



Etude diagnostic du système d'alimentation en eau potable

ETUDE DIAGNOSTIQUE

ANNEXE 11 - CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

Artelia Ville & Transport
Agence de Strasbourg

15 Avenue de l'Europe
67 300 SCHILTIGHEIM
Tel. : +33 (0)3 88 04 04 00
Fax : +33 (0)3 88 56 90 20

COMMUNE DE SAINT-MICHEL-SUR-MEURTHE

Etude diagnostic du système d'alimentation en eau potable

ETUDE DIAGNOSTIQUE

ANNEXE 11 - CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 1. HYPOTHESES ET DEMARCHE GENERALE | 4 |
| 1.1.1. Choix de la date de calage | 4 |
| 1.1.2. Le nombre d'abonnés | 4 |
| 1.1.3. Les gros consommateurs | 4 |
| 1.1.4. Les sources | 6 |
| 1.1.5. Les réservoirs | 6 |
| 1.1.6. Les équipements du réseau | 6 |
| 1.1.7. Méthode de calage | 7 |
| 2. VERIFICATION ET RESULTAT DU CALAGE | 8 |
| 2.1.1. Vérification en hauteur | 8 |
| 2.1.2. Vérification en débit | 8 |
| 2.1.2.1. VERIFICATION DU FONCTIONNEMENT DU SECTEUR CLOSE | 8 |
| 2.1.2.2. VERIFICATION DU FONCTIONNEMENT DE SAUCERAY | 9 |
| 2.1.3. Vérification en pression | 10 |
| 2.1.3.1. VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DU CLOSE | 10 |
| 2.1.3.2. VERIFICATION DES PRESSIONS SUR LE SECTEUR DU CLOSE | 13 |
| 3. BESOIN THEORIQUE DU JOUR DE POINTE | 16 |
| 3.1. CREATION DES PROFILS DE POINTE | 16 |

FIGURES

| | | |
|----------|---|----|
| FIG. 1. | SUIVI DES DEBITS EN SORTIE DU RESERVOIR DU CLOSE | 8 |
| FIG. 2. | SUIVI DES DEBITS EN SORTIE DU RESERVOIR DE SAUCERAY | 9 |
| FIG. 3. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DE SAUCERAY - PI 32 | 10 |
| FIG. 4. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DE SAUCERAY- PI 27 | 11 |
| FIG. 5. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DE SAUCERAY- PI 36 | 11 |
| FIG. 6. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DE SAUCERAY PI - 37 | 12 |
| FIG. 7. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DU CLOSE - PI 43 | 13 |
| FIG. 8. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DU CLOSE - PI 9 | 13 |
| FIG. 9. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DU CLOSE - PI 24 | 14 |
| FIG. 10. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DU CLOSE - PI 18 | 14 |
| FIG. 11. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DU CLOSE - PI 11 | 15 |
| FIG. 12. | VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DU CLOSE - PI 7 | 15 |
| FIG. 13. | TABLEAU RECAPITULATIF DES CONSOMMATIONS DE POINTE PAR ABONNES ET PAR SECTEURS | 16 |

1. HYPOTHESES ET DEMARCHE GENERALE

1.1.1. Choix de la date de calage

Pour faciliter le calage et la lecture des résultats, nous avons choisi de comparer la simulation et les mesures à une date caractéristique. Nous avons choisi la date du 22/11/2012. En effet, la campagne de mesures n'a pas mis en évidence de jour pouvant être qualifié comme jour de pointe. La journée du 22/11 correspond à une journée moyenne de consommation sur la commune.

La simulation est lancée sur 24h, pour correspondre aux mesures.

1.1.2. Le nombre d'abonnés

Les profils de consommation domestique qui serviront au calage et au diagnostic du modèle demandent de spécifier le volume journalier en litre par abonné sur les différents secteurs.

Le nombre d'abonné total de la commune est connu. Ce sont les valeurs les plus récentes de 2011 qui sont utilisées, soit 867 abonnés. Ne connaissant pas la répartition du nombre d'abonnés par secteur, celle-ci est réalisée au prorata du linéaire du réseau. Cela représente 494 abonnés sur le secteur du Closé et 373 abonnés sur le secteur de Sauceray.

Les volumes journaliers mis en jeu sont donc de :

- 424 L/abonné sur le secteur du Closé
- 307 L/abonné sur le secteur de Sauceray

Remarque : ces valeurs prennent en compte l'ensemble de la consommation par secteur, et notamment les fuites, qui sont incluses dans cette demande journalière.

1.1.3. Les gros consommateurs

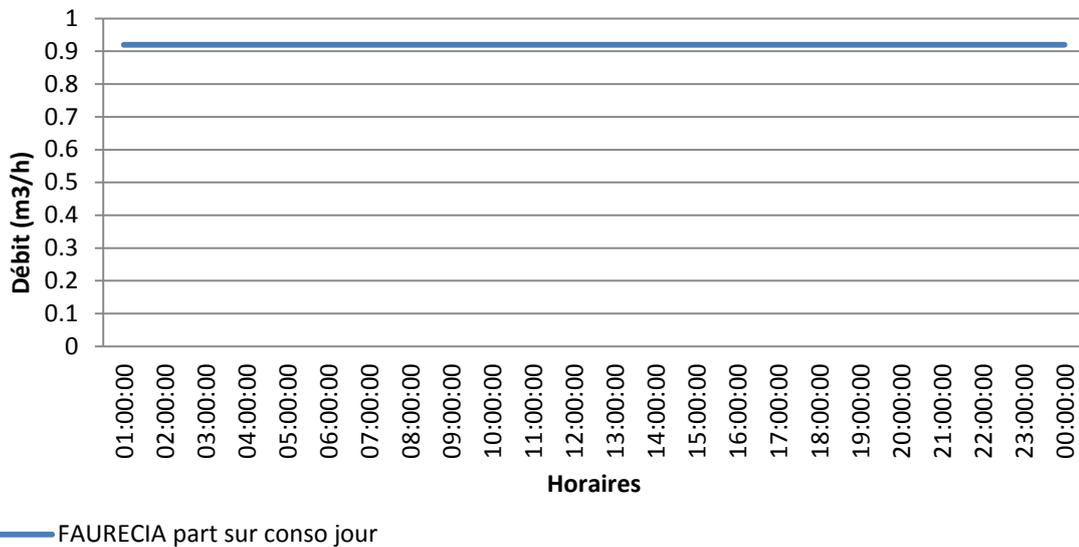
Les gros consommateurs de type entreprises et exploitations agricoles ont le même profil que les abonnés domestiques. La modélisation de leur consommation a été directement intégrée au profil de consommation de chaque secteur.

