PEA
Programme Eau et Assainissement
Petites et moyennes villes

CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DES PERFORMANCES DU RESEAU D'AEP DE LA ZONE DE DISTRIBUTION 05 DE BOBO-DIOULASSO

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : Infrastructures Hydrauliques

Présenté et soutenu publiquement le 21 juin 2013 par

Payibém ILBOUDO

Travaux dirigés par :

- **Mr. Moussa OUEDRAOGO (Ingénieur, Enseignant 2iE)**
- **Dr Denis DAKOURE (Conseiller Technique PEA/GIZ)**
- **Mr. Jean François SANDWIDI (Ingénieur Hydraulicien, ONEA)**

Jury d'évaluation du stage :

Président:	**Dr Harinaivo A. ANDRIANISA (Enseignant, Chercheur 2iE)**
Membres et correcteurs :	**Dr Denis DAKOURE (Conseiller Technique PEA/GIZ)**
	Mr. Bèga Urbain OUEDRAOGO (Enseignant 2iE)
	Mr. Moussa OUEDRAOGO (Enseignant 2iE)

Promotion : 2012 - 2013

REMERCIEMENTS

Gloire soit rendue à Dieu le Père Tout Puissant pour m'avoir donné l'occasion de poursuivre mon cursus scolaire et surtout de le clôturer par cette étude tant d'actualité que passionnante pour l'obtention du Master.

Mes remerciements vont particulièrement à :

- Mr **OUIBIGA.Y Harouna**, Directeur General de l'ONEA pour son grand intérêt à la formation de son personnel et sa disponibilité dans notre accompagnement.

- Mr **SAWADOGO Moumouni**, Directeur de l'Exploitation de l'ONEA pour l'intérêt accordé à l'étude et son soutien infaillible durant toute la durée du stage.

- L'équipe d'encadreurs interne au 2iE, Messieurs **Moussa OUEDRAOGO** et **Mahamadou KOITA**, pour leur encadrement et leurs conseils.

- Messieurs **Denis DAKOURE** et **Michel N'GUESSAN** Conseillers Techniques au PEA/GIZ pour leur encadrement, leur soutien et leur disponibilité.

- Mr **Saïdou KAFANDO**, Directeur Régional de l'ONEA/Bobo-Dioulasso pour son soutien et ses conseils.

Tous les amis et camarades de promotion.

Tous les agents de la **Direction régionale de l'ONEA/Bobo-Dioulasso** pour leur sympathie et leur mobilisation.

Je n'oublie pas tous ceux qui de par quelque manière que ce soit ont contribué à la réalisation de cette étude.

RESUME

Le niveau de perte en eau enregistré sur le réseau d'AEP de la ville de Bobo-Dioulasso demeure élevé malgré les nombreuses actions entreprises, entrainant des difficultés pour satisfaire la demande en eau des populations et un impact négatif sur son résultat financier.

Ainsi le présent rapport constitue une étude sectorielle des performances du système à travers la zone de distribution 05 en vue de proposer des outils à même de contribuer à l'amélioration rapide des résultats d'exploitation.

Les opérations menées montrent l'existence d'importantes fuites d'eau non visibles (40 m^3/h dans le **S**ecteur de **D**istribution **M**esuré 4 et 28 m^3/h dans le **S**ecteur de **D**istribution **M**esuré 3). Elles ont également révélé la présence de fortes pressions malgré l'existence de réducteurs de pression et de nombreuses fuites.

On a constaté que 27 % des compteurs sous comptent les volumes. Sur les 27 %, on a enregistré un sous comptage de -5,6 % dans la majorité des cas.

Aussi, la mise en place de Secteurs Distributions Mesurés et l'installation concomitante de régulateurs de pression, permettra de réguler la pression suivant le niveau de demande et donc de réduire les débits de fuites et éventuellement d'éviter les fuites dues à des surpressions. Ce double dispositif permettra également d'assurer le suivi en temps réel de l'évolution des performances du réseau par petites portions cela représente ainsi un puissant levier pour l'amélioration des performances du système de la ville.

MOTS-CLES : Performance de réseau d'AEP, SDM, stabilisateur de pression aval, fuites, modulation de pression

ABSTRACT

The level of water loss recorded through the drinking water network (system) of the city of Bobo-Dioulasso remains high despite many actions, resulting in difficulties to meet the water demand of the population and a negative impact on its financial results.

Thus this report is a sector study of system performance through the city of Bobo distribution area 05 to provide tools to contribute to the rapid improvement in operating results.

The operations show the existence of significant non-visible water leaks (40 m3 / h in the SDM 4 and 28 m3 / h in SDM 3). High pressures were also observed at some points despite the installation of pressure regulating devices and leaks.

It was also observed that 27 % of the water meter installed at handhold underestimated the water volume at a level of more than -5,6 % for most of them.

Also, the implementation of SDM and the concomitant installation pressure regulators, will regulate the pressure depending on the level of demand and thus reduce leakage rates and possibly prevent leakage due to overpressure. This dual system will also monitor in real time the evolution of network performance in small portions and it represents a powerful tool for improving system performance in the city.

KEYWORDS: Performance Network AEP MDS stabilizer downstream pressure, leakage, pressure modulation

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : Approvisionnement en Eau Potable

DRB : Direction Régionale de Bobo-Dioulasso (ONEA)

GIZ : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit Coopération Internationale Allemande pour le Développement

IGP : Indice de Gestion de la Pression

INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie (Burkina Faso)

ISF : Indice Structurel de Fuites

IWA : International Water Association

ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement (Burkina Faso)

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

PEA : Programme Eau et Assainissement des petites et moyennes villes

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PN-AEPA : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PRAA : Pertes Réelles Annuelles Actuelles (l/jour)

PRAI : Pertes Réelles Annuelles Inévitables (l/jour)

PRAIa : Pertes Réelles Annuelles Inévitables (m3/an)

PVC : Polychlorure de Vinyle

SDM : Secteurs de Distribution Mesurés

SIG : Système d'Informations Géographiques

UPB : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

WBI : World Bank Institute

Sommaire

I. INTRODUCTION GENERALE 1

1.1 Contexte et problématique 1

1.2 Justification et objectif de l'étude 2

1.2 .1 Justification de l'étude 2

1.2.2 Objectif de l'étude 2

1.2.3 Approche Méthodologique 3

II. CHAMPS DE L'ETUDE 4

2.1Situation géographique 4

2.2 Généralités sur la commune 4

2.2.1 Caractéristiques sociodémographiques 4

2.2.2 Cadre physique de la zone d'étude 5

III. DESCRIPTION DU SYSTEME D'AEP DE LA VILLE DE BOBO-DIOULASSO 6

3.1 Les captages 6

3.1.1 Les forages 6

3.1.2 La source dite de l'ONEA 7

3.2 Les Réservoirs 7

Le réseau distribution d'eau de Bobo-Dioulasso illustré par l'annexe 8 se caractérise comme suit : 8

3.3.1 Les Conduites et branchements 8

3.3.2 Les organes de réseau 9

3.3.2.1 Les Vannes de distribution 9

3.3.2.2 Les Ventouses ou purgeurs d'air 9

3.3.2.3 Les poteaux d'incendie 9

IV. DIAGNOSTIC DE LA ZONE 5 DE BOBO 11

4.1 Analyse des données d'exploitation 12

4.1.1 Données de production et de distribution d'eau 12

4%9999 12

4.1.2 Données de distribution et consommation d'eau 13

4.2 Analyse des moyens de comptage 14

4.2.1 Compteurs production et distribution 14

4.3 analyse des fuites de la zone 5 16

4.3.1 Les fuites réparées 16

4.3.2 Les fuites non apparentes 18

4.3.3 Mesure de débit nocturne 18

4.3.4 Analyse des pressions de la zone 5 21

4.4 Réalisation du bilan d'eau selon l'IWA 22

4.4.1 Les intrants à la réalisation de ce bilan 22

4.4.2 Les indicateurs de performances et leurs interprétations 23

V. CONCEPTION DES «DISTRICT METERED AREA» OU SECTEURS DE DISTRIBUTION MESURES 26

5.1 Réalisation du modèle de la zone 5 26

5.1.1 Hypothèses 26

5.1.2 Les éléments du modèle 26

5.1.3 Simulation et analyse de la zone 5 28

5.1.4 Calage du modèle 28

5.2 Mise en place des secteurs 30

5.2.1 La conception 30

5.2.2 La mise en place des outils de mesure 31

5.2.3 Les indicateurs à produire pour le suivi des secteurs 33

5.3 Mise en œuvre et gestion des SDM 33

5.4 Positionnement de nouveaux stabilisateurs avals de pression 37

5.5 Analyse de la rentabilité financière 38

VI. RECOMMANDATIONS 41

Au terme de la présente étude et au vu des attentes, nous faisons les recommandations suivantes à l'ONEA : 41

VII. CONCLUSION 42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Répartition des canalisations par types de matériaux (km) 8
Tableau II : Situation des organes de réseau de la ville de Bobo-Dioulasso 9
Tableau III : Inventaire des compteurs abonnés par diamètre 10
Tableau IV : Répartition des longueurs de conduites par calibres dans la zone 5 11
Tableau V : Données caractéristiques de la zone d'étude à la date de 31/12/2012 (Source : Rapport 2012 DRB) 12
Tableau VI : Volume d'eau refoulé et distribué dans la zone 05 en 2012 12
Tableau VII : Etat des surpressions dans les tournées 20
Tableau VIII : Bilan d'eau de la zone 5, année 2012. 23
Tableau IX : Indicateurs de performance de la zone 5 de bobo 23
Tableau X : Tableau de répartition des consommations journalière des abonnés 27
Tableau XI : Caractéristiques des SDM 31
Tableau XII : Caractéristiques techniques et tarif des compteurs de SDM 32

LISTE DES FIGURES

Figure 1Carte de localisation de la ville de Bobo 4
Figure 2 : Schéma synoptique du système de stockage de l'AEP Bobo (source : xxxx) 8
Figure 3 : Histogramme des quantités d'eau consommées (au niveau des BF et abonné) et distribuée dans la zone 05 13
Figure 4 : Taux de perte d'eau enregistré dans la zone 5 pendant l'année 2012 14
Figure 6 : Répartition des compteurs selon l'état 16
Figure 7 ; Statistiques des causes des fuites enregistrées en 2012 17
Figure 8 : Statistique des fuites par nature 17
Figure 9 : Résultat de la mesure de débit nocturne du secteur 1 18
Figure 10 : Résultat de la mesure de débit nocturne du secteur 2 19
Figure 11 : Résultat de la mesure de débit nocturne du secteur 3 19
Figure 12 : Résultat de la mesure de débit nocturne du secteur 4 20
Figure 13 : Etat des pressions montrant le dysfonctionnement des réducteurs 21
Figure 14 : Courbe de répartition des consommations journalières des abonnés 27
Figure 15 : Courbe de niveau des pressions dans la zone 05 sans réducteurs 28
Figure 16 : Limites de secteurs proposées pour la zone 05 30
Figure 17 : (source : Catalogue de POLIER WATER version : 11/2012 p. 10) 32
Figure 18 : Déficit de pression dans la SDM 3 34
Figure 19 : Recherche de fuites à la SDM 3 35
Figure 20 : Point de mesure et la zone réduite à investiguer 36
Figure 21 : Débit nocturne estimé du secteur 4 37
Figure 22 : Stabilisateur aval 38

I. INTRODUCTION GENERALE

1.1 Contexte et problématique

L'eau est une problématique prioritaire de développement. De ce fait, la lutte contre les pertes d'eau potable dans les réseaux de distribution devient un défi considérable pour les sociétés d'eau, et surtout pour celles qui connaissent des problèmes de ressources. C'est pourquoi la réduction des volumes de pertes en eau sur le réseau représente, pour l'ONEA, un enjeu majeur qui s'inscrit pleinement dans sa stratégie de développement. En effet, une stratégie de gestion des pertes efficace permet d'optimiser la gestion de la ressource, de réaliser des économies d'énergie liées à la production et à l'élévation du volume perdu, ou encore d'accroître le taux d'accès et de limiter les risques de dégradation de la voirie liés à la persistance de fuites dans certaines zones sensibles.

La maîtrise des pertes en eau, pour être durable doit résulter de la mise en œuvre conjointe de la maîtrise du comptage, du système d'information géographique, des travaux de renouvellement du réseau (canalisations et branchements) et d'actions d'exploitation telles que la recherche de fuites ou la gestion des pressions.

Les performances du système d'AEP de la ville de Bobo-Dioulasso ont été particulièrement affectées depuis l'année 2006. L'évolution de son rendement a subi une baisse continue (80,91 ; 71,32 et 78,85 en 2012), et reste significativement inférieure à la moyenne obtenue par l'ONEA sur le plan national.

Une étude préliminaire a également établi que les zones 4 et 5 sont les plus problématiques (M ; N'Guessan, 2011).

Ainsi, dans le cadre de la mise en œuvre du plan d'action (2012-2015) de réduction des pertes d'eau de l'ONEA soutenue par la GIZ, une équipe de coordination des activités de l'Eau Non Facturée est mise en place. L'objectif étant d'améliorer rapidement le rendement de distribution de ce Centre.

C'est en cela qu'il nous revient de définir l'approche à adopter et de démontrer la rentabilité des actions à entreprendre.

1.2 Justification et objectif de l'étude

1.2 .1 Justification de l'étude

Pour orienter son développement, l'ONEA a élaboré son plan stratégique de 2011-2015 dont l'horizon est celui du PN-AEPA et des OMD. Il a été identifié dans ce plan stratégique, en analysant l'environnement, que la gestion peu efficace de l'eau non vendue constitue une des faiblesses de l'ONEA.

Ainsi, un partenariat établi entre l'ONEA et la GIZ a permis la projection de la mise sur pied d'une unité de coordination des actions pour la réduction des pertes d'eau de ses systèmes d'AEP.

Une étude diagnostique préliminaire ayant déjà été faite sur l'ensemble de la ville de Bobo-Dioulasso, cette étude, sur la zone 5 permettra de définir des outils et une approche de gestion, dont la généralisation conduira certainement à la réalisation de l'objectif de 83 % de rendement (ONEA, 2012).

1.2.2 Objectif de l'étude

Objectif général

L'objectif général de ce travail de mémoire est de faire, dans une approche sectorielle, une analyse de la situation actuelle des performances du réseau d'eau potable de la ville, fournir des outils d'aide à la décision pour renforcer de façon optimale et durable les performances de la zone 5 du réseau d'AEP de cette ville.

Objectifs spécifiques de l'étude

Les objectifs devant concourir à l'atteinte de l'objectif global sont dits spécifiques et se résument comme suit :

- Réaliser le bilan d'eau de la zone 5
- Elaborer le modèle hydraulique de la zone 5
- Mettre en évidence les insuffisances du réseau et des ouvrages pour répondre à la demande actuelle et future par une analyse de l'existant, d'un bilan de l'adéquation des besoins-ressources-capacité de stockage et une simulation de fonctionnement de celui-ci ;

- Concevoir et mettre en œuvre des secteurs de distribution mesurés
- Evaluer l'économie réalisable.

1.2.3 Approche Méthodologique

Pour réaliser efficacement l'étude, la méthodologie suivante a été adoptée :

- **Diagnostic du système AEP de la zone 5**
  - Collecte et analyse des données de production, de distribution et des consommations
  - Acquisition de données métrologiques
  - Analyse des données de fuites dans le réseau
  - Etalonnage des compteurs (ménages et gros clients)
  - Vérification du niveau de satisfaction des usagers
  - Réalisation du bilan d'eau de la zone 5.

- **Mise en place des SDM**
  - Réalisation du modèle hydraulique de la zone
  - Délimitation des secteurs de distribution mesurés (SDM)
  - Localisation des vannes de secteur
  - Présentation des résultats des simulations et interprétation

- **Mise en œuvre et gestion des SDM**
  - Evaluation de la pression des secteurs
  - Recherche des fuites et réparation.
  - Mesure de la consommation nocturne des secteurs
  - Analyse des résultats des mesures de débit et de pression
  - Commentaire et recommandations.

- **Analyse de la rentabilité financière**
  - Analyse des forces et faiblesses de la gestion actuelle
  - Analyse de l'impact sur le coût de l'eau

II. CHAMPS DE L'ETUDE

2.1Situation géographique

Située dans la région des Hauts-Bassins et chef-lieu de la province du Houet, Bobo-Dioulasso est la deuxième ville du Burkina Faso. S'étendant sur 13 678 hectares, Bobo-Dioulasso, la capitale économique du pays est à 365 Km de Ouagadougou sur la Route Nationale N°1, axe Ouagadougou Abidjan.

Figure 1Carte de localisation de la ville de Bobo

2.2 Généralités sur la commune

2.2.1 Caractéristiques sociodémographiques

Bobo-Dioulasso, deuxième ville et capitale économique du Burkina Faso abrite une population de 560 940 (Source : INSD 2009) dont la répartition par genre est de 49,7 % d'hommes et 50,3 % de femmes avec un taux de croissance de la population de 4,7 %.

A ce jour, on dénombre dans la ville environ 114 095 ménages.

La ville présente par ailleurs, un taux d'occupation de 88,1 % des actifs (15-64 ans). Les activités de cette population sont principalement :

- Le personnel des services et commerce (46,5%)
- L'artisanat et les ouvriers (20,29%)
- Les agriculteurs, les éleveurs et les pêcheurs (7,0%)

2.2.2 Cadre physique de la zone d'étude

A. Le Relief et les Sols

Le relief et le sol semble expliquer le mouvement ou la sédentarisation des populations. Ils justifient la formation des villes sur certaines terres et pas d'autres.

Le relief est peu accidenté et se caractérise par une chaine rocheuse au sud, des bas-fonds et des plaines aménageables. Les sols quant à eux, sont majoritairement hydromorphes sur de la cuirasse très ancienne. Ils sont favorables à l'agriculture.

B. Le Climat

Il est de type soudanien et se caractérise par une longue saison sèche (Octobre à Avril) et une saison pluvieuse d'une durée de cinq (5) mois (Mai à Septembre). La saison sèche se compose d'une période froide (Novembre à Février) et une période chaude (Février à Avril). La pluviométrie de cette zone est comprise entre 900 et 1200 mm du nord vers le sud. La bonne pluviométrie favorise le développement d'une flore abondante en particulier les espèces ligneuses.

C. La Végétation

Elle est du type Sud Soudanien. La ville est installée sur des savanes boisées, des savanes arborées et arbustives. Il existe 9 forêts classées et des galeries bien développées le long des cours d'eau. La dense végétation renferme une faune multiple et variée avec une prédominance d'essences locales (Karité, néré, Baobab, etc.) et d'essences exotiques (Manguier, Eucalyptus, Flamboyant, etc.).

Mais les actions anthropiques commencent à dégrader l'environnement.

D. Hydrogéologie et hydrographie

Une vingtaine de cours d'eau y sont dénombrés dont la plus importante est celle de la Guinguette. C'est dans cette zone aussi que le Mouhoun, un des principaux cours d'eau du pays prend sa source.

La ville de Bobo connait une géologie gréseuse à galets de quartz et se révèle caractériser de très bons aquifères. La transmissivité y est comprise entre $1{,}4.10^{-3}$ et $2{,}8.10^{-3}$ m²/s avec des débits spécifiques proches de 1 m^3/h/m (Source : Monographie 2009).

Les eaux souterraines sont donc relativement abondantes et peuvent donner aux forages des débits importants pouvant aller jusqu'à 250 m^3/h. L'approvisionnement en eau potable de la ville est assurée par des forages et le captage d'une source dénommée Source ONEA.

III. DESCRIPTION DU SYSTEME D'AEP DE LA VILLE DE BOBO-DIOULASSO

Le réseau de distribution de la ville comporte des ramifications et des mailles qui assurent la distribution en eau. Cette configuration caractérise les réseaux de distribution d'eau en milieu urbain. La présence de boucle ou de maille réduit les risques de coupure en cas de rupture de conduites, car assure une redondance dans l'acheminement de l'eau et limite l'impact d'une rupture sur la desserte en eau.

