrée du réservoir oscillent entre 314 et 324 m³ par jour.

Station D-GRD Paroisse : Compteur de distribution du secteur Grande Paroisse (MONT LE VERNIS, VELLE LE CHATEL, CLANS et BOURSIERES) en sortie du réservoir de MONT LE VERNIS

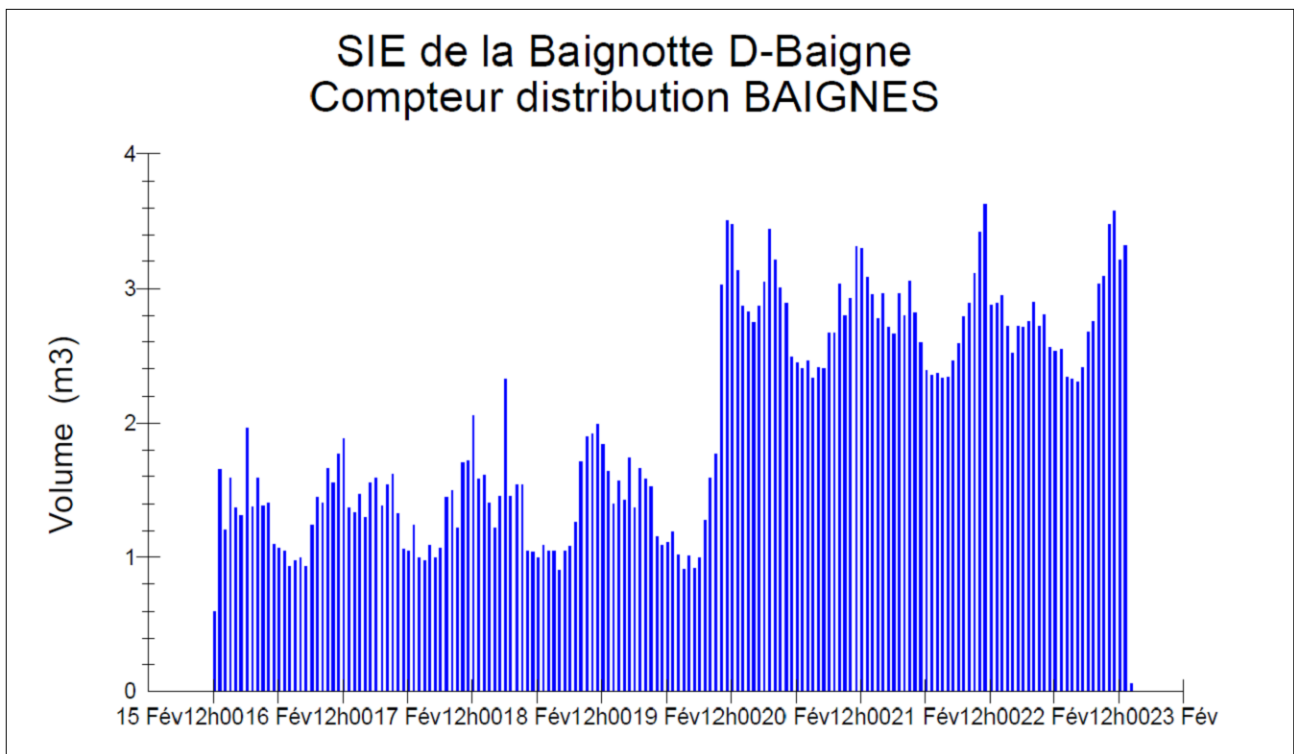


Détail d'une journée type :

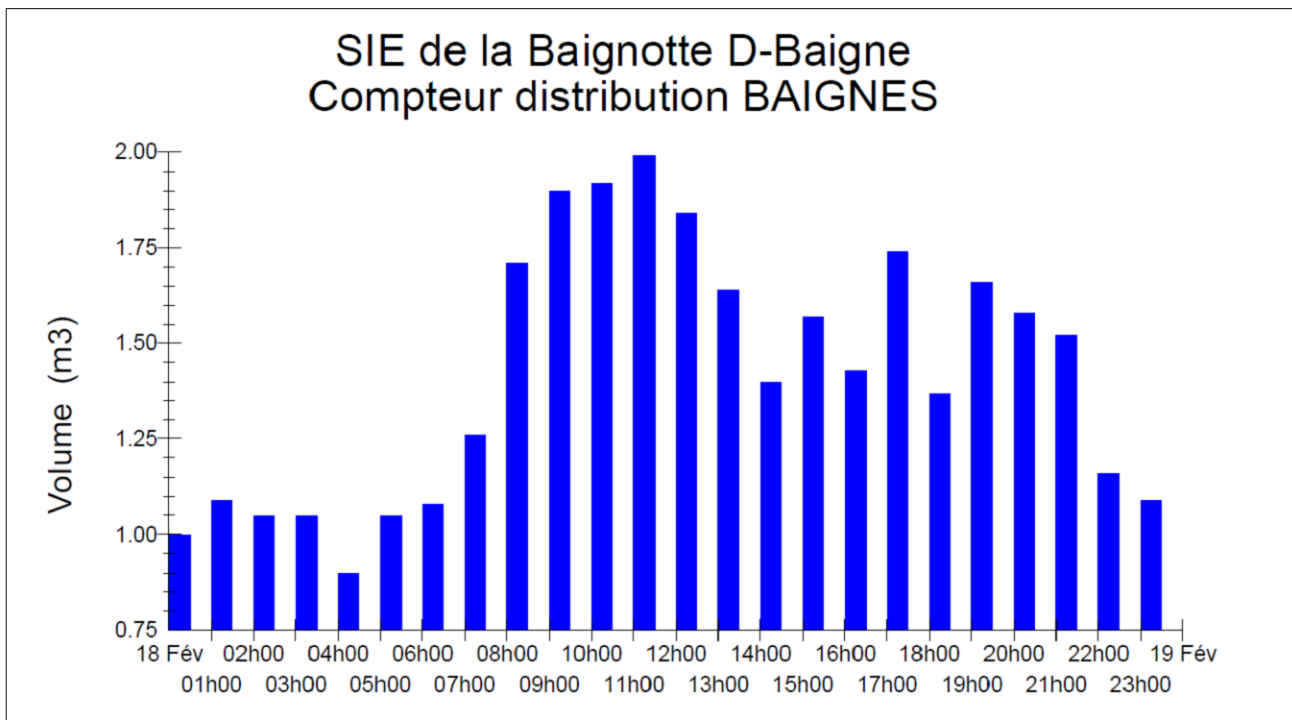


Si l'on considère que le débit minimum nocturne correspond au volume de fuite, les pertes sont alors de 1,9 m³/h, soit 45,6 m³/jour, pour un volume mis en distribution compris entre 120 et 144 m³/jour. Le rendement moyen calculé sur ce secteur est alors compris entre de 62 % et 68%.
La consommation de pointe horaire sur ces 4 communes est de 10,3 m³/h.

Station D-BAIGNES : Compteur de distribution à BAIGNES



Détail d'une journée type :

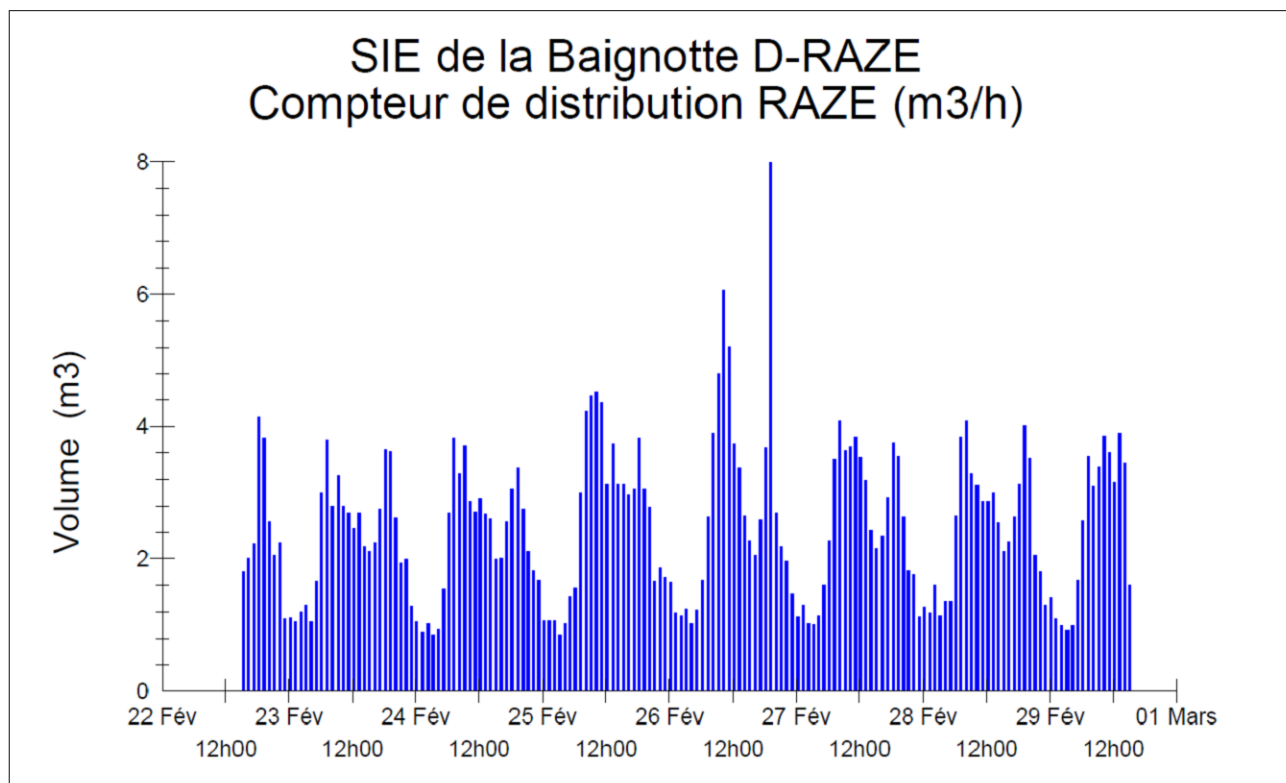


Ce graphique est significatif d'une fuite très importante qui est intervenue lors des enregistrements sur la commune de BAIGNE. Le syndicat en a été averti, ce qui a permis de repérer très rapidement la fuite qui se situait sur le branchement d'un particulier. Celle-ci ayant été réparée, l'interprétation des enregistrements est réalisée sur les jours précédents l'évènement.

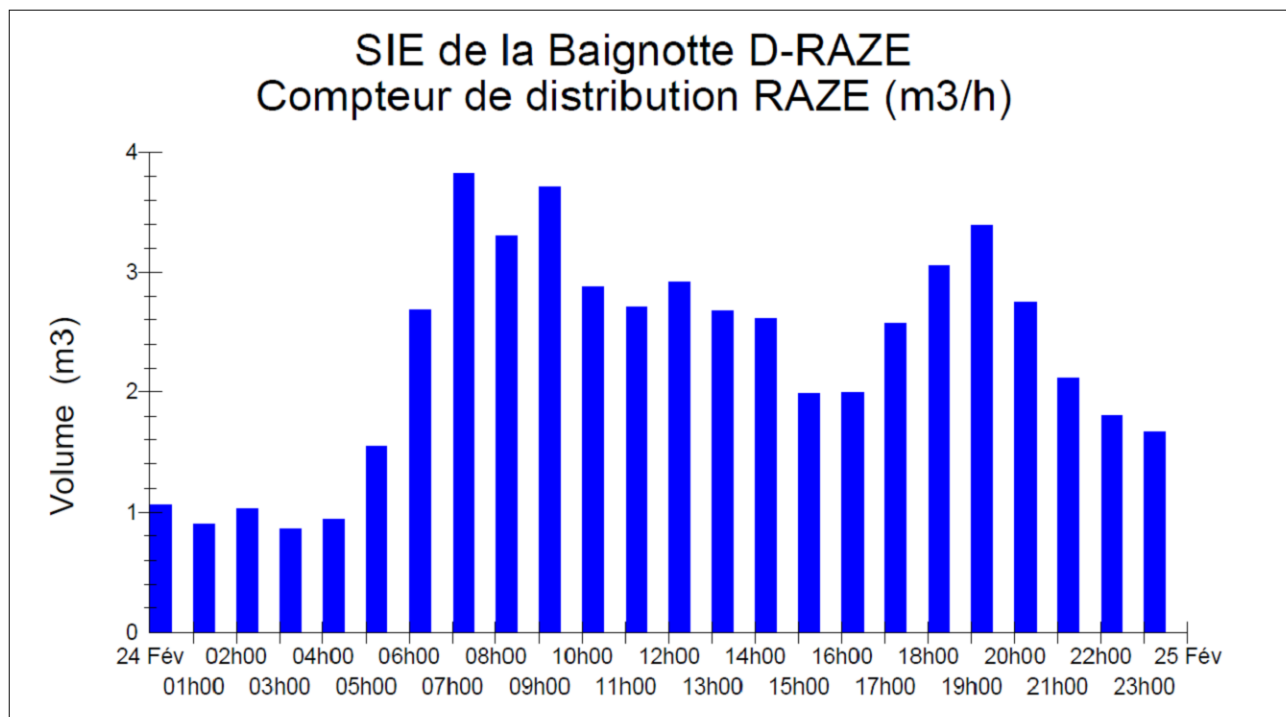
Si l'on considère que le débit minimum nocturne correspond au volume de fuite, les pertes sont alors de 0,84 m³/h, soit 20,16 m³/jour, pour un volume mis en distribution compris entre 32 et 34 m³/jour. Le rendement moyen calculé sur ce secteur est alors de 39 %.

La consommation de pointe horaire sur la commune de BAIGNES est de 2,3 m³/h.

Station D-RAZE : Compteur de distribution à RAZE



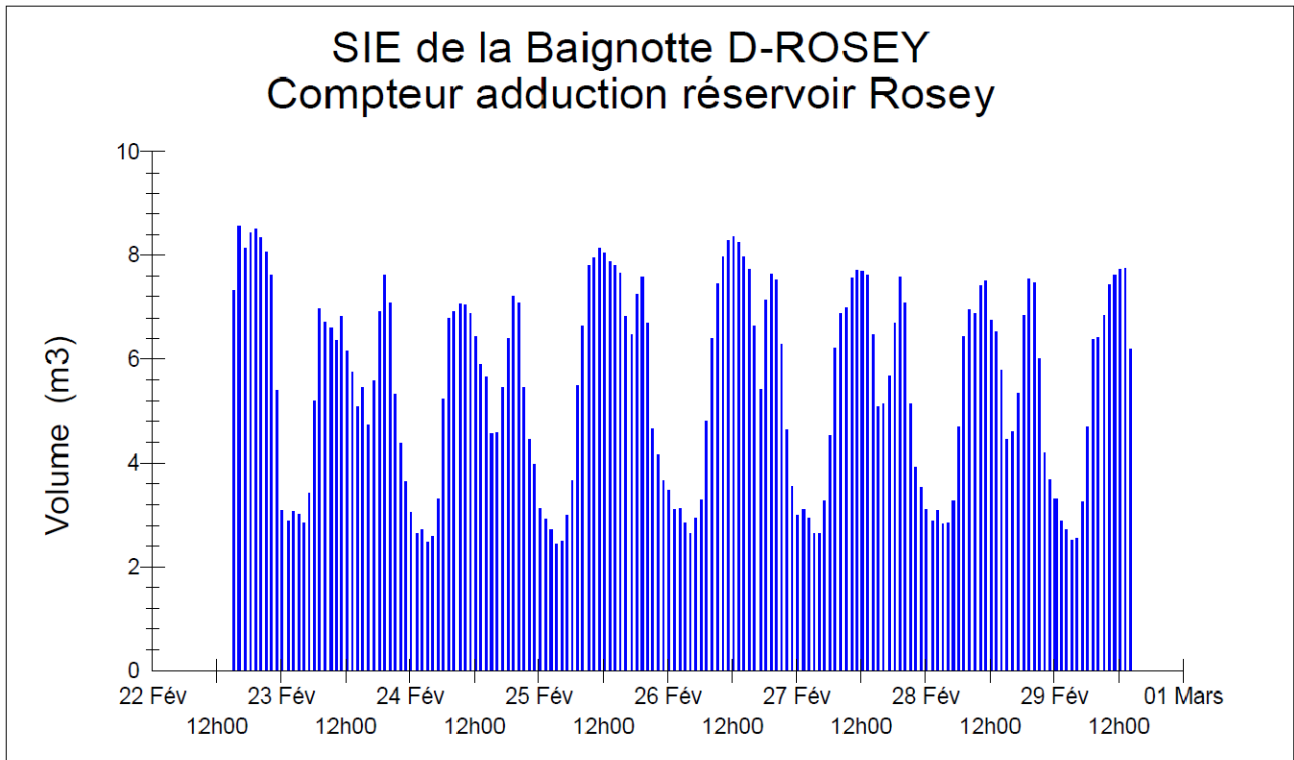
Détail d'une journée type :



