

Commune de MANDAGOUT

SIVOM du PAYS VIGANAIS

N°1

Juillet 2013

Annexe 6

Rapport de modélisation



TABLE DES MATIÈRES

1 Présentation générale	1
1.1 Principe.....	1
1.2 Méthodologie.....	1
2 Construction du modèle	3
2.1 Caractéristiques structurelles du réseau	4
2.2 Altitudes	4
2.3 Intégration des données de consommation.....	5
3 Calage du modèle	6
3.1 Objectif et paramètres du calage	6
3.2 Choix de la journée de calage.....	6
3.3 Besoin de la journée de calage	6
3.4 Résultats du calage hydraulique	8
3.4.1 Les débits.....	8
3.4.2 Les niveaux réservoirs	13
3.4.3 Les pressions	15
3.4.3.1 Le calage dynamique.....	17
3.4.3.2 Calage statique	20
4 Résultats.....	21
4.1 Champs de pression.....	21
4.2 Champs de vitesse	23
4.3 Temps de séjour.....	24
4.4 Modélisation incendie	25

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Présentation du modèle PICCOLO ®	3
Figure 2 : Altitudes du terrain naturel.....	5
Figure 3: Les différents secteurs de distribution de la commune	7
Figure 4: Localisation des poteaux incendie.....	16
Figure 5 : Répartition des champs de pressions minimums.....	21
Figure 6 : Répartition des champs de pressions maximums	22
Figure 7 : Temps de séjour des eaux dans le réseau durant la période de pointe	24
Tableau 1 : Besoins du jour de calage sur l'ensemble des secteurs.....	7

1

Présentation générale

1.1 Principe

L'objectif d'une modélisation hydraulique est d'affiner l'analyse des conditions de fonctionnement d'un réseau d'eau potable et d'optimiser le dimensionnement des aménagements.

En simulant les conditions d'écoulement, elle permet d'identifier les secteurs où :

- ◆ **les pressions sont faibles** (manque d'eau et inconfort des abonnés) **ou fortes** (*risque de casses*) ;
- ◆ **les vitesses d'écoulement sont faibles** (*risques de dépôts, détérioration de la qualité de l'eau...*) **ou fortes** (*érosion des canalisations*) ;
- ◆ **les pertes de charges sont importantes** caractéristiques d'un sous dimensionnement des canalisations ;
- ◆ **et si les défenses incendie respectent les normes.**

Le logiciel utilisé est PICCOLO[®].

1.2 Méthodologie

La modélisation se déroule de la façon suivante :

1. Étape 1 : Construction du modèle

- ◆ La structure du modèle est obtenue par digitalisation graphique des plans du réseau (l'ensemble des canalisations a été intégré au modèle) ;
- ◆ Les caractéristiques techniques de fonctionnement des équipements hydrauliques (*pompes, réservoirs*) sont intégrées selon les données fournies par l'exploitant ;
- ◆ La topographie utilisée est estimée à partir des données disponibles sur la carte IGN 1/25000 et/ou sur Google Earth[®] (altitudes des nœuds) ;

- ◆ Les consommations nodales ont été déduites des listings de consommation fournis par l'exploitant.

2. Étape 2 : Calage du modèle

- ◆ Réalisation d'une campagne de mesures de débit et de pression sur poteaux incendie;
- ◆ Intégration des résultats dans le modèle et modification des paramètres de calage (rugosité, consignes de régulation, coefficient de consommation...) afin d'obtenir la meilleure concordance mesure/simulation (réalité/théorie).

3. Étape 3 : Exploitation du modèle

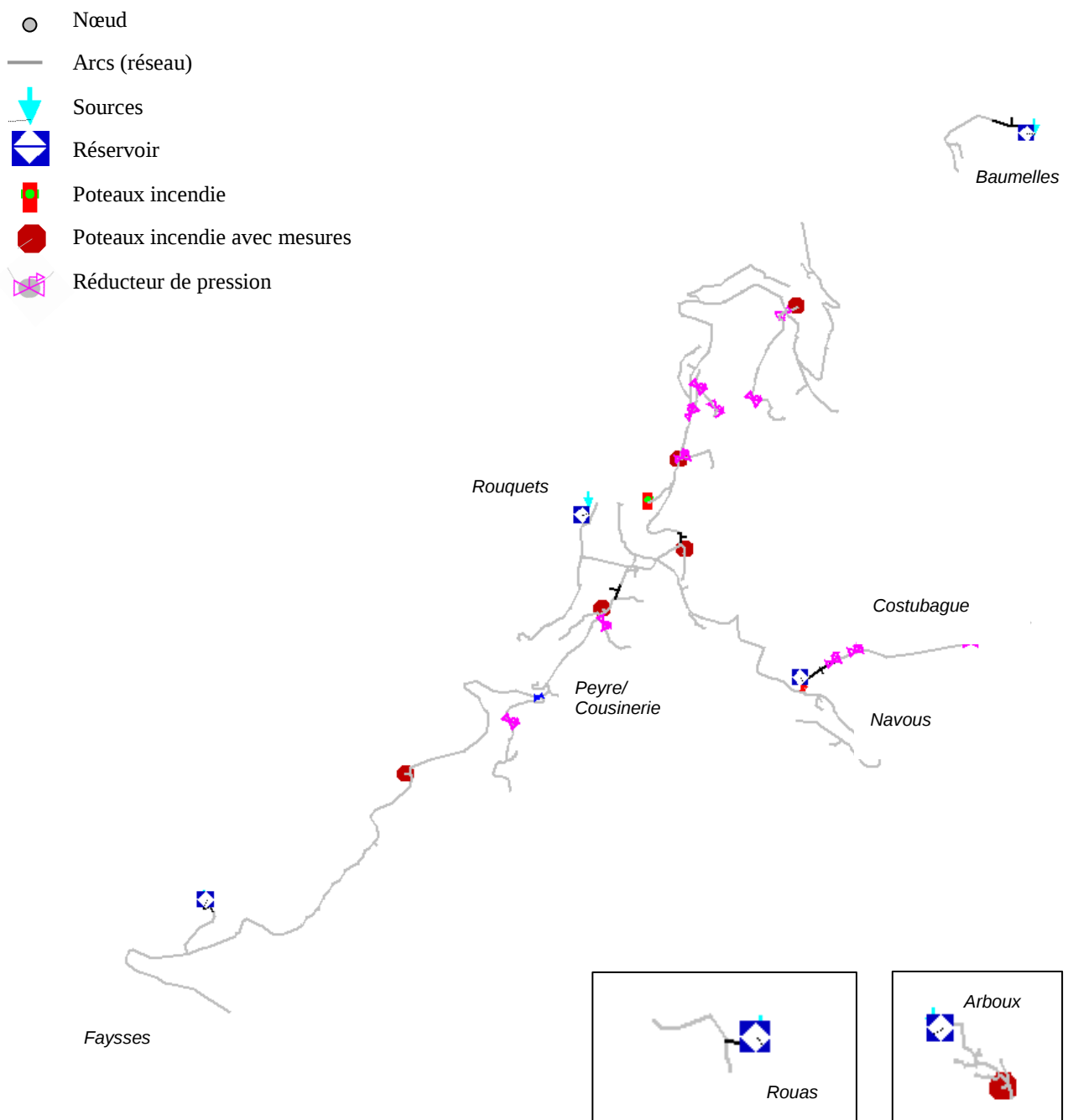
- ◆ Identification des champs de pressions sur le réseau, afin de mettre en évidence les tronçons sur lesquels la pression minimale est inférieure à 2 bars ou supérieure à 8 bars;
- ◆ Identification des champs de vitesses sur le réseau de distribution ;
- ◆ Modélisation de la défense incendie afin de vérifier la conformité des poteaux incendie ($Q=60 \text{ m}^3/\text{h}$ à 1 bar pendant 2 heures).

2

Construction du modèle

La figure ci-dessous présente l'ossature du réseau d'eau potable de la commune tel qu'il est modélisé sous PICCOLO[®].

Figure 1 : Présentation du modèle PICCOLO[®]



2.1 Caractéristiques structurelles du réseau

♦ Le réseau

Les caractéristiques des conduites (longueur, diamètre, matériau) et des différents organes du réseau (réducteur de pression...) sont issus des données transmises par les services techniques de la commune.

A noter : Pour les canalisations où nous n'avions pas toutes les caractéristiques (matériau et/ou diamètre inconnus), nous avons mis par défaut les caractéristiques de la canalisation adjacente.

♦ Les captages et sources

Les débits des sources ont été définis à partir des mesures d'étiage réalisées en été 2011 par SAFEGE.

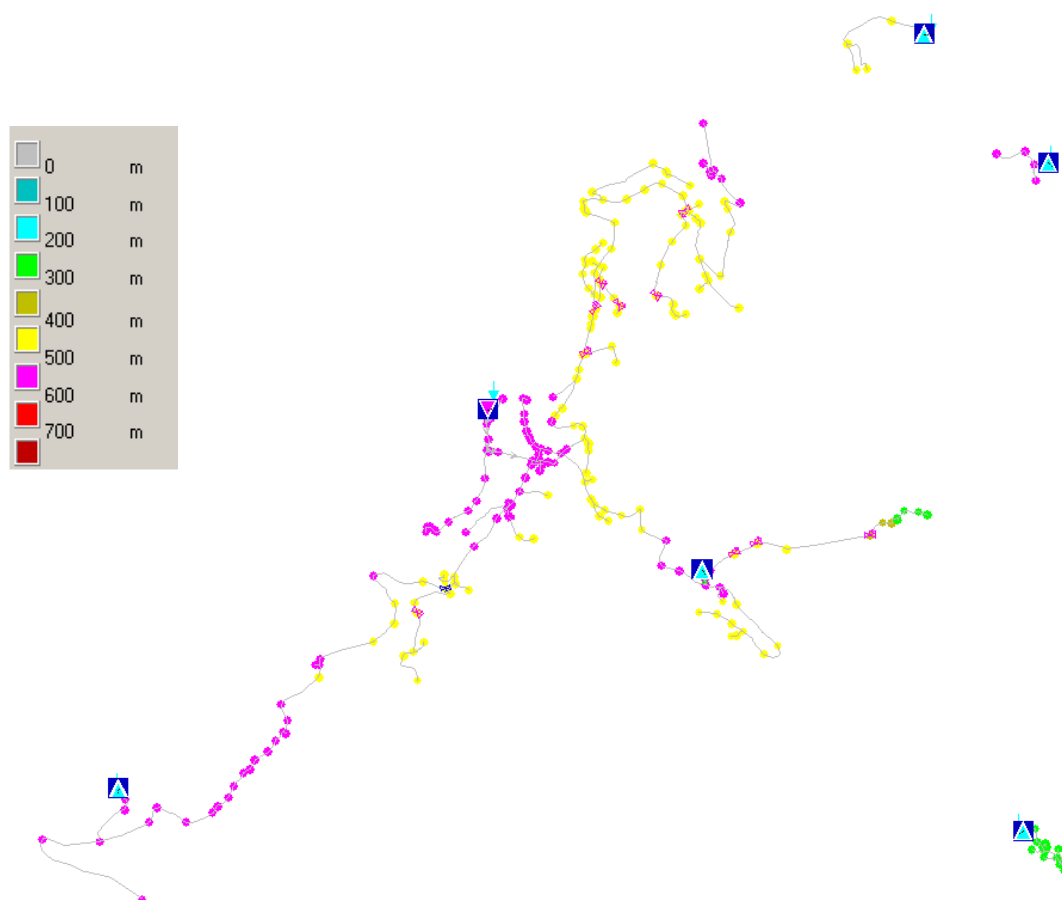
♦ Les réservoirs

Les réservoirs de la commune ont été modélisé dans PICCOLO sous forme de réservoirs de tête alimenté par surverse et avec leurs principales caractéristiques (altitude au sol, cote radier, cote trop plein, volume). Ces données sont issues des visites d'ouvrages.