Afin d'aborder efficacement la résolution des phénomènes qui affectent les performances de la zone de distribution 5 de Bobo, il est important de bien connaitre l'ensemble auquel elle appartient, d'appréhender les influences possibles sur elle et de son poids dans le système d'AEP de la ville.

3.1 Les captages

La mobilisation des ressources en eau pour l'approvisionnement en eau potable de la ville est faite à partir de trois sites en exploitation et deux sites en attente de mise en service. L'ensemble est réparti entre deux types de source que sont les forages et une source naturelle (source ONEA).

3.1.1 Les forages

L'ONEA exploite actuellement deux forages F1 et F2 situés dans le village de Nasso à 18 Km de la ville et équipés chacun d'une pompe immergée de caractéristiques initiales respectives, F1 (Q =270 m^3/H) et F2 (Q =270m^3/h). Ces pompes sont installées respectivement à 24 m et 36 m en-dessous du terrain naturel.

Ces pompes, bien que n'ayant jamais été renouvelées bénéficient d'une maintenance assidue et rapprochée. Depuis 2010, elles fonctionnent en permanence (24h/24h). Les résultats de l'exploitation montrent que les débits escomptés ne sont pas atteints et induisent une chute de débit de 10 % de leur capacité de départ (230 m3/h). Pour les forages en attente, ce sont le forage F3 caractérisé par (côte installation : 54,52 m/TN ; Q : 250 m^3/h) et le forage F4 de caractéristiques (côte installation: 54,34 m/TN ; Q : 265 m^3/h).

3.1.2 La source dite de l'ONEA

Exploitée depuis les années 1940, la source ONEA a été réaménagée avec délocalisation du point d'exploitation pour la dernière fois en 1999 dans le cadre de l'AEP Bobo pour un horizon de sept ans (**Source :** ONEA-DRB 2011). Elle est équipée de 3 électropompes immergées, chacune ayant un débit de consigne de 750 m^3/h dont une de secours. Depuis l'année 2007, horizon du précédent projet, on constate que les installations de cette source fonctionnent également 24h/24h.

3.2 Les Réservoirs

Ouvrages de régulation de la distribution, les réservoirs de la ville de Bobo-Dioulasso, de capacité totale de 11 500 m^3 sont au nombre de neuf (9) en exploitation dont cinq (5) alimentent chacun une zone d'influence de la ville.

Quatre (4) autres sont respectivement un (1) réservoir intermédiaire, deux (2) à partir desquels on assure un relevage (vers Kua et Sarfalao) et le château d'eau alimentant les installations de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB).

Ils sont tous en Béton Armé et pour la plupart en bon état. Dans le cadre du projet en cours de réalisation, trois autres sont en construction pour la remise à niveau de la desserte.

La figure ci-dessous donne une vue synoptique du système de stockage à Bobo-Dioulasso.

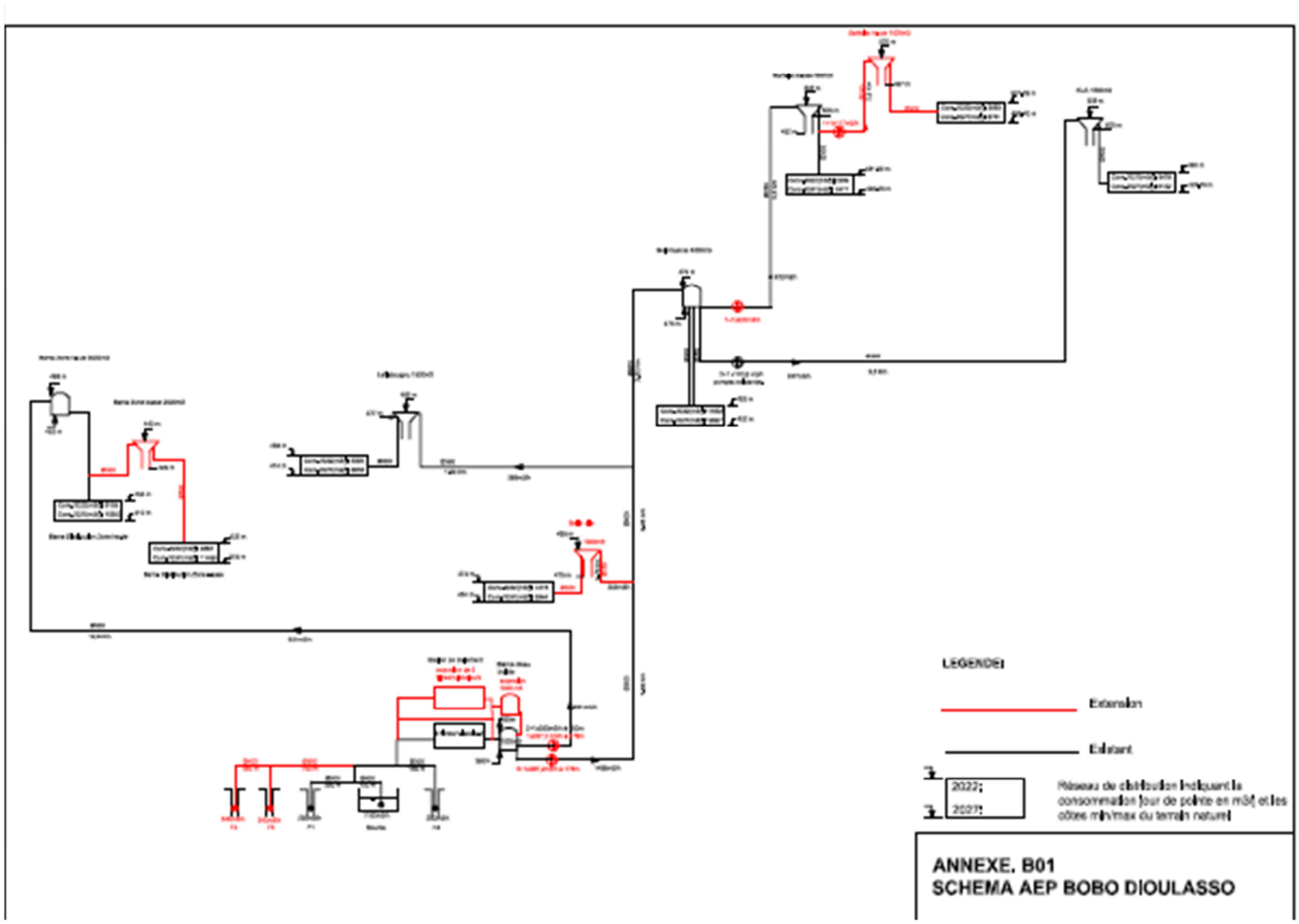


Figure 2 : Schéma synoptique du système de stockage de l'AEP Bobo (source : APD AEP Bobo-Dioulasso)

3.3 Données du réseau

Le réseau distribution d'eau de Bobo-Dioulasso illustré par l'annexe 8 se caractérise comme suit :

3.3.1 Les Conduites et branchements

Tableau I : Répartition des canalisations par types de matériaux (km)

	Zone (1)	**Zone (2)**	**Zone (3)**	**Zone (4)**	**Zone (5)**
Fonte Ductile	41, 863	13, 127	5, 943	15, 249	30,23
PVC	66, 922	142, 833	62, 919	198, 620	210,37
Total	**108, 785**	**155,960**	**68,862**	**213, 869**	**240,60**

Cette situation connaitra une évolution dans le court terme d'environ 110 km par rapport aux projections de réalisation inscrites au projet de renforcement de l'AEP Bobo.

3.3.2 Les organes de réseau

Les principaux organes rencontrés sur le réseau sont synthétisés comme suit :

Tableau II : Situation des organes de réseau de la ville de Bobo-Dioulasso

Organes	**Nombre**
Vannes de distribution	**1917**
Vannes de vidange	**19**
Ventouses (purgeurs d'air)	**38**
Régulateurs de pression	**2**
Poteau d'incendie	**49**

3.3.2.1 Les Vannes de distribution

Posées pour assurer le sectionnement ou l'arrêt, les vannes doivent faire l'objet de maintenance pour bien jouer leur rôle. Le réseau de la ville comporte **1917 vannes** dont **153 vannes** font l'objet d'entretien soit **8 %** de celles-ci. Celles entretenues le sont pour leur degré de criticité dans le réseau, et vont du diamètre 100 mm à 600 mm.

3.3.2.2 Les Ventouses ou purgeurs d'air

Installées aux points hauts du réseau, les ventouses sont reparties en divers endroits de la ville pour permettre l'évacuation de l'air emprisonné dans le réseau. Elles sont toutes entretenues.

3.3.2.3 Les poteaux d'incendie

Destinés à la protection civile, les poteaux d'incendies existent et sont bien répartis sur l'étendue de la ville de Bobo-Dioulasso. Ils sont essentiellement utilisés par les sapeurs-pompiers.

N'étant pas tous équipés de compteurs, il est impossible de déterminer avec rigueur les volumes consommés par ce canal. Leur entretien est assuré par l'ONEA et par les Pompiers.

3.3.2.4 Les vannes de vidange

Contrairement aux ventouses, les vannes de vidange sont installées aux points bas du réseau pour permettre l'évacuation des dépôts des matières solides ou en suspension dans les conduites : c'est la purge. Elles sont visitées deux fois l'an pour s'assurer de leur étanchéité.

3.3.2.5 Les réducteurs de pression

Ils sont destinés à la protection du réseau des surpressions dues au relief de la ville et aux heures de faibles consommations. Ils sont installés en tête de réseau et abrités par des regards en béton armé. Ils sont visités hebdomadairement afin de s'assurer du maintien des consignes fixées.

3.4 Le comptage

Le coût de traitement de l'eau étant très important, la surveillance et le calcul exact des consommations deviennent une exigence pour les sociétés d'eau. Ainsi, dans toute la chaine sont installés des compteurs dont l'appellation dépend de sa position.

On a alors :

- Les compteurs de production : servant à mesurer les flux de volumes d'eau à l'exhaure et ceux introduits dans les conduites d'adduction. Ce sont généralement des débitmètres électromagnétiques au nombre de 6.
- Les compteurs de distribution : installés essentiellement à la sortie des différents châteaux et réservoirs, ce sont également des débitmètres électromagnétiques pour la plupart au nombre de 5.
- Les compteurs des abonnés : ils mesurent la consommation et sont de diamètres allant de 15 mm à 150 mm. Le parc compteurs comptabilise **35 810** unités. Ils bénéficient d'un équipement (banc et jauge d'étalonnage) pour la vérification de leur fiabilité. Cependant les gros compteurs n'étaient pas étalonnés jusque-là, fautes de moyens adéquats.

Tableau III : Inventaire des compteurs abonnés par diamètre

Diamètres (mm)	Nombre	Diamètres (mm)	Nombre
15	**34 855**	60	**04**
20	**704**	65	**00**
30	**212**	80	**07**
40	**13**	100	**02**
50	**09**	150	**04**

IV. DIAGNOSTIC DE LA ZONE 5 DE BOBO

La zone 5 de Bobo est constituée de la partie du réseau de la ville la plus au Nord et délimitée au Sud par l'aéroport et la voie ferrée du Sud à l'Est. Elle est mise en pression par un réservoir semi-enterré de 3000 m^3 situé à un sommet qui culmine à une cote TN de 485 m.

Ce réservoir est alimenté par refoulement depuis la station de pompage située à Nasso à environ 12,5 km. Les pompes de refoulement asservies sont au nombre de trois en parallèle dont deux fonctionnent simultanément. Le débit nominal de chacune des pompes est de 395 m^3/h.

Considérée comme une zone où les pertes d'eau sont importantes, la zone 5 est composée de 241 kilomètres de conduites de distribution, 675 vannes, 8 ventouses et 2 réducteurs de pression selon le SIG disponible à l'ONEA. Elle renferme en 2012, 12 799 abonnés qui sont répartis sur 10 295 des 44 200 parcelles qui constituent la zone. Les altitudes dans la zone varient de 382 m à 485 m.

On note par ailleurs que certaines de ces données sont provisoires pour un court terme relatif, car s'exécute en ce moment un projet de renforcement du système. Néanmoins la répartition actuelle par diamètre du réseau de distribution est la suivante :

Tableau IV : Répartition des longueurs de conduites par calibres dans la zone 5

Matériau	Longueur (m)	Pression Nominale (bar)
FONTE-100	2 169	16
FONTE-200	12 844	16
FONTE-250	713	16
FONTE-300	3 443	16
FONTE-350	3 227	25
FONTE-400	887	25
FONTE-500	2 676	25
FONTE-60	577	16
FONTE-600	2 822	25
FONTE-80	252	16
PVC-110	51 598	10
PVC-160	25 030	10
PVC-200	3 541	10
PVC-63	71 416	10
PVC-75	19 504	10
PVC-90	40 059	10
Total	**240 759**	

Cette partie du réseau de Bobo soumis à notre étude est caractérisée par :

Tableau V : Données caractéristiques de la zone d'étude à la date de 31/12/2012 (Source : Rapport 2012 DRB)

Principales données techniques		**Unité**	**2012**
Linéaire du réseau	L	Km	**241**
Nombre d'abonnés	Na	ab	**12 799**
Volume refoulé	Vref	m3	**4 198 791**
Volume distribué	Vdist	m3	**4 119 412**
Volume consommé	Vcons	m3	**2 921984**
Densité d'abonnés	Da	Ab/km	**53,6**
Indice linéaire de perte	ILP	m3/km/j	**13,61**
Rendement	R	%	**71,0**

Il est entendu que toute approche de diagnostic d'un réseau de distribution d'eau potable passe par l'analyse de l'activité menée.

4.1 Analyse des données d'exploitation

La collecte des données a été réalisée auprès des services techniques (Réseau, Production, Gestion clientèle et Système d'information géographique) de la Direction Régionale, et grâce auxquels les présents résultats ont été obtenus. Cette collecte a été complétée par des visites de terrains et l'analyse suivante peut être faite :

4.1.1 Données de production et de distribution d'eau

Les données de production de l'année 2012 issues des rapports font l'état suivant :

Tableau VI : Volume d'eau refoulé et distribué dans la zone 5 en 2012

MOIS	REFOULE	DISTRIBUE	ECART (Prod-Distr) (%)
Janvier	371 324	371 324	0%
Février	351 958	349 399	1%
Mars	380 386	366 548	
Avril	353 971	320 415	
Mai	356 436	352 595	1%
Juin	347 813	344 707	1%
Juillet	314 643	308 498	2%
Août	338 835	336 424	1%
Septembre	317 163	313 858	1%
Octobre	350 427	347 919	1%
Novembre	353 198	350 138	1%
Décembre	362 607	357 587	1%
Total	**4 198 761**	**4 119 412**	**0,02**

L'observation des volumes d'eau produits refoulés au réservoir et la distribution à partir du même réservoir présente un rendement flatteur moyen annuel de 98 %. Pour une longueur de conduite de refoulement de 12,5 km, cette perte se traduisant par un indice de perte de 17,40 m^3/km/jour est énorme et s'explique difficilement. Que pourrait être l'origine probable de ce phénomène quand on sait que des instruments de mesure ont servi de base d'appréciation. Les recherches des causes nous ont conduits au superviseur de la station et le suivi hebdomadaire de la distribution. Le croisement des informations montre qu'il y a eu des coupures d'électricité à ces différentes périodes. De ce fait, le compteur n'a pas pu enregistrer les flux au cours de ce temps.

4.1.2 Données de distribution et consommation d'eau

L'histogramme ci-dessous représente la juxtaposition de la quantité d'eau consommée au niveau des abonnés, des bornes fontaines et de la quantité mise en distribution en 2012.

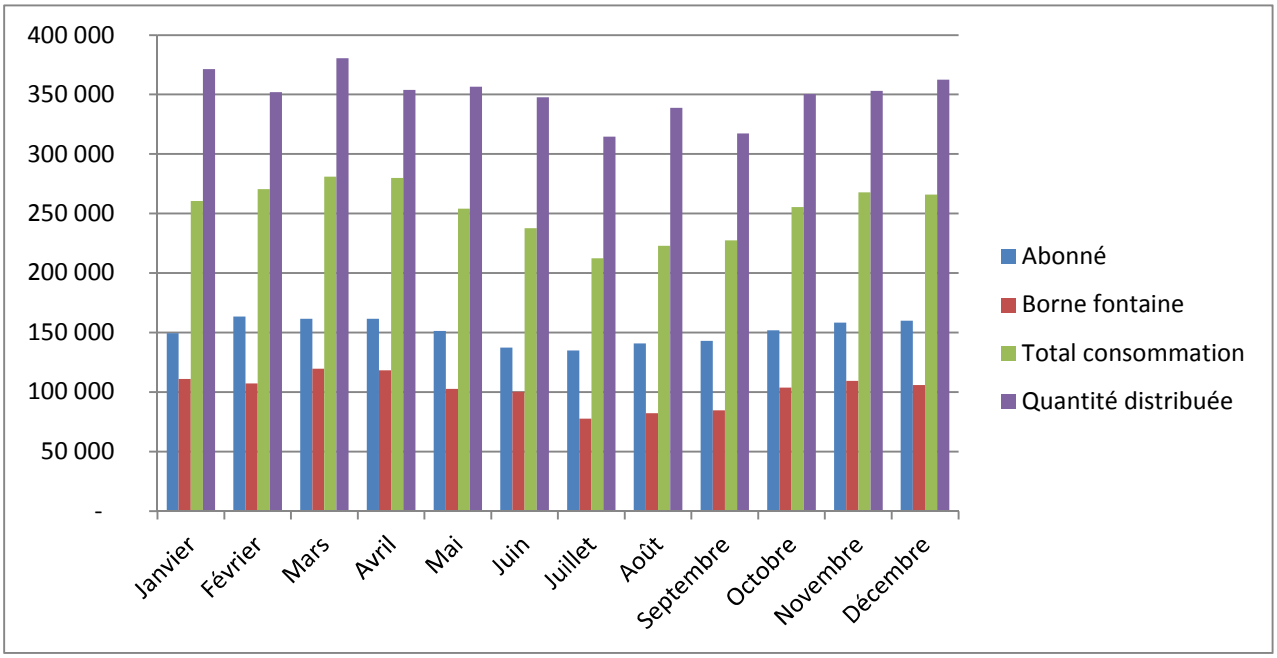
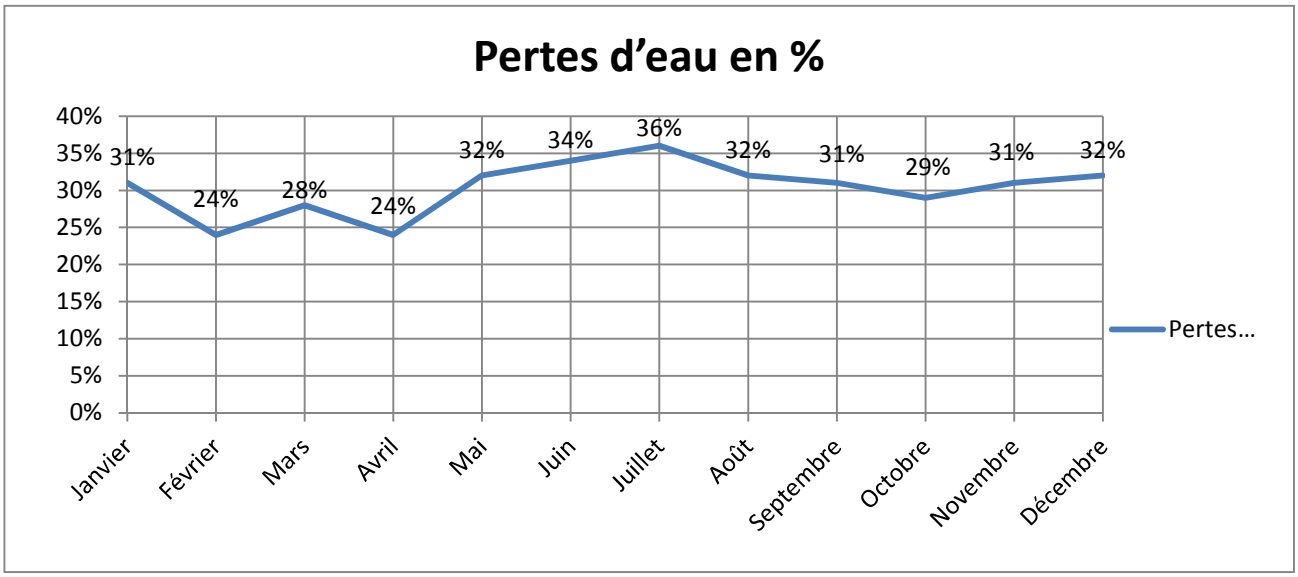


Figure 3 : Histogramme des quantités d'eau consommées (au niveau des BF et abonné) et distribuée dans la zone 5

Les écarts entre volume mis en distribution et celui facturé aux abonnés traduisent des pertes enregistrées sur le réseau au cours de l'année. Les plus importantes pertes sont constatées du mois de mai au mois d'août, en passant par un pic en juillet. On note aussi que c'est pendant ces mois que les consommations sont les plus faibles, et les pressions plus fortes. Le graphe ci-dessous illustre ce fait.