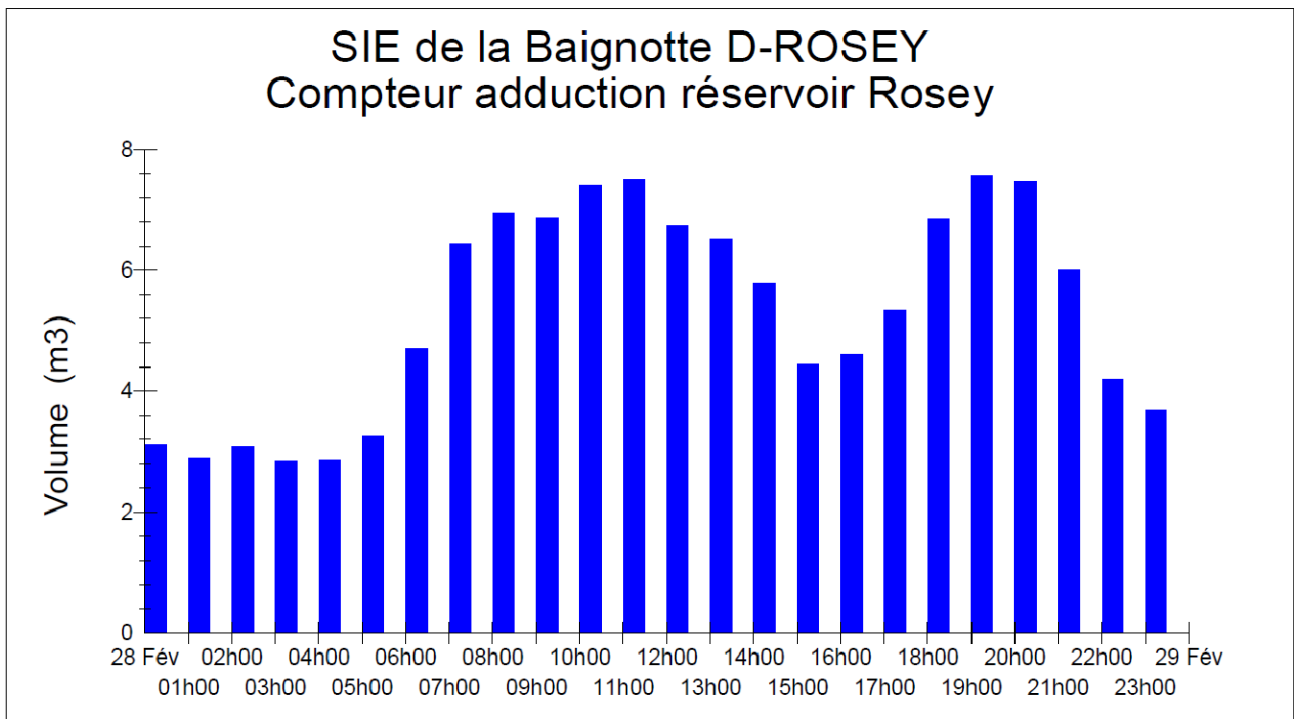
Si l'on considère que le débit minimum nocturne correspond au volume de fuite, les pertes sont alors de 0,78 m³/h, soit 18,7 m³/jour, pour un volume mis en distribution compris entre 55 et 64 m³/jour. Le rendement moyen calculé sur ce secteur est alors compris entre 66 et 70 %.

La consommation de pointe horaire sur la commune de BAIGNES est de 6,05 m³/h.

Station D-ROSEY : Compteur d'adduction en entrée du réservoir de ROSEY – distribution des communes de RAZE et ROSEY



Détail d'une journée type :

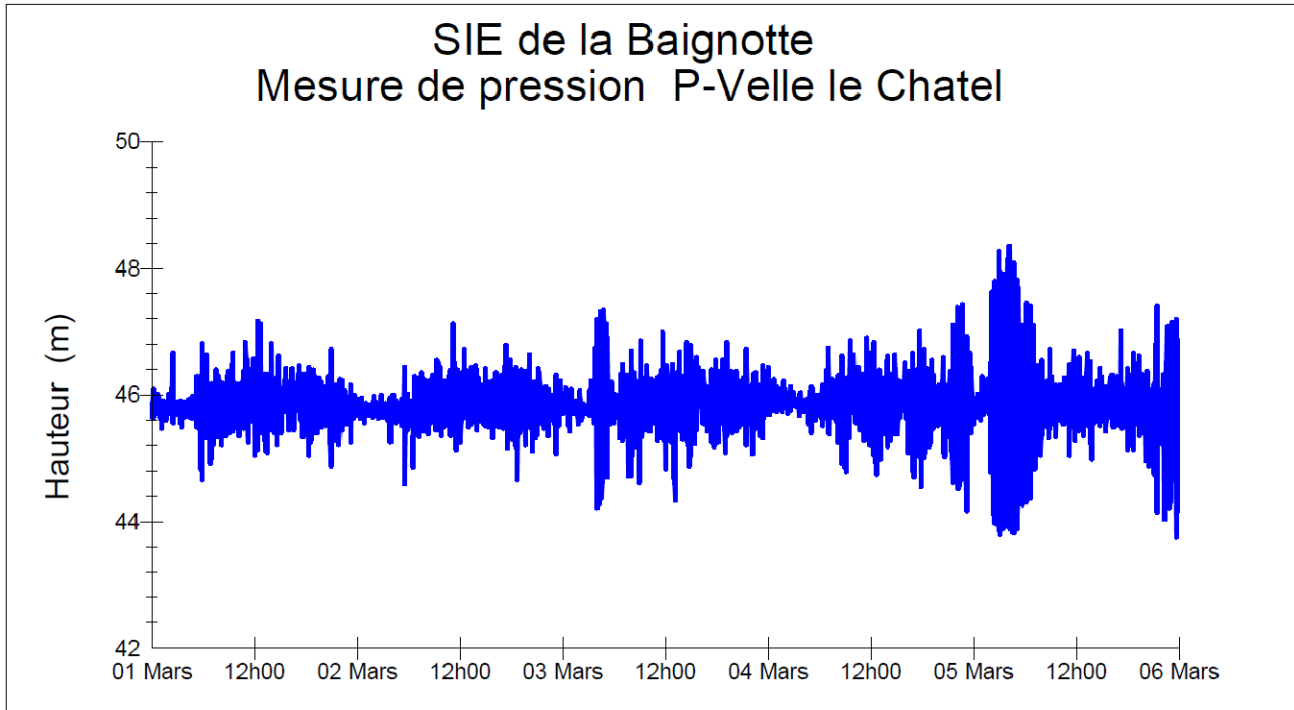


On constate que le remplissage du réservoir de Rosey qui alimente les communes de RAZE et ROSEY se fait au gré des besoins à l'aide d'une vanne à flotteur en entrée des cuves.

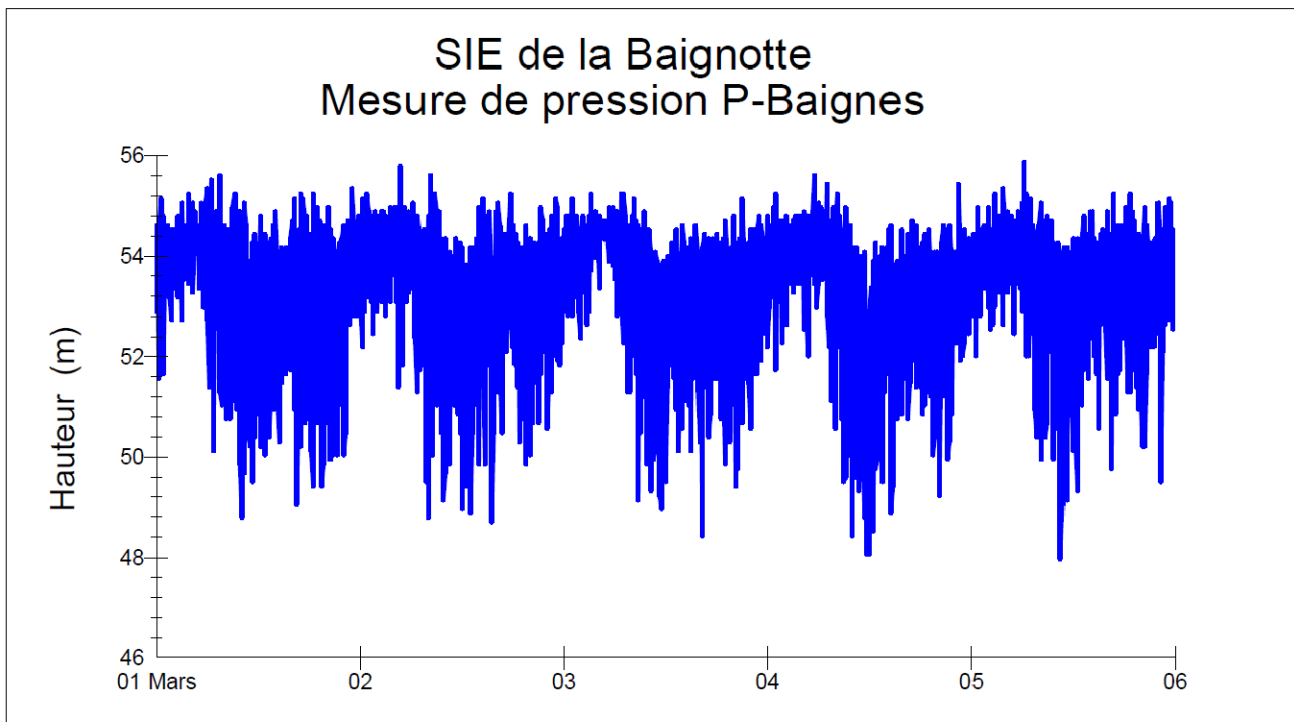
Le volume mis en distribution compris entre 124 et 137 m³/jour. Un prélèvement nocturne d'environ 2,28 m³/h se maintient.

I.3.2 – Mesures de pressions

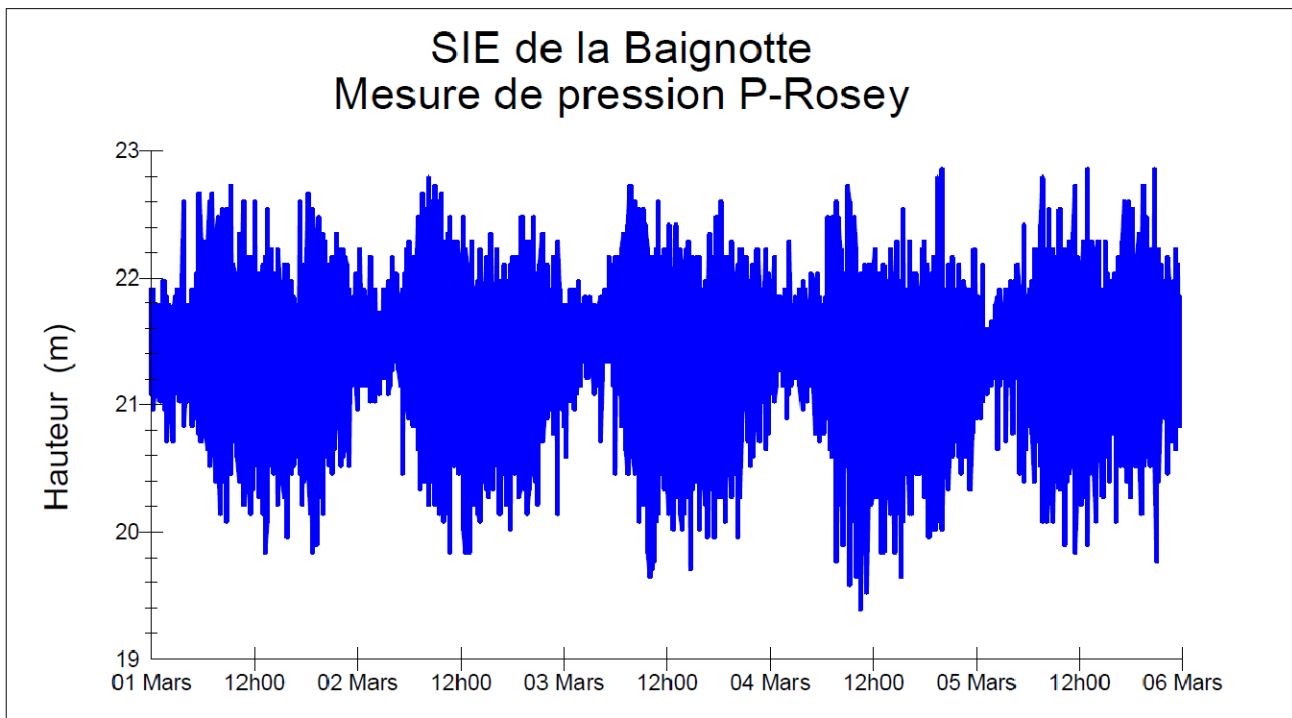
Station P-VELLE LE CHATEL : Point haut de la commune de VELLE LE CHATEL rue Pierre Joseph Proudhon



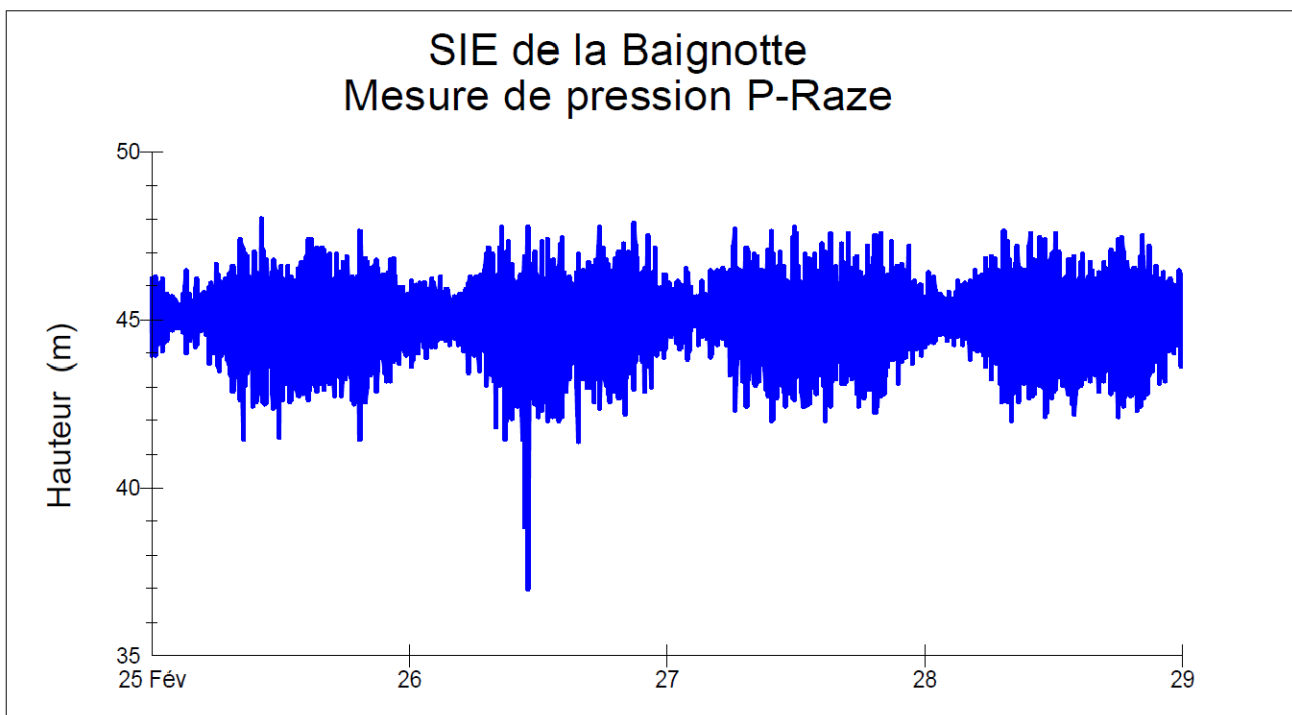
Station P-BAIGNES : Point haut de la commune de BAIGNES, chemin rural en direction du compteur général de la commune



Station P-ROSEY : Point haut de la commune de ROSEY, rue de Vesoul



Station P-RAZE : Point haut de la commune de RAZE, rue Haute/rue d'Aroz



Les pressions dynamiques de distribution sur le syndicat sont relativement bonnes au niveau des points de mesures. Les amplitudes de variation de pression dans la journée ne dépassent jamais 0,7 sur l'ensemble des points de mesures.