Seul le restaurant l'ADAPEI et le site industriel de FAURECIA ont été modélisés spécifiquement puisque les volumes étaient connus.

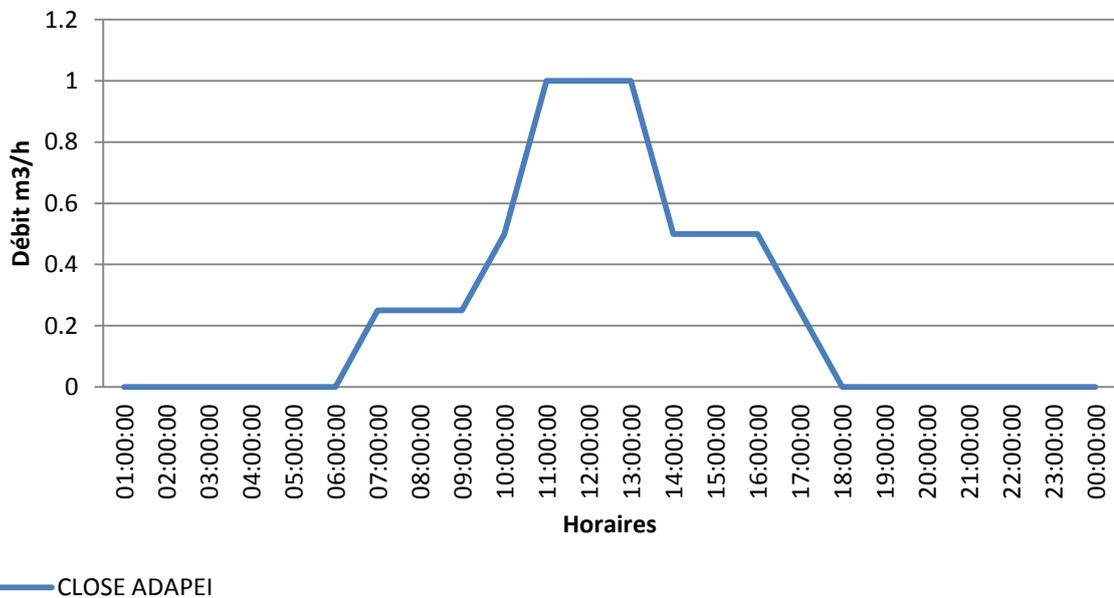
La société FAURECIA a consommé sur l'année 2010 environ 5577m³, sur l'année 2011 environ 5380m³ et prévoyait une consommation de 5500m³ pour 2012. Au vu de ces chiffres, sa consommation moyenne est de 5486m³/an soit un débit horaire moyen de 0.92m³/h. En effet, la société consomme de l'eau en continue sur une journée (fonctionnement en 3/8) et la chaîne de production est arrêtée pour le week-end et les jours fériés. Son profil de consommation est donc constant à 0.92m³/h.

Etude diagnostic du système d'alimentation en eau potable

ETUDE DIAGNOSTIQUE

ANNEXE 11 - CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE**Fig. 1. Profil de consommation de FAURECIA**

Le restaurant l'ADAPEI utilise de l'eau pour la confection de ses 160 couverts journaliers, du lundi au vendredi. Les données les plus récentes datent de 2011 où sa consommation annuelle était de 1300m³, correspondant à un volume journalier d'environ 6m³/j. Son profil de consommation est celui d'un restaurant avec une consommation d'eau de 7h00 à 17h00, en comptant la confection des repas, le service et le nettoyage (plonge, lave-vaisselles).

**Fig. 2. Profil de consommation ADAPEI**

1.1.4. Les sources

Les débits moyens des sources utilisés pour le calage du modèle sont issus du Rapport Préalable pour la définition des périmètres de protection des captage (au titre de la Loi sur l'Eau) de mars 2008.

L'alimentation de chaque réservoir s'effectue de la manière suivante :

| Réservoir | Alimentation | Débit (l/s) |
|-----------|--|-------------|
| CLOSE | Source « CLOSE HAUT » et Source « CLOSE BAS » | 2.1 |
| CLOSE | Source «MANUFACTURE » et Source « HOUVION » | 5.9 |
| SAUCERAY | Chemin des sources haut et bas Captage basse des meules | 5.4 |

Tabl. 1 - Débits des sources renseignés dans le modèle

1.1.5. Les réservoirs

D'après les données de la commune, le réservoir de Sauceray fait 4.80m de hauteur pour un volume de 600m³, et le réservoir du Closé fait 3m de hauteur pour un volume de 300m³.

Les réservoirs ont été modélisés comme tels dans le modèle.

1.1.6. Les équipements du réseau

Les équipements principaux du réseau sont concentrés au niveau de la chambre à l'intersection entre la rue du Bousson et la Rue du Closé. Il s'agit :de :

- n°1 : vanne fermée, permettant de réalimenter une partie du réseau de Sauceray par le Closé
- n°2 : vanne ¼ de tour permettant de réalimenter le réservoir du Closé par le Sauceray. Les pertes de charge singulières générées par cette vanne sont fixées de façon à ne laisser passer que le débit incendie (60m³/h).
- n°6 : Electrovanne. Celle-ci possède une double régulation : d'une part une horloge qui s'ouvre 10min par jour vers 11h00, et d'autre part une ouverture en cas d'atteinte du niveau bas sur le réservoir du Closé pour le réalimenter par le Sauceray (niveau bas à 1.30m d'après l'exploitant du réseau).