Le comptage étant le seul moyen de rémunération de la société d'eau, il est important de vérifier et de s'assurer d'un bon taux de fiabilité de ces moyens pour prévenir les dérives qui conduiraient à des pertes financières certaines.

Notre travail à ce niveau va consister en l'analyse des résultats d'une série d'étalonnage sur les compteurs de production, de distribution et ceux des clients.

4.2.1 Compteurs production et distribution

a) Compteur de distribution de Bama

Tableau : Résultat d'étalonnage du compteur de distribution de Bama

	Débitmètre Bama	**Contrôlotron**
Volumes enregistrés (m3)	**583**	**561,02**
Taux d'erreur (%)	**-3,92**	

Cette opération nous a permis de nous rendre compte que le débitmètre à la sortie du réservoir de Bama sous- compte de -3,92 %, ce qui dépasse la tolérance d'usine qui est de ±0,5 %. Cette situation pourrait expliquer les écarts constatés d'une part entre la production et la distribution, et d'autre part entre la distribution et la consommation pendant l'année 2012.

b) Compteurs clients

Pour donner un aperçu des pertes d'eau commerciales c'est-à-dire, par le biais des moyens de comptage chez les clients, il été entrepris une campagne d'étalonnage des compteurs abonnés.

Nous avons choisi de faire nos investigations sur un échantillon de 5 % des abonnés de la zone 5 à étalonner, soit 684 compteurs de 12 799 abonnés. Cette vérification a suivi la méthodologie suivante :

La procédure d'étalonnage se déroule en 3 étapes en utilisant une jauge de 10 litres

- Ouvrir le robinet au Q_{min}, puis au $Q_{transitoire}$ et enfin au Q_{max} ;
- Lire à chaque fois l'erreur sur la jauge et le volume mesuré par le compteur (VM) ;
- Calculer par la suite les erreurs enregistrées par le compteur aux différents débits.

Il s'agira ensuite de vérifier que l'erreur **r** (%) du compteur répond aux normes métrologiques qui stipulent que :

- Au $\mathbf{Q_{Min}}$; $-10\% \leq r \leq +10\%$
- Au **Qt**; $-4\% \leq r \leq +4\%$
- Au $\mathbf{Q_{Max}}$; $-4\% \leq r \leq +4\%$

L'erreur **r** (%) du compteur se calcule à partir du volume d'eau contenu dans la jauge de 10 (volume de référence (VRF) = 10) suivant les formules suivantes :

- $\boldsymbol{Volume\ jaugé(Vj) = VRF * \frac{100 + r(\%)}{100}}$
- $\boldsymbol{r = (VM - Vj) * 100/VJ}$

Les volumes VM et VJ sont exprimés en litre.

Cette erreur calculée nous permet de classer la population de compteurs étalonnés en deux grandes catégories :

- «BON» pour ceux dont **-4 % ≤** r ≤ 4 %
- «MAUVAIS» pour les autres [r] > 4 %

L'effectif des «BON» est de 500 et celui des « MAUVAIS » de 184.

Les résultats obtenus se présentent comme suit :

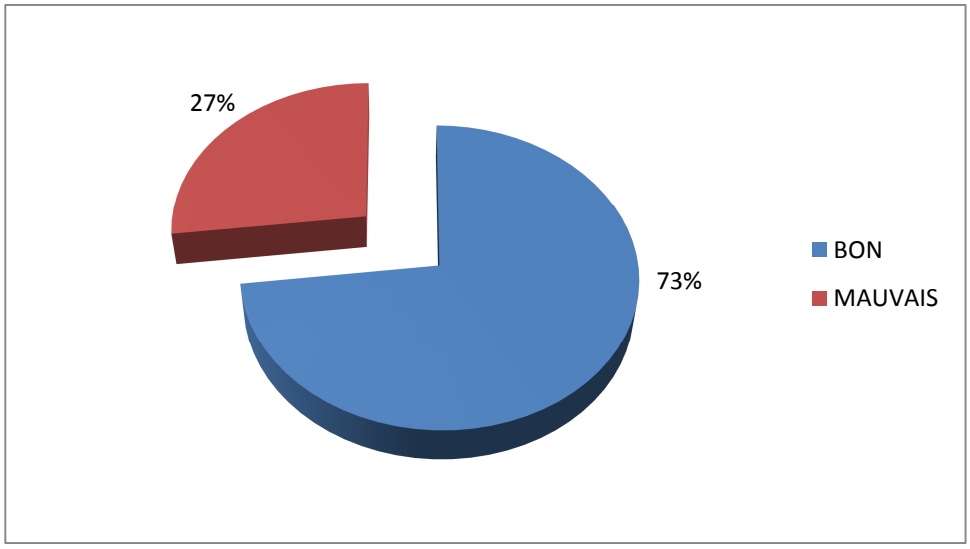


Figure 5 : Répartition des compteurs selon l'état

Cela montre que près de 27 % de cette population contribue aux pertes enregistrées dans la zone. Dans cette population de mauvais compteurs, il y a 27 % qui sous comptent avec une erreur moyenne de -5,6 %.

Une projection faite sur le parc de compteurs de la zone 5 montre que la contribution des erreurs de comptage dans les pertes d'eau n'est pas du tout négligeable.

4.3 analyse des fuites de la zone 5

4.3.1 Les fuites réparées

Les statistiques tenues sur les interventions sur le réseau de la zone 05 fait état de 2 392 fuites réparées au cours de l'année 2012.

De causes et de natures variées, ces fuites sont une source de perte d'eau indéniable. La connaissance de ces causes et nature permettent de réduire de façon durable leurs effets.

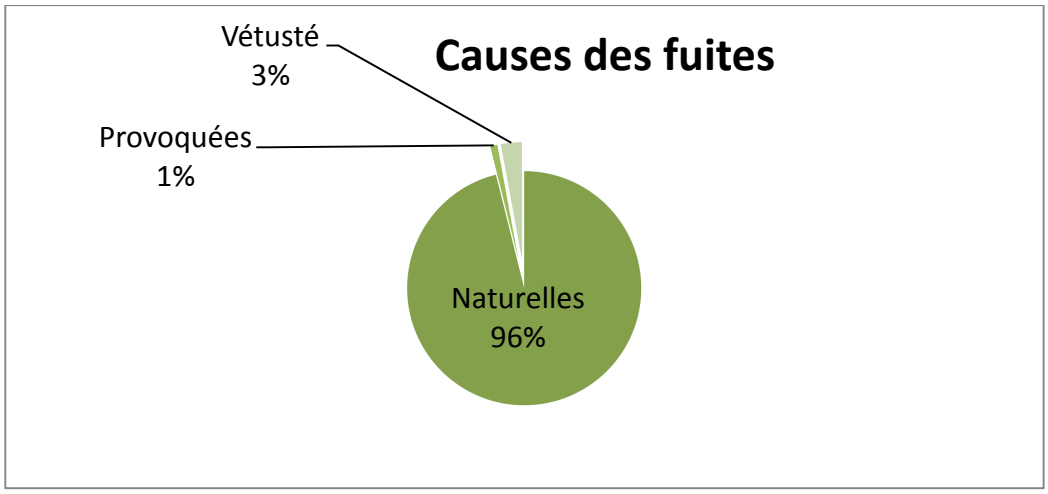


Figure 6 ; Statistiques des causes des fuites enregistrées en 2012

Ce graphique donne à observer que la principale cause est naturelle avec 96 %. Les causes liées à la vétusté représentent 3 % et traduisent la relative jeunesse de cette partie du réseau. Les fuites provoquées sont l'objet des travaux des entreprises qui exécutent le projet de renforcement du système d'AEP en cours. Une meilleure coordination et une sensibilisation des ouvriers pourraient contribuer à amoindrir leur impact.

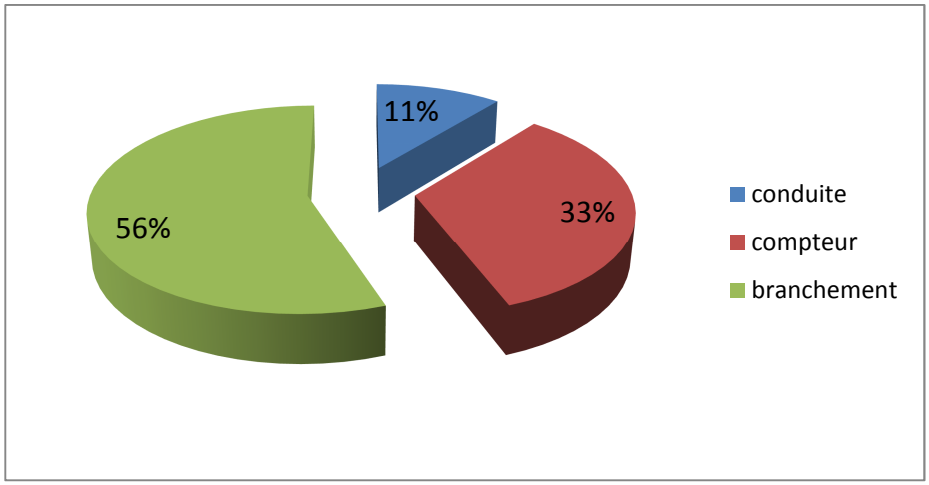


Figure 7 : Statistique des fuites par nature

L'analyse des statistiques a également permis de réaliser que 56 % des fuites ont lieu sur les branchements et 33 % sur les compteurs. Cela montre que les branchements des abonnés constituent les points les plus vulnérables dans le réseau de la zone 5. On pourrait dire sans se tromper que leur défaillance sont à l'origine des :

- contre-performances des réseaux
- surcharges des équipes de maintenance,
- augmentations des frais d'exploitation des réseaux

Ces faits nous interpellent pour une attention particulière et à entreprendre les actions nécessaires à sa résolution.

4.3.2 Les fuites non apparentes

Dans le but de maîtriser toutes les sources de pertes d'eau, la recherche des possibles fuites diffuses a été entreprise. Cela devrait permettre de déterminer les proportions de volumes perdues, aussi de les localiser et d'apporter un traitement rapide. Cette recherche a consisté à mesurer les consommations à l'aide d'un débitmètre portatif entre 1 heure et 4 heures. Cette plage horaire étant considérée comme plage de plus faible consommation, tout débit qui serait décelé pourrait être assimilé à une fuite, car avant les mesures tous les clients identifiés comme ayant des activités de nuit ont été suspendus à l'aide de clés inviolables, tous ayant été au préalable sensibilisés.

4.3.3 Mesure de débit nocturne

Pour déterminer les débits de fuites nocturnes, une sectorisation a été faite, des points de mesure ont été adoptés. L'utilisation des débitmètres portatifs d'une installation aisée ont permis de mesurer et d'enregistrer les débits et dont les résultats sont les suivants :

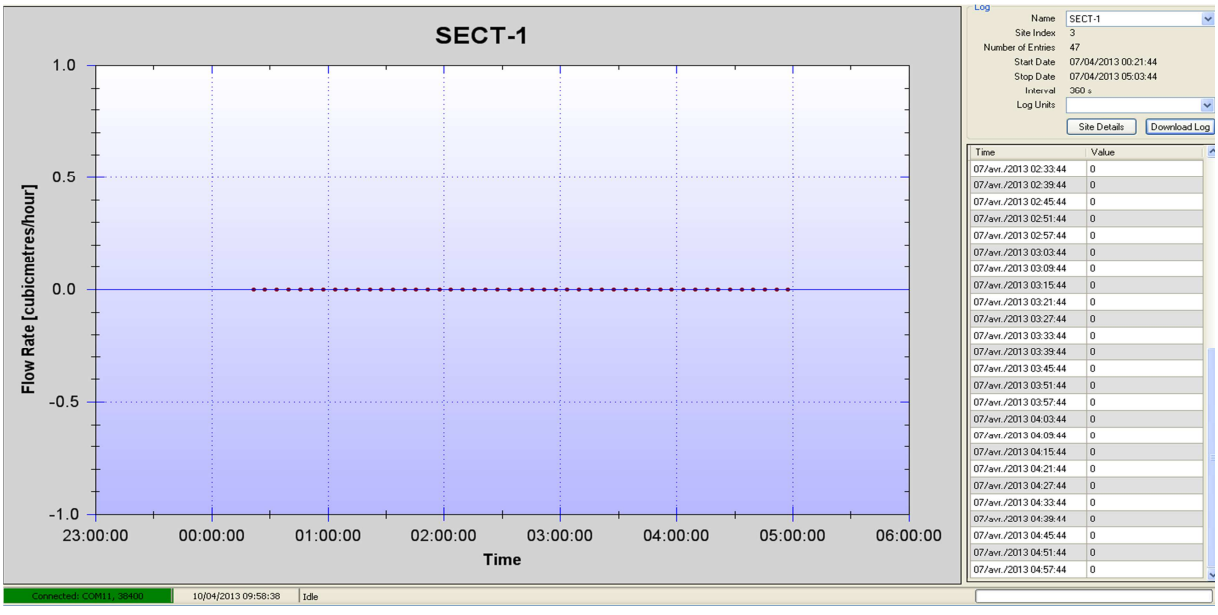


Figure 8 : Résultat de la mesure de débit nocturne du secteur 1

L'observation d'un débit nul entre 00 heure 30 et 05 heures renseigne la parfaite connaissance de toutes les activités nocturnes de la zone de mesure mais aussi montre son état d'étanchéité

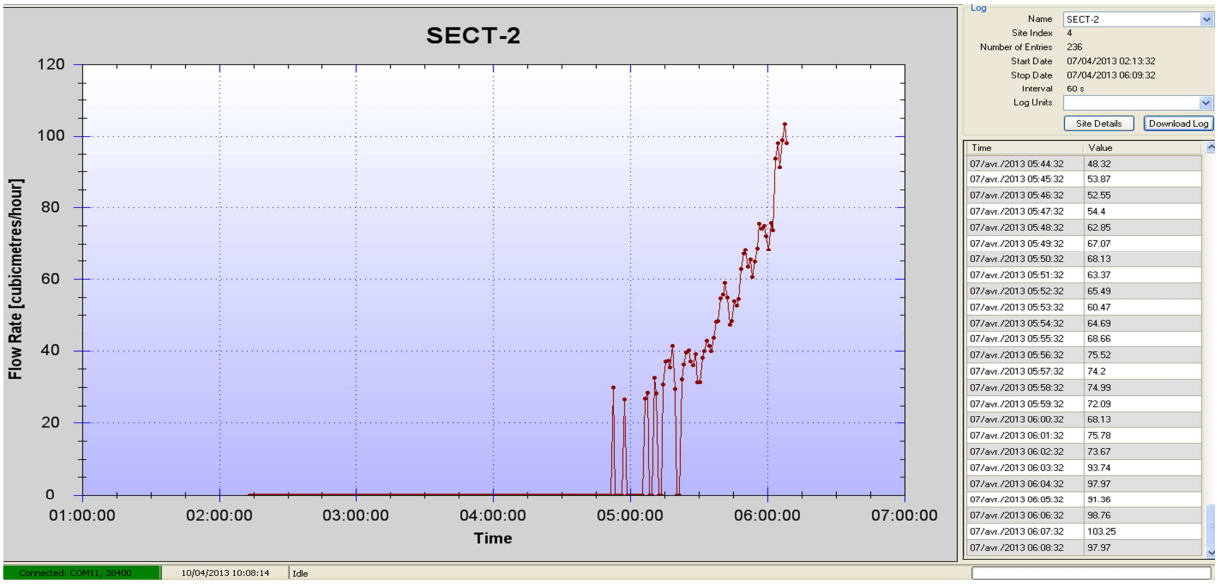


Figure 9 : Résultat de la mesure de débit nocturne du secteur 2

Le graphe ci-dessus montre un secteur étanche, une bonne appréhension des acteurs nocturnes et aussi une reprise normale des consommations peu avant 5 heures.

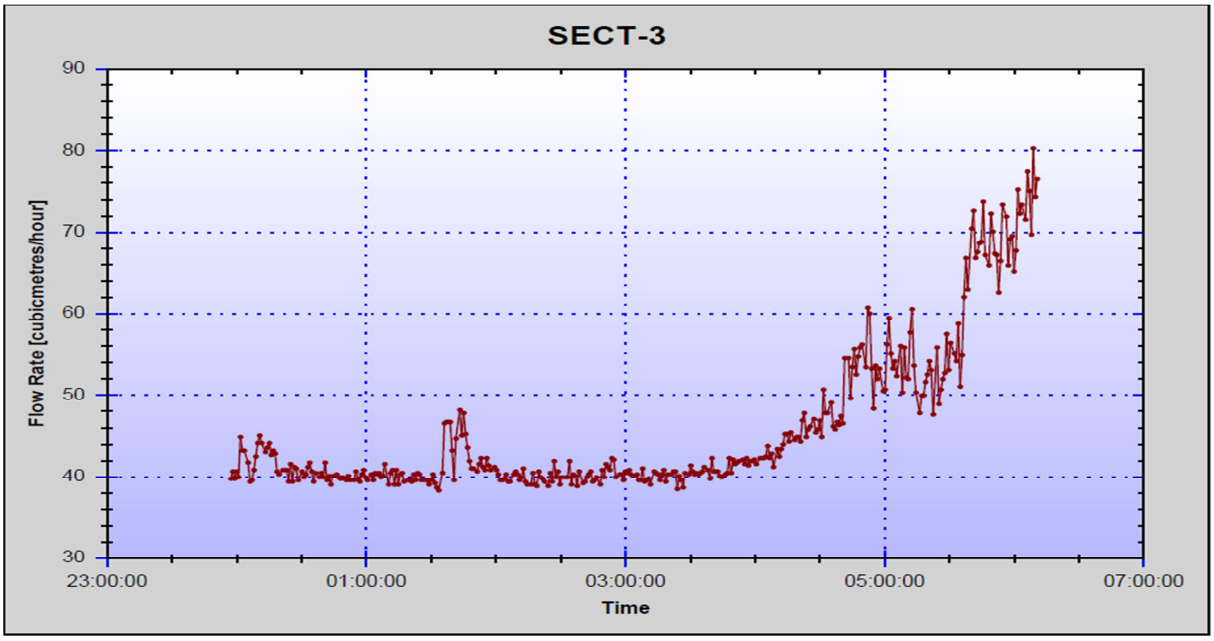


Figure 10 : Résultat de la mesure de débit nocturne du secteur 3

Au niveau de ce secteur, on enregistre un débit quasi permanent d'environ 40 m^3 / h de 0 heure à 4 heures. Toutefois des pics de consommation s'observent entre 1 heure 30 et 2 heures et peuvent se révéler être des abonnés ayant une activité nocturne mais non identifiés. Néanmoins, le niveau stable de ce débit pourrait représenter celui des fuites diffuses. Il convient dans l'immédiat de mener des investigations afin d'en donner une explication.