2.2 Altitudes

Les données topographiques utilisées dans le modèle sont tirées du plan réseau et les données altimétriques issues des vues aériennes Google Earth ®.

La figure suivante présente les altitudes renseignées dans le modèle.

Figure 2 : Altitudes du terrain naturel

Les altitudes sont très variables sur la commune de Mandagout entre 200 et 600 mètres.

2.3 Intégration des données de consommation

A partir du fichier de facturation 2012, nous avons calculé la consommation journalière moyenne des abonnés par hameau et nous l'avons affectée à tous les nœuds de chaque hameau.

3

Calage du modèle

3.1 Objectif et paramètres du calage

Le calage hydraulique dynamique du modèle consiste en l'ajustement de l'ensemble des paramètres du modèle afin de reproduire de façon satisfaisante le comportement réel du réseau sur une période d'au moins 24 heures.

Les paramètres du calage sont :

- ◆ les consignes des appareils de régulation,
- ◆ la rugosité des canalisations.

Le modèle est considéré comme calé lorsqu'il reproduit de façon correcte le fonctionnement réel du réseau.

Le fonctionnement réel du réseau est connu grâce aux résultats de la campagne de mesures.

3.2 Choix de la journée de calage

Le choix s'effectue, selon des critères de disponibilité des mesures et de représentativité du fonctionnement du réseau. Les week-ends sont ainsi le plus souvent écartés.

Compte tenu du déroulement de la campagne et suite à l'analyse des mesures, **le jour de calage choisi est le 12 août 2012.**

3.3 Besoin de la journée de calage

Les besoins du jour de calage s'élèvent à 81,4 m³/j. Ils correspondent au débit distribué mesuré lors de la journée de calage.

Grâce à l'ensemble des mesures de débit réalisées lors de la campagne de mesures nous avons pu déterminer les besoins du jour de calage pour différents secteurs :

Figure 3: Les différents secteurs de distribution de la commune

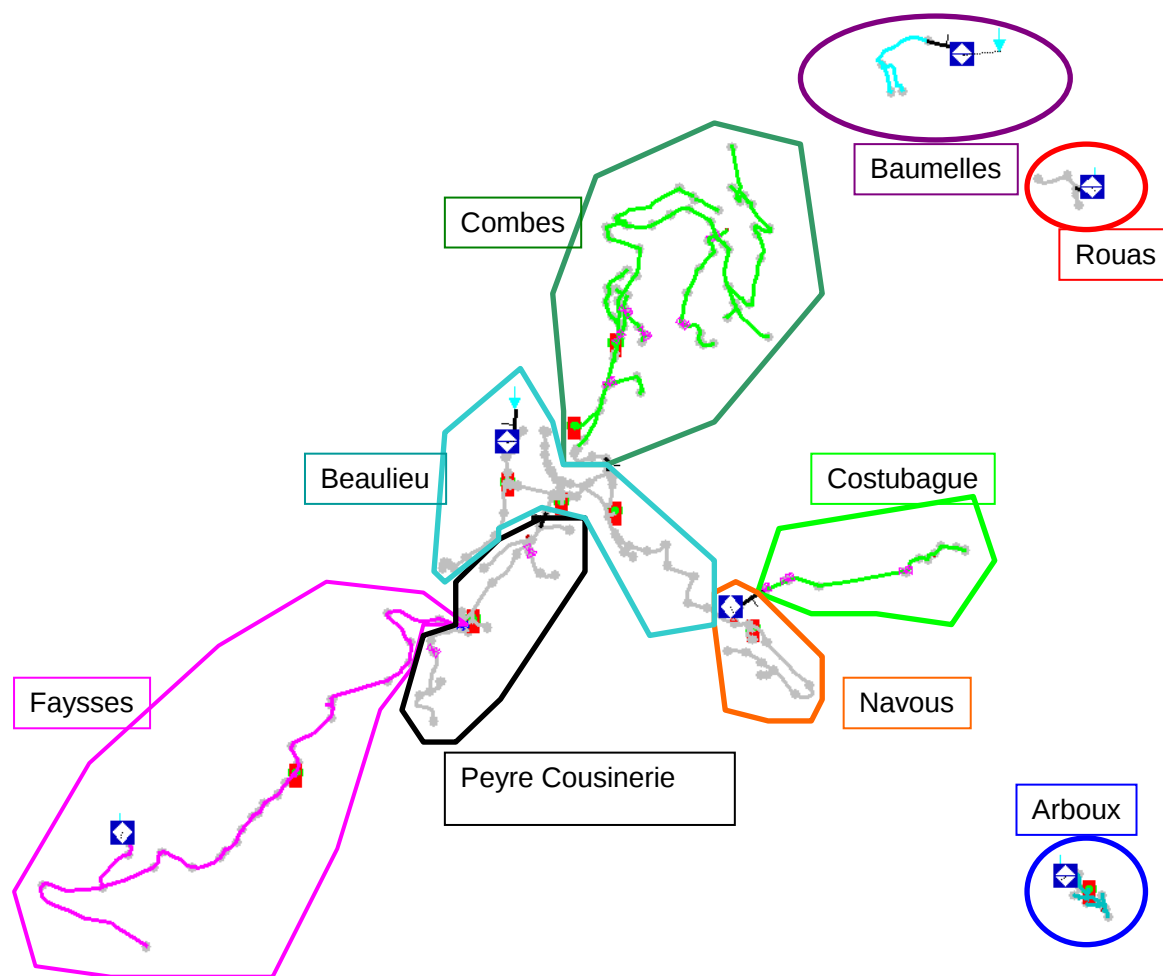


Tableau 1 : Besoins du jour de calage sur l'ensemble des secteurs

Hameau/secteur	Volume facturé moyen annuel (m3/j)	Besoins jour de calage (m3/j)	Coefficient
ROUQUETS	9,8	64,9	6,6
COMBES	29,1	34,8	1,2
NAVOUS	5,3	11,9	2,2
COSTUBAGUE	4,4	3,8	0,8
PEYRE-COUSI	8,4	12,3	1,5
FAYSSES	9,0	24,4	2,7
BEAUMELLES	0,8	0,7	0,9
ROUAS	9,0	9,6	1,1
ARBOUX	5,7	9,1	1,6

La différence entre le volume facturé annuel moyen (issu de l'allocation de consommation) et le besoin du jour de calage provient :

- ◆ du volume de pertes
- ◆ des variations saisonnières de la consommation.

C'est pourquoi on affecte un coefficient de consommation pour chacun des secteurs.

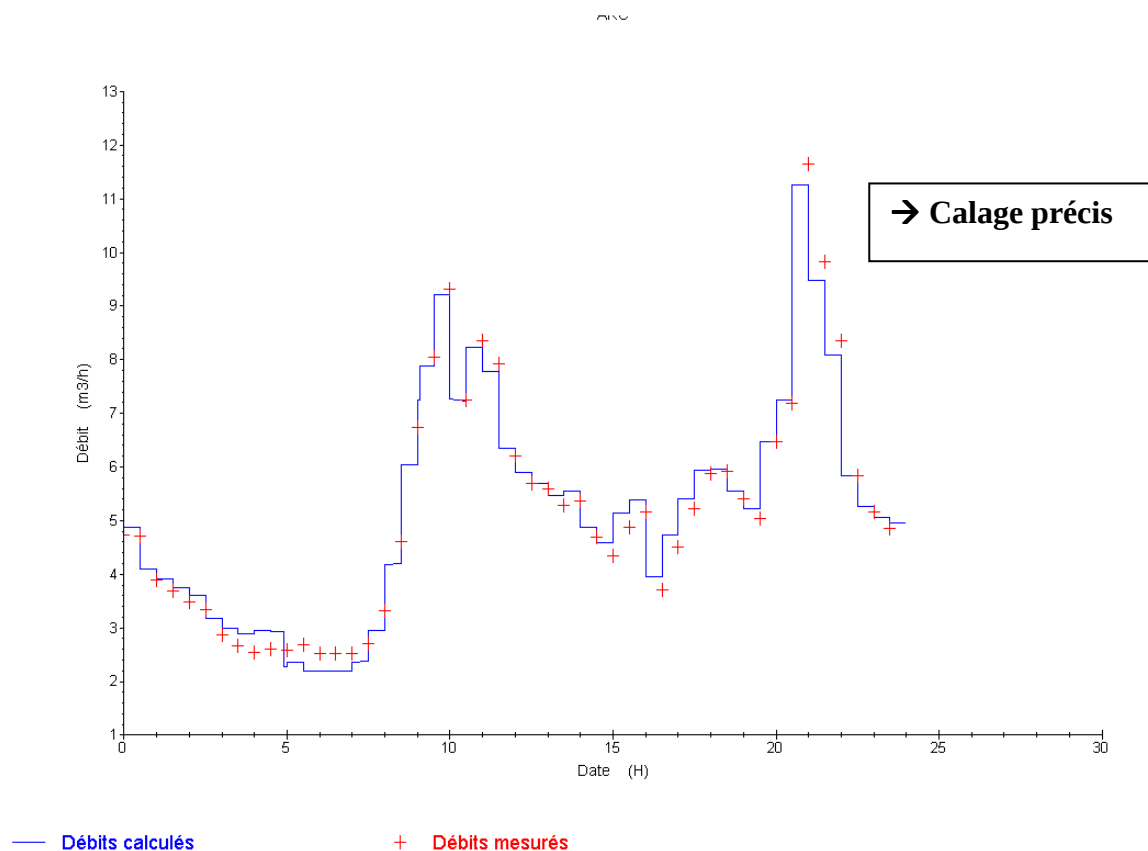
Afin de représenter plus précisément les variations des besoins en eau au cours de la journée on affecte aussi un profil de consommation déterminé à partir des mesures de débit la journée de calage.