Les pressions de distribution enregistrées sur les communes de RAZE, VELLE LE CHATEL et BAIGNES sont bonnes et plutôt situées dans une fourchette haute, sachant que les points de mesures sont localisés sur les secteurs les plus hauts et les plus éloignés de l'adduction des réservoirs.

Le réducteur de pression situé sur la conduite d'alimentation de BAIGNES montre une courbe bien caractéristique dont les valeurs supérieures sont régulées et lissées. La pression de consigne du réducteur de pression peut d'ailleurs être légèrement abaissée à environ à 4 - 4,5 bars.

La pression de distribution sur la commune de ROSEY est quant à elle plus faible tout en restant suffisante et confortable. Les pressions ont une amplitude de variation comprise entre 2,3 et 1,9 bars lors des plus fortes consommations.

II – Campagne de recherche de fuites

Dans le cadre du schéma directeur d'alimentation en eau potable, deux journées de recherche de fuites ont été programmées sur le réseau syndical.

Cette opération s'est déroulée avec le technicien du Syndicat Mr AMIOT. La recherche de fuite s'est pratiquée par un temps frais sans pluie. Le matériel utilisé pour cette opération était un détecteur acoustique de marque HYDREKA et de type Xmic.

Après une décomposition du réseau il a été convenu d'intervenir sur les communes suivantes :

ROSEY, VELLE le CHATEL, CLANS, BOURSIERE et MONT le VERNOIS. La commune de RAZE ayant fait l'objet d'une vérification systématique de son réseau les jours précédents par les services du Département, il n'a pas été utile de revenir à nouveau sur cette commune.

Le squelette du réseau syndical se décompose de la manière suivante :

- Une canalisation qui part du réservoir de MONT pour rejoindre celui de ROSEY sur laquelle est raccordée la commune de BAIGNE.
- Un réseau de distribution partant du réservoir de MONT et qui alimente une partie de MONT une partie de VELLE le CHATEL et la commune de BOURSIERE.
- Un réseau de distribution partant de MONT et desservant le reste de la commune de MONT, le reste de la commune de VELLE le CHATEL et la commune de CLANS. Ces deux réseaux sont maillés dans la commune de CLANS.
- Un réseau de distribution partant du réservoir de ROSEY et qui alimente cette commune et la commune de RAZE.

Le premier jour, les investigations se sont portées sur le réseau de la commune de ROSEY où une fuite a été détectée sur la canalisation de la rue de BOULOUIN au droit du branchement de la propriété au N°1. Le reste du réseau de la commune a été inspecté ainsi que la canalisation reliant RAZE à ROSEY. Aucune anomalie n'a été constatée.

Le deuxième jour la maille MONT, VELLE le CHATEL, CLANS, BOURSIERE a été inspectée. Le réseau a été démaillé puis analysé antenne par antenne. Les écoutes ont été pratiquées sur l'ensemble des vannes de départ d'antenne et de sectionnement. Aucune anomalie n'a été constatée. Le réseau de la commune de BAIGNE a fait lui aussi l'objet d'une écoute en partant du raccordement avec la canalisation principale jusqu'à l'intérieur du bourg sans détection de bruit suspect.

Le troisième jour, la canalisation reliant la commune de MONT à ROSEY a été analysée. Les vannes de piquage ont été fermées et le réseau a été isolé. Les vannes de sectionnement ont été manœuvrées et écoutées sans détection d'anomalie. Toutefois dans le regard de piquage de la commune de Baigne, le compteur placé en dérivation ne fonctionne plus et devra être remplacé pour la surveillance de la consommation de cette commune.

Les conclusions de cette opération ont permis de ne détecter qu'une fuite à ROSEY et un compteur défectueux à Baigne.

Le réseau dans l'ensemble est particulièrement bien entretenu. Les bouches à clé sont apparentes et les vannes et vannettes de branchement restent convenablement manœuvrables.

Si une seule fuite a été trouvée la cause en provient essentiellement par la bonne réactivité du technicien à surveiller et réparer les fuites dès l'apparition d'une consommation anormale sur un secteur de distribution.

III – Modélisation

III.1 – Introduction

La modélisation du réseau du Syndicat Intercommunal des Eaux de la Baignotte a été réalisée à l'aide du logiciel EPANET.

Pour information, le logiciel EPANET a été créé aux Etats-Unis à l'initiative du Congrès américain afin de protéger les ressources naturelles du Pays. Depuis 1993, le logiciel est disponible gratuitement, il a été traduit en français par la Compagnie Général des Eaux.

Ce logiciel permet de simuler le fonctionnement des réseaux d'adduction et de distribution d'eau potable en prenant en compte tous les appareils et ouvrages possibles. Il reproduit ainsi le comportement hydraulique et qualitatif du réseau et permet de calculer la vitesse, le débit, la pression et la charge à chaque nœud, de même que l'évolution de la concentration d'un constituant chimique propre à la qualité de l'eau tel que le chlore (réaction de premier ordre). Cette modélisation peut ensuite être utilisée en statistique à un instant donné ou en dynamique sur plusieurs heures ou jours. Il permet également de calculer le temps de séjour dans un réservoir ou une canalisation et le temps de parcours.

Les résultats sont ensuite visualisables heure par heure sous une forme graphique ou de tableaux soit pour un nœud donné, soit pour un tronçon de réseau.

L'ensemble des données recueillies sur le terrain ont été nécessaires pour réaliser cette modélisation et caractériser chaque ouvrage ou organe du réseau.

Le modèle ainsi constitué permet de répondre aux objectifs du diagnostic du réseau qui sont :

- d'analyser le fonctionnement actuel du réseau,
- d'identifier les pressions de distribution, et de détecter les secteurs de trop faibles ou trop fortes pressions,
- d'analyser le marnage des réservoirs et les temps de séjour,
- d'analyser les concentrations de chlore libre afin d'assurer une désinfection minimale aux extrémités du réseau,
- d'analyser la capacité des réseaux au vu du développement envisagé,
- d'évaluer les vitesses de distribution et les pertes de charges dans chaque secteur,
- d'évaluer la faisabilité des projets futurs,
- d'étudier et de pérenniser la fiabilité et la qualité de l'adduction et de la distribution,

III.2 – Construction du Modèle

Afin de caler au plus juste le modèle informatique, un levé topographique de la commune a été réalisé sur deux journées complètes au niveau des points caractéristiques du réseau : points hauts, points bas, nœud principaux, cote de l'ensemble des ouvrages (radier, trop plein..). Ensuite une cote d'altitude calée en NGF a pu être attribuée à chacun des nœuds du réseau.

L'ensemble des canalisations et des ouvrages sont ensuite reproduits le plus fidèlement possible en reportant l'ensemble des données connues et collectées lors des visites de terrain. Chaque ouvrage est modélisé au minimum par les données suivantes :

- pompes : puissance, courbe hauteur débit, commande de marche et d'arrêt en fonction des niveaux d'eau dans les réservoirs,
- noeuds qui délimitent un arc : altitudes, consommation journalière, courbe de modulation de la demande,
- arcs : diamètre des conduites, nature, rugosité, longueur du tronçon représenté,
- réservoir : diamètre, niveaux maximum, minimum et initial, altitude radier, trop plein,
- réducteurs de pression : réglage de la perte de charge, en fonction des mesures de terrains réalisées.
- vanne : ouverte, fermée, avec perte de charge fixe ou variable (courbe),
- stabilisateur de pression amont ou aval avec consigne de pression,

Les algorithmes du logiciel (résolution des équations de KIRCHOFF) permettent ensuite de traiter l'ensemble des données et informations renseignées afin d'en calculer les données de débits, pressions, concentrations, vitesses et temps de séjour... en chaque point du réseau.

Répartition spatiale des consommations

Les consommations d'eau potable au cours de la journée conditionnent les circulations d'eau dans les canalisations. C'est pourquoi, il est primordial de représenter le plus fidèlement possible ces volumes afin de satisfaire la répartition des consommations dans l'espace. Pour ce faire, une analyse des consommations des abonnés (facturation) a donc été réalisée par rue pour l'exercice 2011. Les consommations des abonnés sont été réparties sur le modèle le plus fidèlement possible à la réalité. Pour les gros consommateurs, les consommations sont appliquées sur la localisation exacte du branchement.

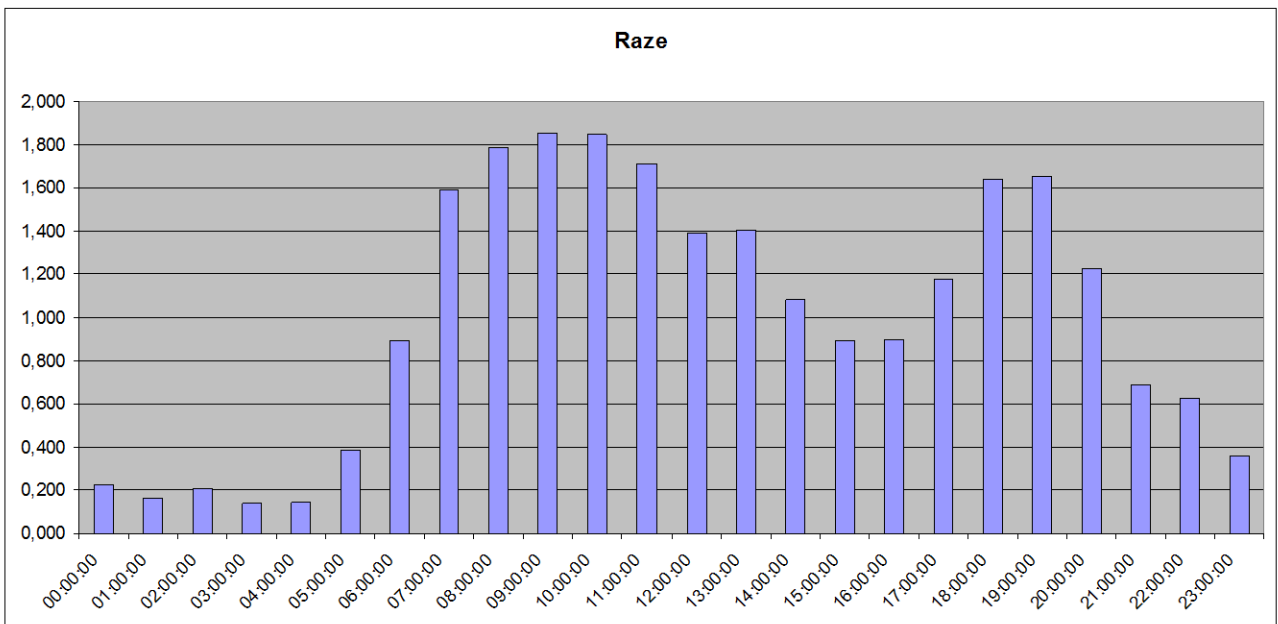
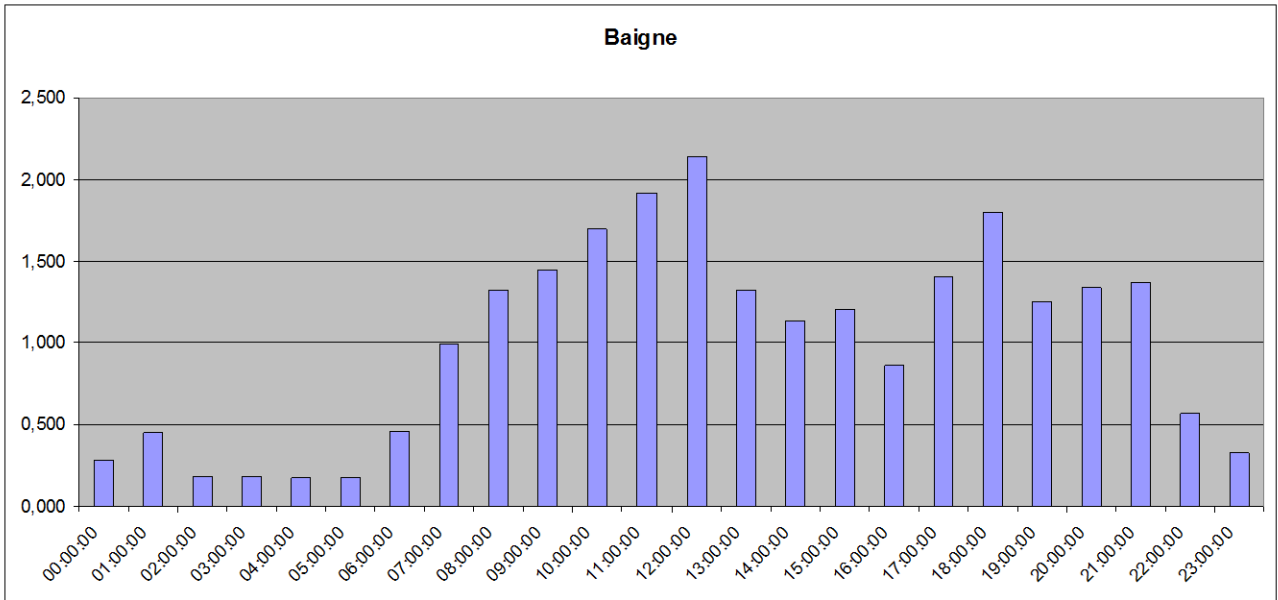
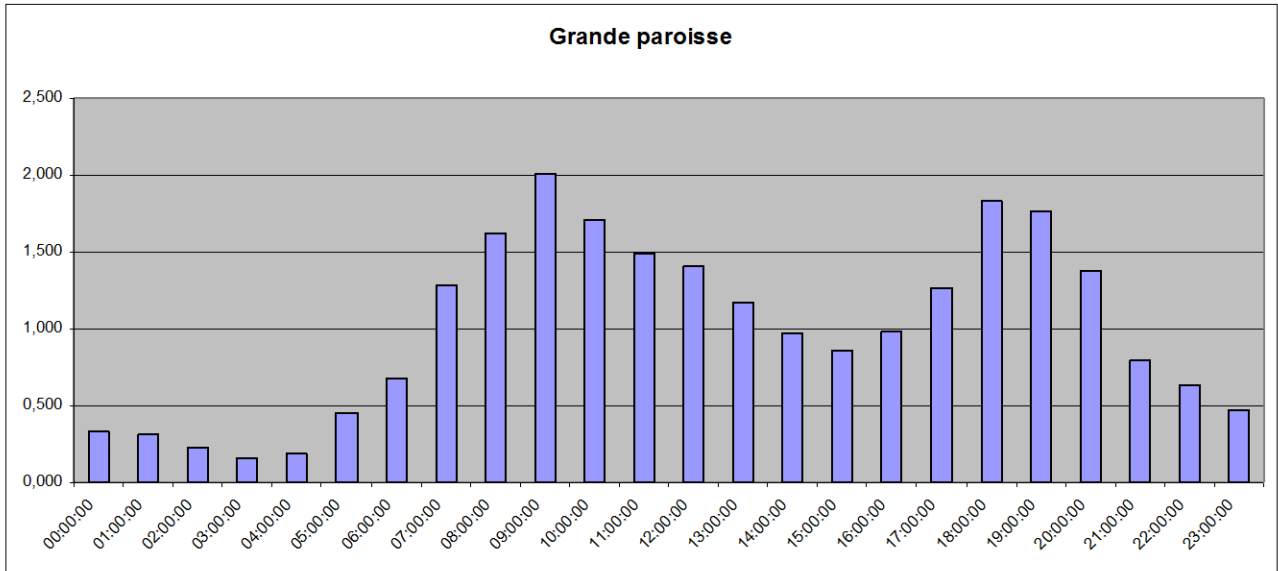
Courbes de modulation des consommations