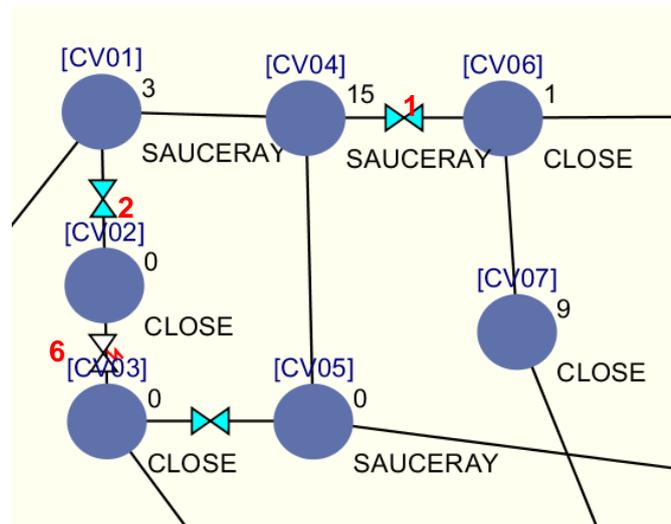


Fig. 3. Chambre de vanne principale

Une vanne fermée est également modélisée au niveau de Herbaville, en haut de la rue du Chenot. Celle-ci est toujours fermée sauf en cas de fuite, où elle permet de réalimenter une partie du centre de la commune par le réservoir de Sauceray, ou à l'inverse, réalimenter une partie de Herbaville par le réservoir du Closé.

1.1.7. Méthode de calage

On commence par caler les hauteurs dans les réservoirs de chaque secteur, à partir des données récoltées pendant la campagne de mesure. Ainsi on obtient la pression statique dans tout le réseau.

On cale ensuite les débits en sortie de réservoir en ajustant le volume journalier par abonné secteur par secteur. On obtient ainsi le débit théorique dans chaque canalisation.

On ajuste enfin les rugosités et les organes de protection du réseau afin de caler le modèle en pression dynamique à partir des pressions mesurées sur les poteaux incendie aux points pertinents du réseau.

2. VERIFICATION ET RESULTAT DU CALAGE

Dans tous les graphiques suivants, la courbe en bleu est la courbe simulée par PORTEAU et les points noirs correspondent aux mesures effectuées lors des campagnes.

2.1.1. Vérification en hauteur

La régulation du niveau sur les réservoirs étant réalisée avec des robinets à flotteur, le niveau des réservoirs ne varie quasiment pas et il n'y a pas lieu de réaliser un calage à proprement parler. Le niveau dans le réservoir du Sauceray se situe environ à 4.7m et celui pour le réservoir du Closé à 3m.

2.1.2. Vérification en débit

La vérification du débit permet de valider la correspondance des pointes de consommation entre la simulation et les mesures. Un calage en débit permet donc d'assurer une bonne corrélation temporelle entre les hauteurs mesurées et celles simulées.

2.1.2.1. VERIFICATION DU FONCTIONNEMENT DU SECTEUR CLOSE

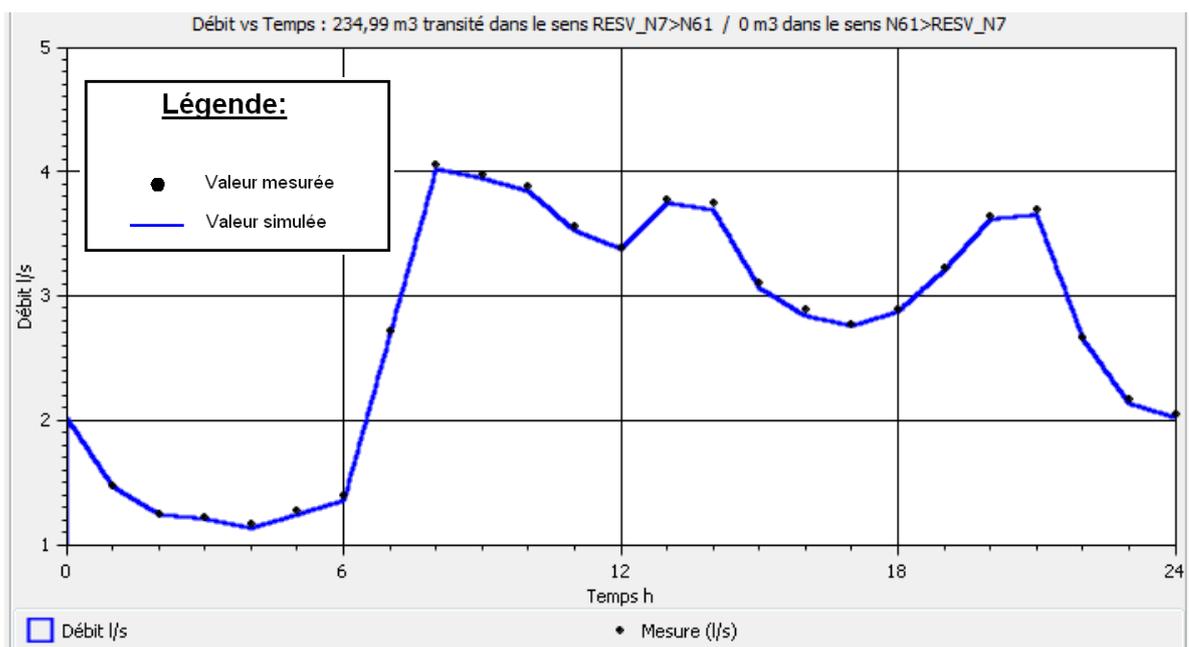


Fig. 4. Suivi des débits en sortie du réservoir du Closé

Etant donné que nous avons choisi d'utiliser les profils de consommation réels du secteur du Closé pour mener le calage, nous obtenons une corrélation parfaite entre la mesure et les données simulées pour ce secteur.