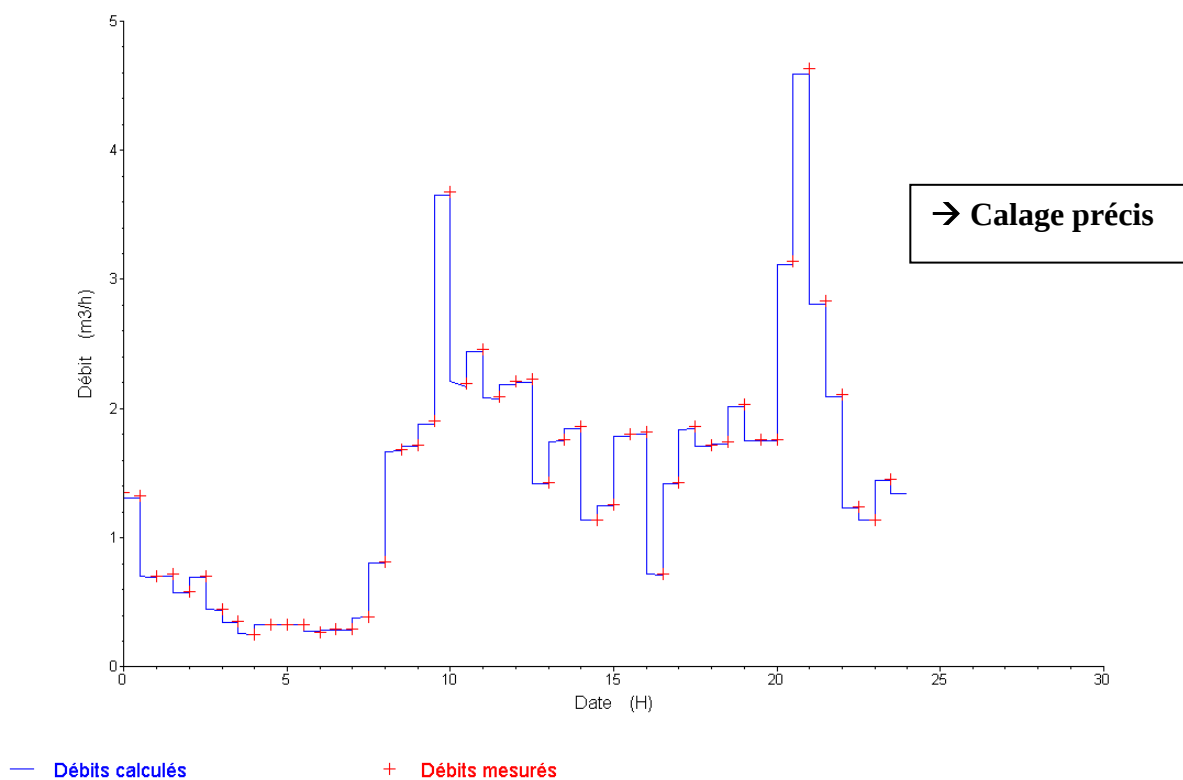
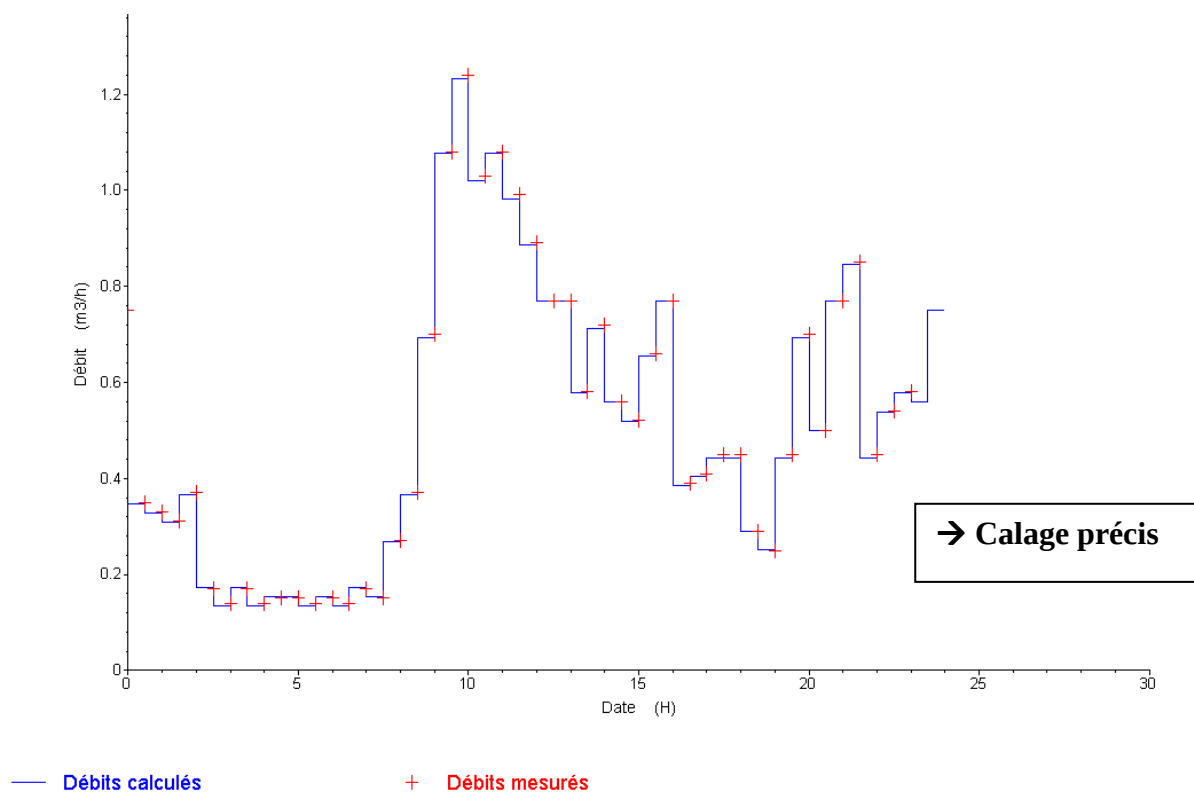
3.4 Résultats du calage hydraulique

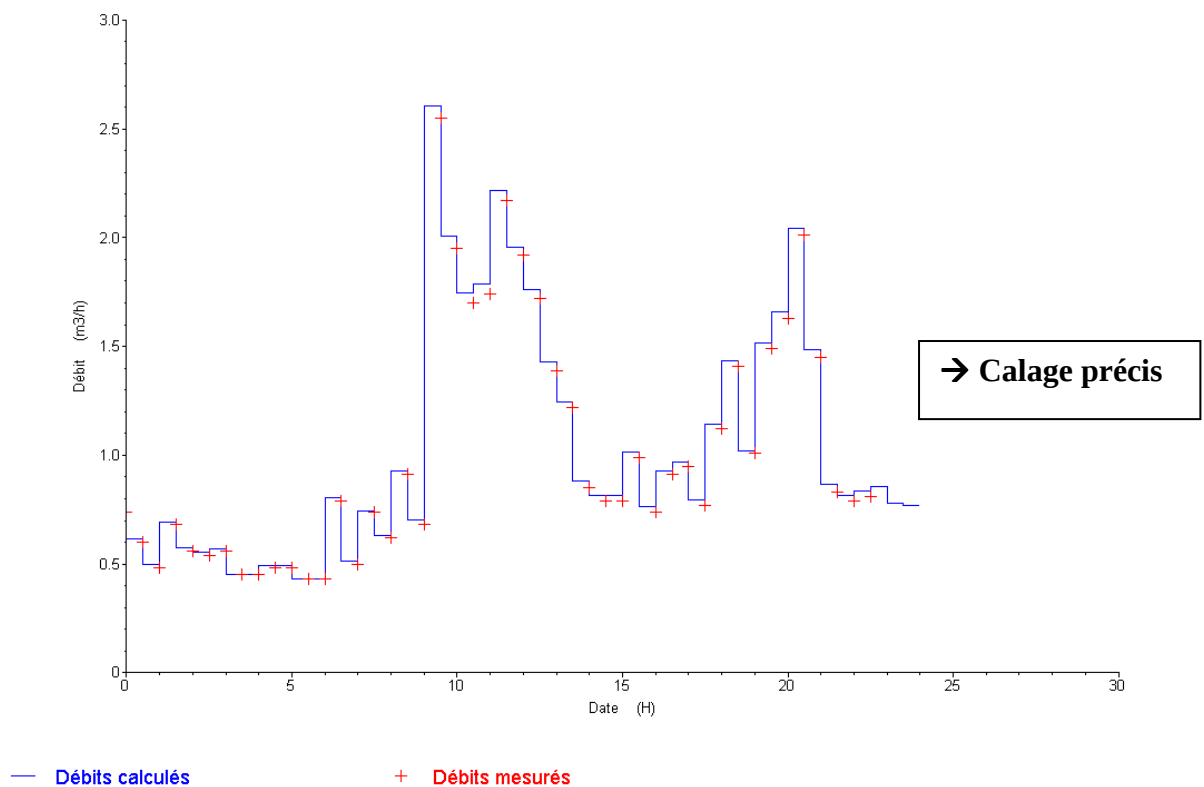
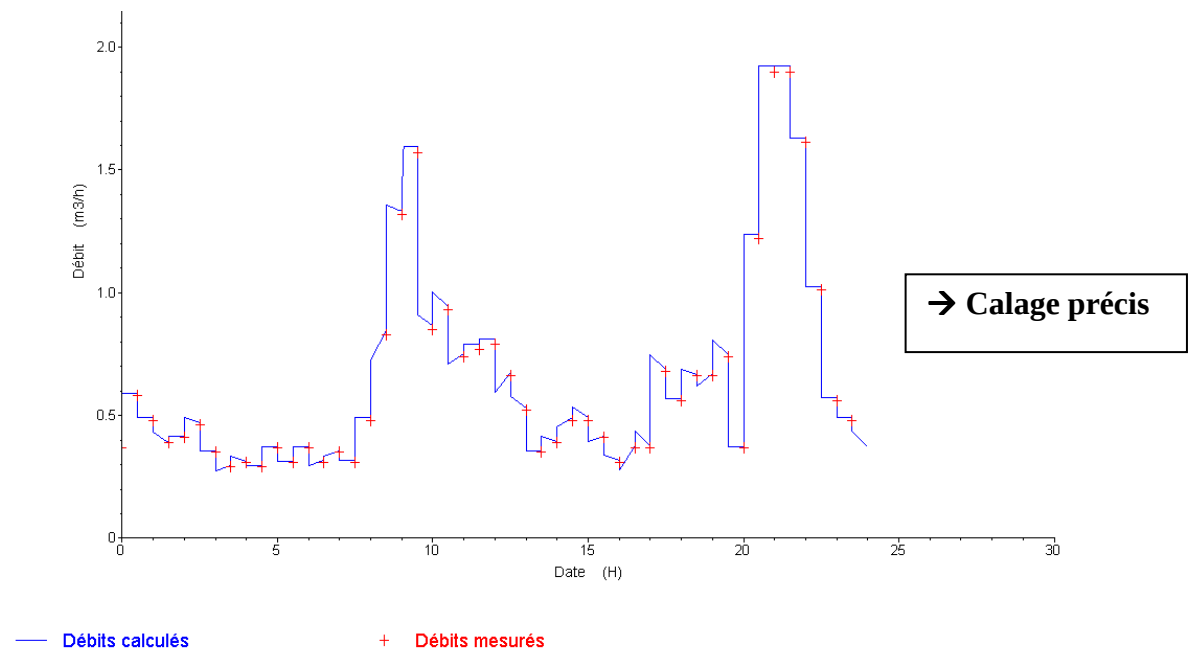
3.4.1 Les débits