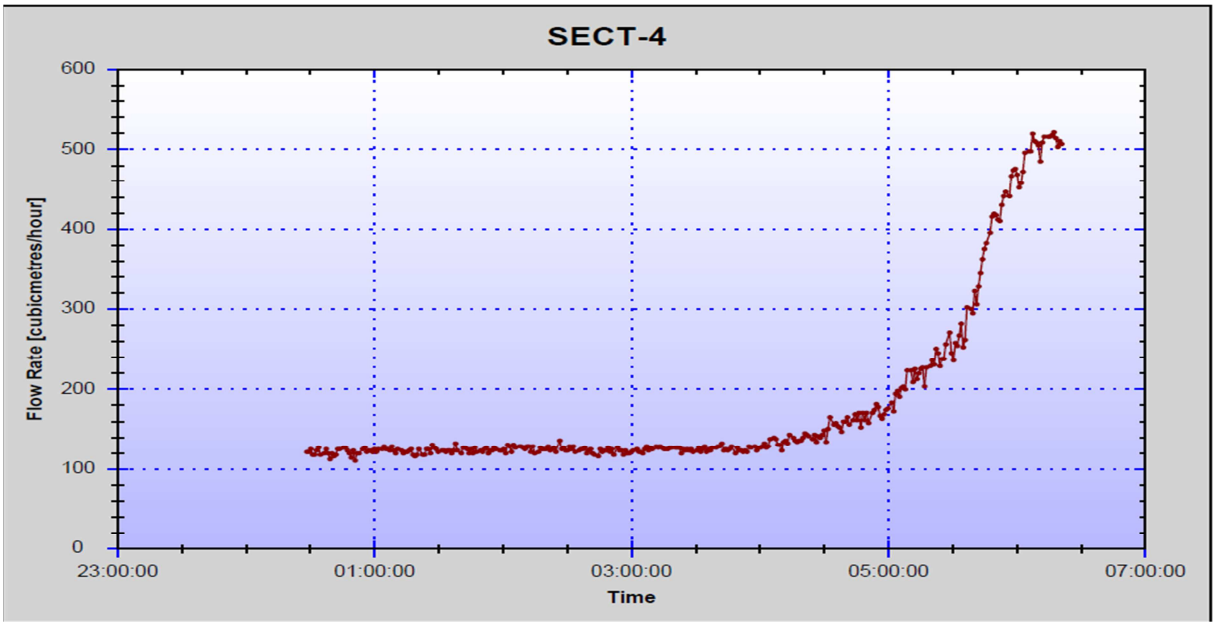


Figure 11 : Résultat de la mesure de débit nocturne du secteur 4

Pour cette zone de mesure, un débit important et stable est observé depuis l'installation du débitmètre à 0 heure 30 qui s'est poursuivi peu après 4 heures avant de connaitre une évolution caractérisant le réveil de l'autre partie de la cité. Cette observation peut s'expliquer par le fait que le secteur concerné est le cœur de la ville. Les activités ne s'arrêtent quasiment jamais. Néanmoins, ce débit peut bien cacher une perte pernicieuse. Pour cela l'instrumentalisation d'une campagne de recherche de fuites s'impose en vue de cerner les contours de cette consommation.

Dans l'objectif de rechercher une explication sur l'importance du nombre de fuites observées afin de proposer des solutions appropriées et durables, nous avons regroupé ces fuites dans les entités géographiques de tournées. On remarque que certaines sont plus fuyards (tournées 01 ; 03 ; 13 ; 15 ; 17 et 18). Cela a nécessité la réalisation de mesures de pression dans ces tournées.

Tableau VII : Etat des surpressions dans les tournées

Tournées	Période de mesure	Pression Min (m)	Pression Moy (m)	Pression Max (m)	Nbre fuites
01	20 au 23/05/2013	8,26	47,08	67,20	276
03	20 au 23/05/2013	-0,8	35,10	61,40	442
13	20 au 23/05/2013	1,47	43,60	71,58	202
15	20 au 23/05/2013	-1,81	23,40	47,49	299
17	20 au 23/05/2013	-0,72	39,60	49,92	495
18	20 au 23/05/2013	8,11	62,70	92,46	315
19	20 au 23/05/2013	8,60	37,16	42,66	115

Ce tableau nous permet de percevoir la relation étroite qui lie l'importance du nombre de fuites à la pression qui règne dans les canalisations. Le cas des tournées 03 et 17 s'explique par des amplitudes importantes de la pression.

4.3.4 Analyse des pressions de la zone 5

La connaissance de la pression permet l'observation du bon fonctionnement ou de la dégradation de la pression de service sur l'ensemble du réseau de la zone 5, et d'en faire un état comparatif avec la proportion de fuites qui s'y produisent. Pour cela nous choisissons d'observer les pressions aux nœuds en ignorant l'existence du réducteur de DN 200 c'est-à-dire qu'il soit caractérisé comme une simple vanne.

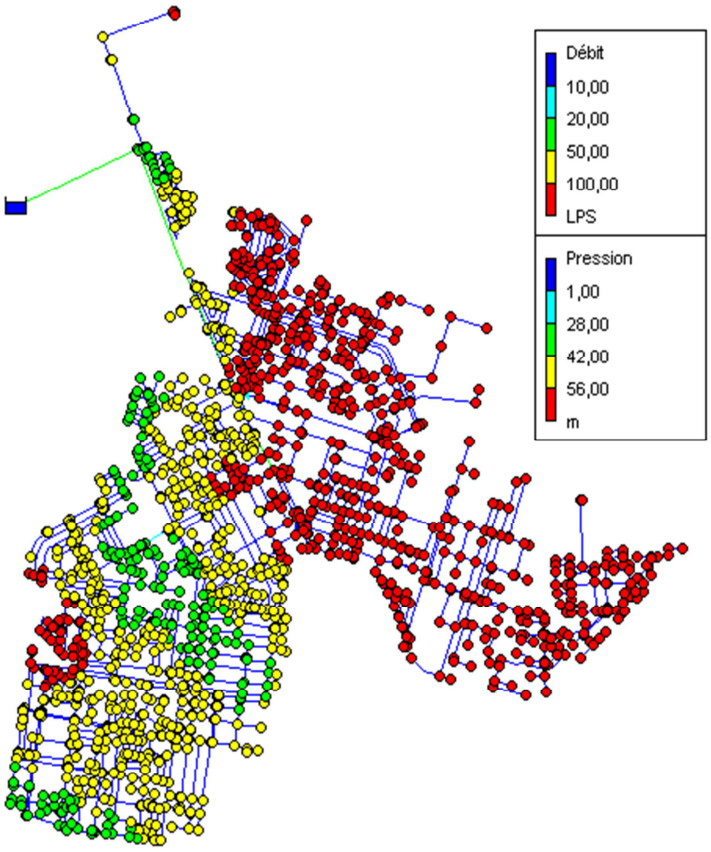


Figure 12 : Etat des pressions montrant le dysfonctionnement des réducteurs

On se rend compte qu'une importante partie de la zone enregistre des pressions au-delà de 5 bars. Cela est en phase avec les mesures réalisées avec les Loggers, montrant un dysfonctionnement des réducteurs existants, ou, qu'un maillage indu annihile l'effet du

second. Les consommations utilisées pour la simulation sont celles de juillet, mois de faible utilisation de l'eau, dont les conséquences sont des surpressions. Le constat est fait, que dans la configuration actuelle du réseau, la défaillance d'un des réducteurs a des conséquences graves sur son fonctionnement en termes de pression.

Cette donne fait de ces réducteurs des organes critiques de premier degré et commande que leur suivi soit plus rigoureux.

Nous allons établir le bilan d'eau de la zone pour apprécier l'état de performance actuelle, avec les données sur l'activité menée au cours de l'année écoulée.

4.4 Réalisation du bilan d'eau selon l'IWA

4.4.1 Les intrants à la réalisation de ce bilan

Le Volume d'eau introduit dans le réseau de la zone 5 (**Qi**) : C'est le volume distribué à partir du réservoir de Bama (**4 280 893 m3**)

Consommation autorisée et facturée ($\mathbf{Q_{AF}}$) : C'est le volume d'eau issu de la facturation ONEA des catégories 1 à 9 (différence des index des compteurs) (**2 979 375 m3**) et le volume estimé et facturé (**57 391 m3**)

Consommation autorisée non facturée ($\mathbf{Q_{ANF}}$) : C'est le volume consommé pour la protection civile ainsi que le volume des purges réseau (**302 m3 et 169 m3**)

Eau non vendue: C'est le volume résultant de la différence entre le volume introduit (**Qi**) et celui consommé facturé ($\mathbf{Q_{AF}}$)

Perte en eau ($\mathbf{Q_P}$) : Il est égal à (**Qi**) moins ($\mathbf{Q_A}$)

Pertes apparentes ($\mathbf{Q_{PA}}$) : C'est le volume des pertes d'eau par le biais des erreurs de comptage estimé à **174 333 m3** et celui du à la fraude estimable à 0,25 % du volume introduit dans le réseau (Thornton) et vaut (**10 702 m3**)

Pertes réelles d'eau ($\mathbf{Q_{PR}}$) : C'est ($\mathbf{Q_P}$) moins ($\mathbf{Q_{PA}}$)

Cependant il faut noter que les données disponibles et collectées pour cette étude ne fournissent pas assez de détails permettant la réalisation d'un bilan tel que voulu par l'IWA. De par leur nature, certaines ne peuvent être estimées de façon satisfaisante. Il s'agit des pertes réelles et ses différents composants tels que les fuites sur conduites et les fuites sur branchements.

Le tableau ci-dessous présente le bilan d'eau de la zone 5 sous le format IWA.

Tableau VIII : Bilan d'eau de la zone 5, année 2012.

<table>
<tr><td rowspan="4">Volume introduit Qi

4 280 893</td><td rowspan="2">Consommation Autorisée QA

2 979 846</td><td>Consommation Autorisée Facturée (QAF)
2 979 375</td><td>Eau Facturée
2 979 375</td></tr>
<tr><td>Consommation autorisée non facturée (QANF)
470</td><td rowspan="3">Eau Non Vendue

1 302 000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Perte en eau QP

1 301 000</td><td>Pertes apparentes QPA
174 000</td></tr>
<tr><td>Pertes réelles QPR

1 127 000</td></tr>
</table>

Le niveau de 30% pour l'eau non vendue dans la zone 5 de Bobo pour l'année 2012 est relativement élevé par rapport à la moyenne globale de l'ONEA. Cette situation peut être ramenée à des proportions acceptables si des actions vigoureuses sont entreprises.

4.4.2 Les indicateurs de performances et leurs interprétations

Des indicateurs techniques et financiers ont été calculés pour éclairer la compréhension de l'impact des pertes d'eau pour les sociétés d'eau.

Tableau IX : Indicateurs de performance de la zone 5 de bobo

INDICATEUR DE PERFORMANCE		VALEUR
Indicateur de perte financier (FCFA)		**166 251 336**
Indicateur technique de perte	Qsl (litres/km/j)	**14 790**
	Qscl (litres/brcht/j)	**279**
PRAA (l/j)		**3 086 888**
PRAI (l/j)		**824 088**
ISF		**3,7**
IGP		**3,1**
PRAIa		**300 792**
Coût de mesures de contrôle actif des fuites		**75**
Economie potentielle réalisable (SPA)		**102 328 450**

- **Indicateur de performance financier** (PA):

  Cet indicateur montre l'ampleur des pertes financières correspondant au volume d'eau perdu par le comptage et les fuites. Il ne tient pas compte des pertes dues à la fraude. Néanmoins ce montant aurait permis d'assurer l'approvisionnement en produits chimiques avec :

  PA = (Q_{ANF}+ Q_{PA}) x C_{PV}+ Q_{PR} x CP

  Où :

  PA = [FCFA] Pertes annuelles

  Q_{ANF} = [m³] Volume de la consommation autorisée non facturée

  Q_{PA} = [m³] Pertes apparentes

  Q_{PR} = [m³] Pertes réelles

  C_{PV} = [FCFA/m³] Prix de vente = **459** FCFA/m^3

  C_P = [FCFA/m³] Coût de production = **76,75** FCFA/m^3

- **Indicateurs techniques de perte (Q_{PS}, Q_{PBJ})** :

  Assimilables à l'indice de perte linéaire, ils montrent les quantités d'eau perdues quotidiennement par kilomètre de réseau et de branchement. Selon la classification de la World Bank Institute (WBI), nous appartenons à la catégorie C. Cela montre que les pertes par les fuites sont importantes et il convient d'intensifier les efforts pour leur réduction. Ils s'obtiennent comme suit :

  Q_{PS} = Q_{PR} / L_R x 365

  Q_{PBJ} = Q_{PR} / N_B x 365

  Où :

  Q_{PS} = [m³/km/j] Pertes en eau spécifiques

  Q_{PR} = [m³/an] Pertes en eau annuelles

  L_R = [km] Longueur du réseau (sans les conduites des branchements)

  Q_{PBJ} = [m³/branchement/j] Pertes en eau par branchement et par jour

  N_B = [-] Nombre de branchements

- **Indicateurs de pertes réelles annuelles et inévitables (PRAA, PRAI)**:

  Ils montrent que la stratégie de gestion des fuites doit être améliorée pour réduire davantage les volumes perdus.

PRAA = Q_{PR} x 103/ Njrsp

Où :

PRAA = [l/j r.s.p.] Pertes réelles annuelles actuelles

Q_{PR} = [m³/an] Pertes réelles annuelles

Njrsp = [-] Nombre de jours où le système est sous pression

PRAI = (18 x L_R+ 0.8 N_B+ 25 x L_P) x P_M

Où :

PRAI = [l/jour r.s.p.] Pertes réelles annuelles inévitables

L_R = [km] Longueur du réseau (sans les conduites des branchements)

N_B = [-] Nombre des branchements

L_P = [km] Longueur des branchements privés au-delà de la limite de propriété

P_M = [m] Pression moyenne d'exploitation

- **Economie potentielle réalisable** :

  Elle est une projection du bénéfice possible si des efforts de réduction des pertes étaient entrepris. Ainsi il est indispensable que l'ONEA se forge un coût de contrôle actif des fuites à la hauteur de ses ambitions. Nous estimons qu'une réduction du coût de production de 50 FCFA peut permettre l'acquisition de matériel et équipement de recherche de fuites.

  EP_A= (Q_{ANF}+ Q_{PA}) x C_{PV} + (Q_{PR} - PRAIA) x (C_P - C_{CAF})

  Où :

  EP_A = [FCFA] Économies potentielles annuelles

  Q_{ANF} = [m³/an] Volume de la consommation autorisée non facturée

  QP_A = [m³/an] Pertes apparentes

  C_{PV} = [FCFA/m³] Prix de vente

  Q_{PR} = [m³/an] Pertes réelles

  $PRAI_A$ =[m³/an] Pertes réelles annuelles inévitables (= PRAI x 365 / 1.000)

Le bilan d'eau et ses indicateurs établissent clairement que 13 % des pertes sont des pertes apparentes proviennent et 73 % des pertes réelles. Cela recommande que des mesures appropriées soient identifiées pour lutter contre ces pertes, surtout celles liées aux fuites.

Ainsi nous pensons que le sous zonage qui permet le contrôle des différents flux et la modulation de la pression seront des outils à mettre immédiatement en place.

V. CONCEPTION DES «DISTRICT METERED AREA» OU SECTEURS DE DISTRIBUTION MESURES

5.1 Réalisation du modèle de la zone 5

5.1.1 Hypothèses

Le modèle mathématique du réseau d'eau potable de la zone 5 de Bobo-Dioulasso a été réalisé sur la base de :

- Données numériques d'altitudes
- Plan numérique du réseau de la zone 5 existant auprès du service SIG de Bobo-Dioulasso
- Niveau d'eau à mi-hauteur dans le réservoir de Bama
- Données de consommation d'eau de juillet 2012 extraites de l'AS400
- Vérification de l'étanchéité de la zone 5.

Il a été également considéré que toutes les conduites ont la même rugosité de 110, et la formule de William-Hazen a été utilisée.

Le modèle a été créé dans l'environnement ArcView3.2a et simulé dans EPANET à l'aide de l'extension DC-Water design. Ainsi différents cas de comportement du système peuvent être analysés.

5.1.2 Les éléments du modèle

a) Les nœuds

Chaque nœud du réseau peut signifier un départ d'antenne, un changement de diamètre ou une desserte d'abonnés. La modélisation d'un nœud est un point caractérisé par :

- La cote au sol du point représenté
- Le nombre d'abonnés les plus proches rattachés au nœud, qui représente aussi un volume journalier de consommation
- La répartition journalière des consommations du groupe d'abonnés

b) Les tronçons

Les tronçons représentent les canalisations entre deux nœuds du réseau et sont caractérisés par :

- Leur longueur
- Leur diamètre intérieur
- Leur rugosité
- Leur service en route

c) Le réservoir

C'est un nœud particulier de charge fixée et ou le niveau de charge fluctue entre deux limites haute et basse. Il est aussi caractérisé par :

- La cote au sol
- La cote du radier et celui du trop-plein
- Le type d'alimentation (par le fond ou par surverse)

d) Le profil de consommation

Il est obtenu par l'observation des habitudes de consommation des abonnés de la zone sur une longue période. Dans notre cas, elle est issue du relevé chaque heure de l'index du compteur sortie du réservoir de Bama.

Tableau X : Tableau de répartition des consommations journalières des abonnés

Heures	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Répartition des consommations	6,3%	6,6%	6,8%	4,4%	3,3%	2,7%	2,2%	1,9%	1,7%	1,5%	1 ,6%	1,6%

Heures	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Répartition des consommations	1,7%	2,5%	4,9%	6,2%	9,3%	5,3%	3,6%	7,4%	3,8%	4,8%	5,2%	4,9%

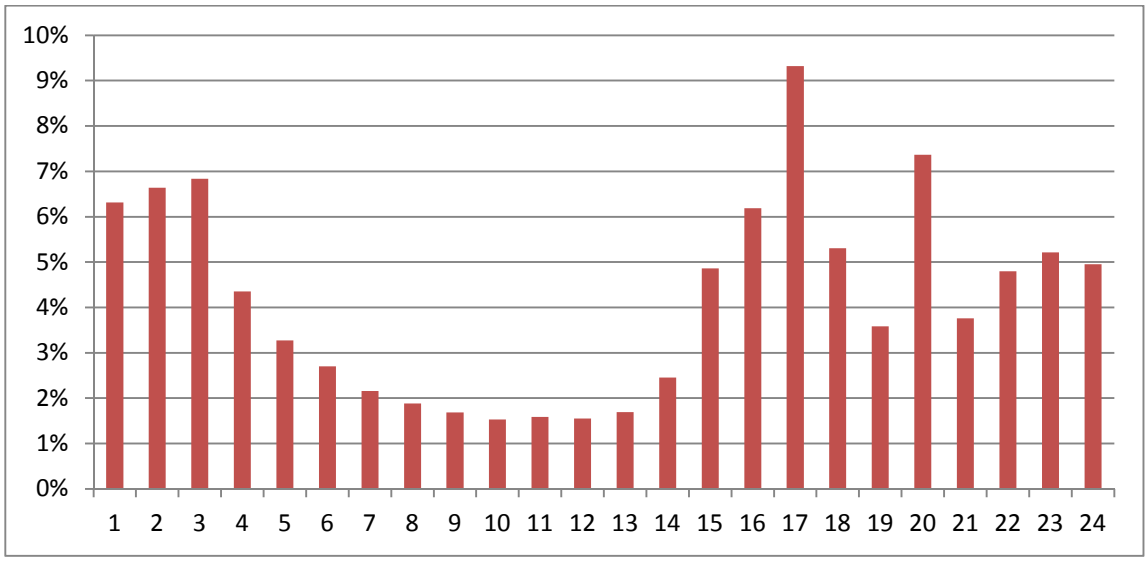


Figure 13 : Courbe de répartition des consommations journalières des abonnés

5.1.3 Simulation et analyse de la zone 5

Un des objectifs de la réalisation du modèle étant le positionnement de régulateur de pression, il est donc judicieux de prendre le cas du mois de plus faible consommation (c'est-à-dire celui de juillet) pour la simulation. En effet, c'est pendant ce mois que les pressions sont les plus fortes dans le réseau. Bien positionner les régulateurs pendant ce mois permettra de résoudre le problème de surpression dans le système.