2.1.2.2. VERIFICATION DU FONCTIONNEMENT DE SAUCERAY

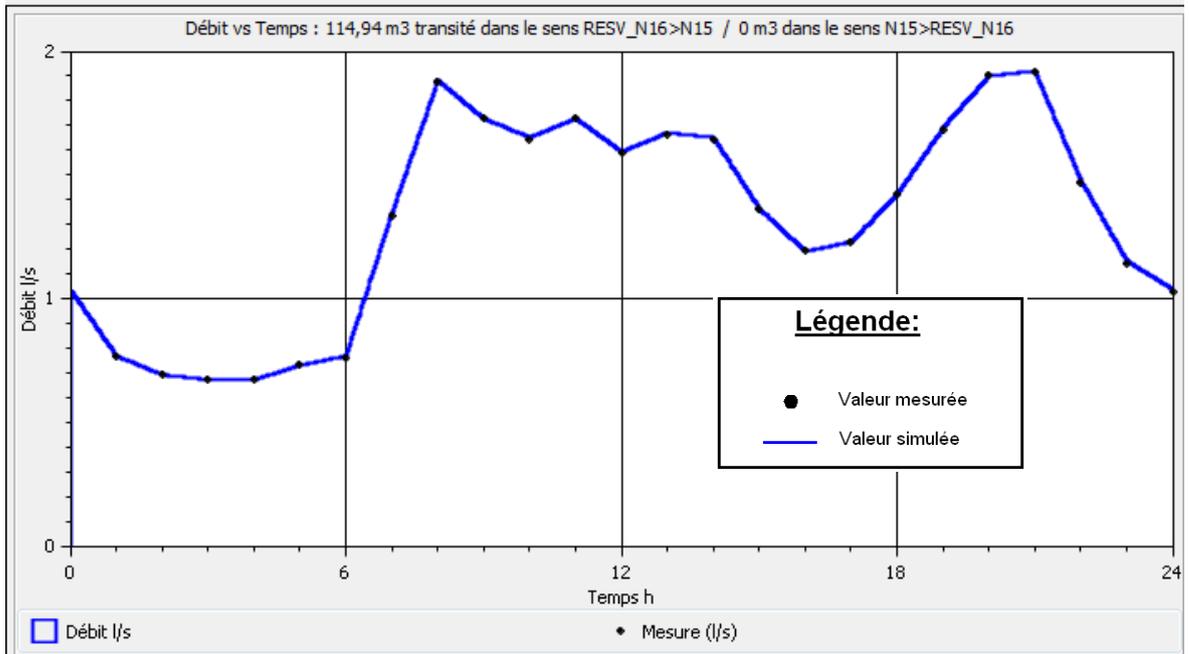


Fig. 5. *Suivi des débits en sortie du réservoir de Sauceray*

On obtient une bonne corrélation entre les mesures et les calculs.

2.1.3. Vérification en pression

La dernière étape du calage consiste reproduire les variations de pressions constatées au niveau des points mesures lors de la campagne de mesures. Les mesures ont été effectuées sur 10 poteaux incendie répartis sur les différents secteurs de la manière suivante :

- P32, P27, P36 et P37 sur le secteur de Sauceray
- P43, P9, P24, P18, P11 et P7 sur le secteur du Closé

Les mesures enregistrées au niveau des différents poteaux incendie varient très peu, et fluctuent autour de leur moyenne. Les pressions simulées sont quant à elles généralement constantes sur la durée de la simulation (24heures).

2.1.3.1. VERIFICATION DES PRESSIONS DU SECTEUR DU CLOSE

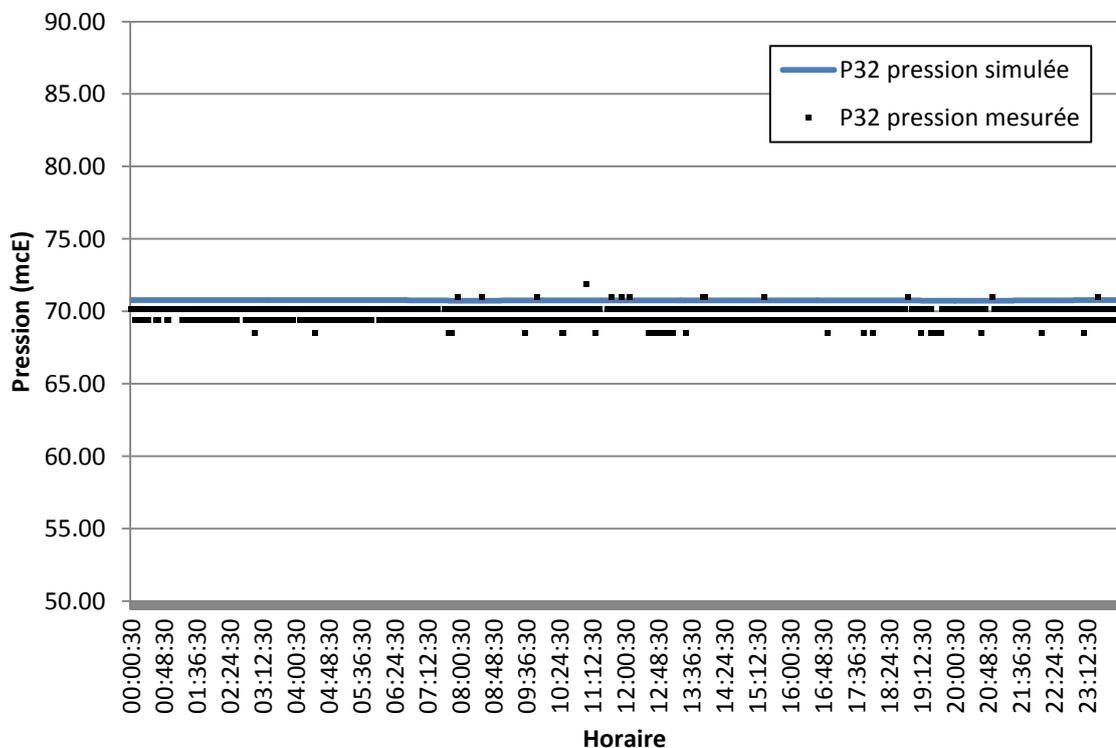


Fig. 6. Vérification des pressions du secteur de Sauceray - PI 32

On note sur la mesure de faibles amplitudes de pression, de l'ordre de 0.3 bars, dues à des variations de débit sur une très courte période lors de fortes consommations.