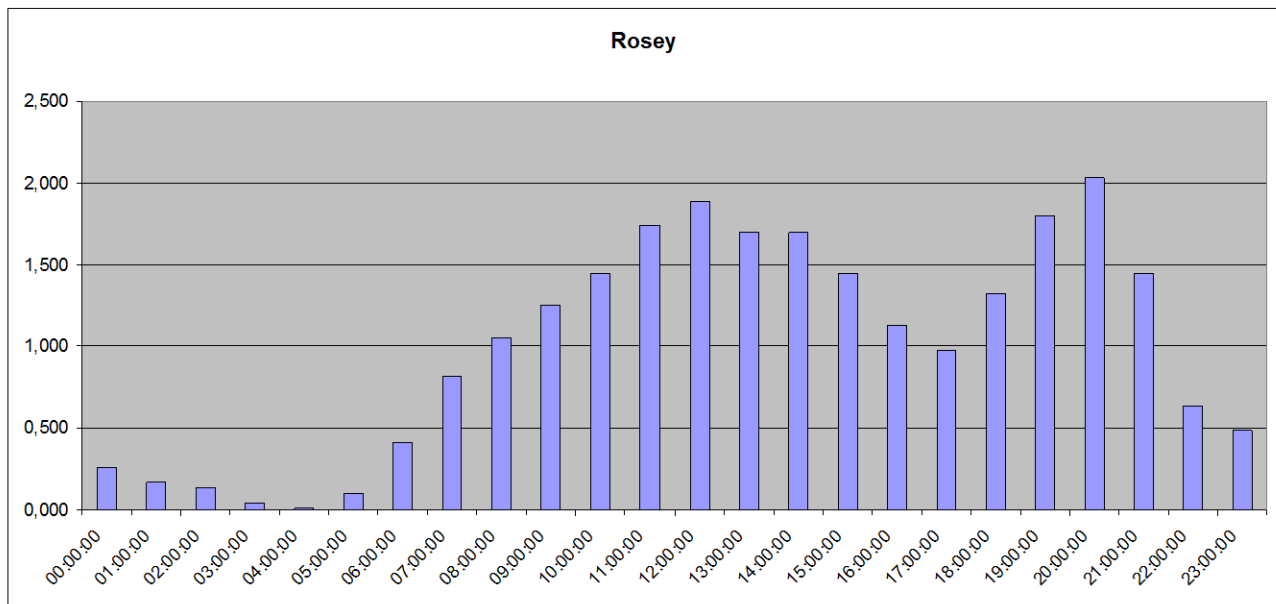
Les variations de consommations représentées sur le modèle proviennent des campagnes de mesures hydrauliques réalisées au niveau des réservoirs de distribution du Haut Service et du Bas Service.

Les profils journaliers des consommations sont extraits de ces enregistrements sur la base d'une moyenne des journées types les plus représentatives. On constate toutefois que ces profils enregistrés sur 2 semaines sont relativement semblables d'un jour sur l'autre.

A partir des courbes de débits horaires, nous avons reconstitué les variations journalières de débits en retirant la part de débit de fuite identifiée sur la base du minimum nocturne. De là sont définis les coefficients horaires de la journée de calage qui vont composés les courbes de modulations de consommation. Celles-ci sont ensuite intégrées au modèle et attribuées aux nœuds correspondant pour chaque secteur hydraulique : Grande Paroisse (MONT LE Vernois, VELLE LE CHATEL, CLANS, BOUSIERES), Baignes, RAZE et ROSEY.

Les courbes de modulation des consommations alors obtenues sont les suivantes :





Pour le calage du modèle, il est nécessaire de prendre en compte les débits de fuites. Ils ont donc été estimés à partir des débits minimums nocturnes puis reportés de manière homogène à l'ensemble des nœuds composant le secteur de mesure concerné.

Calage

Après construction du modèle informatique, celui-ci est vérifié, calé et ajusté à l'aide des données de pressions et de débits enregistrées sur le terrain. Les données calculées par le modèle doivent se rapprocher au maximum des données réelles. Le calage est important et a une double utilité :

- ajuster le modèle à la réalité afin d'assurer une bonne qualité des résultats,
- mettre en évidence certaines caractéristiques du réseau au moment de l'ajustement de certains paramètres (rugosité, état des conduites, réglage des dispositifs de régulation, état des vannes...), qui seront confirmés ou infirmés par calcul itératif,

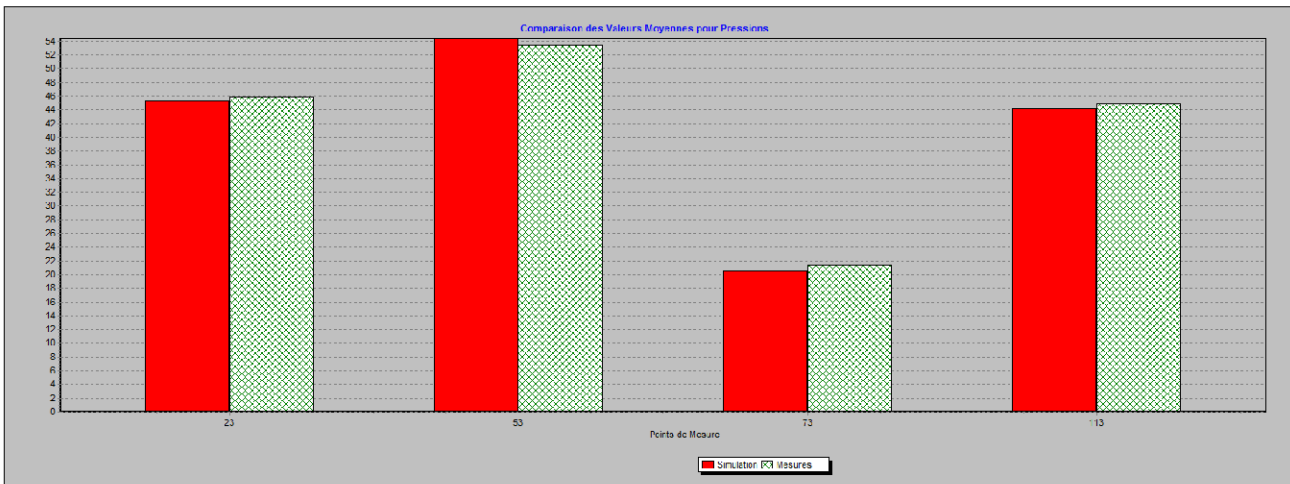
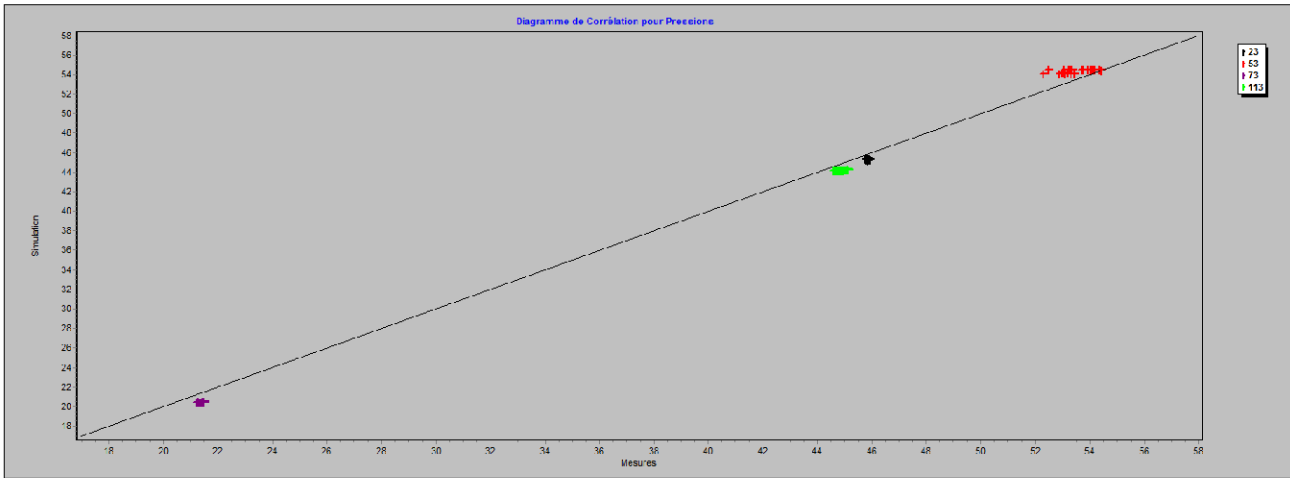
Le calage des débits est réalisé à l'aide d'un coefficient multiplicateur permettant d'ajuster les consommations moyennes déterminées à chacun des nœuds et les consommations de la journée de mesure. Les volumes de fuites enregistrés ont également été répartis par secteur avec un débit constant sur la journée.

Le calage de la pression s'effectue principalement en intervenant sur les réducteurs de pression et sur les paramètres de rugosité des conduites et l'introduction de singularités en certains points du réseau engendrant des pertes de charges.

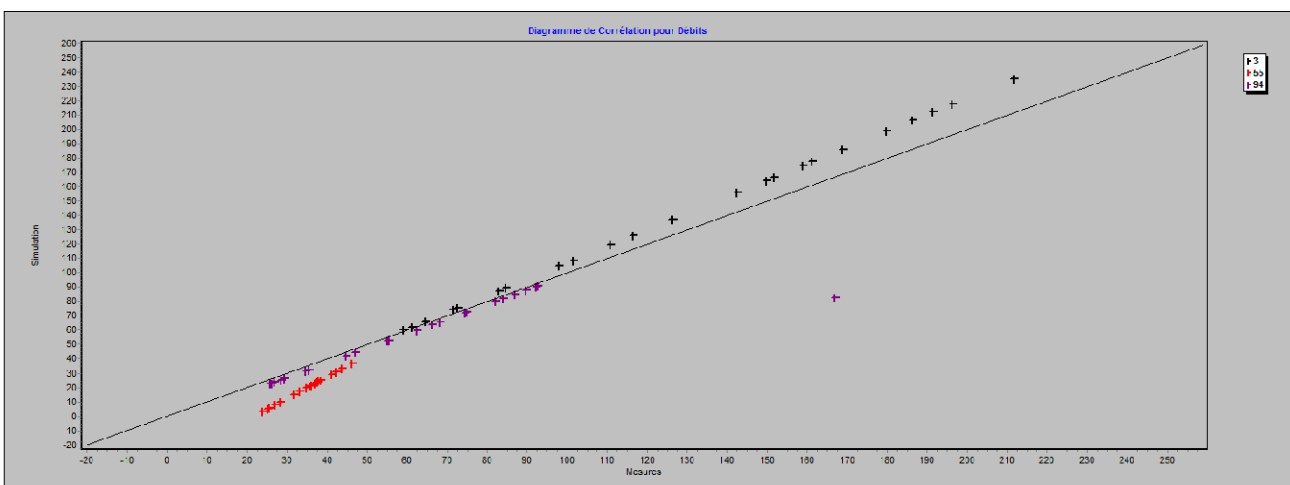
Etant donné le mode de remplissage des réservoirs avec des clapets à flotteur, il n'a pas été possible de caler avec précision les 2 points de mesures en entrée des réservoirs (D-Mont le Vernois et D-Rosey), ce qui est sans conséquence sur la modélisation car indépendant de la distribution.

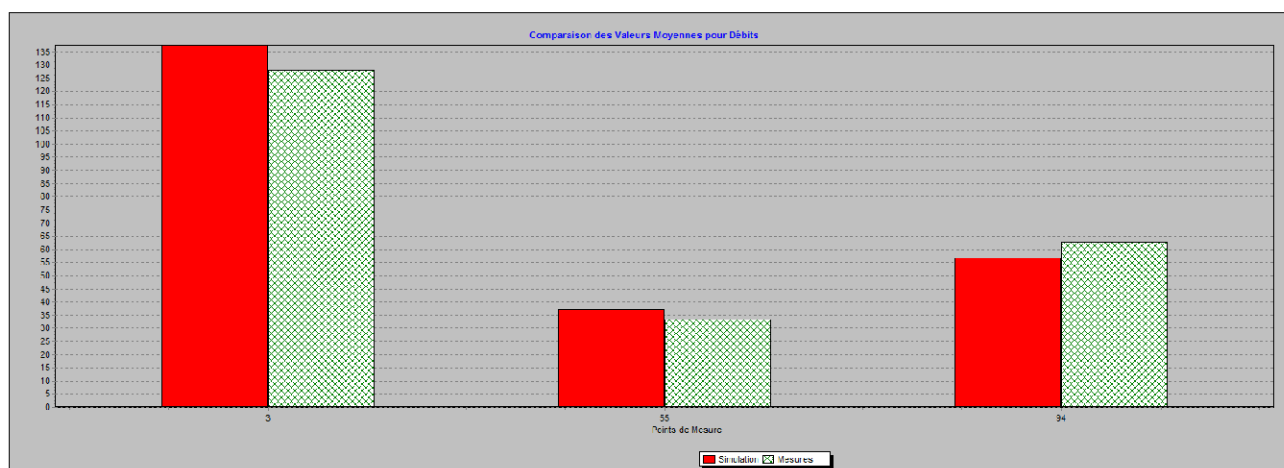
III.3 – Résultat du calage

Rapport de calage pression :



Rapport de calage débit :





Le calage du modèle a donc été progressif, par variation et ajustement des divers paramètres exprimés précédemment. Il a été arrêté lorsque la justesse de la représentation obtenue en comparaison aux données réelles enregistrées, nous paraissait suffisante pour établir un diagnostic du réseau.

III.4 – Analyse du fonctionnement actuel

La modélisation ainsi obtenue permet de faire fonctionner le réseau en mode dynamique permanent et ainsi observer en situation actuelle et future les variations de paramètres sur les différents ouvrages : pression, vitesse, temps de séjour, débit, qualité de l'eau, réducteurs de pression...

Pour cette analyse, nous avons fait fonctionner le modèle calé sur 72 heures avec une résolution des équations hydrauliques à un pas de temps de 1 heure.

Vitesse d'écoulement

Les vitesses d'écoulement préconisées dans une canalisation de distribution d'eau potable doit être au minimum de 0,01 m/s afin d'empêcher la formation de dépôts, sans jamais dépasser 1 m/s, auquel cas les conduites subiraient une usure prématurée. Dans les conduites de refoulement ou de transit, les vitesses peuvent être comprises entre 2 et 4 m/s.