Il faut signaler que, déjà dans le système d'alimentation en eau de la zone 5, deux réducteurs de pressions étaient positionnés.

Les résultats de la simulation sans les deux réducteurs, ont montré qu'une importante partie de la zone se trouve à une pression supérieure ou égale à 5 bars (la zone en couleur rouge).

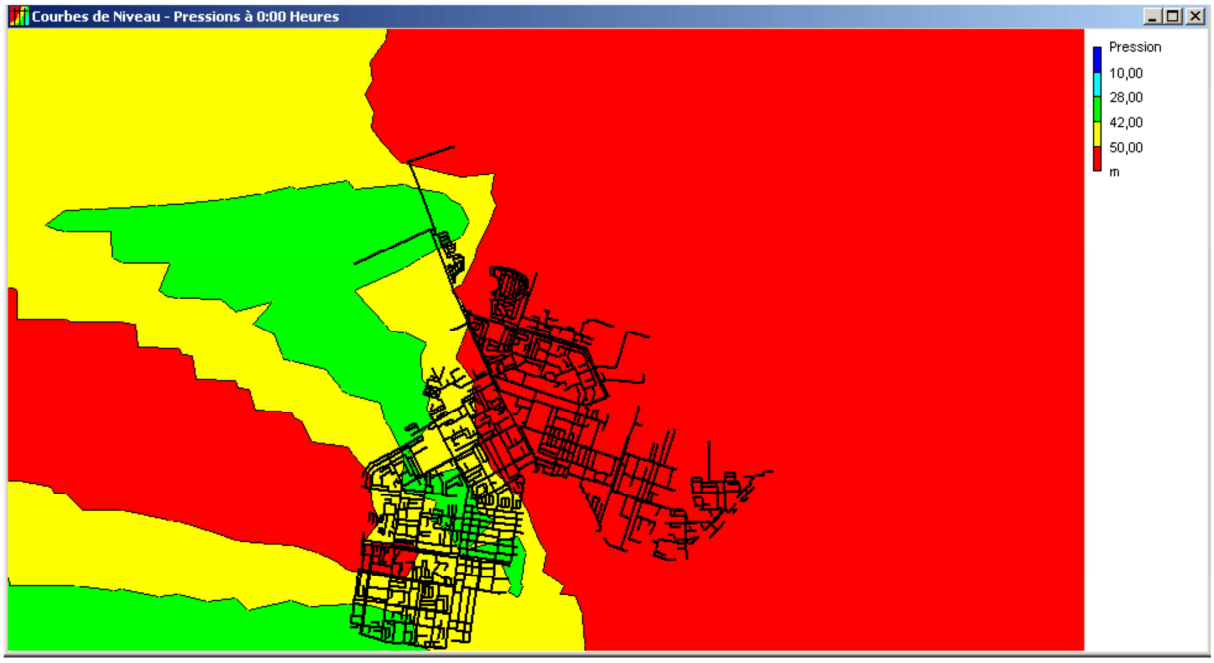


Figure 14 : Courbe de niveau des pressions dans la zone 05 sans réducteurs

5.1.4 Calage du modèle

Le modèle précédemment défini n'est pas exploitable comme tel car bien que les paramètres géométriques (longueurs, diamètres, côtes et consommations) soient renseignés correctement, il faut veiller à ce que le modèle soit le plus proche possible de la réalité, c'est-à-dire que les résultats produits par les simulations actuelles soient similaires à ceux recueillis sur le terrain.

Pour notre cas, la donnée disponible sur le fonctionnement actuel du système est la mesure de pression, obtenues des enregistreurs automatiques.

Pour caler, le modèle a donc été confronté en certains points aux mesures réalisées sur deux points que sont J-872 et J-1074. La comparaison entre les valeurs simulées et les valeurs mesurées au niveau de ces deux nœuds donne les résultats suivants :

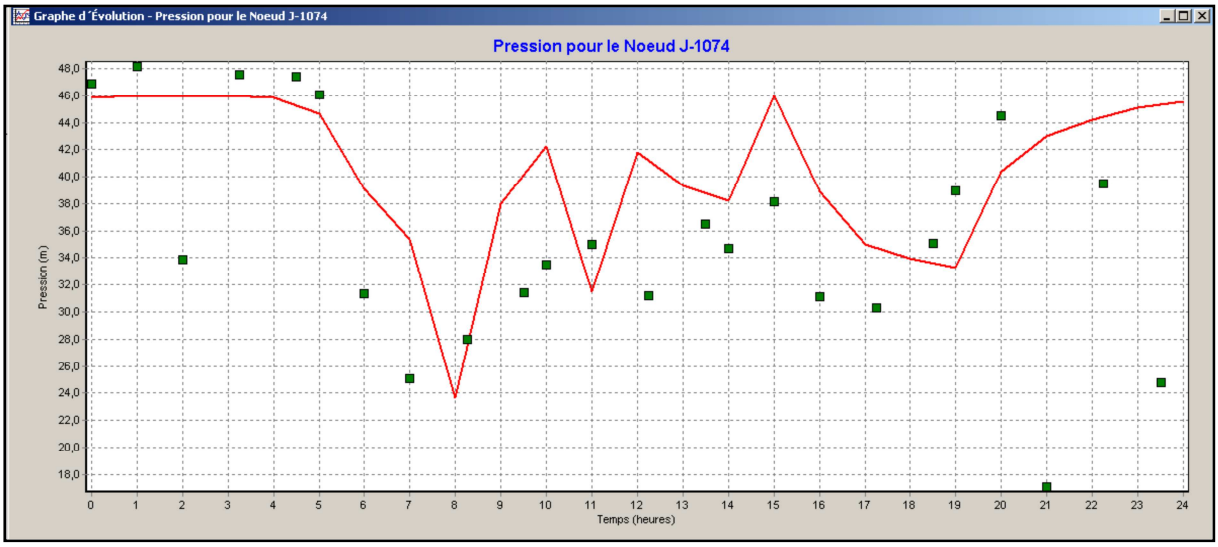


Figure16 : Comparaison entre les valeurs simulées et les pressions mesurées au nœud J-1074.

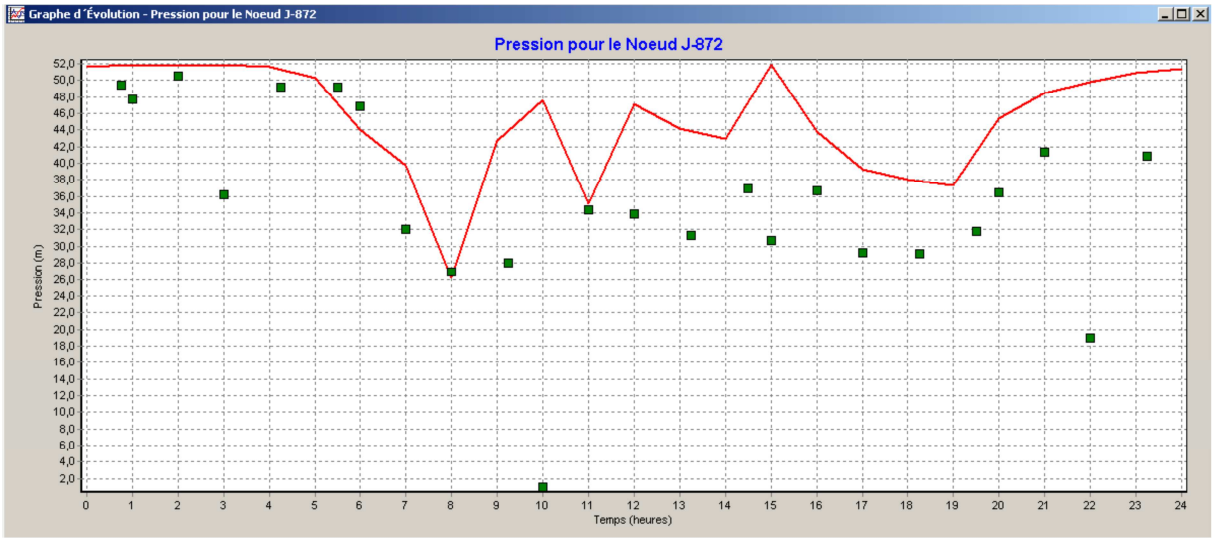


Figure 17 : Comparaison entre les valeurs simulées et les pressions mesurées au nœud J-872.

On constate qu'au niveau de ces deux points, les valeurs simulées ne sont pas très éloignées des valeurs mesurées. D'autre part, ces deux points se trouvent du même côté que le réservoir de BAMA et ne sont pas sous l'emprise des réducteurs de pression déjà installés. Cela confirme le doute que nous avons sur les consignes réelles de pression appliqués aux réducteurs.

5.2 Mise en place des secteurs

La mise en place des secteurs de distribution constitue une option dans la démarche de diagnostic et de gestion des réseaux d'eau potable. De plus, cette disposition offre la possibilité d'obtenir des données à des échelles spatiales et temporelles plus fines permettant d'apprécier les performances du secteur et de hiérarchiser les actions à mettre en œuvre. C'est dans cette vision que notre étude qui vise à contribuer à l'amélioration des performances de la zone 5 nous le recommande.

5.2.1 La conception

L'étude des plans de réseau mis à jour, a permis une délimitation primaire des secteurs selon les possibilités et sur la base des critères suivants :

- Le respect des entités de tournées dans la composition des secteurs autant que possible
- L'alimentation du secteur par une seule branche d'entrée
- L'optimisation du nombre d'organes à installer pour la délimitation des secteurs visant à minimiser les dépenses.
- Le nombre d'abonnés compris entre 500 et 3 000
- La réalisation des conditions optimales de desserte dans le secteur

Les propositions faites se présentent comme suit :

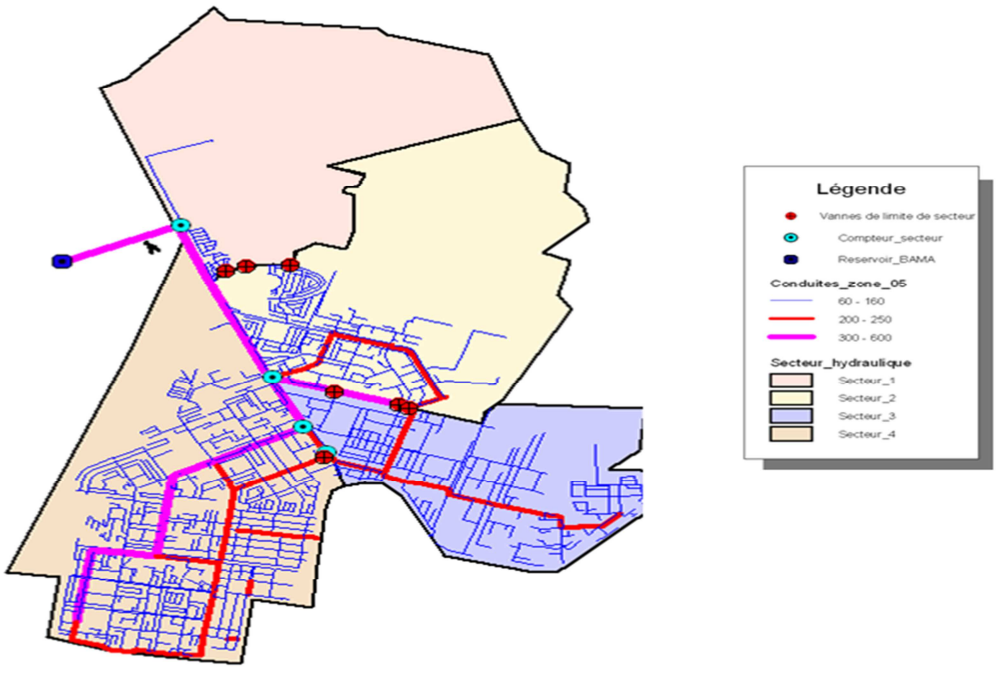


Figure 15 : Limites de secteurs proposées pour la zone 5

Avec les caractéristiques suivantes :

Tableau XI : Caractéristiques des SDM

Secteurs	Nombre Abonnés	Longueur réseau (m)	Etendue (ha)	Densité d'abonnés /km
S1	**775**	**7 834**	**1 041**	**0,099**
S2	**2021**	**50 887**	**1 376**	**0,039**
S3	**4347**	**55 581**	**777**	**0,078**
S4	**5656**	**126 516**	**1 410**	**0,045**

Selon les critères d'établissement des SDM, les secteurs 3 et 4 ont des effectifs d'abonnés au-delà de 3000 et auraient pu ne pas être éligible. Cependant compte tenu de la densité des abonnés au kilomètre voisine des autres secteurs, de l'équilibre de la pression à préserver et du nombre important de vannes à poser pour la séparation, nous avons jugé judicieux de le conserver en l'état.

Après validation des secteurs projetés par la simulation, il sera institué des relevés par abonnés et par secteur pour permettre de constituer une base de données afin de suivre mensuellement et annuellement les rendements par secteur.

5.2.2 La mise en place des outils de mesure

Il s'agira essentiellement de choisir et d'installer des compteurs à l'entrée de chaque secteur. La fiabilité des données à collecter étant de mise, pour une analyse et une interprétation des phénomènes observés, il est important que la classe de compteur et les conditions d'installations soient les meilleurs possibles.

Pour le choix des compteurs de ces secteurs nous considérons les volumes moyens journaliers calculés à partir des consommations annuelles des tournées constituants chaque secteur. Le volume d'eau consommé par les tournées 01, 03, 17, 18, 26 et 46 au cours de l'année 2012 est de 1 271 790 m3. Ce qui correspond à un débit moyen horaire pour une journée de 8 heures, de 440 m3/h pour le **secteur** 4 pour tenir compte des pointes de consommation c'est-à-dire débit maximum. La même approche conduit à 120 m3/h pour le **secteur 3** ; 75 m3/h au **secteur 2 et 1**.

Ces débits, couplés à la recherche de précision dans les mesures des consommations des secteurs, nous conduisent aux choix de débitmètres magnétiques inductifs (MID) suivants :

Tableau XII : Caractéristiques techniques et tarif des compteurs de SDM

Secteurs	Débit moyens (m3/h)	Diamètre (mm)	Débit nominaux (m3/h)	Coûts (€)
1	75	100	100	2050
2	75	100	100	2050
3	120	150	250	2790
4	440	200	400	3090

Compteur-débitmètre Octave

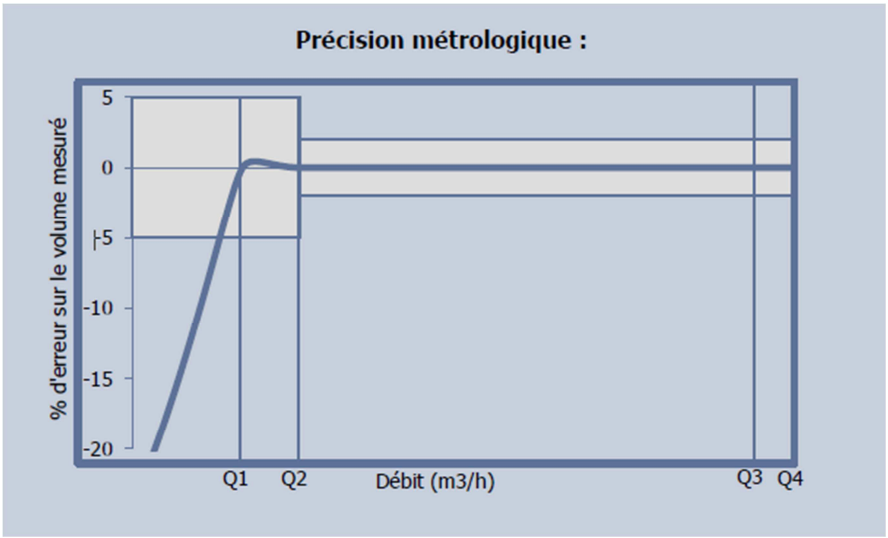


Figure 16 : (source : Catalogue de POLIER WATER version : 11/2012 p. 10)

L'avantage de ce type de débitmètre est qu'il est capable de mesurer avec précision de faibles débits 0,125 m^3/h avec une erreur inférieure à 0,5 % et permet de faire des enregistrements de débits qu'on pourrait utiliser pour apprécier les consommations minimales nocturnes.

5.2.3 Les indicateurs à produire pour le suivi des secteurs

Dans la perspective d'apprécier le fonctionnement des secteurs et pouvoir anticiper sur les dysfonctionnements futurs, il est nécessaire et impératif de constituer une base de données dès le début de l'exploitation de chaque secteur :

- La mesure des consommations nocturnes minimales devront être archivée mensuellement
- Les volumes consommés par secteur

5.3 Mise en œuvre et gestion des SDM

5.3.1 Evaluation de la pression des secteurs

Les SDM tels que délimités et présentés, pour jouer leur rôle d'outils d'aide à la décision de gestion, doivent avant tout permettre aux exploitants de satisfaire aux contrats de service. Dans la mesure où la sectorisation peut apporter des perturbations dans la configuration actuelle, des mesures de pression en situation réelle s'impose.

La figure qui suit donne la situation de ces secteurs aux heures critiques, et doit être un facteur déclencheur pour la normalisation le plus vite possible.

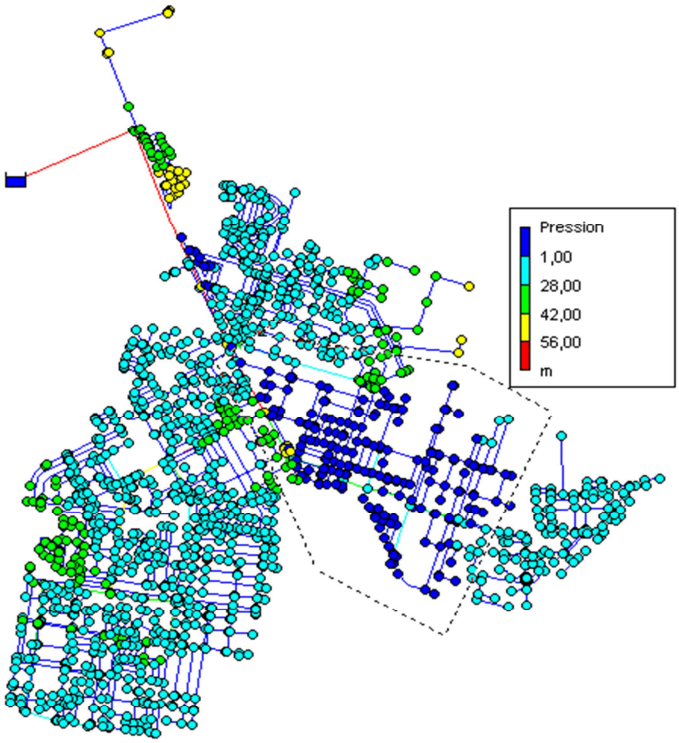


Figure 17 : Déficit de pression dans la SDM 3

La figure nous permet d'observer que certains désagréments vont être ressentis entre 6 heures et 09 heures et à 17 heures de la journée. Cette situation a été effectivement vécue sur le terrain et suscite des interrogations quant à connaissance réelle du réseau dans cette zone. Dans la perspective d'une bonne gestion de ce secteur, il est très recommandé de normaliser la défaillance.