Etude diagnostic du système d'alimentation en eau potable

ETUDE DIAGNOSTIQUE

ANNEXE 11 - CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

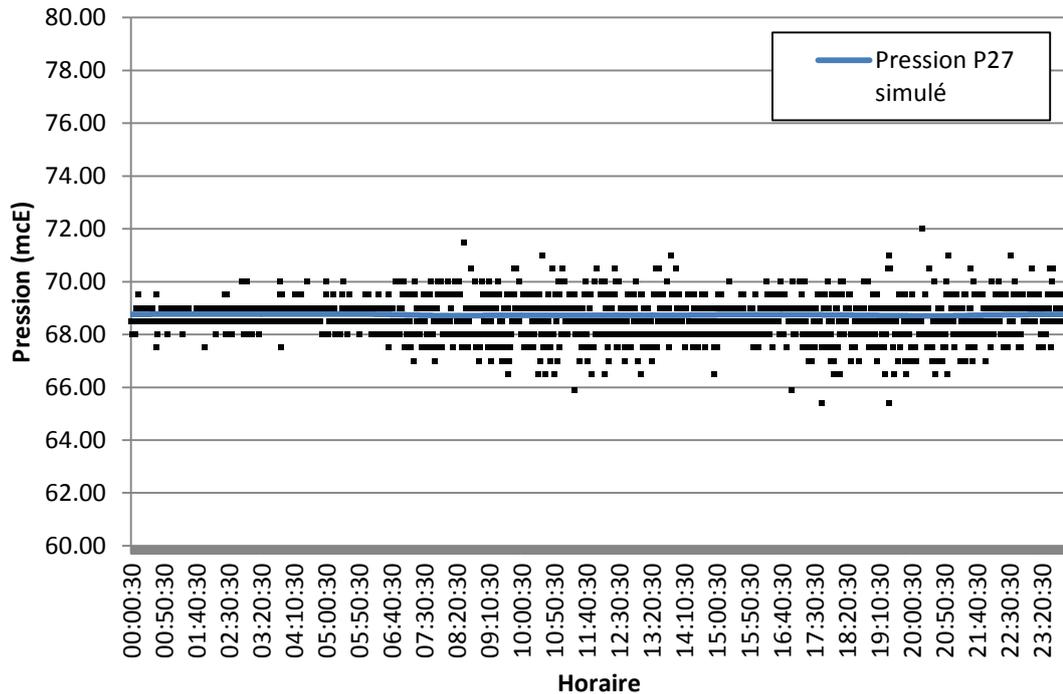


Fig. 7. Vérification des pressions du secteur de Saucery- PI 27

Par rapport au poteau précédent, les variations de pression sont plus nombreuses mais toujours assez faibles, de l'ordre de 0.6 bars. Les mesures fluctuent par ailleurs autour de leur valeur moyenne à 68.37 mcE, contre un débit simulé à 68.6 mcE.

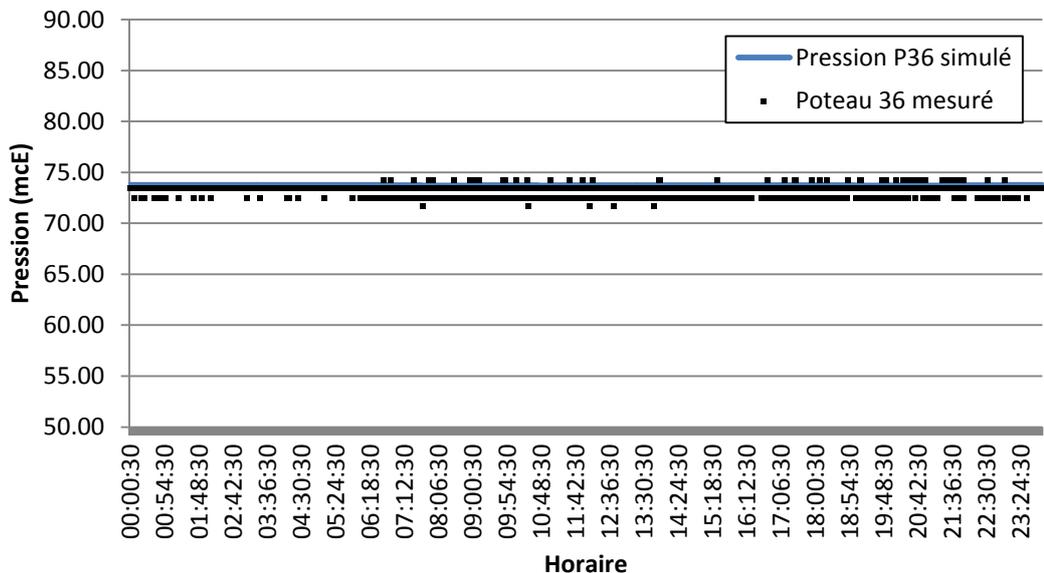


Fig. 8. Vérification des pressions du secteur de Saucery- PI 36

Les valeurs mesurées et simulées sont très proches, avec une différence entre les moyennes de 0.8%.