Les résultats de la modélisation sont présentés sur la carte ci-dessous (heure de la journée 12h) :

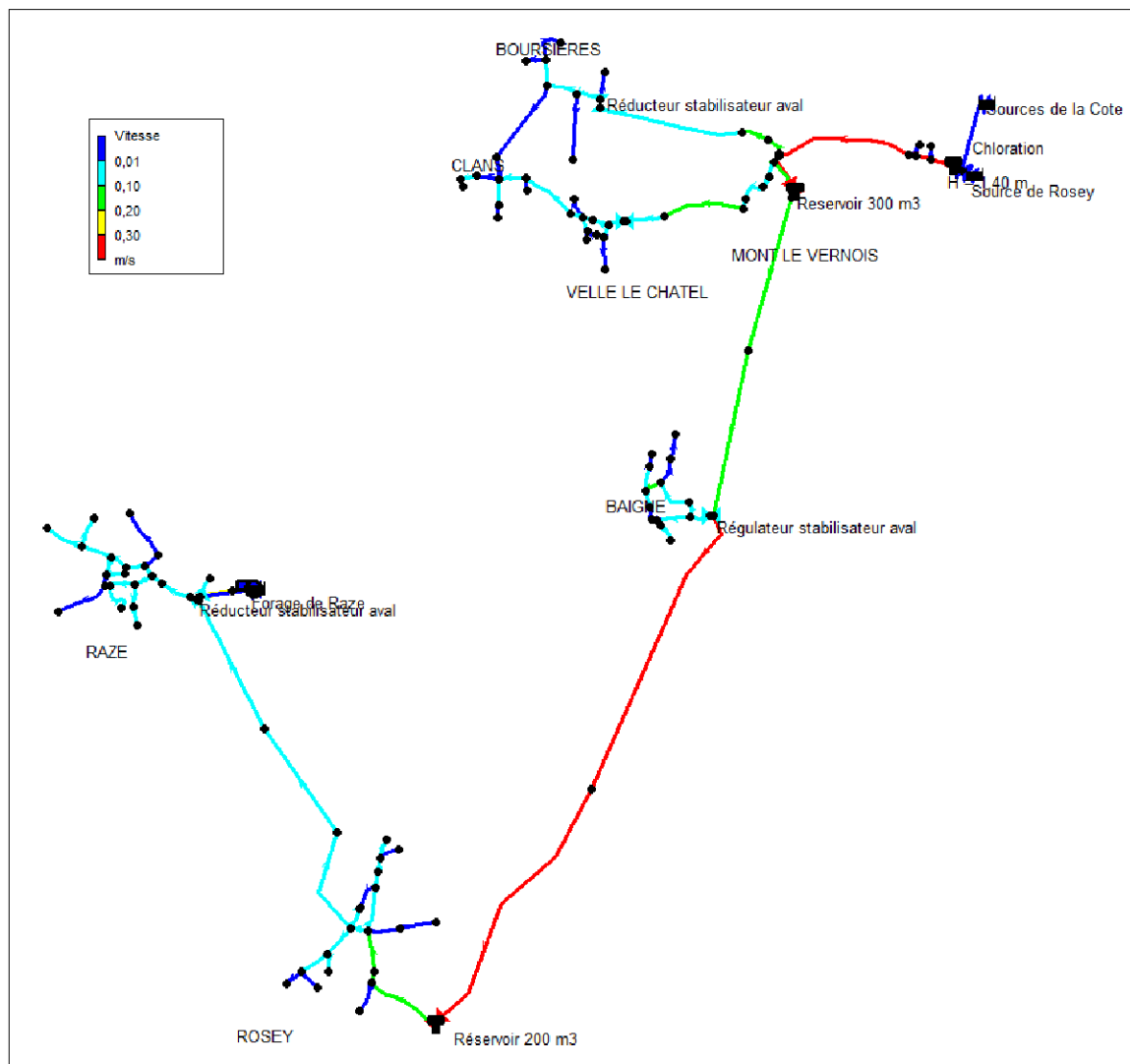


Figure 1 : Vitesses d'écoulement en période pointe

Au vu des résultats fournis par le modèle informatique, les vitesses calculées sur le réseau de distribution du Syndicat sont inférieures à 0,13 m/s à 90 %. On dénombre également 12 extrémités d'antennes, pour lesquelles les vitesses sont inférieures à 0,01 m/s. Seules les conduites d'adduction atteignent des vitesses avoisinant les 0,45 m/s.

Cette carte des vitesses d'écoulement montre que certaines antennes ramifiées des réseaux et non bouclées ont des diamètres surdimensionnés au regard des consommations d'eau actuelles.

En revanche les conduites principales de distribution ont des vitesses plus importantes qui varient entre 0,01 et 0,1 m/s.

Les réseaux actuels ont donc des capacités hydrauliques très suffisantes pour faire face aux pointes de consommations actuelles.

Temps de séjour dans les réservoirs

Le temps de séjour dans les réservoirs va dépendre de leur dimensionnement en fonction des volumes mis en distribution et du volume dédié à la défense incendie. Pour évaluer ce temps de séjour, il est donc nécessaire de faire fonctionner le modèle sur une durée supérieure au temps de séjour maximum observé. Le modèle a donc fonctionné sur 520 jours.

Les résultats obtenus sont les suivants :

-Concernant le réservoir de Mont le Vernois, le temps de séjour varie entre 6 et 11 h, en tenant compte de la bache de chloration amont ; son volume utile (180 m^3) représente environ 55 % du volume moyen distribué. L'autonomie du réservoir est donc d'un peu plus d'une dizaine d'heure (consommation moyenne lissée sur une journée).

-Pour le réservoir de Rosey, le temps de séjour atteint 52 h à 56 h, toujours en tenant compte des ouvrages et temps de séjour amont : notamment le volume du réservoir de Mont le Vernois, ainsi que la capacité de la canalisation d'adduction de plus de 5 kilomètres. Le volume utile du réservoir (80 m^3) représente environ 60 % du volume moyen mis en distribution. L'autonomie du réservoir est donc d'environ 15 heures (consommation moyenne lissée sur une journée).

Ces durées sont compatibles avec le maintien de la qualité de l'eau en tenant compte d'un seul traitement par désinfection au niveau des sources.

On constate que les volumes des réservoirs ne permettent qu'une autonomie limitée qui en l'état des consommations actuelles est suffisante tant que le débit des sources se maintient. Classiquement, on recherche une autonomie d'un peu plus de 24 h en tenant compte uniquement du volume utile (volume de la défense incendie déduit).

Temps de séjour dans les réseaux

Le temps de séjour dans les canalisations va conditionner, la conservation de la qualité de l'eau. Ainsi, la mise en place d'une politique de maintien de la qualité de l'eau demande une connaissance la plus fine possible du comportement hydraulique du réseau.

La circulaire du 24 juillet 1989 du Ministère de la Santé précise que : "pour que la désinfection au chlore soit efficace, il est nécessaire qu'après une durée de contact de l'ordre de 15 minutes, le

chlore libre résiduel soit compris entre 0,2 et 0,5 mg/l, la valeur résiduelle la plus élevée étant réservée aux sources insuffisamment protégées".

La circulaire du 7 novembre 2003 relative aux mesures à mettre en œuvre dans le cadre du plan Vigipirate préconise : action 5 « Maintenir une concentration minimale en chlore libre de **0,3 mg/l** en sortie des réservoirs et viser une concentration de **0,1 mg/l** en tout point du réseau de distribution ». « Les exploitants doivent être en mesure d'atteindre, dans un délai de 3 jours maximum en cas de notification par l'autorité compétente de l'application de l'action 5, les consignes de surchloration indiquées ci-dessus ».

Après modélisation des temps de séjours sur 520 h, les résultats obtenus sont présentés sur la carte ci-dessous :

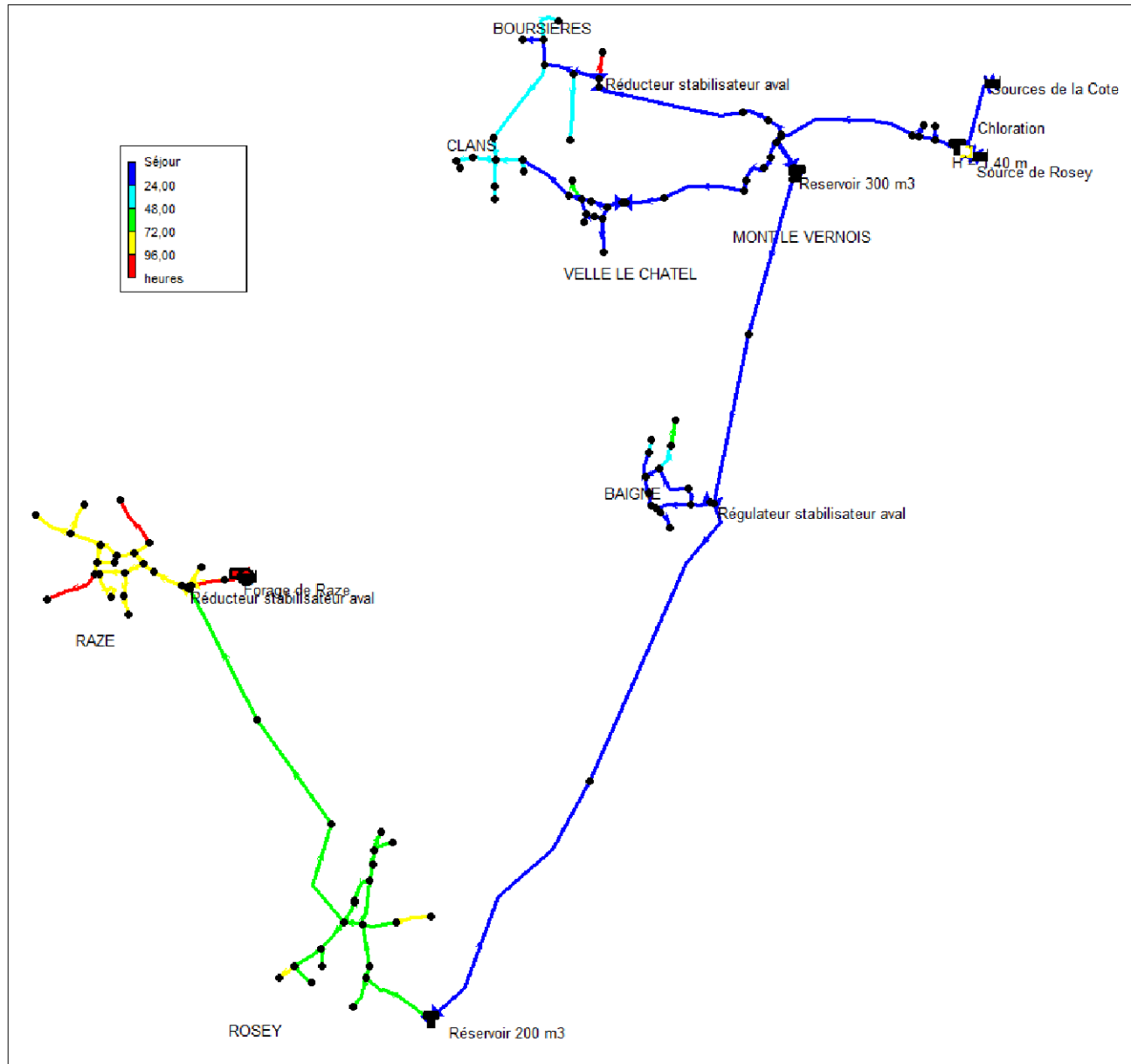


Figure 2 : Temps de séjour après simulation de 520 heures

Les temps de séjours dans les canalisations de distribution du syndicat varient de 7 heures sur les conduites d'alimentations les plus proches des sources (Mont le Vernois) à 140 heures sur la commune de RAZE la plus éloignée. Après analyse de la courbe de distribution des temps, il en

ressort que 55 % du linéaire de canalisation présente un temps de séjour inférieur à 55 heures et que 90 % du linéaire présente un temps de séjour inférieur à 120 heures.

Les principales observations sont les suivantes :

- le réseau du syndicat est essentiellement ramifié et ne présente que peu de bouclage, ne favorisant pas le renouvellement de l'eau dans les conduites ; en revanche, à l'inverse un maillage élevé diminue fortement les vitesses d'écoulement,
- à partir du réservoir de MONT LE VERNON, les communes de BAINES, ROSEY et RAZE sont distribuées en série sur un linéaire de canalisation de plus de 9 km, qui augmente inévitablement le temps de séjour,
- quelques conduites ont été surdimensionnées sur certains tronçons, soit pour assurer la défense incendie, soit en prévision du développement futur,
- certaines antennes sont isolées et présentent de très faibles consommations,

Toutefois, malgré un linéaire de canalisation d'adduction et de distribution important, ainsi qu'une alimentation des communes en série, les temps de séjours restent acceptables.

Il convient d'être vigilant sur les extrémités d'antennes sur la commune de RAZE, notamment sur les secteurs suivants :

- rue du Stade (canalisation d'adduction) lorsque le forage n'est pas utilisé durant une période prolongée,
- rue d'Aroz, conduite qui servait à l'alimentation depuis l'ancien réservoir aujourd'hui hors service, la canalisation Ø 150 mm qui a été conservée en extrémité d'antenne de distribution est aujourd'hui surdimensionnée,
- rue du Chaillot, extrémité d'antenne en Ø 125 mm

Les concentrations en chlore libre ont également été modélisées. En l'absence de données de terrain (évolution des concentrations de chlore), les coefficients de dégradation du chlore (aux parois et dans la masse) ont été estimés sur la base de valeurs moyennes observées sur d'autres études. En effet, à mesure que l'eau se déplace dans le système de distribution, elle subit des réactions physiques, chimiques et biologiques qui altèrent sa qualité. Ces réactions surviennent non seulement dans la masse liquide, mais encore au niveau de l'interface eau-paroi. Elles dépendent entre autres des conditions d'écoulement, du pH, de la température, de la composition chimique de l'eau et de la nature du matériau de la conduite.

Après modélisation **sommaire sur la base de coefficients théoriques**, il ressort qu'une concentration en chlore libre de 0,3 mg/l en sortie du réservoir de MONT LE VERNON permet d'obtenir une concentration résiduelle minimum d'environ 0,1 mg/l en extrémité des réseaux excepté sur la **commune de RAZE**. Pour cette dernière, les temps de séjour et le linéaire de réseaux importants ne permettent pas d'atteindre le minimum de la circulaire du 7 novembre 2003.

Le maintien d'une concentration minimum en chlore libre sur la commune de RAZE nécessite une surchloration au niveau du traitement situé à MONT LES VERNON, avec les risques et désagréments que cela engendre : formations de résidus du chlore, eau au goût prononcé de chlore pour les premières habitations notamment celles du hameau du Vernois situé non loin.

La question d'une rechloration intermédiaire au réservoir de ROSEY est posée, mais nécessite des mesures complémentaires pour y répondre avec précision.

Les pressions de distribution

Le décret n° 2007-49 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine indique que « la hauteur piézométrique de l'eau distribuée par les réseaux intérieurs mentionnés au 3° de l'article R.1321-43 doit, pour chaque réseau et en tout point de mise à disposition, être au moins égale à 3 m, à l'heure de pointe de consommation ».

Il indique « que cette hauteur piézométrique est exigible pour tous les réseaux ; lorsque ceux-ci desservent des immeubles de plus de 6 étages, des supprimeurs et des réservoirs de mise sous pression, conformes aux dispositions de l'article R 1321-55, peuvent être mis en œuvre.