5.3.2 Mesure de la consommation nocturne des secteurs

Dès lors que les secteurs sont en place, il est important de connaitre ses caractéristiques primaires telles la pression moyenne et le débit minimum de nuit. Ainsi, à l'aide des contrôlotrons qui font office de débitmètre de secteur, nous avons suivi l'évolution des débits d'entrée secteur en procédant progressivement à la fermeture des vannes délimitant les secteurs étudiés.

a) Secteur 1

Comme il faut bien le savoir, la détermination du débit minimum de nuit s'entend que les mesures se déroulent aux heures de consommations minimales ou en l'absence de consommation. Pour réussir cette opération, un recensement des potentiels consommateurs de nuit a été réalisé et une communication de proximité faite pour sensibiliser à l'adhésion à l'isolement à la prise entre 1 heure et 4 heures. Le suivi de l'évolution du débit de ce secteur pendant deux nuits successives montre qu'il est étanche avec la sensibilité d'origine du débitmètre.

b) Secteur 2

Le même scénario a été répété sur le secteur 2 et les mêmes conclusions peuvent être tirées pour la tranche horaire de 2 heures à 5 heures.

c) Secteur 3

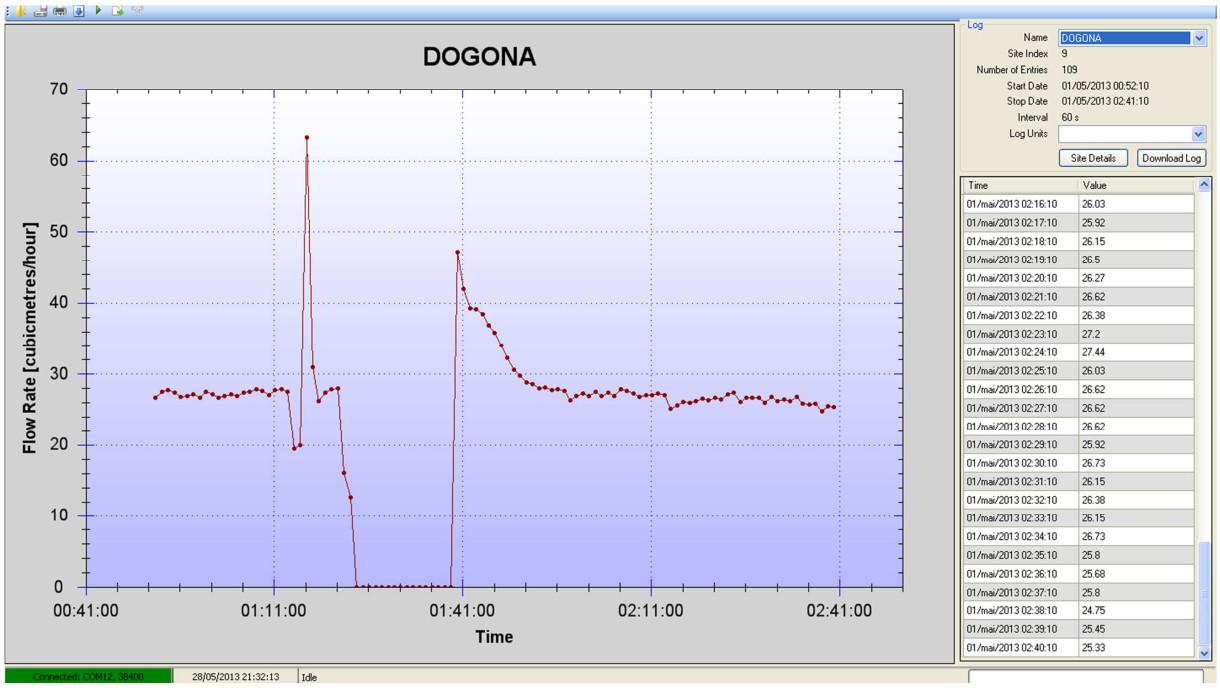


Figure 18 : Recherche de fuites à la SDM 3

Lors de la mesure des débits effectuée sur ce secteur moyennant l'isolement des consommateurs nocturnes, on était arrivé à la conclusion que près de 40 m^3/h d'eau étaient consommés sans explication. En réalité quelque temps après, l'inspection de la zone avait permis de découvrir deux fuites l'une sur une conduite DN110 et l'autre sur un branchement DN32.

Mais l'importance de ces deux fuites ne pouvait justifier les 40 m^3/h. C'est ainsi que la mesure a été reprise avec intention de rechercher d'autres fuites. Le premier constat que l'on fait est que le débit de fuites à rechercher n'est plus de 40 m^3/h, mais de 28 m^3/h. C'est la preuve que le système gagne un débit supplémentaire au bénéfice des abonnés de 12 m^3/h.

La découverte et la réparation de fuites totalisant 12 m^3/h procurent une économie de production d'eau de 105 120 m^3/an en période de forte consommation (mars-avril). Ce gain serait bien plus substantiel en hivernage où ce débit deviendrait plus important sous l'effet de la pression.

La suite des investigations par petites sections facilement isolable avec un nombre réduit de vannes a permis la localisation de la consommation dans une zone encore plus petite. Ce travail n'a pu être fait par nous car le temps imparti était arrivé à expiration. Il est clair que l'importance de la perte commande que ce processus soit poursuivi dans les meilleurs délais pour juguler le phénomène.

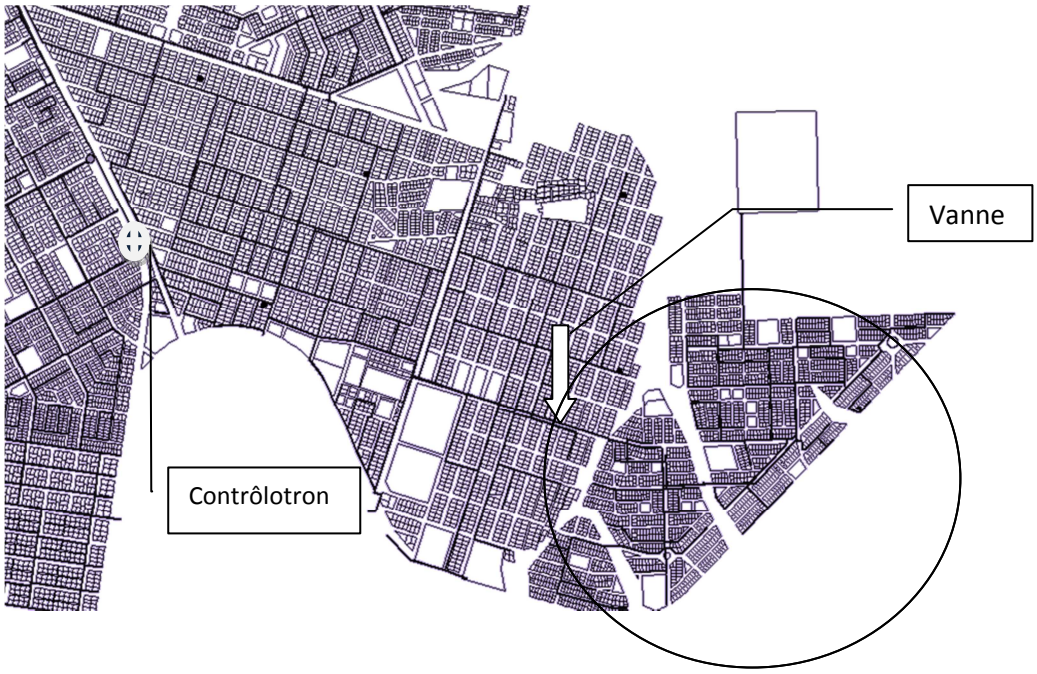


Figure 19 : Point de mesure et la zone réduite à investiguer

d) Secteur 4

Lors des mesures de débits des secteurs, un débit permanent nocturne avait été observé sans que son origine ne soit formellement déterminée. Dans le but de retrouver et d'éradiquer ce qui pourrait être une perte d'à peu près 100 m^3/h, des investigations ont été menées.

Procédant par segmentation du réseau du secteur, nous sommes parvenus à circonscrire la portion de secteur pour laquelle les recherches doivent se poursuivre pour maximiser le gain estimé à 40 m^3/h.

La méthodologie utilisée et les moyens matériels mis à disposition ont permis de mettre en évidence que les pertes réelles, par ailleurs 15 % des pertes totales, constituent la problématique de la zone 5 de Bobo. La preuve est également faite que sa maîtrise, voire son éradication relève du possible et que cela n'appelle qu'une décision.

Ainsi, l'étude recommande fortement que des actions immédiates soient menées en direction de ces deux zones, à la suite de ce processus.

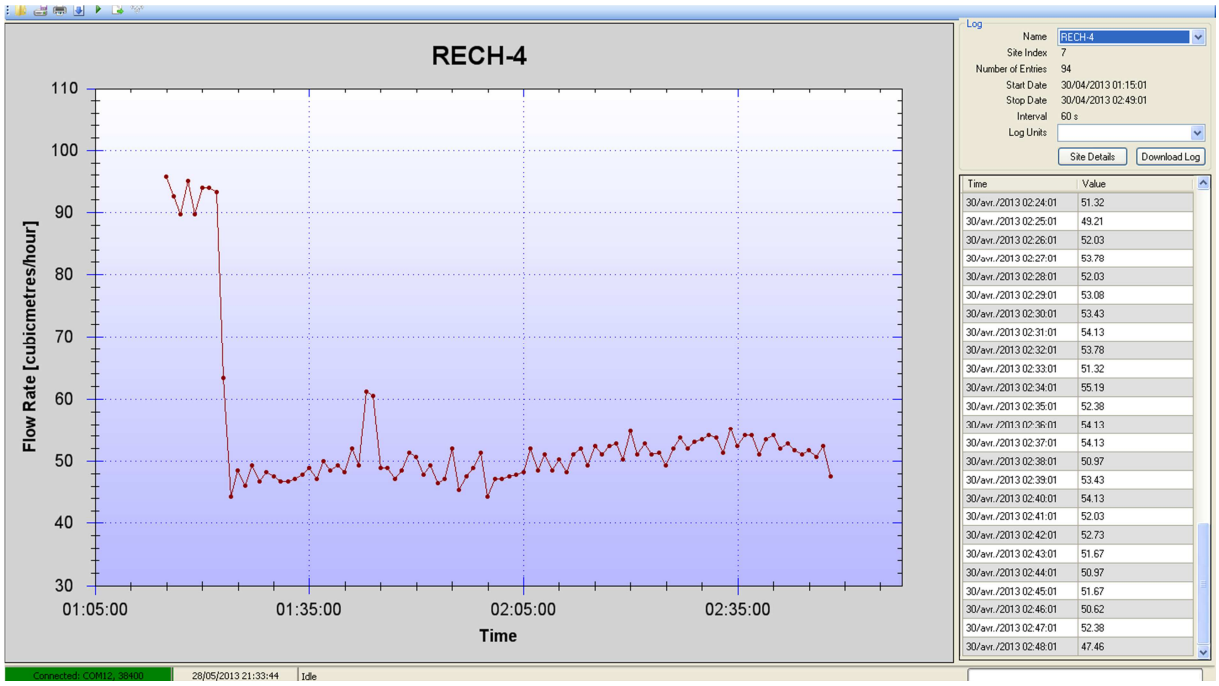


Figure 20 : Débit nocturne estimé du secteur 4

Concomitamment au déficit de confort observé dans le SDM 3 se traduisant par des baisses de pression, au SDM 4, certaines parties sont soumises à la surpression. L'une ou l'autre des situations n'est guère sécurisante car éprouvantes pour les canalisations. Ainsi, si pour l'une la solution réside dans une simple mise à jour, l'autre nécessite un investissement en appareillage de régulation qu'une étude devra permettre de choisir.

5.4 Positionnement de nouveaux stabilisateurs avals de pression

Comme prouvé plus haut, les pertes réelles iront en s'accroissant si la pression dans les réseaux, qui influence les fuites en les intensifiant ou en les créant n'est pas gérée

efficacement. D'où l'intérêt de réguler la pression dans une perspective de diminution de ces volumes.

La simulation nous fait voir que de 20 heures à 5 heures, soit plus du quart du temps deux zones (tournées 03 et 18) restent sous emprise de la surpression. Ce qui confirme que les deux tournées soient parmi les plus fuyards. Aussi l'installation de stabilisateurs aval de pression sur les branches de réseau qui aliment ces zones se justifie. Nous préconisons qu'un stabilisateur soit installé sur la conduite DN 350, dans une chambre à proximité de la parcelle A, lot 2520 à la section DR10. Un deuxième pourrait être installé à la section DN10 lot 2561, parcelle N sur la conduite DN200.

Figure 21 : Stabilisateur aval

Cette gestion sera plus efficace et durable si elle intègre la gestion des infrastructures, dans le but de prévenir le vieillissement avant que n'arrive les défaillances. Il conviendrait d'établir et suivre rigoureusement un programme de renouvellement. Pour cela on adoptera les critères d'âge et de criticité et en tenant des statistiques sur toute intervention.

5.5 Analyse de la rentabilité financière

Réduire les pertes d'eau, c'est assurément dans le but de maitriser les charges d'exploitation et différer au mieux les investissements.

Ainsi, pour se réaliser, toute compagnie d'eaux devrait déterminer le niveau de perte actuelle de son système. Aussi, sa politique de réduction des pertes d'eau et ses objectifs doivent la conduire à identifier des actions à mettre en œuvre.

Une prévision des gains sera définie et un choix de la stratégie opérée afin de déterminer un niveau économique seuil de réduction des pertes sera effectué.

Les questions qui se posent à nous en ce moment, est quel est le niveau de perte actuelle de la zone 5 de Bobo-Dioulasso, et quelles sont les perspectives de gains et avec quelles stratégies ?

Les pertes actuelles se définissent à deux niveaux à savoir :

- Les fuites dues aussi à la pression (PN mal retenue)
- Le mauvais comptage
- Le délai d'intervention.

Le bilan d'eau permet de voir que les fuites sous toutes ses formes sont représentées par les pertes réelles et constitue 26% du volume mis en distribution.

Le défaut de comptage représente 4% soit environ 13 % de perte cumulée, s'évaluant à 102 328 450 FCFA.

Cependant, les gains passent par l'identification des fuites localisées dans les SDM 3 et 4 et en une réduction forte du mauvais comptage.

Pour un débit cumulé de fuites de 68 m^3/h, leur réparation permettra d'engranger près de 269 671 680 FCFA l'an. On n'occultera pas le gain certain en matière d'image de marque que cela procure.

Pour ce faire, deux options stratégiques se dégagent :

- **Gestion des fuites visibles déclarées**

Le niveau actuel de la lutte contre les pertes d'eau à Bobo-Dioulasso, est la traque des fuites apparentes et la vérification du comptage.

Au niveau du service réseau, une organisation est mise en place à partir du personnel, des moyens matériels et logistiques existants. Elle est configurée de la façon suivante :

- Deux équipes de 7 h 30 à 15 h 30
- Une équipe de 15 h 30 à 23 h 30
- Une équipe de permanence de 23 h 30 à 7 h 30

- Un agent de réception des appels (20 97 11 11) ou 80 00 11 11

Cette gestion est axée sur les fuites visibles et rapportées par le bon vouloir de la population. Pour cela un centre d'appel appelé 11-11 est mis en place pour recevoir les appels en cas de fuites. Dès la réception, un repérage sur le plan réseau SIG est fait grâce aux coordonnées recueillies auprès de l'appelant, puis un bon de réparation est constitué, archivé et un imprimé est transmis à l'équipe de l'heure pour intervention. On peut constater que le seul moyen d'action dans ces conditions sur les pertes est la rapidité de l'intervention, la localisation et la disponibilité de matériels adéquats pour arrêter la fuite.

Au niveau du service clientèle, existe un atelier d'étalonnage des compteurs clients puis de remplacement selon la disponibilité en compteurs. Le macro-comptage est rarement sujet à vérification, vu l'envergure du banc d'étalonnage.

Il est alors clair que la lutte actuelle pour la réduction des pertes en eau n'est pas approprié, car ne s'attaquant pas aux fuites diffuses plus complexes et n'utilise pas les moyens technologiques adaptés comme la corrélation acoustique.

Ainsi il est aisé de comprendre que le niveau des pertes actuelles est imputable au niveau faible de lutte.

- **Gestion par le contrôle actif des fuites**

La présente étude est une preuve tangible qui montre clairement que les responsables de l'ONEA veulent faire du contrôle actif des fuites, leur nouvelle stratégie de réduction des pertes d'eau. En effet, les termes de références commandent des résultats comme : réalisation de secteurs de distribution mesurés (SDM), proposition de sites de pose de régulateurs de pression et évaluation des résultats, qui constituent une approche de gestion actuelle et appropriée.

Ainsi, dans la mesure où il existe des bases de données d'intervention et de cartographie du réseau, nous proposons que la réalisation des modèles hydrauliques, suivi des SDM soient poursuivis particulièrement à Bobo-Dioulasso pour permettre l'enregistrement des débits et de pressions en vue d'effectuer un bilan d'eau annuel par SDM. Pour cela, il conviendra de créer des équipes SDM à émuler et de promouvoir de bonnes relations de travail pour favoriser le travail d'équipe interservices. Cette approche permettra de développer la connaissance accélérée des fuites et leur réparation. Puis, une coordination au niveau de l'ONEA doit être mise en place pour être dépositaire des données collectées et consolidées pour assurer une gestion plus ciblée.

VI. RECOMMANDATIONS

Au terme de la présente étude et au vu des attentes, nous faisons les recommandations suivantes à l'ONEA :

1. Créer quatre SDM comme proposé à la figure 16 pour mieux maîtriser les flux dans la zone 5
2. Mener des actions fortes et immédiates en direction de ces deux zones, à la suite de des investigations commencées pour la zone 5
3. Pour la gestion des fuites dans les délais, renforcer les équipes en personnel et matériel
4. Poser des prises sur les nouveaux types de branchement pour amoindrir les difficultés d'isolement des fuites au compteur
5. Le macro comptage devrait être équipé de compteurs autonomes en énergie pour se soustraire des défauts de comptage suite au délestage
6. Fiabiliser la mise à jour du réseau par transmission des informations sur les anomalies constatée et un reporting continue et rigoureux pour une gestion efficiente des SDM
7. Installer diligemment des régulateurs de pression aux positions [A/ lot 2520/DR10] et [N/lot 2561/DN10}], pour réduire les pertes par le biais des fuites,
8. Faire mention des Pressions Nominales des conduites sur lesquelles surviennent fréquemment les fuites en vue de leurs remplacement par des PN supérieures
9. Optimiser l'organisation de la « section recherche et réparation des fuites »

La mise en œuvre de ces recommandations implique un investissement estimé à 71,2 millions dont le détail figure en annexe 7.

VII. CONCLUSION

Les objectifs principaux de cette étude ont été d'établir un diagnostic des pertes sur le réseau de la zone 5, de le modéliser en situation actuelle et future pour concevoir des SDM afin de lutter activement contre les pertes en eau et de donner une approche pour leur gestion durable. Ils ont tous été atteints.

Cette phase de diagnostic a montré que le comptage n'est pas à son meilleur niveau, que le réseau est soumis à de très fortes pressions dans la plupart du temps entrainant de nombreuses fuites dans le réseau.

Ainsi, la mise en place de secteurs de distribution mesurés (SDM) a été proposée et comporte la mise en œuvre pratique par la pose d'organes et de système de mesure ainsi qu'une organisation à mettre en place.

Cette étude nous a permis d'avoir une vision claire sur les pertes d'eau et des concepts dans un réseau d'eau potable à travers la revue bibliographique mais aussi de proposer des outils pour réduire ces pertes. En menant cette lutte déjà depuis quelques années, les responsables de l'ONEA ont conscience que des améliorations peuvent et doivent être faites.