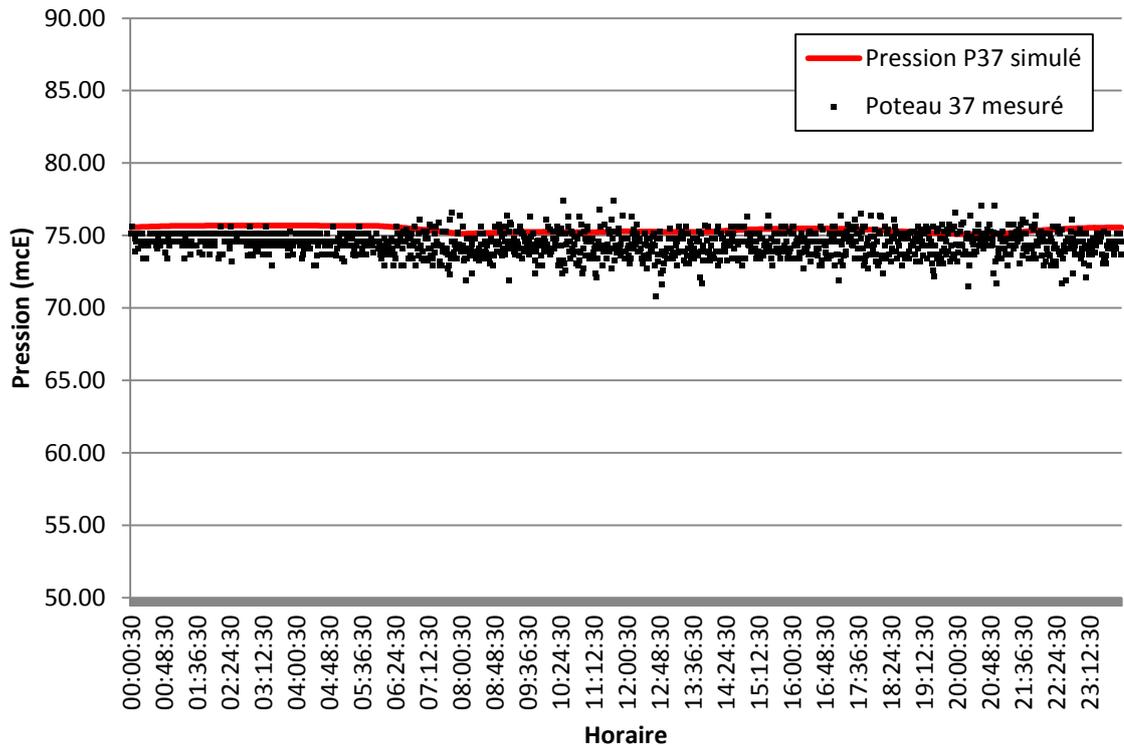


Fig. 9. *Vérification des pressions du secteur de Sauceray PI - 37*

Comme pour le poteau n°27, les mesures présentent des variations d'environ 0.7bars entre les 2 extrêmes. La pression moyenne mesurée est située à 75.4mcE contre une pression moyenne simulée de 74.4mcE, soit 0.1bar, ce qui est satisfaisant.

2.1.3.2. VERIFICATION DES PRESSIONS SUR LE SECTEUR DU CLOSE

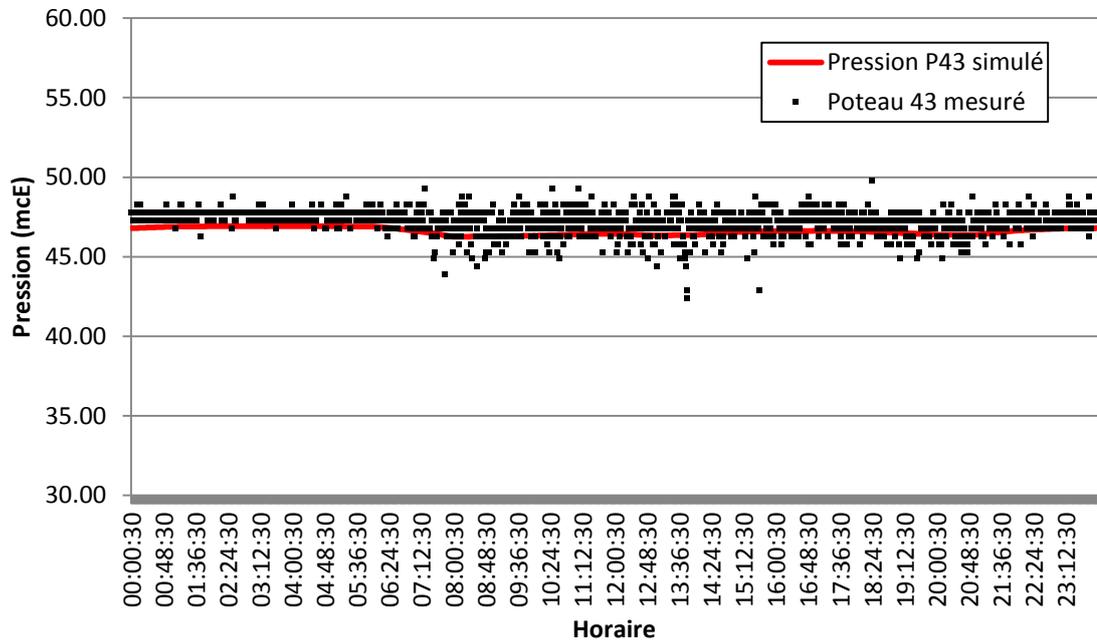


Fig. 10. Vérification des pressions du secteur du Closé – PI 43

La pression mesurée est bien simulée par le modèle même si celle-ci oscille sur 0.7bars au maximum.

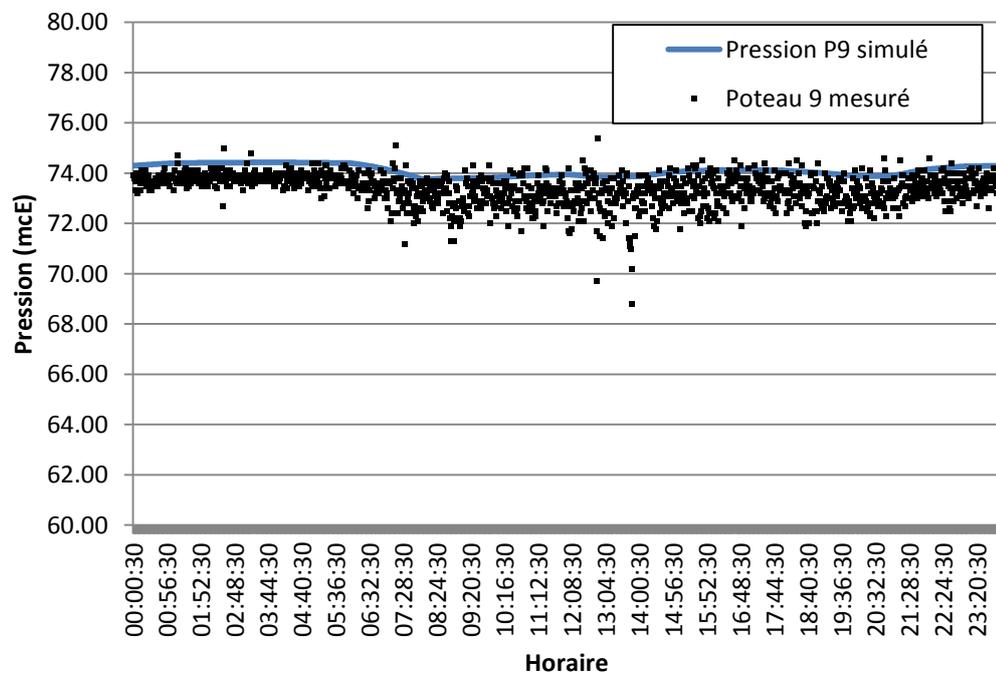


Fig. 11. Vérification des pressions du secteur du Closé – PI 9

Etude diagnostic du système d'alimentation en eau potable

ETUDE DIAGNOSTIQUE

ANNEXE 11 - CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

La variation extrême de pression sur les mesures enregistrée est de 0.6bars. La pression simulée moyenne est de 74.1mcE contre une pression moyenne mesurée de 73.4mcE, soit moins de 0.07bars de différence.