Les pressions ont donc été simulées à l'heure de pointe, les résultats sont présentés sur la cartographie ci-dessous :

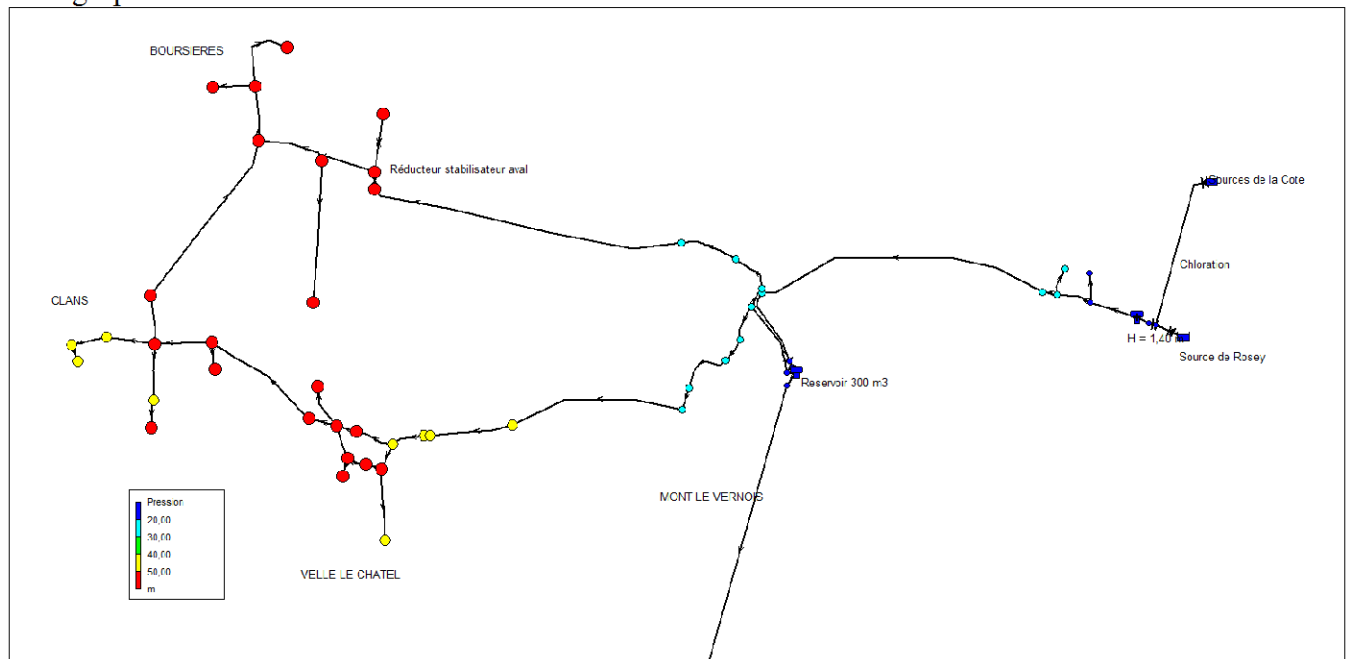


Figure 3: Pression de distribution secteur dit Grande Paroisse

L'essentiel des pressions de distribution est comprise entre 4,4 et 6,9 bars sur les communes de VELLE LE CHATEL, CLANS et BOURSIERES. Ce secteur bouclé est contrôlé par un stabilisateur aval et un réducteur de pression qui peuvent être réajustés pour maintenir environ 2,5 bars sur les points hauts de VELLE LE CHATEL et CLANS.

Sur MONT LE VERNOS, les pressions de service sont correctes entre 2,1 et 2,7 bars maximum. Sur le hameau de Mont le Vernois le point haut est alimenté avec une pression de 1,7 bars en raison de la faible dénivelée avec la station de chloration dont la bache assure le volume tampon pour l'alimentation du hameau.

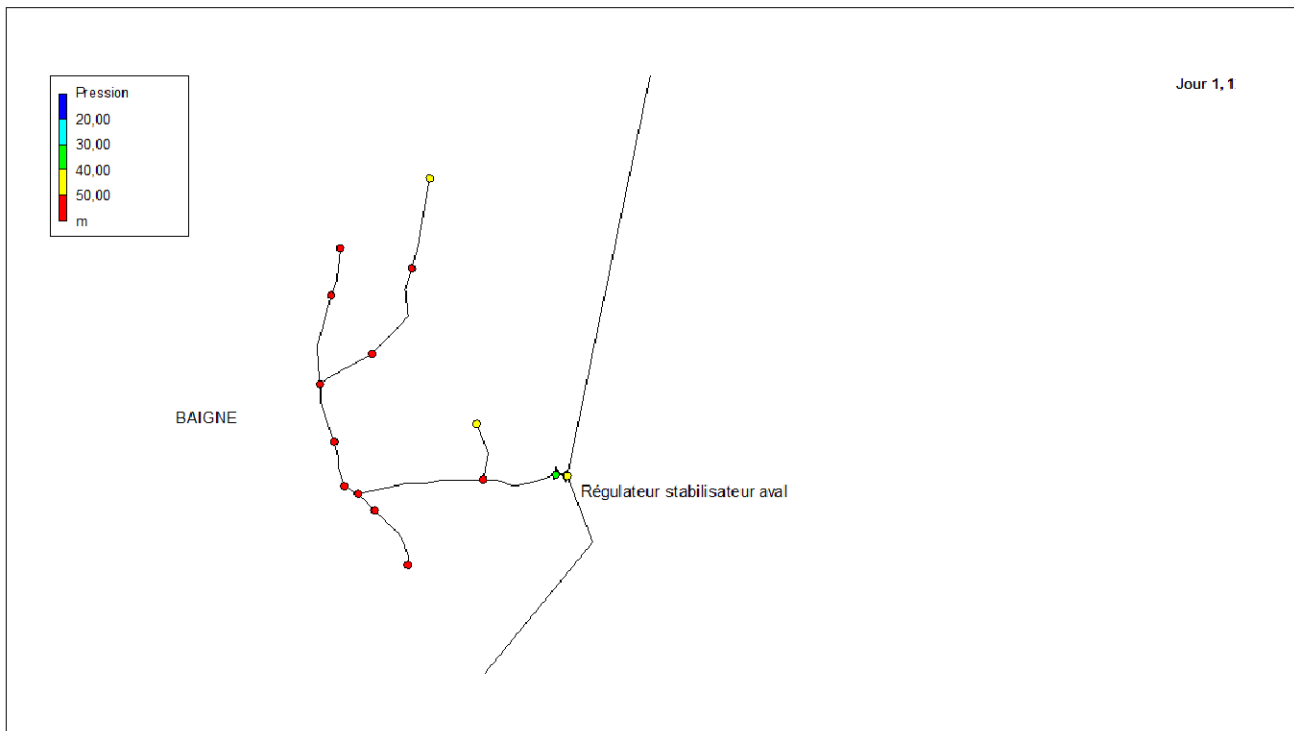


Figure 4: Pression de distribution commune de BAIGNES

La commune de BAIGNES présente des pressions de distribution entre 4,2 et 6,5 bars, se qui reste élevé sur les points bas de la commune. Les travaux actuellement en cours dans le lotissement vont permettre d'alimenter un poteau incendie en point haut de la commune. Celui-ci doit donc disposer d'une pression suffisante en extrémité d'antenne pour assurer le débit réglementaire.

Après calcul, le juste milieu serait d'appliquer un abattement de pression d'environ 1,6 bars en sortie du réducteur de pression de BAIGNES, ce qui permettra de réduire l'intervalle de pressions de distribution entre 3 et 5,4 bars tout en assurant la défense incendie au point haut (60 m³/h à 1 bar de pression résiduelle).

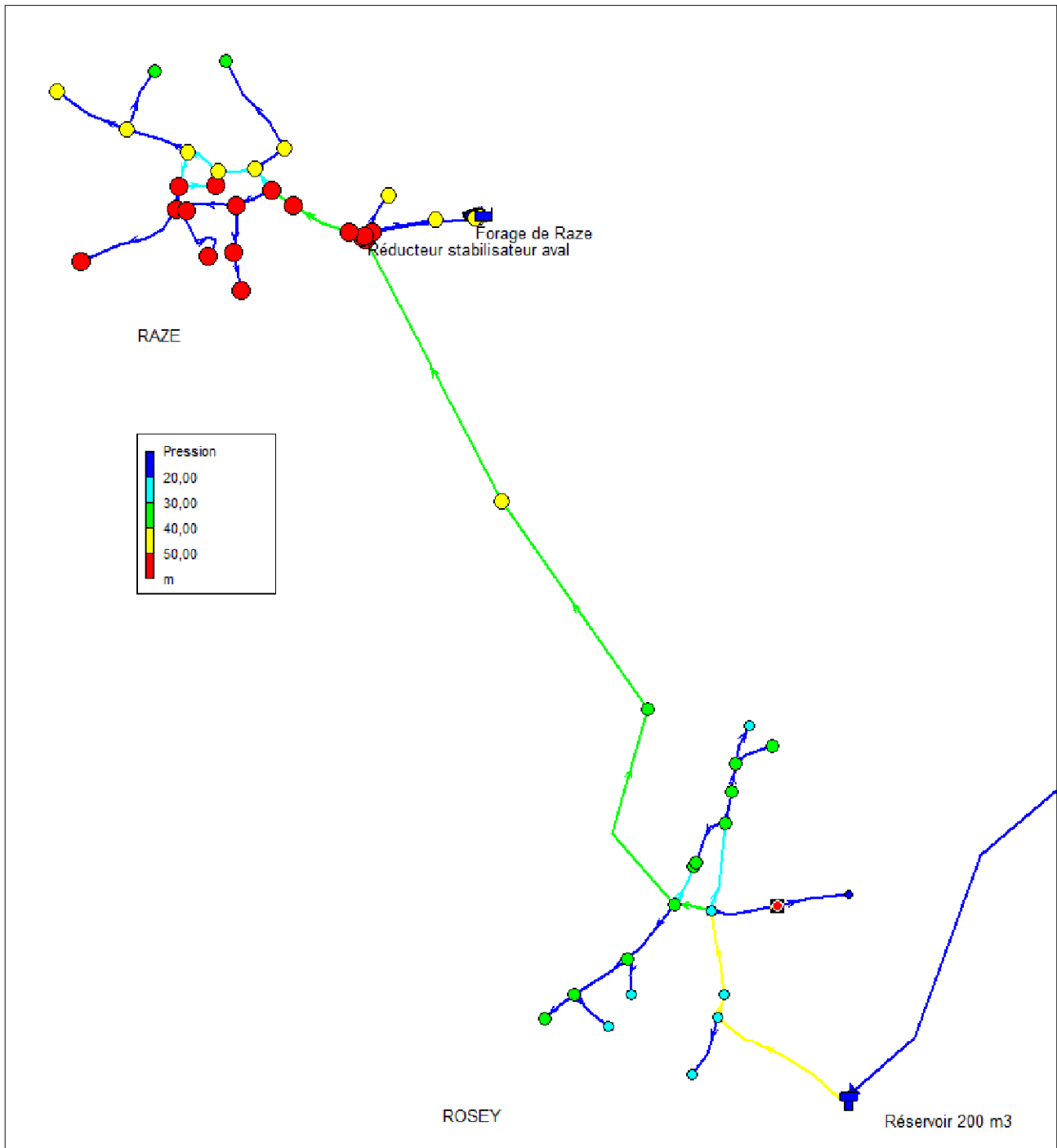


Figure 5: Pression de distribution commune de RAZE et ROSEY

La pression de distribution sur la commune de ROSEY se répartie entre 2,5 et 3,4 bars pour l'essentiel des valeurs. On note toutefois 2 points hauts sur lesquels la pression chute à 2 et 1,7 bars respectivement sur le Chemin de Granvelle et Rue de Vesoul. Il convient donc d'être attentif sur le développement futur de la commune sur ces 2 secteurs et de prévoir les équipements en adéquation.

Pour la commune de RAZE, les pressions de distribution englobent une large fourchette en raison des variations importante d'altitude : 241,5 pour le point haut et 220,50 (NGF) pour le point le plus bas. Ainsi les pressions s'échelonnent entre 5,1 et 3,1 bars. La pression de consigne du stabilisateur aval qui alimente la commune peut donc être réajustée à 4,0 bars en sortie. La pression variera alors entre 2,1 et 4,2 bars tout en conservant le débit incendie sur le haut de la rue Haute.

Globalement, le réseau de distribution ne présente ni de faibles pression (<1,5 bars), ni de fortes pression (>7 bars). Les pressions élevées qui ont été calculées peuvent être facilement réajustées via les ouvrages existants : réducteurs de pression, stabilisateurs avals... tout en veillant à préserver la défense incendie sur les points hauts. Aucun nouvel ouvrage de régulation de la pression n'est donc nécessaire.

IV – Bilan besoins - ressources

IV.1 – Point sur la ressource en eau et la capacité des réseaux

Le tableau ci-dessous synthétise la connaissance actuelle de la ressource en eau du syndicat avec une mise en parallèle de la capacité hydraulique des conduites et ouvrages d'adduction, ainsi que des volumes de prélèvements autorisés par arrêté.

Resource en eau	Sources de La Cote et de Rosey	Captage de RAZE
Prélèvements actuels		
Débits moyens prélevés (m ³ /jour)	310	
Débits moyen journalier prélevés en pointe (m ³ /jour)	390	
Ressource estimée à l'été		
Ressource estimée à l'été m ³ /j	< 300	180 (15 m ³ /h sur 12 h)
Total ressource m ³ /j	non défini	
Capacité des conduites d'adduction des sources aux réservoirs et à la station de pompage		
Capacité de la conduite d'adduction m ³ /j	environ 640	X
Capacité des pompes m ³ /j	X	refoulement, débit des pompes de 15 m ³ /h, soit 360 m ³ /j
Volumes prélevés autorisés par arrêté préfectoral		
Prélèvement journalier maximum autorisé m ³ /j	400	
Prélèvement de pointe maximum autorisé l/s	non défini	non défini

Tableau 1: Synthèse besoin / ressource

Il est important de préciser que le syndicat a déjà dû faire face à des manques d'eau lors des derniers événements de sécheresse importants.

Le débit d'été des sources de Mont le Vernois n'est pas connu, il serait donc intéressant de la jauger lors du prochain été. Concernant le captage de Raze, les essais réalisés en 1985 recommandaient un débit de pompage de 15 m³/h pendant 12 heures suivi de 12 heures de repos, soit une ressource journalière d'environ 180 m³.

A noter que sur le syndicat, un certain nombre d'agriculteurs utilisent des puits et forages privés pour les besoins de leur exploitation. Toutefois, il arrive qu'en période d'été lorsque ces ressources privées sont insuffisantes, que les agriculteurs prélèvent sur le réseau du Syndicat (branchement utilisé en secours). Ce fonctionnement fragilise d'autant plus la distribution

lors de ces périodes déjà critiques. Ces prélèvements importants et très ponctuels sont très difficiles à évaluer et à anticiper. Pour rappel, 32 % de la consommation globale est représentée par seulement 18 branchements à usage agricole.

En dehors de ces périodes exceptionnelles, la consommation de pointe journalière peut parfois atteindre les 390 m³/j, se rapprochant ainsi du volume maximum autorisé par arrêté (400 m³/j sur les deux ressources en eau). En tout état de cause, le captage de Raze à lui seul ne permet pas de subvenir aux besoins du syndicat.

A ce manque d'eau occasionnel, viennent s'ajouter les perturbations sur les sources de Mont le Vernois qui troublent régulièrement notamment par temps de pluie. Il peut donc arriver certains mois que plus de 50% des volumes mis en distribution proviennent du captage de Raze. Il semble alors que les temps de pompage dépassent les 12 heures recommandées par jour.

Sans être alarmant sur la situation de la ressource en eau du Syndicat, il convient toutefois d'être vigilant sur les nouveaux projets de développement, notamment sur la venue de gros consommateurs. Une étude spécifique sera alors souhaitable.

IV.2 – Bilans besoins-ressources dans la situation actuelle

Pour évaluer le bilan besoins-ressources sur le Syndicat, les hypothèses suivantes ont été retenues sur la base des mesures et du diagnostic réalisé :

- un volume de fuite maintenu au niveau actuel, avec 77 %
- un coefficient de pointe journalier égal à 1,95 (moyenne des pointes horaires mesurées),

ETAT ACTUEL	
	Syndicat Intercommunal des eaux de la baignotte
CONSOMMATIONS	
Consommation actuelle (m3/j)	235,00
Fuites actuelles (m3/j)	75
Volume distribué, besoin actuel (m3/j)	310
Volume distribué, besoin actuel en pointe (m3/j)	390
Volume distribué, besoin actuel en pointe horaire (m3/h)	25
PRODUCTION	
Volumes produits à l'étiage (m3/j)	?
BILAN	
Bilan de la balance en eau (m3/j)	?
Rendement du réseau (%)	76%

La ressource en eau du Syndicat et les équipements présents sont suffisants pour subvenir à la demande actuelle en dehors des périodes exceptionnelles de sécheresse.

IV.3 – Bilans besoins-ressources dans la situation future

Evolution prévisionnelle de la population :

Comme estimé en phase 1, la population du Syndicat pourrait atteindre environ 1385 habitants d'ici 15 à 20 ans, soit 195 habitants de plus qu'aujourd'hui. Sur la base du ratio de

consommation moyenne actuelle (≈ 120 l/j/hab.), cette hausse de population va engendrer un besoin supplémentaire en eau d'environ $24 \text{ m}^3/\text{j}$.

Infrastructures et équipements publics en projet :

A ce jour, il n'y a pas de projet d'implantation de gros consommateur d'eau sur le Syndicat.