BIBLIOGRAPHIE

Denis ZOUNGRANA. Juin 2008, Polycopié du cours : approvisionnement en eau potable. 2iE, 120p ;

Manuel du manager sur l'eau non comptabilisée en Afrique, USAID, World Bank Institue, 118p ;

Hélène ZIDA/BANGRE. Décembre 2009, Monographie de la commune urbaine de BOBO-DIOULASSO. INSD, 107p ;

Moufdi LIRATNI. 2011, Guide méthodologique pour le diagnostic des réseaux d'eau potable. Ecole Nationale Polytechnique d'Alger. 99p ;

Mamadou Toumani SISSOKO. Octobre 2010, Méthodes d'évaluation de la pression caractérisant une zone de desserte 100p ;

Eddy RENAUD, Dikra KHEDHAOUIRIA, Marion CLAUZIER, Amir NAFI, Christophe WITTNER et Caty WEREY. Avril 2012. Fiches pratiques 68p ;

Guide pour la réduction des pertes en eau, GIZ, VAG, 252p

Michel N'GUESSAN, 2011, contribution à l'amélioration des performances du réseau d'AEP de la ville de Bobo-Dioulasso

ONEA, 2010. , Plan stratégique 2011-2015.

ONEA-DRB 2011. Rapport annuel 2011

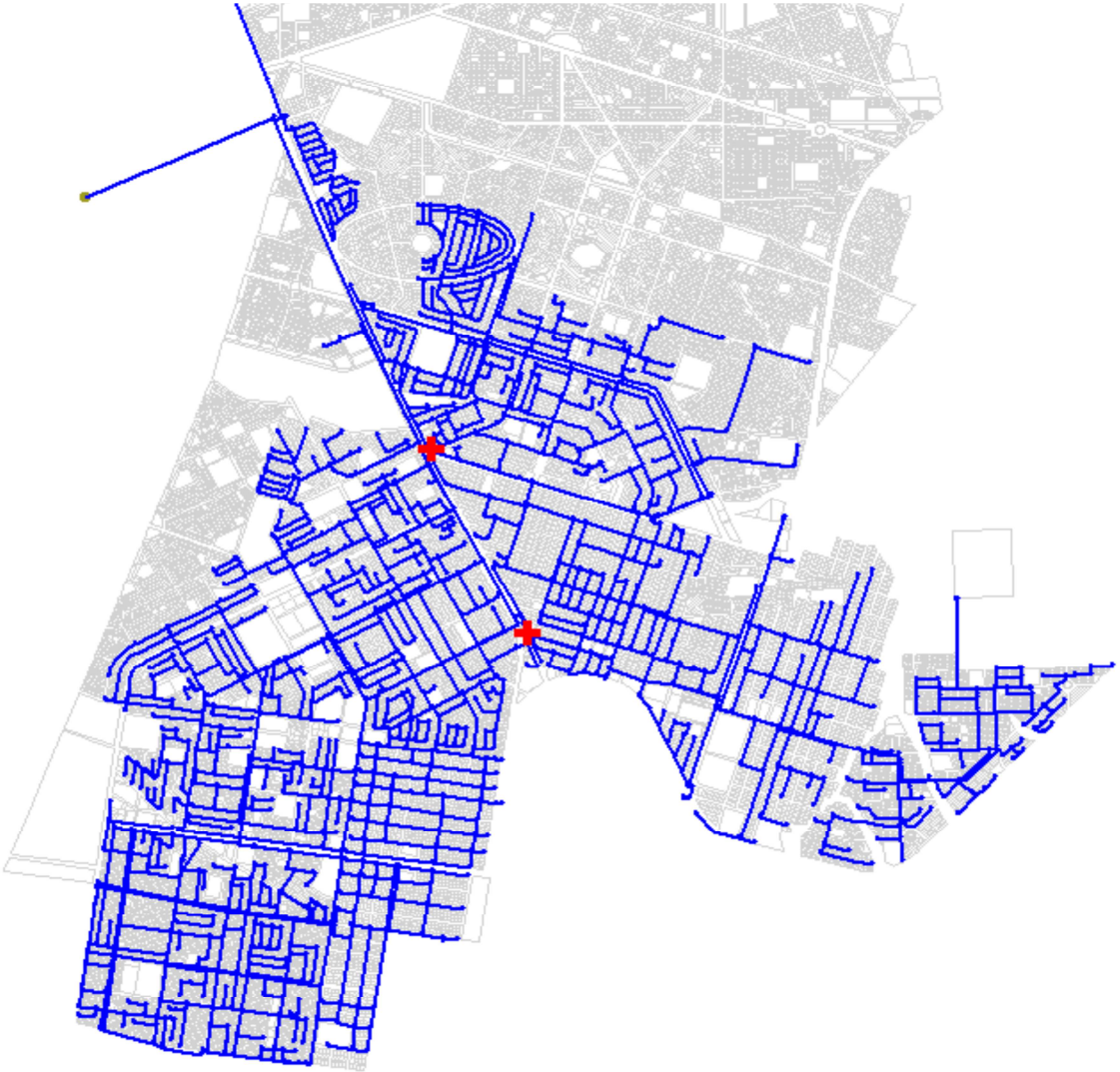
ANNEXES

Sommaire des Annexes

Annexe 1 : Volume d'eau envoyé et consommé dans la zone 5 pendant l'année 2012: 45
Annexe 2 : Emplacement des deux régulateurs existants (en rouge). 46
Annexe 3 : Bilan d'eau de la zone 5, année 2012 47
Annexe 4 : Etat des pressions dans les SDM 48
Annexe 5 : Regroupement des consommations des abonnés par identifiant unique de la parcelle..... 51
Annexe 6 : Investissements ayant permis la réalisation de la présente étude: 52
Annexe 7 : Investissements pour la mise place des SDM 52

Annexe 1 : Volume d'eau envoyé et consommé dans la zone 5 pendant l'année 2012:

Mois	Consommation abonnés (m3)	Consommation BF (m3)	Consommation Total (m3)	Volume d'eau	Pertes d'eau en %
Janvier	146 622	111 102	257 724	371 324	31%
Février	157 553	108 205	265 758	351 988	24%
Mars	156 174	118 951	275 125	380 386	28%
Avril	153 420	115 636	269 056	353 971	24%
Mai	143 027	100 851	243 878	356 436	32%
Juin	128 744	100 006	228 750	347 813	34%
Juillet	125 280	76 154	201 434	314 643	36%
Août	140 805	82 186	222 991	338 835	32%
Septembre	132 210	82 797	215 007	317 163	31%
Octobre	138 724	102 421	241 145	350 427	29%
Novembre	144 602	107 012	251 614	353 198	31%
Décembre	145 428	104 074	249 502	362 607	32%
Total	1 712589	1 209395	2 921 984	4 198 791	

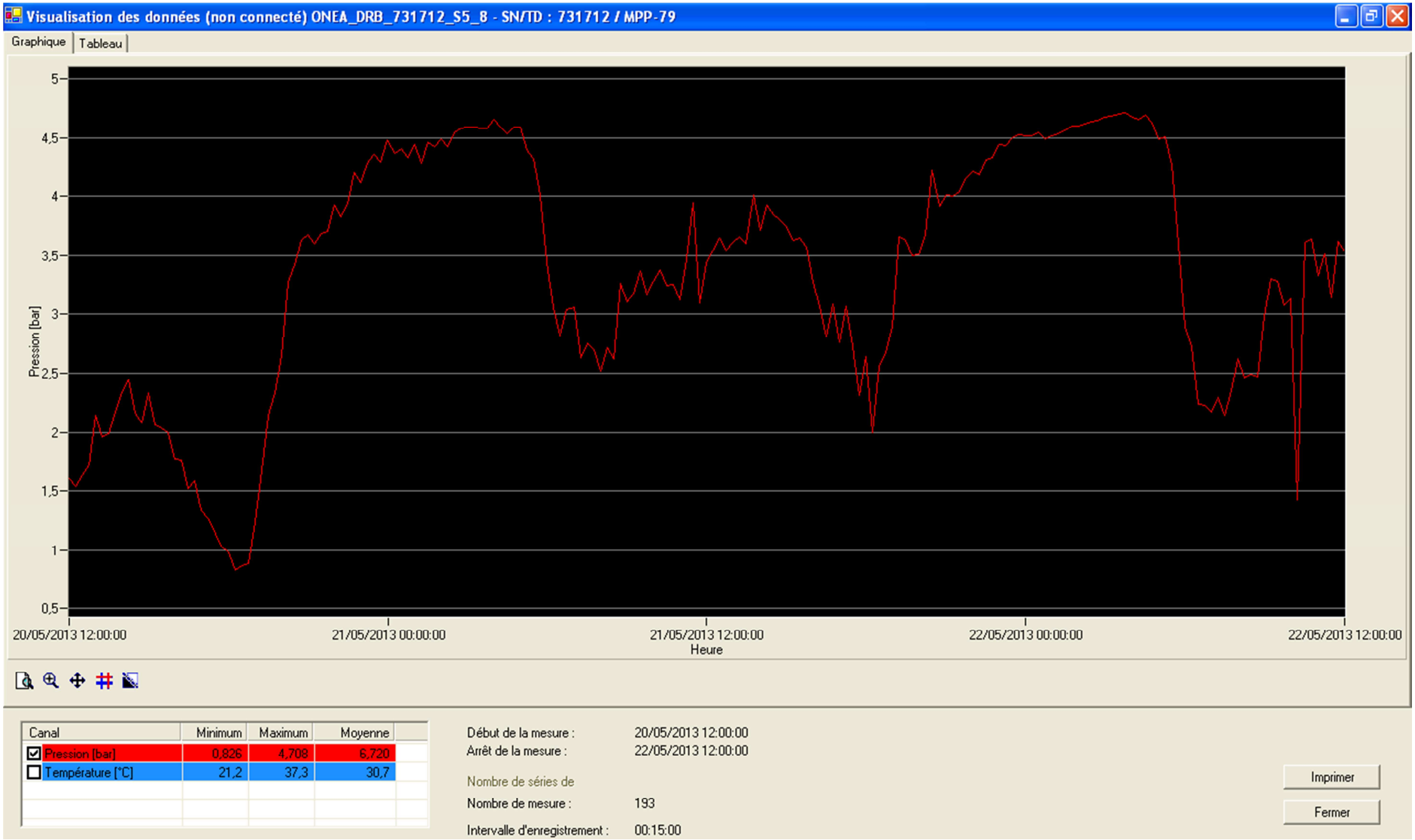


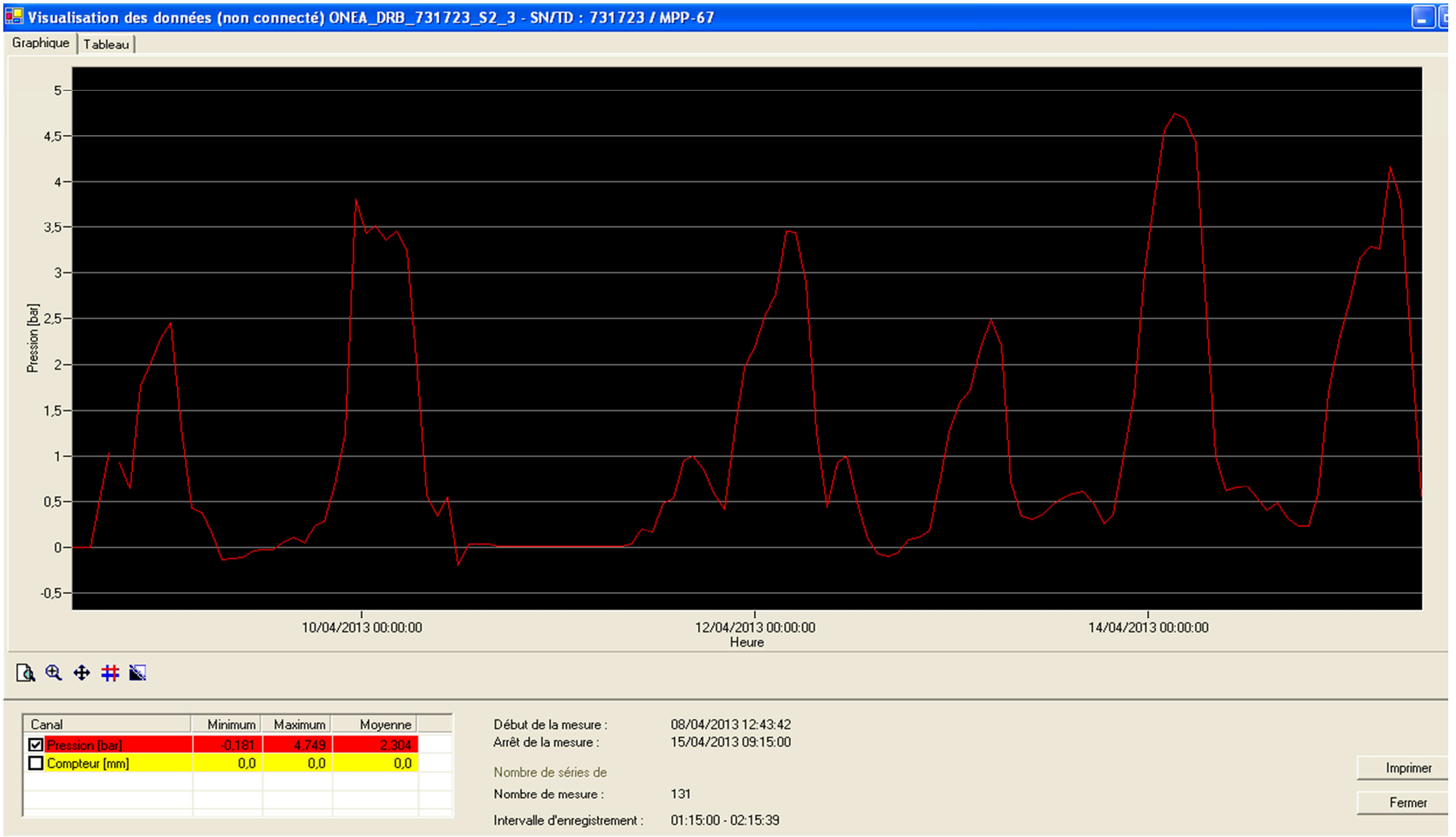
Annexe 2 : Emplacement des deux régulateurs existants (en rouge).

Annexe 3 : Bilan d'eau de la zone 5, année 2012

<table>
<tr><td rowspan="6">Volume introduit (m3/an)
4 280 893</td><td rowspan="3">Volume consommé autorisé (m3/an)
2 979 846</td><td rowspan="2">Volume consommé autorisé facturé (m3/an)
2 979 375</td><td>Volume consommé mesuré et facturé (m3/an)
2 921 984</td><td rowspan="2">Eau Facturée (m3/an)
2 979 375</td></tr>
<tr><td>Volume consommé non mesuré et facturé (m3/an)
57 391</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Volume consommé non facturé (m3/an)
471</td><td>Volume consommé mesuré et non facturé (m3/an)
169</td><td rowspan="4">Eau Non Vendue (m3/an)
1 301 518</td></tr>
<tr><td>Volume consommé non mesuré et non facturé (m3/an)
302</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pertes d'eau (m3/an)
1 301 047</td><td rowspan="2">Pertes apparentes (m3/an)
177 144</td><td>Volume consommation illicite (m3/an)
10 702</td></tr>
<tr><td>Erreurs de mesures (m3/an)
163 631</td></tr>
<tr><td>Pertes réelles (m3/an)
1 126714</td><td>Fuites et déversement des réservoirs (m3/an)</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>Fuites sur branchements (m3/an)</td></tr>
</table>

Annexe 4 : Etat des pressions dans les SDM




Visualisation des données (non connecté) ONEA_DRB_731723_S2_3 - SN/TD : 731723 / MPP-67
Graphique
Tableau
Pression [bar]
5
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
10/04/2013 00:00:00
12/04/2013 00:00:00
14/04/2013 00:00:00
Heure
Canal
Minimum
Maximum
Moyenne
Pression [bar]
-0,181
4,749
2,304
Compteur [mm]
0,0
0,0
0,0
Début de la mesure :
08/04/2013 12:43:42
Arrêt de la mesure :
15/04/2013 09:15:00
Nombre de séries de
Nombre de mesure :
131
Intervalle d'enregistrement :
01:15:00 - 02:15:39
Imprimer
Fermer

Visualisation des données (non connecté) ONEA_DRB_731710_S3_3 - SN/TD : 731710 / MPP-77
Graphique
Tableau
Pression [bar]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10/04/2013 00:00:00
12/04/2013 00:00:00
14/04/2013 00:00:00
Heure
Canal
Minimum
Maximum
Moyenne
Pression [bar]
0,1
3,7
2,5
Début de la mesure :
08/04/2013 16:00:00
Arrêt de la mesure :
15/04/2013 15:30:00

B Fontaines	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEM	OCTOBRE	NOVEM	DECEM	
BF-241	2152	2404	2445	2250	1802	1993	1447	1620	1785	2325	2389	2291	24 903
BF-240	962	827	784	701	576	586	428	349	454	730	654	684	7 735
BF-246	1011	1013	1027	946	832	767	403	470	625	871	868	901	9 734
BF-242	1029	973	895	770	935	989	725	604	646	1099	1034	1123	10 822
BF-243	1179	1076	1035	922	651	599	568	1411	686	709	507	535	9 878
BF-245	508	514	496	438	328	329	252	314	322	438	386	421	4 746
BF-247	977	907	923	936	750	691	533	677	605	690	701	712	9 102
BF-210	943	850	938	932	810	796	580	607	606	764	746	716	9 288
BF-248	815	719	853	840	625	593	611	898	632	700	829	805	8 920
BF-135	533	552	623	606	498	504	406	400	406	499	466	450	5 943
BF-269	832	804	1123	984	763	622	544	770	565	709	740	697	9 153
BF-227	1689	1840	2106	2058	1665	1532	1090	1098	1023	1518	1541	1404	18 564
BF-238	892	859	1000	928	782	804	622	702	689	922	868	839	9 907
BF-244	908	905	985	944	794	770	749	980	749	1058	1032	1019	10 893
BF-237	1903	2339	1918	3669	2392	2446	1864	1993	2001	2397	2458	2307	27 687
BF-239	1547	1342	1367	1410	1197	1183	920	1002	970	1292	1300	1250	14 780
BF-107	681	658	725	695	631	614	483	477	478	621	579	553	7 195
BF-100	627	617	730	684	603	577	514	511	596	686	716	676	7 537
BF-090	502	513	659	570	445	441	363	227	319	469	472	497	5 477
BF-091	613	575	544	322	298	376	382	479	472	472	477	462	5 472
BF-101	789	783	807	783	694	685	505	566	586	669	687	597	8 151
BF-106	1119	1162	1229	1180	1180	964	705	780	868	911	1013	982	12 093
BF-089	1083	1064	1254	1022	1060	1054	853	926	1002	1067	1133	1070	12 588
BF-105	247	362	597	641	573	293	155	152	351	237	262	384	4 254
BF-102	890	930	843	1000	880	810	692	619	572	750	851	794	9 631