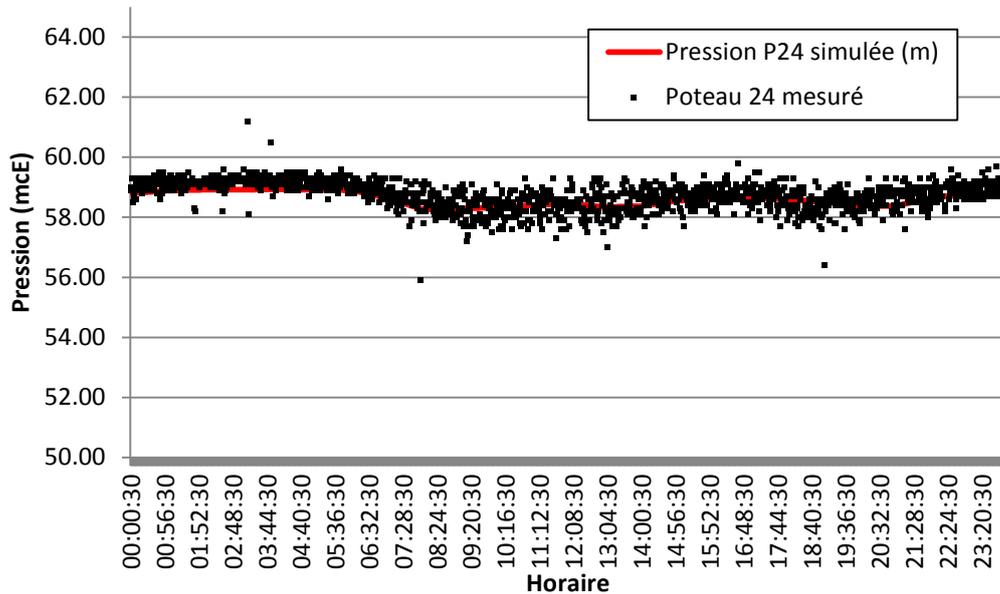


Fig. 12. Vérification des pressions du secteur du Closé - PI 24

Le modèle retranscrit parfaitement bien les variations de pressions mesurées dues aux pertes de charges linéaires.

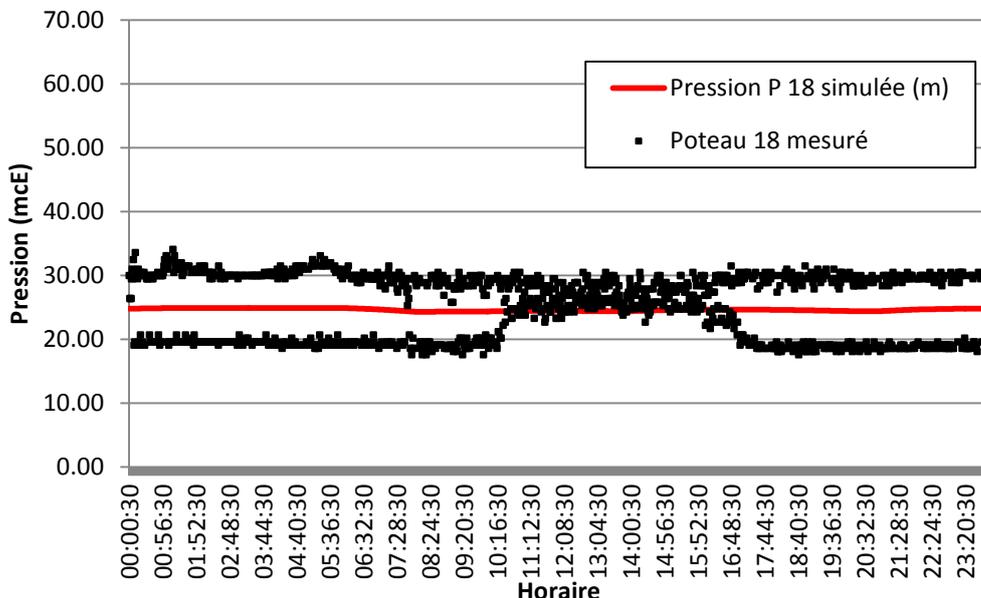


Fig. 13. Vérification des pressions du secteur du Closé - PI 18

Les pressions sur ce poteau sont celles qui présentent les plus fortes oscillations sur la mesure. Celles-ci sont dues à des variations de débit sur une très courte période lors des périodes de forte consommation. En moyenne, l'écart entre valeurs mesurées et simulées reste tout de même assez faible, environ 2%.