Bilan besoin – ressource sur la base du fonctionnement futur :

ETAT FUTUR, objectif 15 à 20 ans	
	Syndicat Intercommunal des eaux de la baignotte
CONSOMMATIONS	
Consommation actuelle (m ³ /j)	235,00
Consommation domestique supplémentaires futures : 195 habitants à l'horizon 2030 (m ³ /j)	24
Fuites avec rendement maintenu (m ³ /j)	75
Volume distribué, besoin futurs (m ³ /j)	334
Volume distribué, besoin actuel en pointe (m ³ /j)	430
Volume distribué, besoin actuel en pointe (m ³ /h)	27
PRODUCTION	
Volumes produits à l'étiage (m ³ /j)	?
BILAN	
Bilan de la balance en eau (m ³ /j)	?
Rendement du réseau (%)	78%

Le bilan besoin-ressource du syndicat en période de fonctionnement normal **reste acceptable et supportable** en prenant un volume de fuite journalier identique au volume actuel ce qui apparaît cohérent étant donné que le linéaire de réseau à créer pour les installations nouvelles est extrêmement faible (construction des dents creuses ou en périphérie des communes). L'augmentation de la consommation liée à l'augmentation de la population représente 10 % du volume facturé actuellement.

Dans cette situation et lors d'événements ponctuels de turbidité sur les sources de Mont le Vernois, l'alimentation par le forage de Raze sera de plus en plus critique. Cette consommation supplémentaire représente 1 h 40 min de pompage supplémentaire.

Par ailleurs, on peut également constater que le volume prélevé autorisé sera dépassé occasionnellement lors de pointe journalière de consommation.

V – Nouvelle ressource en eau

Le Syndicat des eaux de la Baignottes dispose d'un personnel compétent et d'un suivi régulier du fonctionnement de ses ouvrages. Il est également autonome pour la recherche de fuites. C'est pourquoi conformément au cahier des charges, l'étude c'est d'avantage tournée vers la recherche d'une nouvelle ressource en eau.

V.1 - Réflexion sur la possibilité d'une interconnexion avec les communes ou syndicats voisins

Dans la réflexion d'une interconnexion possible avec les syndicats ou communes voisins, un tour d'horizon a été effectué afin de détailler et recenser la situation de l'alimentation en eau potable sur l'ensemble du secteur. Cette interconnexion aurait pour but **d'une part de sécuriser l'alimentation en eau potable du Syndicat et d'autre de faire face au manque d'eau en période d'étiage sévère ou lors des périodes de turbidité des sources de Mont le Vernois (temps de pluie).**

Une synthèse des démarches et investigations réalisées est présentée dans le tableau ci-dessous :

Commune ou EPCI	Origine de la ressource en eau	Volume mis en distribution m ³ /j	Prélèvement journalier maximum autorisé m ³ /j (cf. arrêté)	Ressource en eau suffisante en période d'étiage ?	Qualité de l'eau	Possibilité de vente d'eau au SIEAP de la Baignotte
Syndicat des Eaux des 3 rois : production et vente aux communes de TRAVES, OVANCHE, VY LE FERROUX et CHANTES	1 puits	250 m ³ /j	400 m ³ /j	Oui	Bonne	Non, station d'ultrafiltration insuffisante
MAILLEY : abandon de ses 4 sources	Achat d'eau au Syndicat mixte des eaux du Breuchin depuis fin 2013	156 m ³ /j	X	Oui	Bonne	Sans objet
NEUVELLE LES LA CHARITE	Source communale	75 m ³ /j	110 m ³ /j	Oui	Bonne	Non
Syndicat des Eaux du Foultot : distribution aux communes de BUCEY LES TRAVES, CHASSEY LES SCEY, CHEMILLY, PONTCEY et VAUCHOUX	Achat d'eau au Syndicat mixte des eaux du Breuchin	156 m ³ /j	X	Oui	Bonne	Sans objet
NOIDANS LES FERROUX	Source communale	Entre 170 et 260 m ³ /j (piscine en été)	280 m ³ /j	Limite en étiage	Bonne	Non
Syndicat des Eaux du Breuchin	2 puits, nappe du Breuchin	X	X	Oui	Bonne	Non, courrier du Syndicat du Breuchin du 21/10/2013

Au vu des différentes investigations menées, il ne peut pas être envisagé à ce jour de réaliser une connexion de secours avec l'un des syndicats ou communes voisines.

V.2 - Recherche d'une nouvelle ressource en eau

(Etude du Cabinet Reilé, cf rapport annexe)

La productivité et la qualité des sources inventoriées dans l'étude du cabinet Reilé ne sont pas connues (hormis la qualité de la Font de Baignes). Ces données sont essentielles avant d'envisager une recherche d'eau par forage pour le syndicat de la Baignotte. Il conviendrait dans un premier temps de s'assurer du débit d'étiage de ces sources (jaugeage du débit naturel ou pompage dans les sources ascendantes telles que la source du communal de Velle), par une ou idéalement plusieurs campagnes de mesures. Les sources les plus productives, si elles s'avèrent intéressantes, pourront dans un second temps faire l'objet d'analyses pour déterminer leur qualité physico-chimique en fonction de leur bassin d'alimentation apparent. Des analyses des sources situées en aval de la Font de Baignes (sources de la Vierge, de la Fontaine Bonnet et de Velle) permettraient de déterminer si la contamination phytosanitaire concerne l'ensemble de l'aquifère.

A première vue, il apparaît globalement que le système karstique la Font de Baignes présente le potentiel quantitatif de loin le plus important.

Si les investigations sur les sources inventoriées n'étaient pas concluantes, la recherche d'une nouvelle ressource en eau pourrait être envisagée en amont de la résurgence située sur la commune de BAIGNES. Les travaux de recherche sont chiffrés au chapitre VI.

Il est donc proposé de réaliser une reconnaissance par un forage à 150 m de profondeur environ, correspondant à 110 m d'épaisseur sous le niveau d'émergence de la Font de Baignes (zone noyée dans les calcaires du Jurassique moyen). Il faut ajouter 40 m supplémentaires pour un forage implanté sur le relief en amont immédiat de la Font.

Le programme d'étude et les démarches sont les suivantes :

1°) Reconnaissance complémentaire préalable par géophysique :

Cette prospection permettra de reconnaître la structure du sous-sol (pendage des couches géologiques et fracturation) sur un ou plusieurs profils en amont de la Font de Baignes. L'objectif est d'affiner l'implantation d'un forage de reconnaissance dans la zone la plus favorable, et de préciser les caractéristiques du forage de reconnaissance (profondeur de recherche notamment, et épaisseur de la zone saturée).

2a°) Forage de reconnaissance à 150 m de profondeur :

Comprenant l'amenée/repli du matériel (foreuse/compresseur), les travaux de forage, le tubage de l'ouvrage, la cimentation de la tête de forage, les essais de pompage (essai de puits par paliers de débit croissant + essai longue durée 24 à 48 h généralement). Comme cela a été généralement mis en oeuvre ces dernières années en Haute-Saône, en concertation avec le Conseil Général et l'Agence de l'Eau, les forages de reconnaissance sont réalisés de telle sorte qu'ils soient équipables (avec un diamètre suffisant et un tubage adapté à un usage eau potable), afin de réduire les coûts d'investissement.

2b°) Acidification éventuelle :

Une acidification du forage n'est pas systématique. Dans le cas où le débit s'avère légèrement inférieur au débit espéré par l'exploitant, une acidification peut améliorer les venues d'eau par agrandissement et amélioration des connexions des fissures de la roche calcaire.

2c°) Equipement du forage :

Comprenant une pompe et la colonne de pompage, les raccordements électriques (hors prolongation de ligne EDF). La hauteur manométrique de refoulement de la pompe à installer peut faire varier ce poste de manière importante.

2d°) Qualité de l'eau – Analyses :

Une analyse complète de première adduction est réalisée sur un prélèvement d'eau en fin d'essai de pompage de longue durée. Il pourrait être très intéressant de la compléter par une analyse simultanée de l'eau de la Font de Baignes, pour comparer la qualité de la ressource profonde à celle de la ressource superficielle.

2e°) Assistance par un bureau d'études :

La mission d'assistance comprend les différents points suivants :

- Consultation des entreprises de forage : réalisation d'un cahier des charges (CCTP cahier des clauses techniques particulières), organisation et suivi de la consultation, comparaison des offres, demande de compléments.
- Déclaration réglementaire du forage (incidence au titre du code de l'environnement)
- Suivi des travaux, coordination des différents intervenants, aide à la prise de décision pendant les travaux (profondeur d'arrêt du forage, hauteur de cimentation...)
- Interprétation hydrogéologique des résultats : géologie des terrains traversés et pompages d'essai, productivité),

3°) Procédure réglementaire de protection, comprenant :

- les frais liés à la procédure (assistance par un bureau d'études pour l'élaboration des différents dossiers réglementaires, intervention d'un hydrogéologue agréé, frais d'enquête publique et commissaire enquêteur) : environ 8000€
- les frais de bornage du périmètre de protection immédiate (PPI) par un géomètre (1500 €), achat de terrain et frais de notaire (1000€ max pour un PPI de 20x20m) et les travaux de protection (environ 4000€ pour la clôture du PPI)

Remarque, ce chiffrage ne comprend pas :

- les frais liés au raccordement du forage au réseau de distribution du syndicat, les adaptations nécessaires du réseau existant et une éventuelle prolongation du réseau EDF ;
- les éventuelles indemnités agricoles à verser (une seule fois) aux propriétaires et aux exploitants agricoles qui peuvent justifier d'un préjudice causé par les prescriptions applicables dans le ou les périmètres de protection rapprochée. Tout dépend du type de prescriptions (exemples : interdiction d'utilisation de pesticides, d'épandage d'effluents liquides...) et des superficies impactées.

VI - Scénarii

VI.1 - Amélioration du suivi et du fonctionnement

Suivi des consommations non comptabilisées

Etant donné les obligations de rendement qui sont précisées dans le décret d'application n° 2012-97 du 27 janvier 2012, il apparaît important de comptabiliser les volumes consommés au plus juste afin qu'ils ne rentrent pas en compte dans les volumes de pertes. A cette fin, l'ensemble des branchements du Syndicat sont équipés de compteurs individuels.

Les volumes prélevés et non comptabilisés comme par exemple les essais des services du SDIS, ou à l'occasion de travaux ou encore pour le nettoyage des rues, les vidanges de réservoirs... peuvent être estimés et notés dans un cahier de bords à mettre en place. Le bilan annuel en sera d'autant plus précis et facilité.

Compteur de sectorisation

Sur le Syndicat, le nombre de compteurs principaux et de sectorisation sont en nombre suffisant pour assurer un suivi précis et détaillé du fonctionnement du réseau. Ce ne sont pas moins de 9 compteurs réparti sur l'ensemble du réseau d'adduction et de distribution qui permettent un suivi quotidien par le Fontainier.

Télégestion et télérelève

Etant donné les obligations de rendement qui sont précisées dans le décret d'application n° 2012-97 du 27 janvier 2012, il apparaît souhaitable d'assurer un suivi plus aisé des volumes distribués afin de surveiller et de minimiser les pertes sur le réseau. Il devient donc indispensable d'optimiser ces pertes pour plusieurs raisons :

- les fuites représentent un coût de production lié aux volumes perdus (traitement par désinfection)
- les volumes perdus peuvent rendre critique la distribution en cas de baisse de la production de la ressource en période d'étiage, ou lorsque l'eau trouble lors d'événements pluvieux,
- la lutte contre les pertes est devenue un axe politique fort traduit dans les derniers textes.

Actuellement, le syndicat procède déjà quotidiennement au relevé de l'ensemble des compteurs précédemment cités. Toutefois, afin de faciliter et d'améliorer le suivi du fonctionnement du réseau, une télégestion avec télérelève peut être mise en place, ou éventuellement la mise en œuvre d'enregistreurs à poste fixe avec une relève hebdomadaire sur site par exemple.

Le principe de cette telegestion se base, sur la mise en place d'une tête émettrice à induction, transmettant l'index du compteur à un système autonome, permettant d'envoyer par GSM ou ligne téléphonique à un système central qui traite l'information. Ce procédé permet donc de connaître chaque jour le volume ayant transité la veille par le compteur et de générer des alarmes si le résultat est supérieur à un seuil prédéfini. Une autre information importante que transmettra le système est le débit minimum qui a transité durant les 24 dernières heures qui sera très proche du débit de fuite. Il est également possible d'exploité la courbe des consommations enregistrées sur un

pas de temps programmable. En cas de détection d'une distribution excessive, une investigation de recherche de fuite pourra être engagée plus rapidement.

L'entretien et le fonctionnement de cette télérelève est estimée à environ 1122 €/an (voir décomposition ci-dessous) :

DESIGNATION	OPERATION	PU	Fréquence	Quantité	Montant
Enregistreur avec Tête Emettrice, et modem GSM intégrer	Changement de Pile	285 €	5 ans	6	342 €/an
	Abonnement GSM+SMS	130 €	1 an	6	780 €/an
	TOTAL				1122 €/an

Pour le mode de transmission des données, il convient de réaliser au préalable une étude de couverture des différents réseaux GSM.

VI.2 – Automatisation de l'alimentation par les différentes ressources en eau du Syndicat

Pour rappel, en période de fonctionnement normal, le Syndicat est alimenté en eau potable par les 2 sources captées de Mont le Vernois. La ressource en eau du forage de Raze est utilisée en secours pour abonder ou palier aux sources de Mont le Vernois, notamment celle de Rosey dans les situations suivantes :

- manque d'eau en période d'étiage sévère,
- turbidité excessive de la ressource de Mont le Vernois, généralement en période de pluie,

Actuellement, c'est donc le fontainier du Syndicat qui lorsqu'il constate visuellement que l'eau trouble, se rend sur le site de Mont le Vernois pour couper l'alimentation des sources (celle de Rosey trouble plus régulièrement), puis se dirige au réservoir de Rosey pour enclencher la pompe permettant d'alimenter Mont le Vernois en utilisant la canalisation d'adduction existante. La mise en service nécessaire du pompage au niveau du captage de Raze est en revanche automatisée et asservie au niveau d'eau dans le réservoir de Rosey via une liaison filaire et un système de poires de niveaux.

C'est ensuite également le fontainier qui doit actionner manuellement (marche/arrêt) la pompe qui alimente le réservoir de Mont le Vernois après un constat visuel du niveau d'eau dans les cuves. Cette supervision nécessite des allers et retours et manipulations de vannes incessants. Il s'agit là d'une situation de secours mais qui devient récurrente.

L'objectif de la proposition est **d'automatiser** le fonctionnement actuel qui permet d'alimenter le réservoir de Mont le Vernois depuis le système de pompage du réservoir de Rosey en utilisant la ressource de RAZE.

Un turbidimètre placé au niveau des sources de Mont le Vernois, des jeux de vannes motorisées et des sondes de niveaux dans les réservoirs permettraient une automatisation aisée de l'alimentation, le tout relié à un automate de contrôle. Une télégestion est également proposée afin d'en contrôler le fonctionnement depuis un superviseur accessible également par internet.

VI.3 – Renouvellement à moyen terme

Lors des études, nous avons pu constater que la section des canalisations d'adduction des sources de La Cote et de Rosey était obstruée à 75 % par un dépôt de carbonate de calcium. Ce phénomène se produit lorsque le CO₂ dégaze à la sortie de la source, et provoque la précipitation du carbonate de calcium.

Ce constat a pu être réalisé lors du remplacement de la canalisation entre les 2 captages de La Cote. Même si le phénomène s'atténue avec l'éloignement de la source, il reste relativement présent et limite ainsi de façon importante la capacité d'alimentation du Syndicat.

Il est donc proposé de remplacer les 2 conduites d'adduction entre les sources et la station de chloration à Mont le Vernois. Des sondages et inspections préalables doivent être réalisés afin d'vérifier le linéaire.



Photographie n°1: Dépôt « calcaire » constaté dans la canalisation de liaison entre les 2 sources de La Cote

A cours terme, une demande a également été formulée par un particulier en vue de déplacer la canalisation rue des Bois à MONT LE VERNOIS laquelle passe en domaine privé juste en sortie du réservoir. Cette demande fait suite à un projet de construction sur la parcelle concernée.