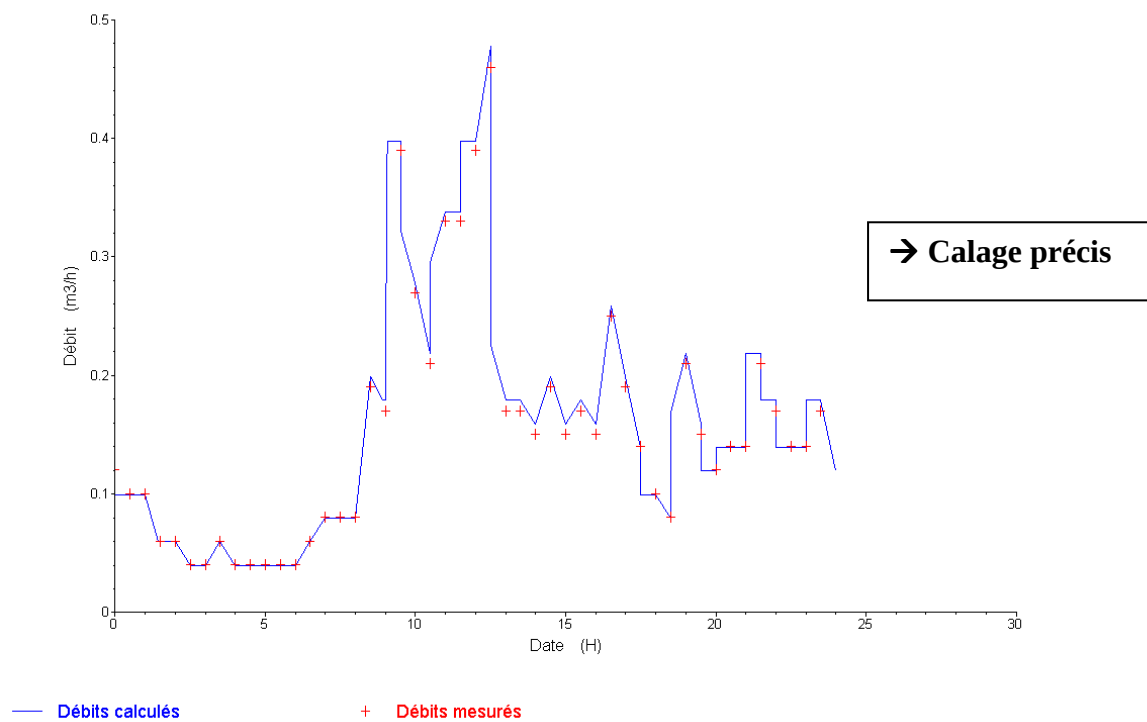
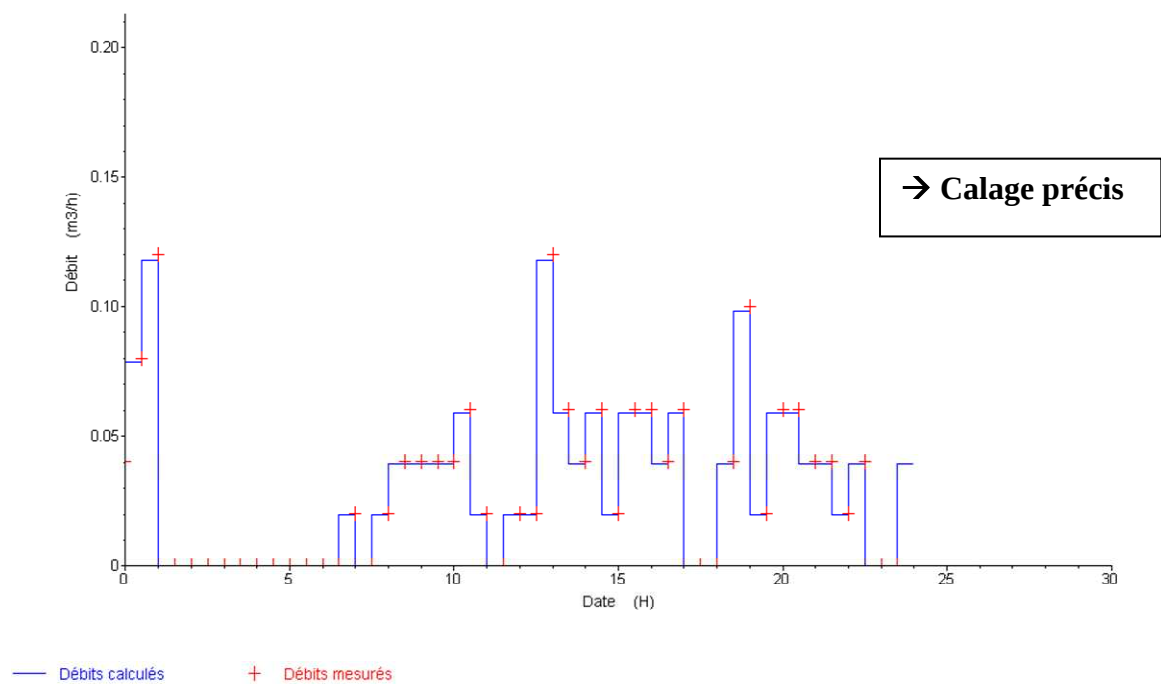
Les graphiques ci-dessous permettent de comparer les débits calculés par le modèle avec ceux effectivement mesurés après le calage des besoins.

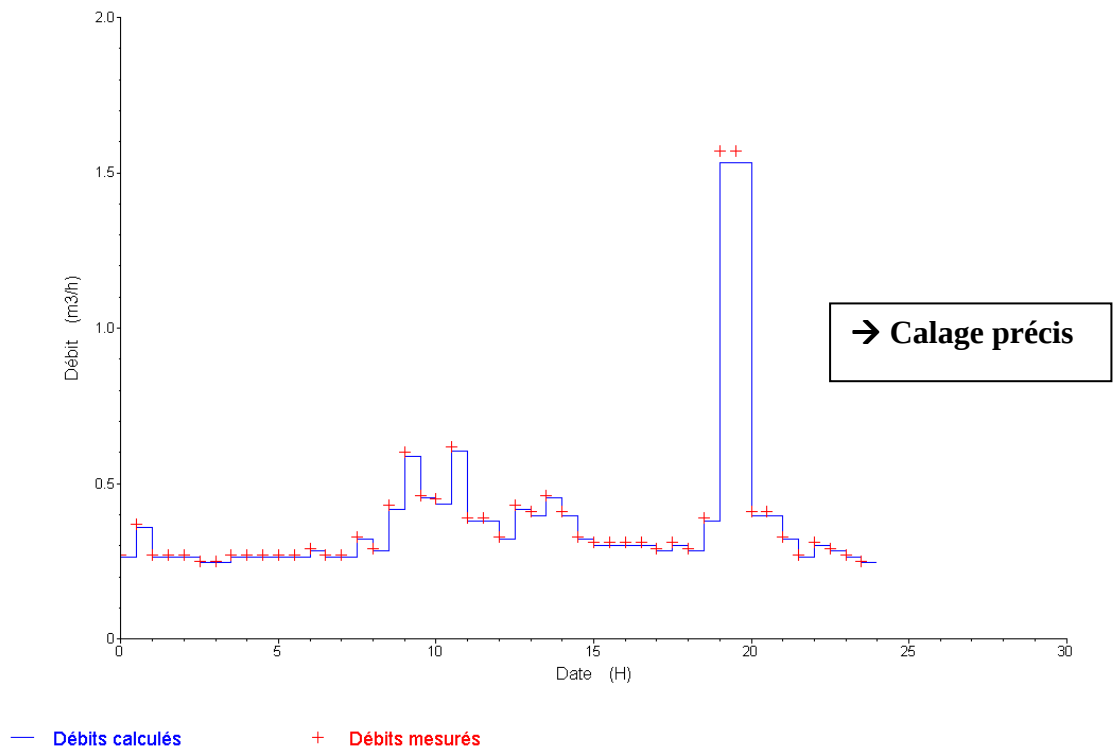
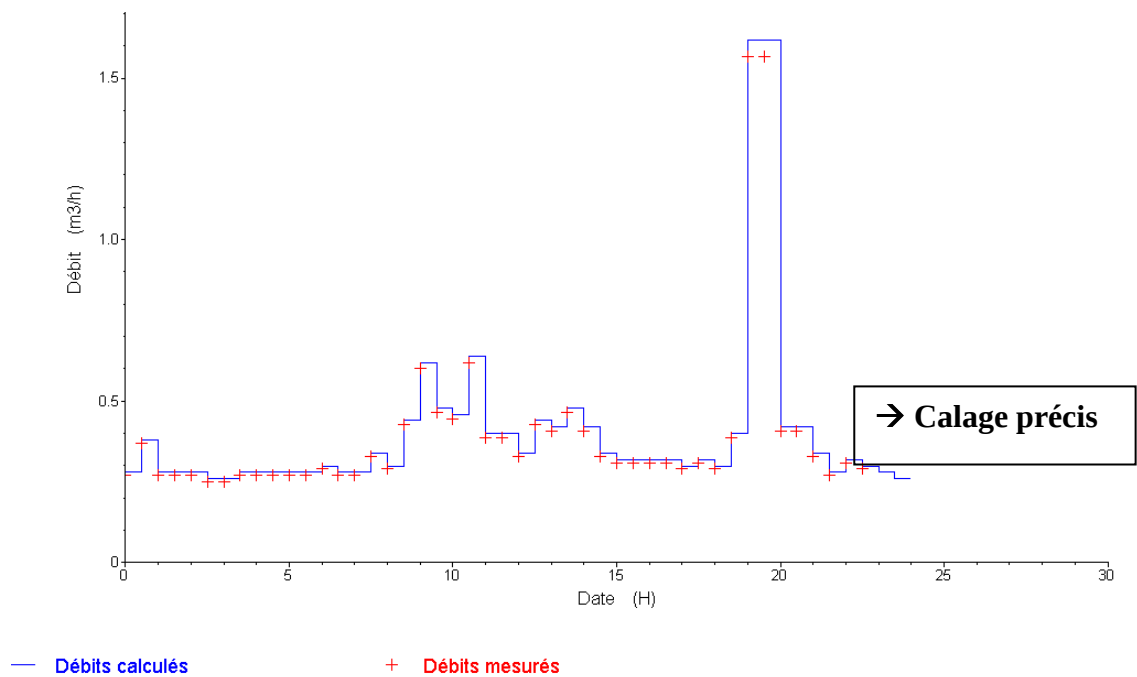
◆ Sortie Rouquets



◆ Secteur Les Combes/Redonnel/ La Bruguière◆ Secteur Peyre/Cousinerié

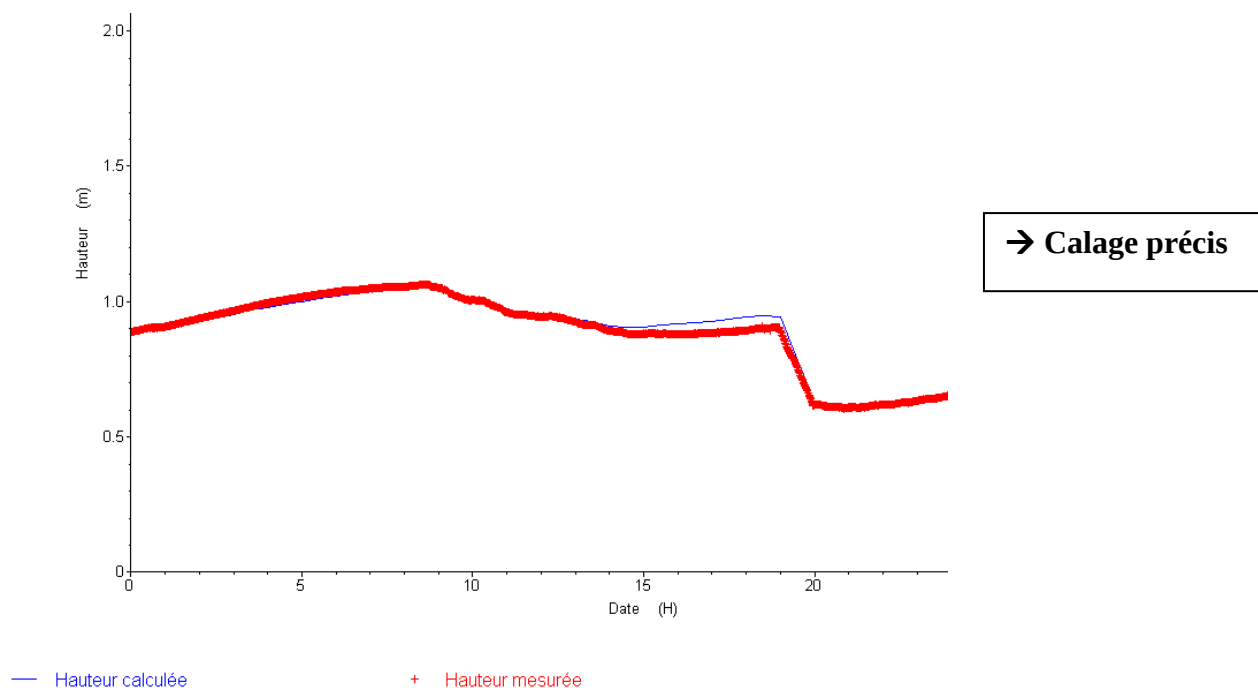
◆ Sortie réservoir les Faysses◆ Sortie du réservoir de Navous (Secteur Navous et Costubague)