BF-088	862	837	817	684	700	590	682	754	960	1085	1029	903	9 903
BF-086	1081	1036	1047	1065	888	995	763	873	879	956	1399	1321	12 303
BF-104	1049	994	1078	723	646	604	435	423	471	475	1138	818	8 854
BF-103	1390	1406	1269	1450	1310	1190	912	1025	1060	1160	1315	1176	14 663
BF-084	953	872	909	882	782	910	576	638	656	681	779	744	9 382
BF-207	793	637	718	717	620	632	511	454	354	407	645	670	7 158
BF-157	1081	916	842	970	830	995	888	991	975	1045	1026	1076	11 635
BF-097	906	877	982	1178	1117	992	864	887	1105	1122	1080	1037	12 147
BF-093	404	441	524	546	446	355	281	211	280	458	485	443	4 874
BF-096	459	421	524	469	405	409	347	352	372	419	406	402	4 985
BF-094	327	428	582	494	382	274	204	212	252	336	216	291	3 998
BF-095	504	467	541	548	480	449	383	371	406	464	488	505	5 606
BF-092	776	699	747	792	734	743	530	589	529	639	690	612	8 080
BF-076	480	446	466	496	416	371	298	276	271	317	337	333	4 507
BF-075	1029	1036	1125	1124	992	976	730	783	824	795	910	901	11 225
BF-074	1546	1512	1810	1691	1465	1457	870	1070	1031	1179	1581	1521	16 733
BF-072	2015	1995	2251	2269	1972	1806	1464	1450	1410	1391	1792	1800	21 615
BF-080	1475	1336	1515	1451	1228	1099	917	1101	1098	1431	1408	1253	15 312
BF-073	995	992	1078	1035	919	1016	863	851	835	961	968	990	11 503
BF-068	1851	1663	1920	1815	1512	1329	1078	1103	1218	1529	1516	1372	17 906
BF-079	1105	996	1086	1088	987	802	602	417	766	882	897	836	10 464
BF-070	1464	1184	1449	1317	906	1104	1078	1121	1166	1424	1439	1338	14 990
BF-071	1488	1245	1377	1424	1415	1265	1113	1126	1093	1197	1249	1235	15 227
BF-115	754	560	684	733	652	581	506	463	529	674	682	657	7 475
BF-067	1778	1671	1641	1728	1500	1402	1100	1116	1171	1364	1517	1425	17 413
BF-215	296	233	152	168	192	253	182	175	121	197	231	249	2 449
BF-155	1300	1261	1510	1483	1258	1214	747	452	612	914	948	934	12 633
BF-062	1330	1119	1544	1111	1225	1232	1045	1246	1163	1380	1367	1218	14 980

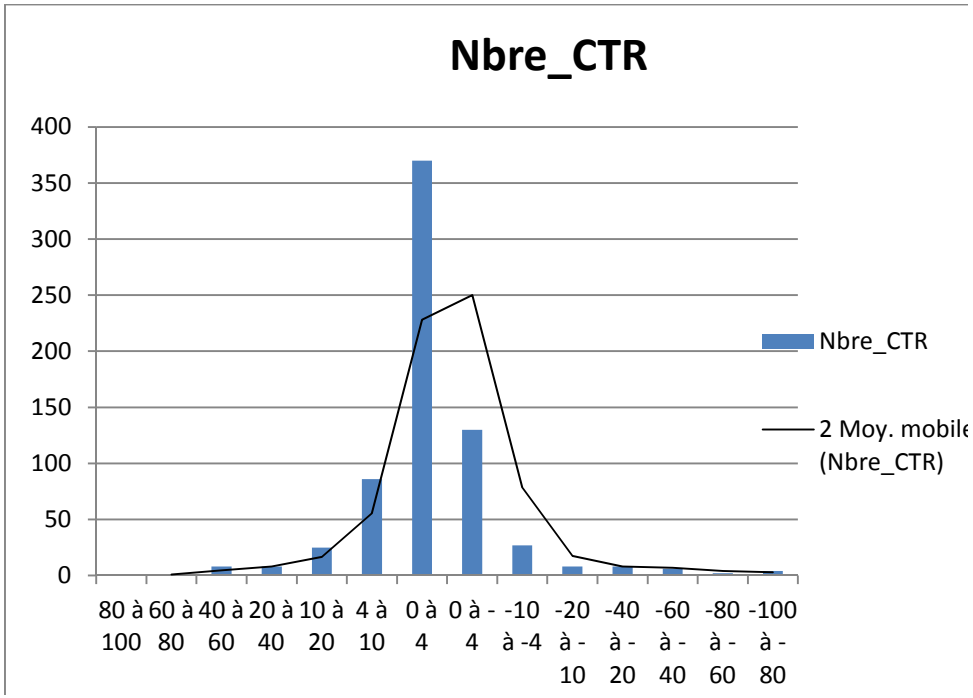
BF-063	1384	1321	1438	1486	1287	1271	948	1028	1049	1288	1282	1222	15 004
BF-126	1073	988	1135	1123	1019	954	768	804	740	953	995	981	11 533
BF-130	811	727	959	1064	931	893	579	638	659	810	818	808	9 697
BF-039	1485	1343	1567	1635	1346	1440	1042	1104	1182	1299	1190	1100	15 733
BF-276	1345	1426	1549	1510	1328	1609	1035	1238	1445	1747	1661	1513	17 406
BF-277	2574	2854	3262	2991	2527	2395	1516	1524	1839	2614	3191	2938	30 225
BF-197	1024	827	972	1284	768	773	716	557	495	605	614	551	9 186
BF-172	762	785	791	885	752	717	518	589	554	614	745	767	8 479
BF-275	668	657	634	633	652	779	492	418	607	754	825	768	7 887
BF-273	717	659	755	748	674	605	501	526	526	596	655	598	7 560
BF-272	162	134	169	173	181	194	162	155	157	196	195	160	2 038
BF-140	493	484	581	630	444	431	317	330	403	495	473	470	5 551
BF-139	222	220	268	259	223	211	173	172	188	240	217	275	2 668
BF-142	765	710	762	638	649	691	500	350	504	558	628	591	7 346
BF-114	598	539	588	570	462	431	344	379	389	390	466	464	5 620
BF-274	525	461	472	477	404	410	273	227	324	693	332	430	5 028
BF-182	698	546	510	511	436	513	443	470	377	435	508	472	5 919
BF-181	356	385	487	438	339	269	221	226	240	314	318	348	3 941
BF-271	462	461	505	524	456	463	356	350	344	375	430	394	5 120
BF-270	550	523	547	532	426	561	337	365	425	467	535	475	5 743
BF-081	858	791	773	820	743	849	811	805	784	954	989	965	10 142
BF-003	738	811	958	924	799	721	577	633	687	775	757	724	9 104
BF-004	792	669	490	467	555	618	506	548	593	616	706	631	7 191
BF-001	1065	931	768	743	820	957	829	844	886	888	1026	992	10 749
BF-002	1122	1053	1081	1066	954	957	817	894	934	999	1103	988	11 968

C	575	627	715	733	615	624	490	542	540	578	623	590	7 252
BF-058	238	292	404	313	276	203	360	180	210	231	224	327	3 258
BF-054	592	584	702	653	532	583	513	577	649	684	667	664	7 400
BF-196	840	788	862	808	735	758	633	787	662	649	693	692	8 907
BF-185	1156	1087	1079	1055	946	927	792	504	684	754	884	874	10 742
BF-262	396	376	441	504	489	457	284	284	271	351	442	408	4 703
BF-265	232	200	275	343	289	297	181	195	124	209	270	228	2 843
BF-264	177	171	215	233	199	184	109	141	188	196	218	185	2 216
BF-266	541	551	670	860	513	571	451	365	312	459	551	521	6 365
BF-161	533	517	645	682	642	603	391	440	485	535	593	555	6 621
BF-261	354	281	301	377	353	385	255	250	198	362	361	281	3 758
BF-263	336	288	306	343	353	389	283	299	150	0	0	0	2 747
BF-133	1132	1060	1226	1201	1099	960	681	125	404	920	1029	934	10 771
BF-132	799	643	320	652	678	633	381	150	447	592	573	516	6 384
BF-203	1741	1352	1523	945	1522	1586	867	1013	1095	1496	1503	1534	16 177
BF-005	1508	1505	1675	1731	1448	1517	1159	1346	1417	1521	1620	1557	18 004
BF-085	1177	1167	1283	1229	895	795	731	785	997	1012	1142	1059	12 272
BF-087	1478	1443	1460	1478	1360	1186	1017	1050	1085	1200	1292	1216	15 265
BF-205	576	575	650	636	563	561	458	490	492	551	558	579	6 689
BF-232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
BF-267	452	377	473	522	460	418	300	311	295	349	379	351	4 687
BF-059	499	398	491	503	439	427	376	384	396	456	477	399	5 245
BF-057	1349	2326	3946	4069	3517	3406	2508	2896	2858	3706	3588	3562	37 731
BF-289	611	730	827	715	632	406	313	274	281	404	423	552	6 168
BF-296	823	741	889	828	710	713	481	492	532	575	736	801	8 321
BF-293	937	914	963	932	857	904	829	842	950	1162	1275	1168	11 733
BF-294	763	773	849	808	736	682	578	595	636	830	847	893	8 990
BF-300	1005	864	978	955	842	683	595	646	638	873	923	921	9 923
BF-268	424	405	499	494	483	443	350	383	414	471	511	444	5 321

BF-299	523	461	565	874	781	582	583	561	517	787	854	801	7 889
BF-306	2850	2753	2996	3072	2651	2732	2006	2213	2094	2604	2621	2702	31 294
BF-331	795	986	1063	790	437	685	581	884	897	1188	1193	1240	10 739
BF-335	693	688	810	760	608	533	310	465	497	579	679	679	7 301
BF-337	949	982	1120	880	922	838	443	786	791	807	904	912	10 334
BF-347	697	625	755	715	664	708	537	638	519	607	597	593	7 655
BF-350	887	773	923	1031	832	861	550	663	673	1038	992	1167	10 390
BF-352	613	557	653	642	569	514	434	468	476	601	529	521	6 577
BF-356	561	627	575	513	319	285	325	432	438	557	559	559	5 750
BF-349	342	368	521	482	309	232	120	109	235	372	369	396	3 855
BF-362	1854	1423	2147	1922	1781	1759	1215	927	1141	1714	1807	1791	19 481
BF-363	0				0							0	-
BF-358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	70
BF-359	0											0	-
BF-360	0											0	-
BF-361	0	81	423	260	43	98	148	185	226	569	483	515	3 031
BF-353	2678	2450	2725	2625	2485	2338	1835	2054	1830	2560	3091	2896	29 567
BF-344	446	400	624	404	450	442	402	394	340	429	460	382	5 173
BF-355	616	635	714	750	683	634	430	593	415	561	581	568	7 180
BF-348	183	174	181	192	136	8	83	132	191	354	380	323	2 337
Totaux	**111 102**	**107 191**	**119 577**	**118 327**	**102 771**	**100 325**	**77 512**	**82 186**	**84 636**	**103 613**	**109 407**	**105 780**	**1 222 427**

Annexe 5 : Analyse des données d'étalonnage des compteurs

	classe_erreur (%)	Nbre_CTR	Δε (%)
C1	80 à 100	1	80,54
C2	60 à 80	1	68,03
C3	40 à 60	8	48,2
C4	20 à 40	8	28,56
C5	10 à 20	25	14,66
C6	4 à 10	86	6,25
C7	0 à 4	370	1,79
C8	0 à -4	130	-1,28
C9	-10 à -4	27	-6,18
C10	-20 à -10	8	-14,13
C11	-40 à -20	8	-28,17
C12	-60 à -40	6	-49,05
C13	-80 à -60	2	-68,83
C14	-100 à -80	4	-94,45



Annexe 6 : Regroupement des consommations des abonnés par identifiant unique de la parcelle

Attributes of Dissly_client_2012.shp

Shape	Code	Count	Sum_cons_i
MultiPoint	01-AW09-1047-00	3	7.0000
MultiPoint	01-AW09-1047-S/N	1	17.0000
MultiPoint	01-AW09-1048-A	1	13.0000
MultiPoint	01-AW09-1048-B	2	11.0000
MultiPoint	01-AW09-1048-C	1	0.0000
MultiPoint	01-AW09-1048-D	2	0.0000
MultiPoint	01-AW09-1048-G	1	37.0000
MultiPoint	01-AW09-1048-H	1	0.0000
MultiPoint	01-AW09-1049-A	1	8.0000
MultiPoint	01-AW09-1049-B	1	18.0000
MultiPoint	01-AW09-1049-D	2	4.0000
MultiPoint	01-AW09-1049-E	1	0.0000
MultiPoint	01-AW09-1049-F	1	16.0000
MultiPoint	01-AW09-1049-G	1	9.0000
MultiPoint	01-AW09-1049-H	1	24.0000
MultiPoint	01-AW09-1050-A	1	29.0000
MultiPoint	01-AW09-1050-B	1	18.0000
MultiPoint	01-AW09-1050-D	1	10.0000
MultiPoint	01-AW09-1050-E	1	25.0000
MultiPoint	01-AW09-1050-F	1	18.0000
MultiPoint	01-AW09-1050-G	1	20.0000
MultiPoint	01-AW09-1050-H	1	8.0000
MultiPoint	01-AW09-1051-A	1	15.0000
MultiPoint	01-AW09-1051-B	1	22.0000
MultiPoint	01-AW09-1051-C	1	18.0000
MultiPoint	01-AW09-1051-D	1	12.0000
MultiPoint	01-AW09-1051-E	1	0.0000
MultiPoint	01-AW09-1051-F	1	15.0000
MultiPoint	01-AW09-1051-G	1	16.0000
MultiPoint	01-AW09-1051-H	1	0.0000
MultiPoint	01-AW09-1052-A	1	36.0000
MultiPoint	01-AW09-1052-C	1	1.0000
MultiPoint	01-AW09-1052-D	1	2.0000
MultiPoint	01-AW09-1052-E	2	20.0000

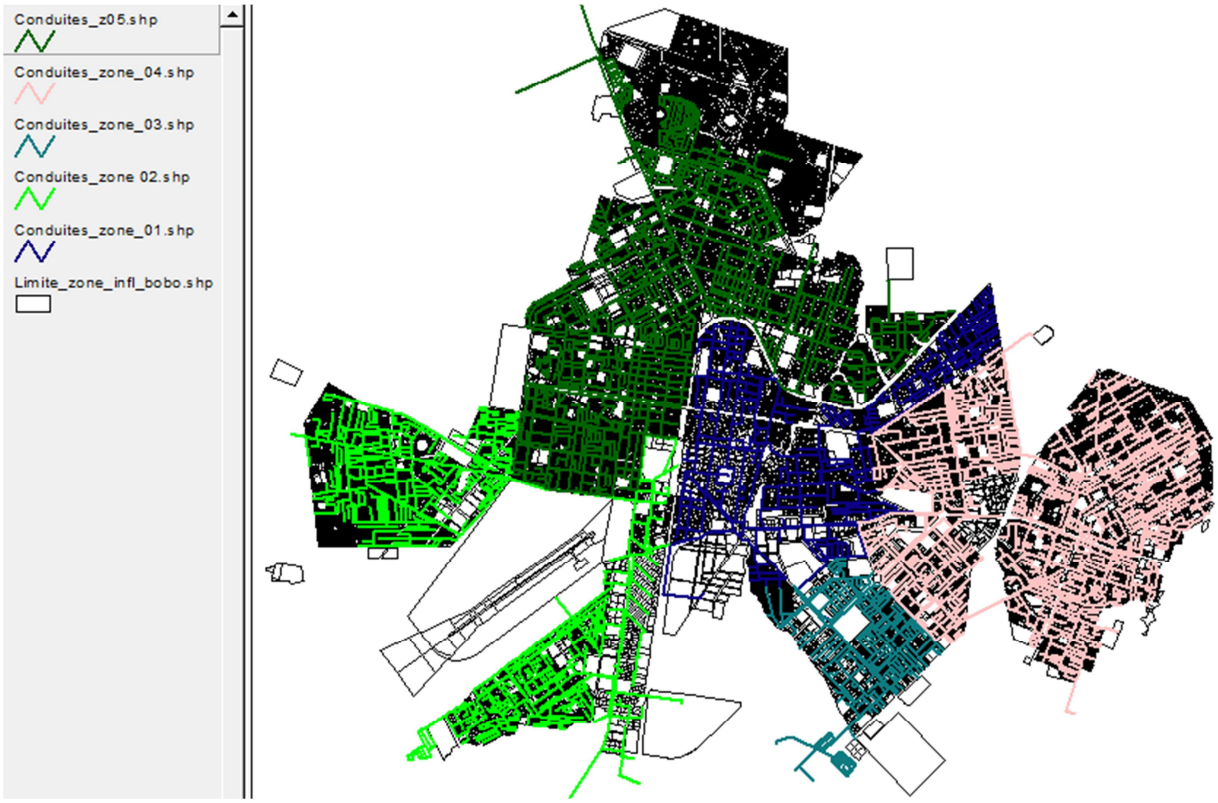
Annexe 7 : Investissements ayant permis la réalisation de la présente étude:

Désignation	**Unité**	**Quantité**	**Prix Unit**	**Prix Total**
Frais de mission	FCFA	2	FF	377 000
Fouilles	Ml	270	107 914	368 820
Recherche d'organes	Ml	79	262 000	107 914
Gardiennage des sites de mesures	H	184	184 000	184 000
Carburant	FCFA		FF	300 000
Pack Controlotrons	U	3	10 000 000	30 000 000
Data Logger	U	10	262 400	2 624 000
Total				**33 961 734**

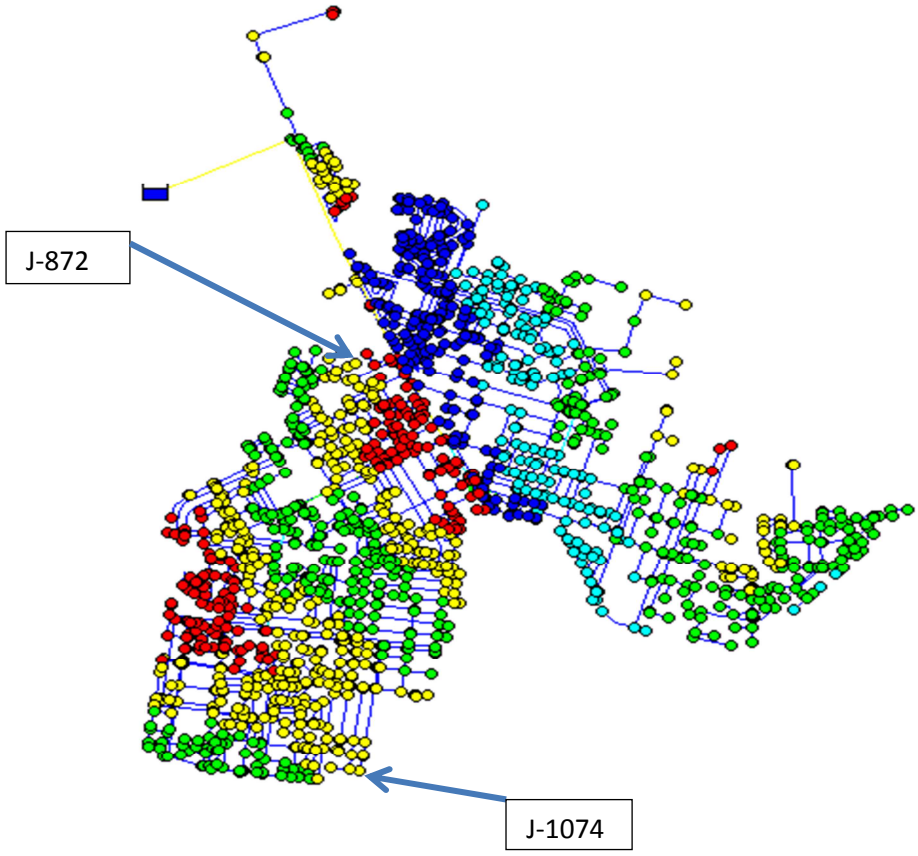
Annexe 8 : Investissements pour la mise place des SDM

Désignation	**Unité**	**Quantité**	**Prix Unit**	**Prix Total**
Fourniture et pose de compteurs pour secteur	U	05	1 344 800	6 720 000
Accessoires pour compteurs	U	05	14 900	74 500
Fourniture et pose de vannes pour secteur	U	08	225 800	1 806 400
Fourniture et pose de régulateurs pour secteur	U	04	1 200 000	5 000 000
Regard pour compteur de DMA	U	07	1 250 000	7 200 000
Regard pour régulateur	U	04	1 800 000	7 200 000
Total				**71 194 500**

Annexe 9 : Conduites du système AEP de la ville de Bobo par zone



Annexe 10 Position des points de calage de pression



Annexe 11 : Datalogger installé pour l'enregistrement de la pression dans le réseau

Annexe 12 : Installation et paramétrage du Contrôlotron