Dans les travaux prioritaires à moyen terme, peut également s'inscrire la canalisation d'adduction permettant la liaison entre MONT LE VERNOIS et BAIGNES puis BAIGNES vers le réservoir de ROSEY. En effet, cette conduite présente des casses et des fuites répétés qui sont liées d'une part à son ancienneté et d'autre à la technique de mise en œuvre à l'époque : remblaiement des fouilles avec les matériaux du site, pose de la canalisation sur des points durs.

Ces travaux représentent 1930 ml de canalisation fonte Ø 150 mm et 2630 ml de canalisation fonte Ø 150 mm, essentiellement en milieu naturel et domaine privé.

VI.4 – Programme de renouvellement à long terme

Un réseau AEP est constitué de conduites enterrées (donc inaccessibles), de diamètres et de matériaux différents. La difficulté réside dans l'incapacité de suivre l'évolution de l'état de la conduite ; le vieillissement se manifeste par des fuites ou un affaissement de chaussée.

Les conduites subissent des dégradations tout au long de leur exploitation, ces dégradations accélèrent le processus de vieillissement et réduisent la performance du réseau, impliquant des

travaux sur les conduites. Nous distinguons des travaux de maintenance qui en général, désignent l'ensemble des activités planifiées ou non planifiées afin de préserver la conduite dans son état d'origine. La maintenance consiste à inspecter de manière périodique le réseau afin de contrôler son état et son niveau de performance. La maintenance du réseau peut être préventive afin d'assurer un bon fonctionnement et d'atteindre une durée de vie technique préalablement établie, ou curative se manifestant par des réparations à l'occurrence de pannes et d'événements imprévus. Les dépenses qu'engendrent les travaux de maintenance sont enregistrées comme dépenses de fonctionnement, imputées à la section exploitation du budget des services d'eau. **En revanche, les travaux de renouvellement représentent un investissement lourd pour les services de l'eau, d'où la nécessité de les programmer dans le temps et dégager les enveloppes budgétaires nécessaires à leur réalisation.** Les dépenses engendrées sont inscrites à la section investissement du budget du service de l'eau.

D'un point de vue comptable, la durée de vie d'une conduite correspond à l'amortissement pratique sur le budget eau, cette durée est comprise entre 50 et 70 ans environ.

La détérioration d'un réseau se manifeste par une succession d'évènements de défaillances rendant le réseau incapable d'atteindre l'objectif de performance visé ou fixé par la réglementation. La détérioration d'une conduite peut être définie selon 3 critères :

- détérioration structurelle : rupture physique des conduites, casses nécessitant réparation,
- détérioration hydraulique ou fonctionnelle : diminution de la capacité hydraulique qui se traduit par des baisses de pression et débit dans le réseau,
- détérioration de la qualité de l'eau : dégradation de la qualité de l'eau, présence d'eau rouge, coloration, présence d'odeur.

Il n'existe pas d'approche unique pour la mise en place du renouvellement. La décision en matière de renouvellement dépend des variables et des critères liés au réseau et à son environnement, de la disponibilité de données, des objectifs à atteindre, des méthodes d'optimisation et de recherche des solutions utilisées.

Il est donc important que le syndicat mettent en place une politique de renouvellement et un plan financier cohérents afin d'éviter qu'une approche de renouvellement purement curative n'aboutisse à l'effondrement des ressources financières assignées aux travaux de renouvellement de ces infrastructures. Dès lors, un gestionnaire des réseaux doit prévoir au budget eau les provisions annuelles qui, accumulées, permettront de renouveler en temps utile leurs infrastructures, sans augmentation du prix de l'eau.

Le programme chiffré au chapitre suivant propose donc d'estimer le coût de l'amortissement des conduites pour une durée de vie de 70 ans en fonction de leur âge actuel. L'essentiel du patrimoine du Syndicat datant de 1962, il convient donc de prévoir aujourd'hui un amortissement sur les 25 années à venir environ. On considère que le prix de l'eau actuel couvre uniquement les dépenses de fonctionnement.

En l'absence d'urgence, mais en anticipant sur les besoins futurs, ce programme sera pluriannuel. Cette vision patrimoniale des ouvrages du Syndicat permettra d'anticiper leur renouvellement sur le long terme en provisionnant les montants nécessaires. Le rendement sera alors fiabilisé et le budget totalement maîtrisé. Un prix de l'eau est proposé en conséquence pour chaque type de travaux.

VII – Chiffrage des travaux et investigations complémentaires envisagés

Les travaux précédemment décrits sont chiffrés dans le tableau ci-dessous. Le coût des travaux par poste sont détaillés en annexe 1 du rapport.

Pour rappel, les coûts sont estimés à partir de ratios unitaires habituellement observés et restent approximatifs. Ils dépendent notamment du type de voirie, du nombre de branchements à reprendre, des ouvrages de fontainerie nécessaires....

SYNTHESE	
Désignation	Montant HT
Programme de reconnaissance pour la recherche d'une nouvelle ressource en eau et forage d'essai	114 100,00 €
Amélioration du suivi et du fonctionnement : Télérelève des compteurs de sectorisation, télégestion et automatisation de l'alimentation en eau du Syndicat par les 2 ressources distinctes	42 400,00 €
Programme de travaux et de renouvellement à moyen terme	558 442,00 €
Programme de renouvellement à long terme pour une gestion patrimoniale des réseaux	3 094 725,00 €
Total HT	3 809 667,00 €
TVA 19,6 %	746 694,73 €
Total TTC	4 556 361,73 €

Le montant total hors subvention des travaux envisagés précédemment s'élève à 3 810 000 € HT.

VIII – Financement et impact sur le prix de l'eau

VIII.1 - Les Financeurs

Le Conseil Général de la Haute-Saône et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse sont susceptibles d'apporter des aides à la réalisation de travaux permettant d'améliorer la distribution et la qualité de l'eau, les taux de financement ci-dessous sont donnés à titre indicatifs, ils sont susceptibles d'être modifiés chaque année :

	Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse	Conseil général de la Haute-Saône	Taux TTS en cas de Co-financement
Réparation de fuites,	30 % seulement sur enjeux quantitatif fort	0 %	
Renforcements réseaux	30 % Suivant éligibilité FSR au cas par cas	25 %	25 %
Remplacement réseaux	30 % Suivant éligibilité FSR au cas par cas	0 %	
Création réseaux	0 %	35 % selon critères d'éligibilité	35 %
Remplacement des branchements au plomb	0 %	0 %	20% DETR
Réservoirs (construction)	0 %	35 %	55 %
Unité de traitement	30% selon critères d'éligibilité	35 % selon critères d'éligibilité	65 %
Interconnexion « qualitative » et/ou « qualitative »	30 % Suivant critères d'éligibilité	35 %	65 %
Défense contre l'incendie	0 %	50 %	Dépense subventionnable plafonnée à 30 000 € pour une réserve et 2200 € pour un poteau incendie
Forage de reconnaissance équipable	30 %	30 %	60 %

Ces subventions sont données à titre indicatif, elles sont susceptibles d'être modifiées et sont soumises à conditions et acceptations par les financeurs.

VIII.2 – Synthèse, estimation des subventions et impact sur le prix de l'eau

Le tableau ci-dessous permet d'estimer l'impact sur le prix de l'eau des dépenses nouvelles liées aux travaux de renouvellement des réseaux, d'amélioration du fonctionnement et de recherche en eau. Une fois les subventions déduites, nous avons pris comme hypothèse la souscription d'emprunts à 10, 15 ou 30 ans pour les travaux à réaliser dans un futur proche et à moyen terme, puis un amortissement sans emprunt pour le financement des travaux de renouvellement à prévoir au long terme.

Désignation des travaux	Coût de travaux € HT	Subventions	Coût estimé restant pour la commune € HT	Durée d'emprunt	Impact sur le prix de l'eau ** Situation actuelle : 84 000 m ³ /an
Etudes					
Etude complémentaires	7 700 €	50%	3 850,00 €	Financement par le budget de fonctionnement actuel	
Recherche en eau					
Recherche d'une nouvelles ressource en eau	106 400 €	60%	42 560,00 €	10 ans	0,067 €
Telegestion et automatisation					
Telegestion	13 800 €	0%	13 800,00 €	10 ans	0,022 €
Automatisation de l'alimentation en Eau	28 600 €	0%	28 600,00 €	15 ans	0,033 €
Renouvellement à moyen terme					
Remplacement des canalisations d'adduction des sources	67 625 €	30%	47 337,50 €	30 ans	0,035 €
Renouvellement des liaisons d'adduction Mont le Vernois-Baignes-Rosey	450 817 €	30%	315 571,90 €	30 ans	0,23 €
Déviation de la canalisation en terrain privé Rue des Bois à Mont le Vernois	40 000 €	30%	28 000,00 €	30 ans	0,02 €
Renouvellement des réseaux pour une gestion patrimoniale Simulation d'amortissement sur 25 ans sans emprunts					
Renouvellement des réseaux dont l'âge à dépassé 50 ans.	3 094 725 €	30%	2 166 307,50 €	Sans emprunt amortissement du patrimoine réseau de plus de 50 ans sur 25 ans	1,03
TOTAL	3 809 667 €	X	2 646 026,90 €	X	1,44 €

*taux d'emprunts : 5,5 % sur 10 ans, 5,25 % sur 15 ans, 4,5 % sur 30 ans

L'impact de l'ensemble des travaux et aménagements proposés représente une augmentation du prix de l'eau de 1,44 €/m³ en situation actuelle.

ANNEXE 1

Détails estimatifs du programme de travaux

**Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable
Syndicat Intercommunal des Eaux de la Baignotte**

**Estimation sommaire du coût prévisionnel des travaux
Recherche d'une nouvelle ressource en eau
par forage en amont de BAIGNES**

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Montant HT
Reconnaisances complémentaires				
Programme de reconnaissance complémentaire avec mesure de débits et analyses physico-chimiques sur les sources inventoriées	Ft	1	4 200,00 €	4 200,00 €
Suivi de la turbidité des sources de Rosey et de La Cote sur 6 mois en continu - rapport et interprétation	Ft	1	3 500,00 €	3 500,00 €
Sous-total				7 700,00 €
Recherche en eau sur la Fond de Baignes				
Reconnaissance complémentaire préalable par géophysique	Ft	1	6 000,00 €	6 000,00 €
Forage de reconnaissance à 150 m de profondeur	Ft	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Acidification éventuelle si nécessaire	Ft	1	4 000,00 €	4 000,00 €
Analyse de la qualité de l'eau	Ft	1	1 500,00 €	1 500,00 €
Assistance par un bureau d'études	Ft	1	5 000,00 €	5 000,00 €
Sous-total				66 500,00 €
Equipement du forage	Ft	1	20 000,00 €	20 000,00 €
Procédure réglementaire de protection (périmètres de captages)	Ft	1	14 500,00 €	14 500,00 €
Sous-total				34 500,00 €
Imprévus (environ 5 %)	Ft	1	5 400,00 €	5 400,00 €
Sous-total				5 400,00 €

Total HT	114 100,00 €
TVA 20 %	22 820,00 €
Total TTC	136 920,00 €

**Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable
Syndicat Intercommunal des Eaux de la Baignotte**

**Estimation sommaire du coût prévisionnel des travaux
Amélioration du suivi et du Comptage
Automatisation de l'alimentation par les 2 ressources en eau**

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Montant HT
Télégestion pour amélioration du suivi				
Télérelève des compteurs existants : mise en place d'enregistreurs sur les compteurs de distribution principaux, avec têtes émetrice, modem et transmission GSM intégrés	U	6	1 850,00 €	11 100,00 €
Interface et logiciel de suivi et de gestion, mise en service, test et formation	Ft	1	2 700,00 €	2 700,00 €
Sous-total				13 800,00 €
Automatisation de l'alimentation par le forage de Raze en cas de problème de tubidité				
Turbidimètre sur la source de Rosey à Mont le Vernois, raccordement électrique et asservissement vanne motorisée	Ft	1	4 550,00 €	4 550,00 €
Vanne papillon motorisée pilotée dans chambre à vannes du réservoir	U	1	2 800,00 €	2 800,00 €
Vanne papillon motorisée pilotée dans regard à créer y compris alimentation	U	1	3 000,00 €	3 000,00 €
Création d'un regard sur la conduite d'alimentation de la source de Rosey	U	1	4 500,00 €	4 500,00 €
Armoire de commande, avec satellite de télégestion modulaire et telereports par GSM au réservoir de Rosey	Ft	1	2 500,00 €	2 500,00 €
Armoire de commande, avec satellite de télégestion modulaire et telereports par GSM au réservoir de Mont le Vernois	Ft	1	4 500,00 €	4 500,00 €
Mise en service, test et formation	Ft	1	2 000,00 €	2 000,00 €
Interface et logiciel de suivi et de gestion avec supervision consultable à distance	Ft	1	1 500,00 €	1 500,00 €
Intégration, reprise de l'automatisation existante dans le nouveau système de telegestion, incorporation dans l'interface de gestion	Ft	1	1 200,00 €	1 200,00 €
Sous-total				26 550,00 €
Imprévus (environ 5 %)				
Imprévus	Ft	1	2 050,00 €	2 050,00 €
Sous-total				2 050,00 €

Total HT	42 400,00 €
TVA 20 %	8 480,00 €
Total TTC	50 880,00 €

**Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable
Syndicat Intercommunal des Eaux de la Baignotte**

**Estimation sommaire du coût prévisionnel des travaux
Renouvellement prioritaire à moyen terme**

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Montant HT
Liaison Mont le Vernois - Rosey				
Déviation de la canalisation en terrain privé Rue des Bois à Mont le Vernois	Ft	1	40 000,00 €	40 000,00 €
Liaison Mont le Vernois - Rosey				
Liaison Mont le Vernois - Baignes en fonte Ø 150 mm en terrain naturel	ml	1930	105,00 €	202 424,25 €
Liaison Baignes - Rosey en fonte Ø 80 mm	ml	2630	85,00 €	223 392,75 €
Sous-total				465 817,00 €
Alimentation des sources de La Cote et de Rosey jusqu'à la chloration				
Ø 125 mm Fonte sous voirie	ml	340	150,00 €	51 000,00 €
Ø 125 mm Fonte en terrain naturel	ml	175	95,00 €	16 625,00 €
Sous-total				67 625,00 €
Imprévus	Ft	1	25 000,00 €	25 000,00 €
Sous-total				25 000,00 €

Total HT	558 442,00 €
TVA 20 %	111 688,40 €
Total TTC	670 130,40 €

**Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable
Syndicat Intercommunal des Eaux de la Baignotte**

**Estimation sommaire du coût prévisionnel des travaux
Evaluation du patrimoine âgé de plus de 50 ans pour travaux de renouvellement**

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire HT	Montant HT
Renouvellement des canalisations				
Ø 150 mm Fonte sous voirie	ml	2800	190,00 €	532 000,00 €
Ø 125 mm Fonte sous voirie	ml	5079	180,00 €	914 220,00 €
Ø 100 mm Fonte sous voirie	ml	2563	170,00 €	435 710,00 €
Ø 80 mm Fonte sous voirie	ml	111	165,00 €	18 315,00 €
Ø 60 mm Fonte sous voirie	ml	2376	160,00 €	380 160,00 €
Ø 40 mm Fonte sous voirie	ml	536	155,00 €	83 080,00 €
Ø 160 mm Fonte sous voirie	ml	626	170,00 €	106 420,00 €
Ø 63 mm PVC sous voirie	ml	219	155,00 €	33 945,00 €
Ø 50 mm PVC sous voirie	ml	826	150,00 €	123 900,00 €
Ø 160 mm PVC en terrain naturel	ml	1570	85,00 €	133 450,00 €
Ø 100 mm Fonte en terrain naturel	ml	1065	85,00 €	90 525,00 €
Sous-total				2 851 725,00 €
Divers				
Frais divers : sondages, levés topographiques, études et maîtrise d'œuvre, publicité légal	Ft	1	98 000,00 €	98 000,00 €
Pièces divers et imprévus environ 5 %	Ft	1	145 000,00 €	145 000,00 €
Sous-total				243 000,00 €

Total HT	3 094 725,00 €
TVA 20 %	618 945,00 €
Total TTC	3 713 670,00 €