◆ Secteur Costubague◆ Sortie réservoir les Baumelles

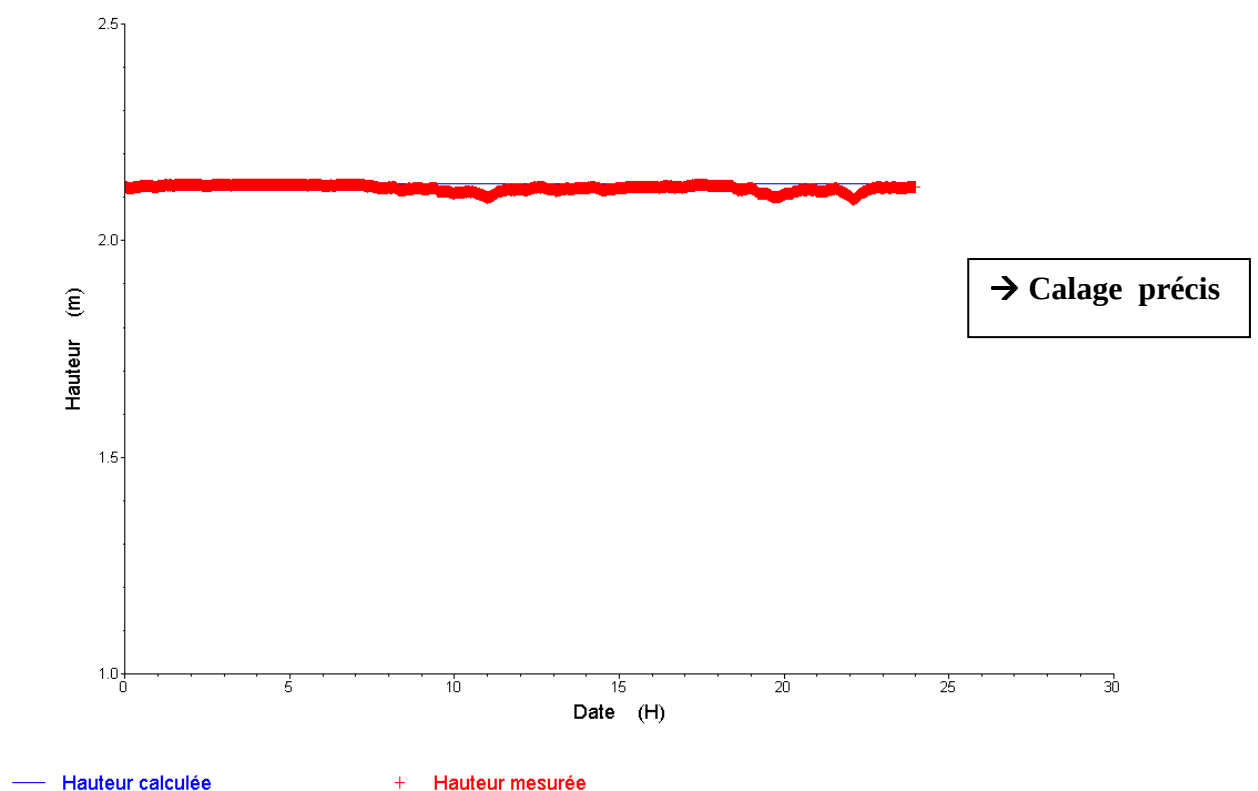
◆ En sortie du réservoir des Arboux◆ Sortie Réservoir de Rouas

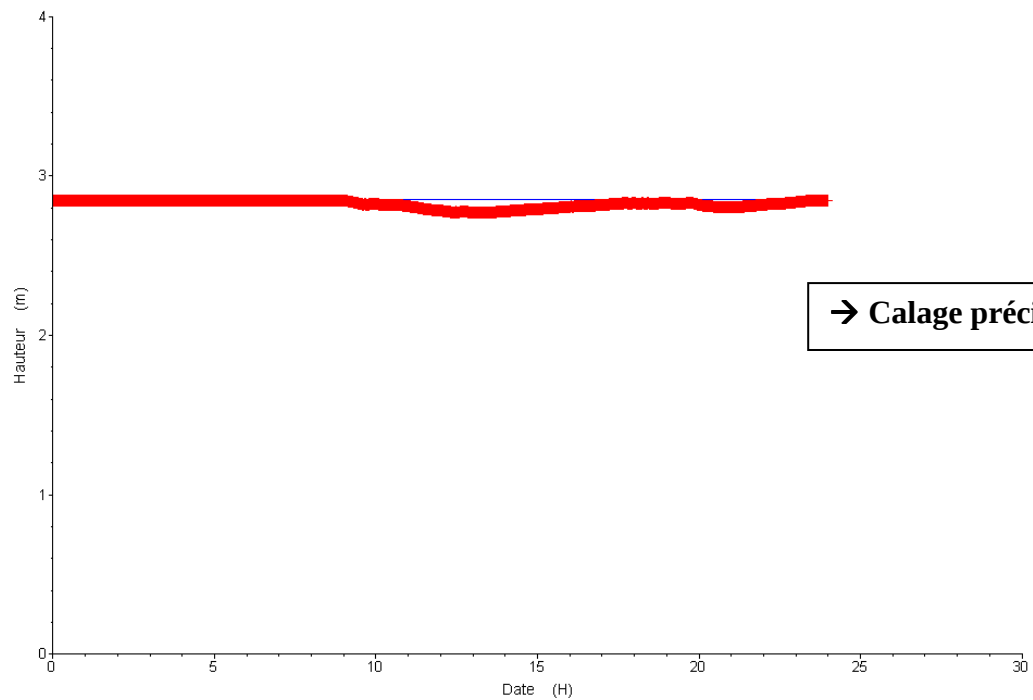
3.4.2 Les niveaux réservoirs

◆ Réservoir de Rouas

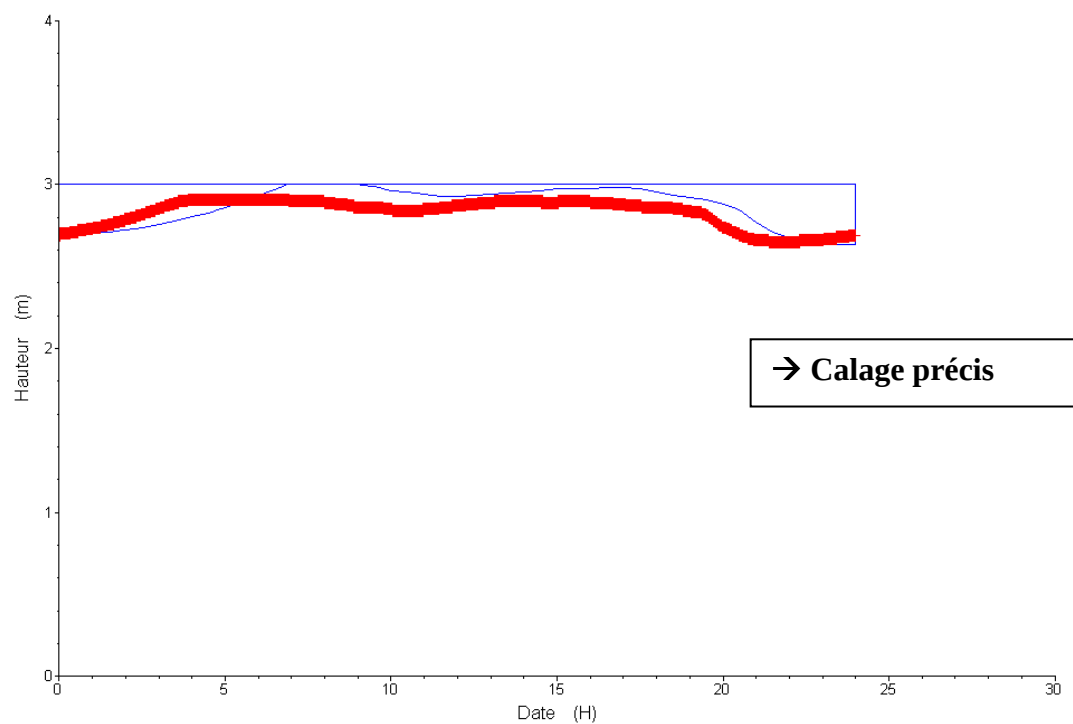


◆ Réservoir de l'Arboux



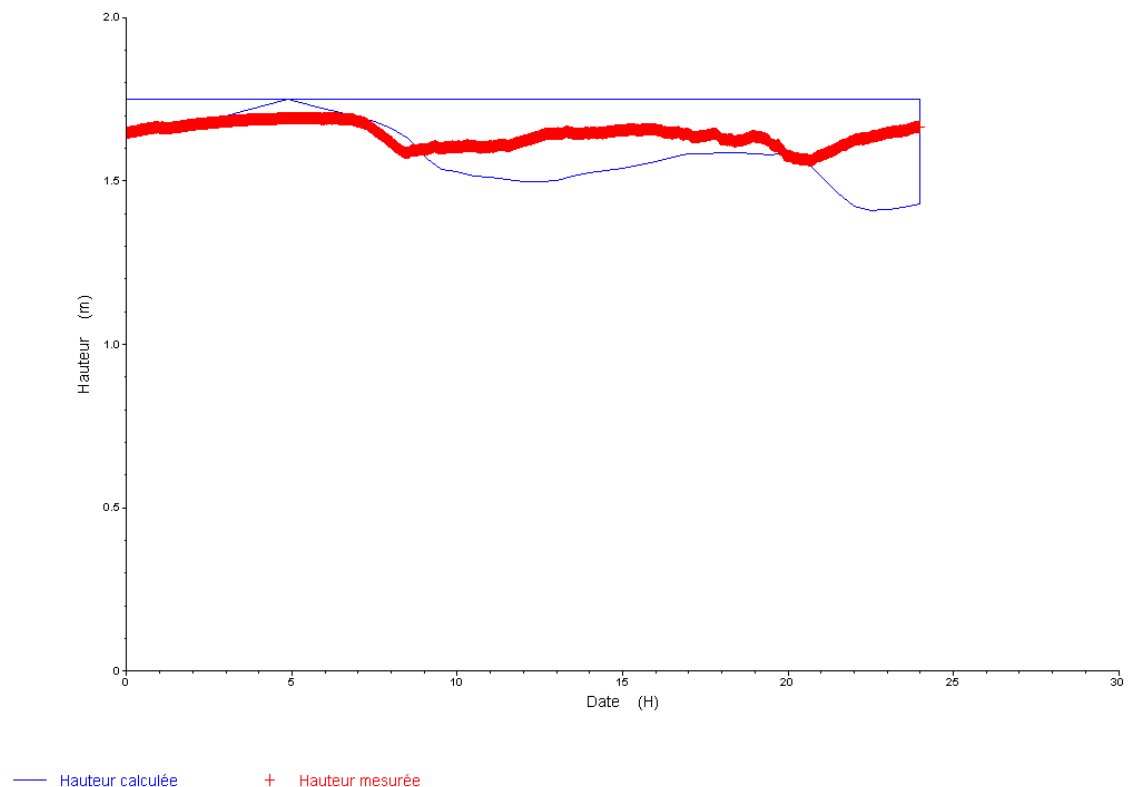
◆ Réservoir des Faysses

— Hauteur calculée + Hauteur mesurée

◆ Réservoir des Rouquets

— Hauteur calculée + Hauteur mesurée

◆ Réservoir de Navous



On constate, sur ce réservoir, un léger décalage entre la hauteur d'eau calculée et la hauteur mesurée.

Le réservoir de Navous étant alimenté par un autre réservoir, son débit de remplissage n'est pas constant ; il varie en fonction des besoins des abonnés. N'ayant aucune donnée concernant les variations de ce débit (absence de compteur en entrée du réservoir), il nous est impossible de mieux modéliser le fonctionnement du réservoir.