Etude diagnostic du système d'alimentation en eau potable

ETUDE DIAGNOSTIQUE

ANNEXE 11 - CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

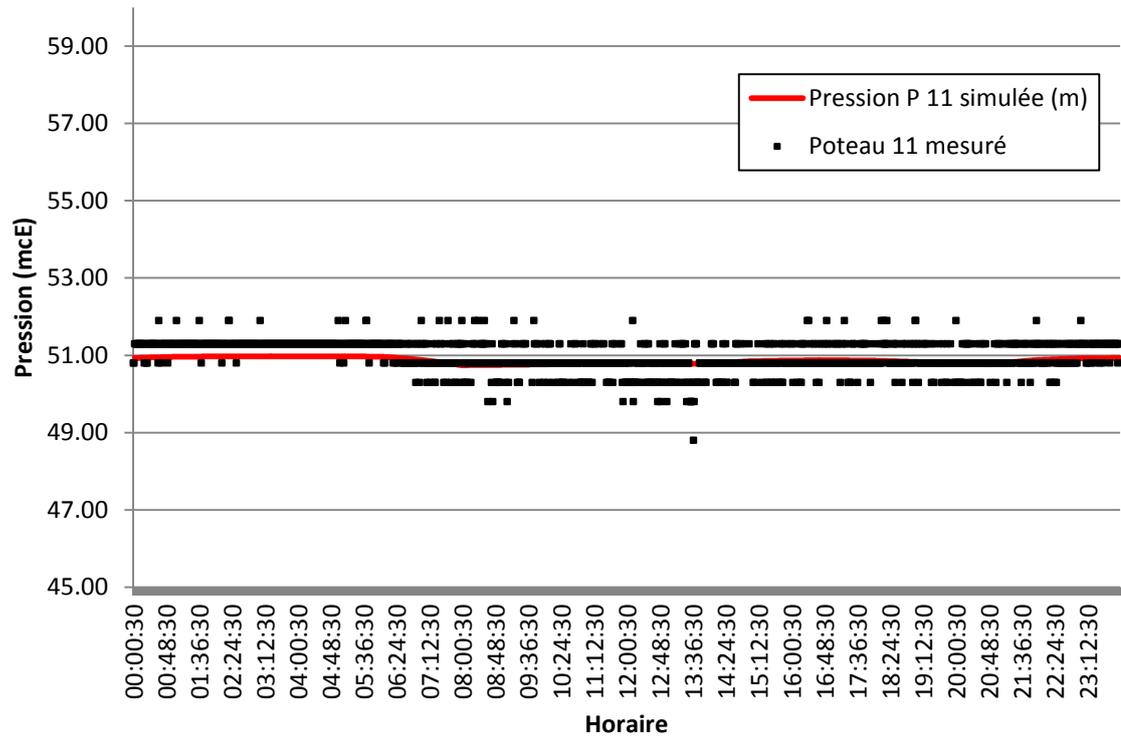


Fig. 14. Vérification des pressions du secteur du Closé – PI 11

Les valeurs mesurées oscillent autour d'une moyenne de 51 mCe, contre une pression moyenne simulée à 50.9 mCe, ce qui est très satisfaisant.

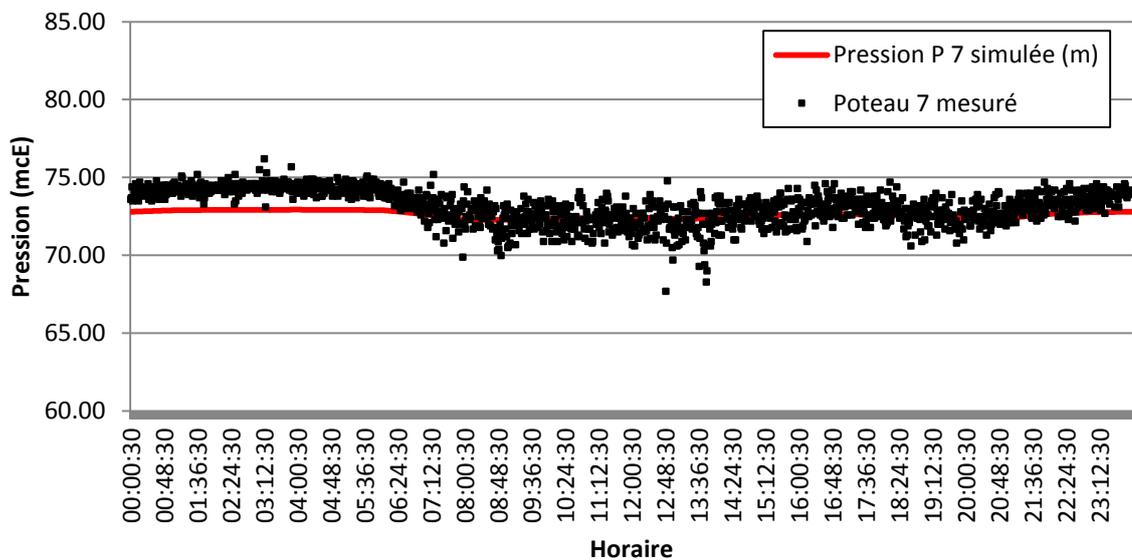


Fig. 15. Vérification des pressions du secteur du Closé – PI 7

La différence entre les valeurs moyennes mesurées et simulées est de moins de 1% sur le poteau n°7.

3. BESOIN THEORIQUE DU JOUR DE POINTE

Dans le cadre de l'étude, nous avons voulu simuler le comportement du réseau dans une situation critique. Pour ce faire nous avons injecté dans le modèle créé des profils de consommations et des volumes correspondant à ceux du jour de pointe.

3.1. CREATION DES PROFILS DE POINTE

Afin de retranscrire au mieux le comportement réel du réseau en période de pointe, nous avons élaboré des profils à partir des mesures effectuées sur le terrain et les résultats de la télégestion. La campagne de mesure n'a pas mis en évidence de jour de consommation de pointe. Cependant, les besoins du jour de pointe et les coefficients de pointe avaient été calculés grâce aux résultats de la télégestion.

L'hypothèse faite est que la forme de la consommation, notamment les horaires de pics de consommation, sont les mêmes pour un jour moyen et pour un jour de pointe. Seuls les volumes journaliers engagés sur une journée changent d'une situation à l'autre.

Ainsi, les profils de consommations de pointe créés correspondent aux profils de consommation de la journée moyenne mais pour un volume journalier plus élevé :

Le tableau ci-dessous récapitule les volumes et les consommations mis en jeu lors du jour de pointe :

| | CLOSE | SAUCERAY |
|--|-------|----------|
| Besoin de pointe (m³/jr) | 452 | 234 |
| Nombre d'abonnés | 494 | 373 |
| Volume journalier par abonnés (l) | 914 | 627 |

Fig. 16. *Tableau récapitulatif des consommations de pointe par abonnés et par secteurs*