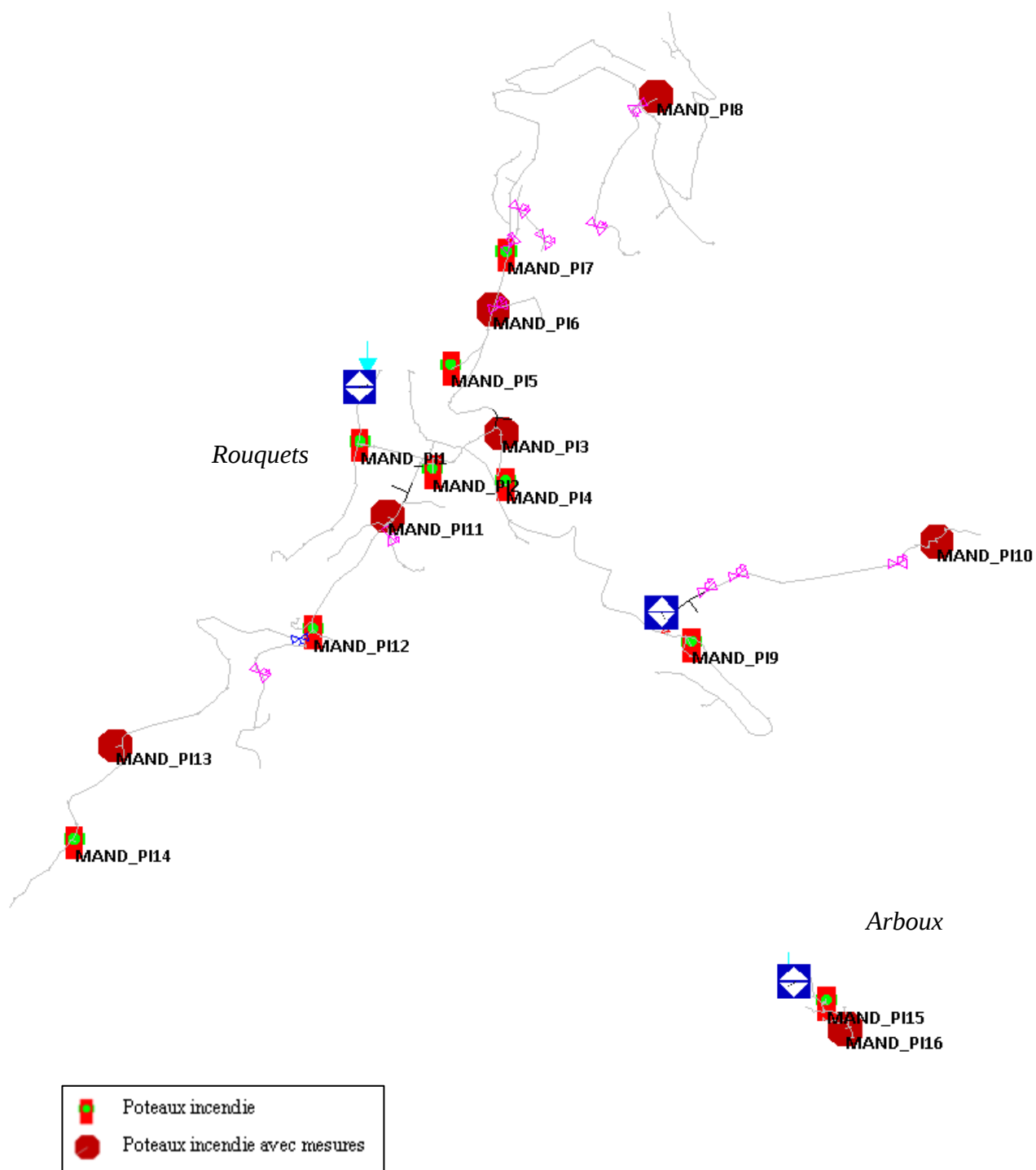
3.4.3 Les pressions

Les pressions ont été mesurées sur les poteaux incendie en continu et aussi de manière ponctuelle lors de l'ouverture des poteaux. Ces deux types de mesures permettent de faire deux calages :

- ◆ Un calage dynamique avec les mesures de pressions en continu qui permet de bien modéliser le fonctionnement normal du réseau
- ◆ Un calage statique avec les mesures ponctuelles qui permet de modéliser le fonctionnement du réseau dans des conditions de vitesses plus critiques.

La figure suivante rappelle la localisation des poteaux incendie :

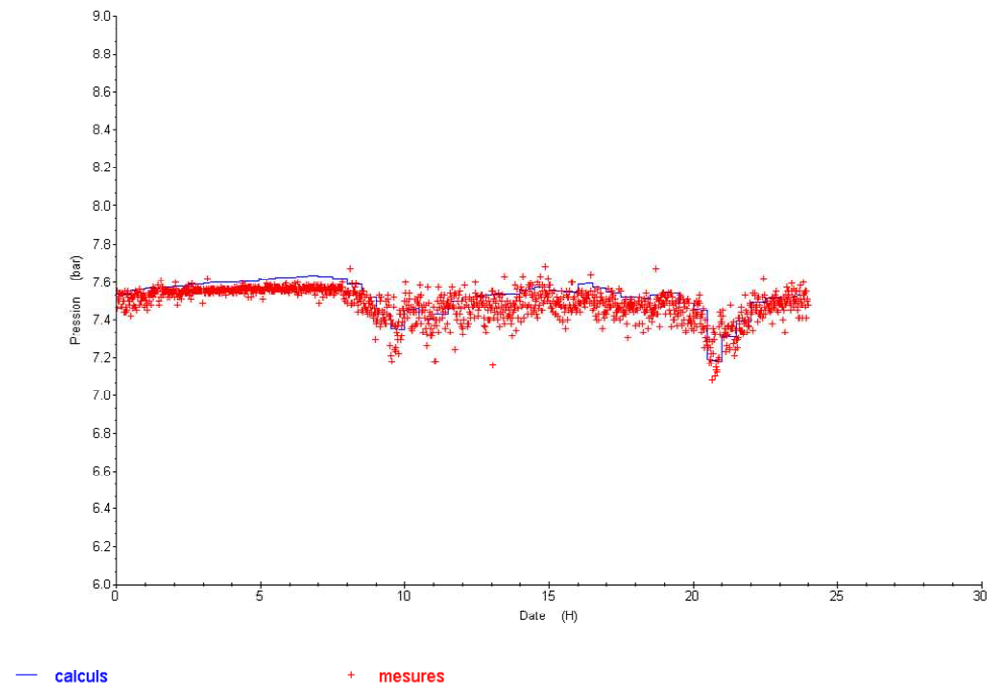
Figure 4: Localisation des poteaux incendie



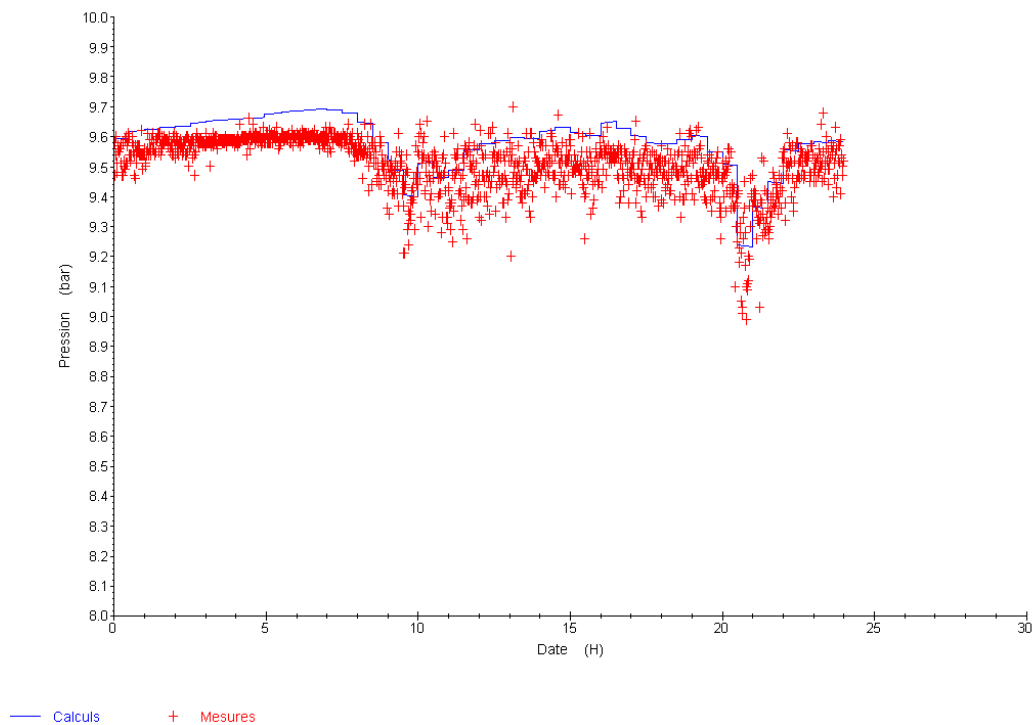
3.4.3.1 Le calage dynamique

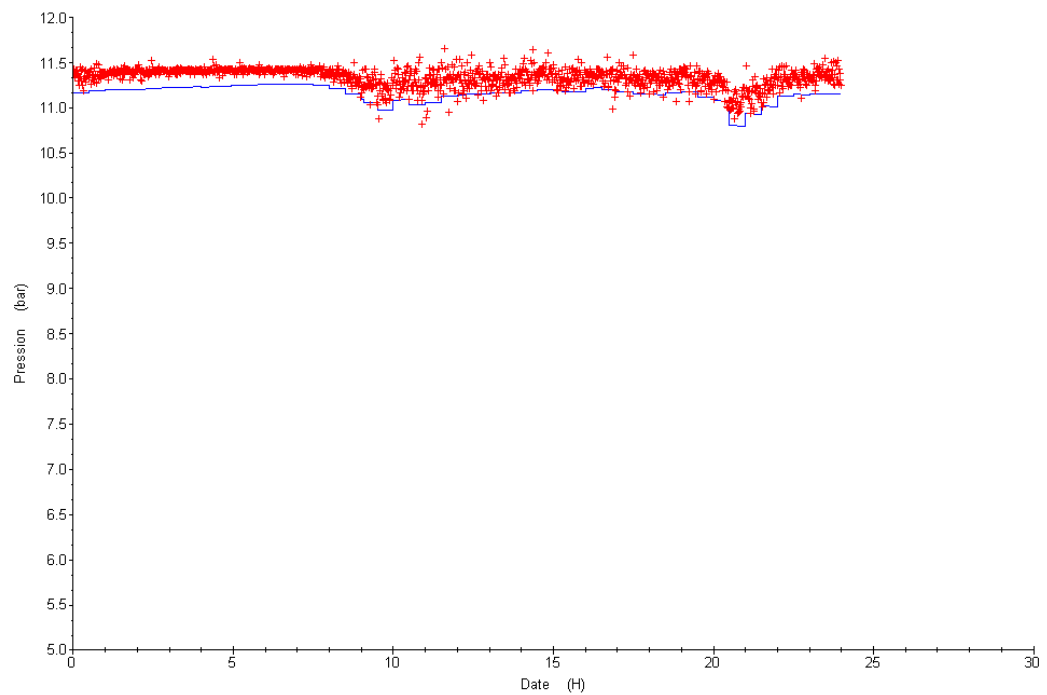
Les graphiques suivant présentent les résultats du calage des pressions calculées par :

◆ PI 369_mes1



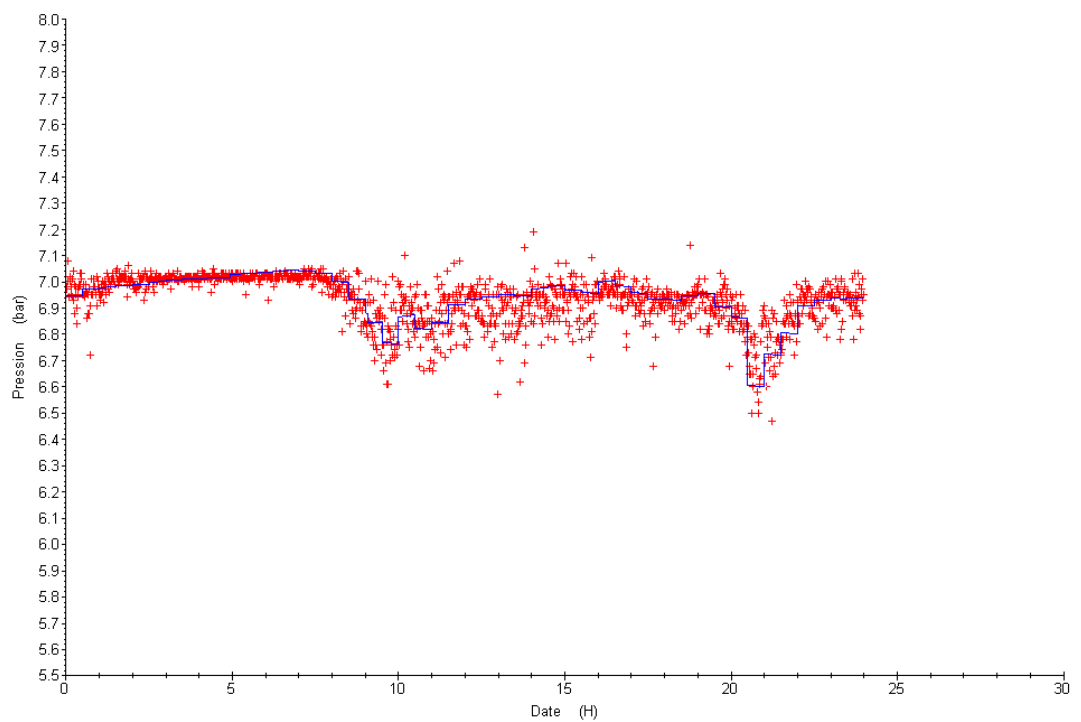
◆ PI 209_mes2 :



◆ PI 214_mes3

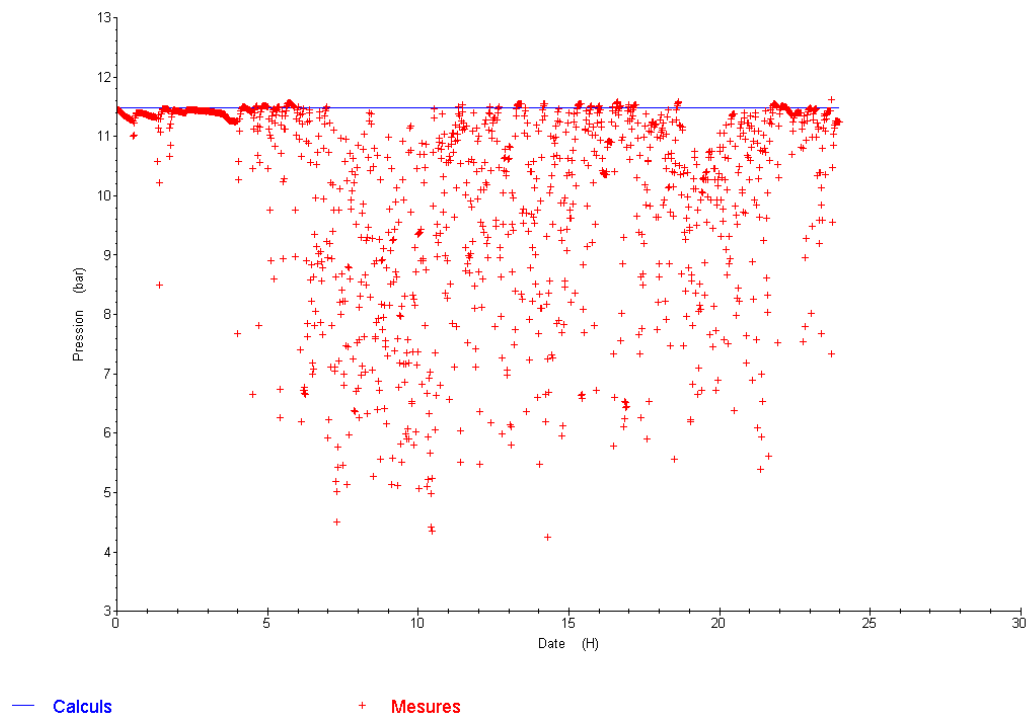
— calculs

+ mesures

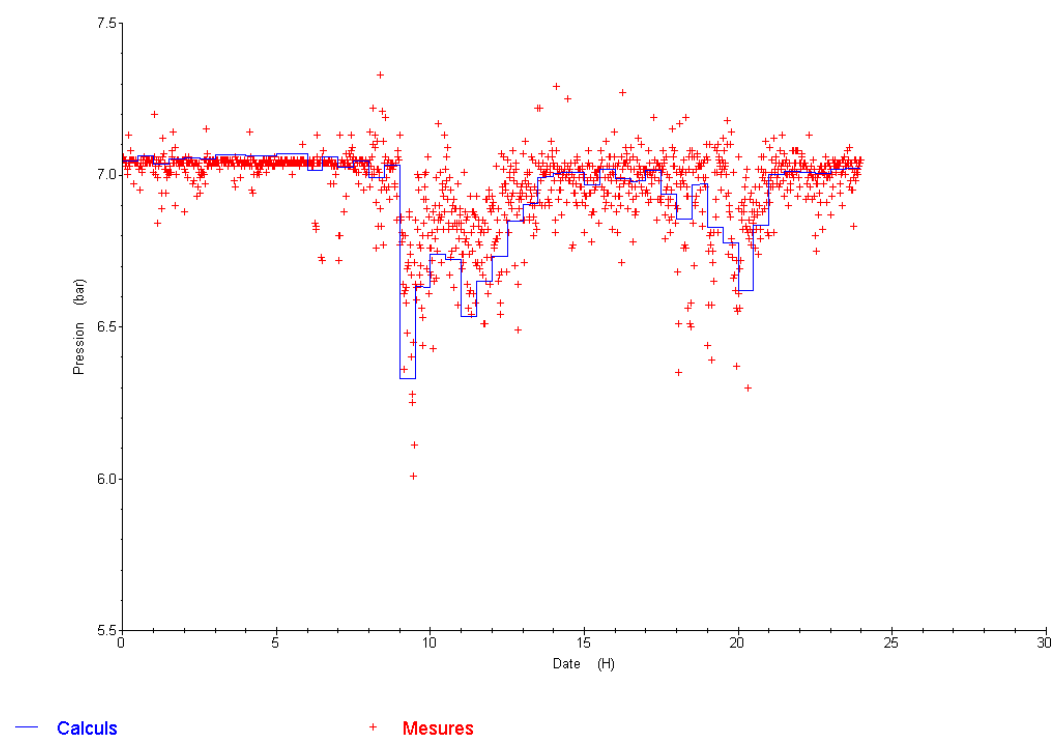
◆ PI 2012_mes 4

— Calculs

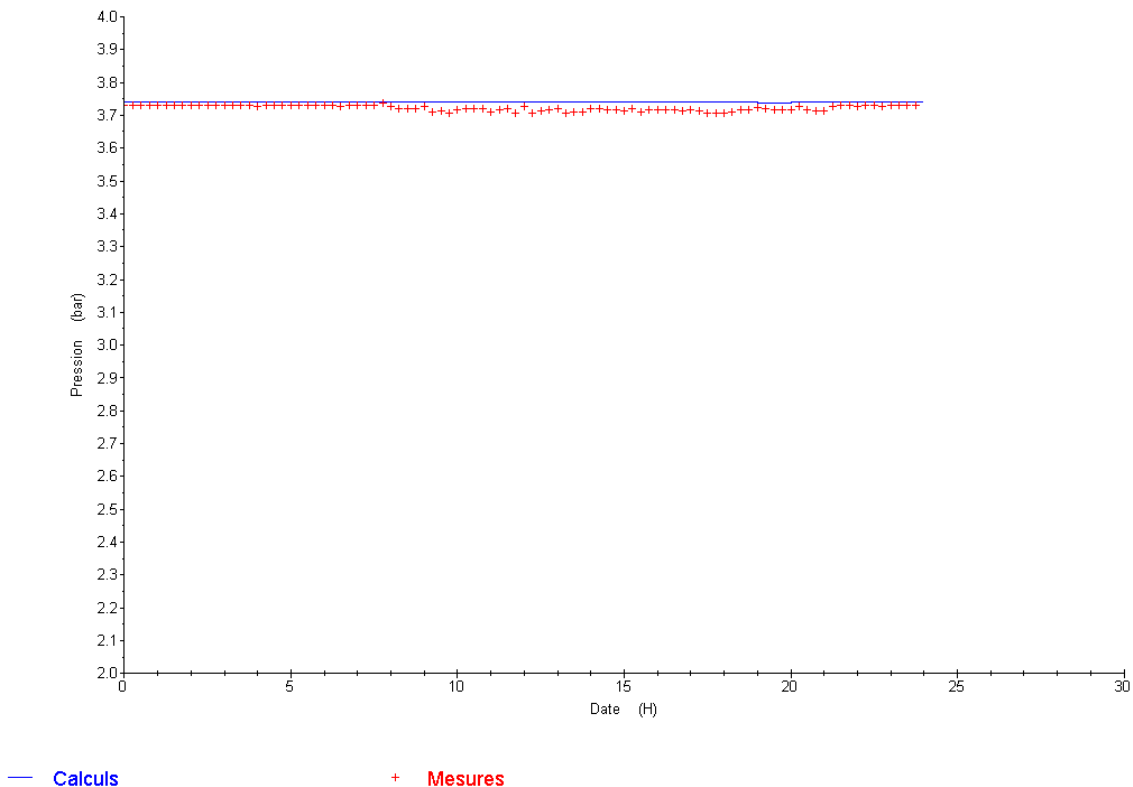
+ Mesures

◆ PI 211_mes5

Le profil des pressions mesurées ne peut être reproduit à partir des caractéristiques du réseau et laisse penser que l'appareil de mesure a mal fonctionné.

◆ PI 205_mes6

◆ PI 213_mes8



3.4.3.2 Calage statique

Lors de la campagne de mesures trois poteaux incendie ont été ouvert : le PI 206, le PI 371 et 205_mes6.

Sur des trois ouvertures de poteaux, une a eu un impact mesurable sur le reste du réseau, il s'agit du PI 371.

C'est donc à partir des mesures réalisées lors de cette ouverture que nous avons effectué le calage statique du modèle.

Nom	Mesures		Modèle	
	Pression avant ouverture	Pression ouverture	Pression avant ouverture	Pression ouverture
PI 369_mes1	7,5	6,7	7,5	6,9
PI 209_mes2	9,3	8,6	9,4	8,9
PI 214_mes3	11	10,4	11	10,5
PI 212_mes4	6,9	6,1	6,9	6
PI 211 mes 5	9,1	9,2	11,5	11,5
PI 205_mes 6	Pas de donnée	Pas de donnée		

4 Résultats

4.1 Champs de pression

La figure ci-dessous présente les champs de pression minimums observés sur le réseau d'eau potable de la commune.

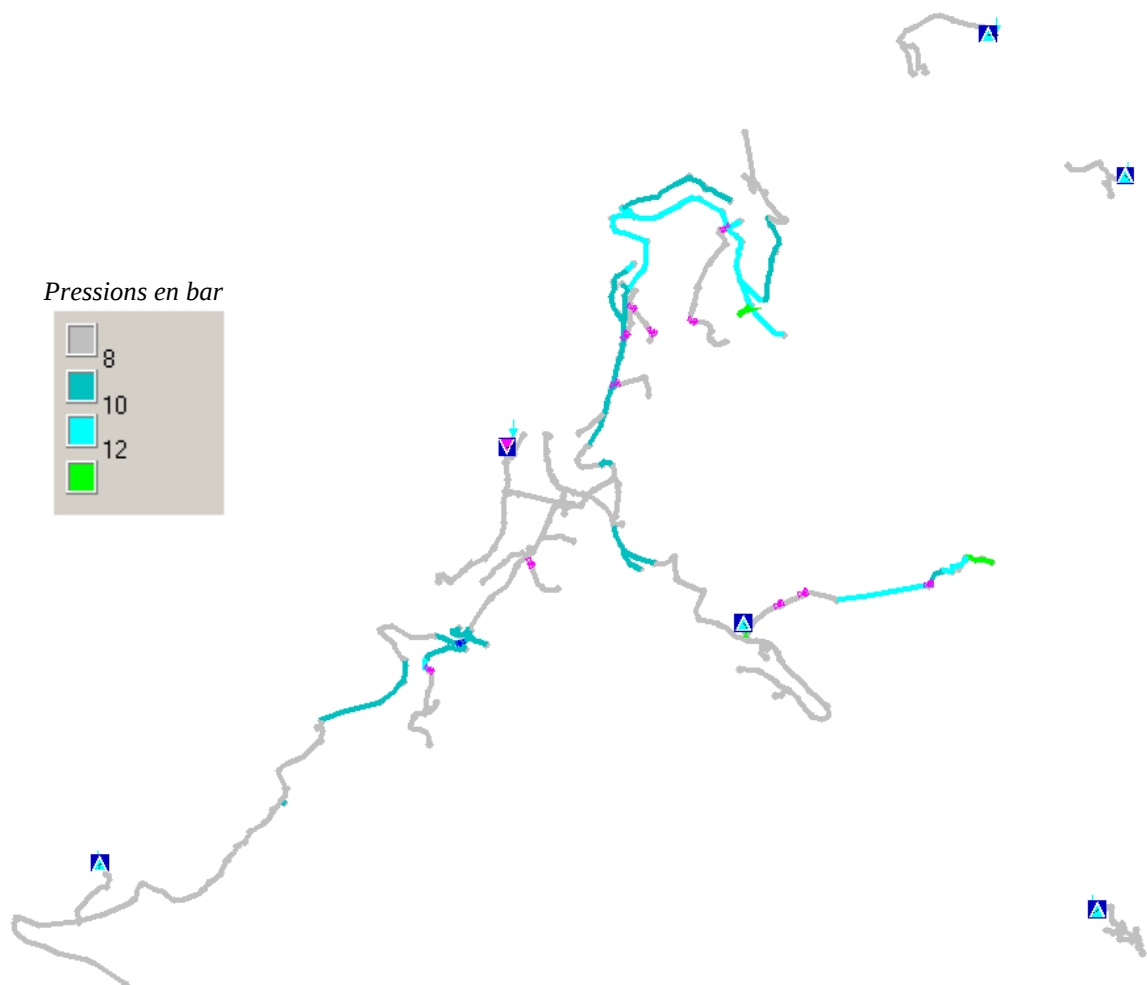
Figure 5 : Répartition des champs de pressions minimums



Pour assurer le confort des abonnés, il est recommandé d'avoir au minimum 2 à 3 bars de pression sur le réseau. Sur la commune de Mandagout on constate que globalement les pressions sont au dessus de 3 bars. Les faibles pressions sont localisées en sortie des réservoirs (pas de réel impact sur le confort des abonnés, généralement situés plus bas) et au niveau du hameau des Faysses.

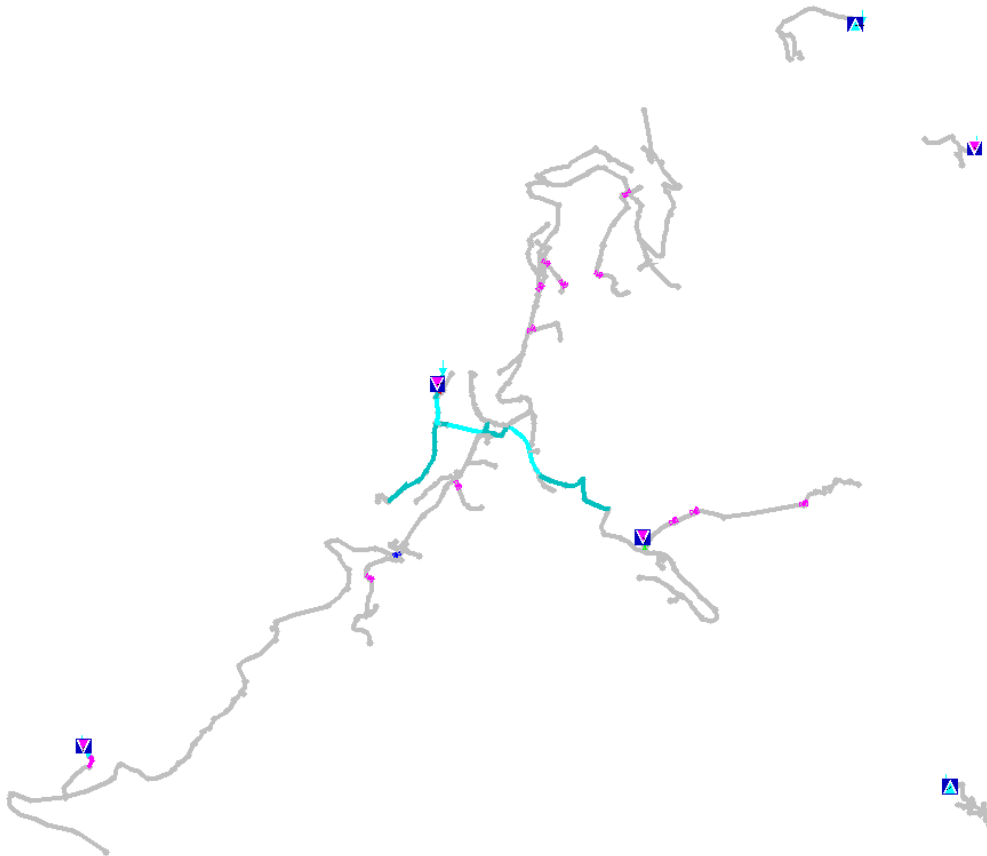
Les très fortes pressions peuvent aussi poser des problèmes au niveau du réseau (risques de casse, incompatibilité avec les appareils ménagers..). La figure suivante présente les pressions maximales observées sur le réseau :

Figure 6 : Répartition des champs de pressions maximums



4.2 Champs de vitesse

Une fois le modèle PICCOLO calé, nous avons pu déterminer les vitesses maximales d'écoulement dans chaque conduite du réseau de distribution atteintes à l'heure de pointe (11h30).



Les vitesses maximales atteintes dans le réseau sont faibles. Il semble que le réseau de la commune de Mandagout soit surdimensionné par rapport aux besoins des abonnés.

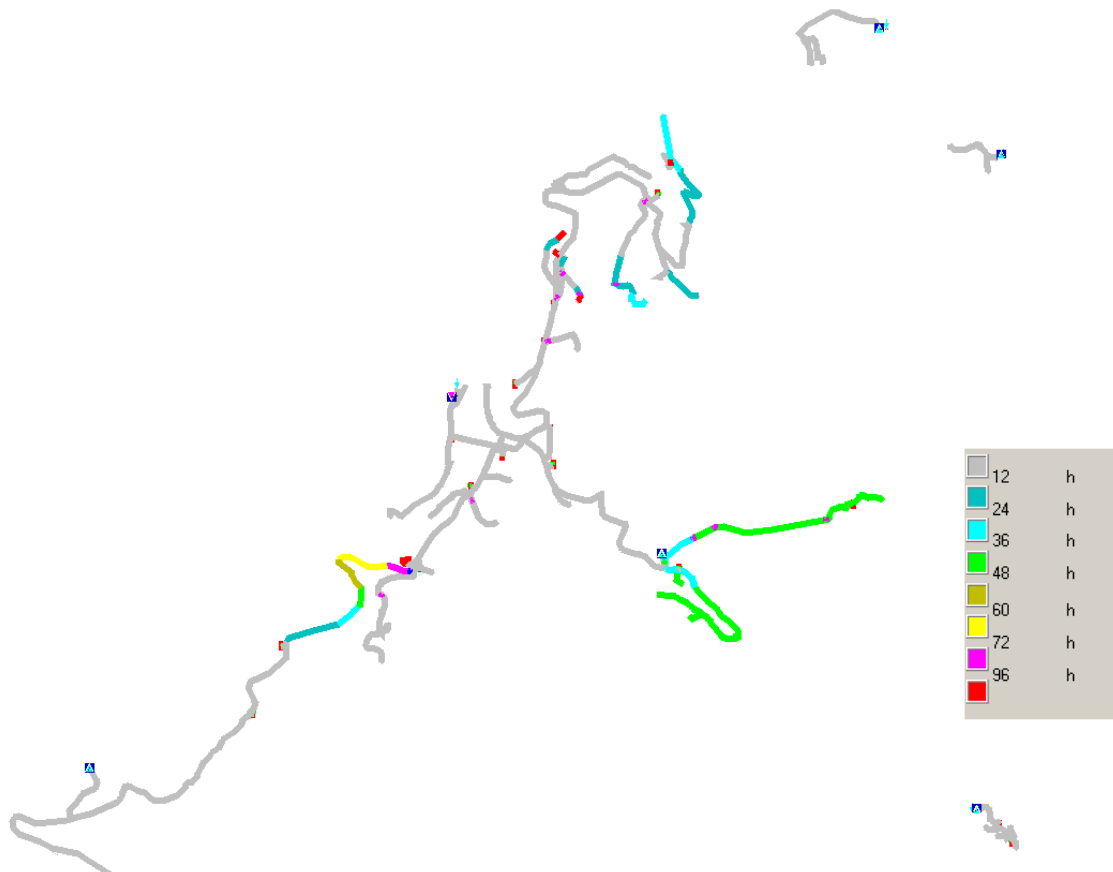
4.3 Temps de séjour

Le temps de séjour de l'eau dans les canalisations est calculé en fonction des vitesses d'écoulement.

En sortie de traitement, les temps de séjour sont fixés à 0.

La figure suivante présente les temps de séjour calculés pour la journée de calage (période de pointe).

Figure 7 : Temps de séjour des eaux dans le réseau durant la période de pointe



On constate que, dans l'ensemble, en période de pointe, l'eau ne stagne pas longtemps dans les réseaux (moins de 12h). Néanmoins, sur les secteurs où il y a peu de consommation les eaux peuvent stagner dans les canalisations pendant plus de 2 jours.

L'hiver, quand les consommations en eau sont plus faibles, les temps de séjour sont beaucoup plus longs or les eaux stagnant trop longtemps dans les canalisations favorisent les développements microbiens et peuvent poser des problèmes sanitaires.

4.4 Modélisation incendie

Pour être jugé conforme, un poteau incendie doit être capable de délivrer 60 m3/h sous 1 bar pendant 2 heures.

En simulant à tour de rôle l'ouverture de chaque poteau incendie de la commune, le modèle hydraulique PICCOLO permet de vérifier les conditions de fonctionnement de la défense incendie.

NOM du poteau	Pression consigne	Débit disponible en m3/h	
		Calculs PICCOLO	Résultats essais incendie
PI_204	1 bar	12,5	10
PI_206	1 bar	23,2	11
PI_207	1 bar	28,3	10
PI_208	1 bar	33,4	19
PI_210	1 bar	7,4	1
PI_215	1 bar	58,8	51
PI_363	1 bar	23,7	24
PI_370	1 bar	58,7	52
PI_371	1 bar	54,7	45
PI_205_MES6	1 bar	10,5	10
PI_209_MES2	1 bar	64,9	60
PI_211_MES5	1 bar	17,3	1
PI_212_MES4	1 bar	21,7	7
PI_213_MES8	1 bar	28,0	34
PI_214_MES3	1 bar	60,8	61
PI_369_MES1	1 bar	55,9	49

Au regard de ce tableau, on constate que les résultats du modèle sont cohérents avec les résultats incendie réalisés en 2011 ; seuls deux poteaux sont conformes sur la commune de Mandagout.