



DIAGNOSTIC ET PROPOSITION D'OPTIMISATION DE LA DESSERTE EN EAU DE
LIBREVILLE ET SES ENVIRONS: cas de la zone pilote d'OWENDO

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGÉNIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le [Date] par

LAETITIA FLORE Pendoue

Travaux dirigés par :

- **M. Aimée NTCHANDI TEVENET** (Chef de service maîtrises des pertes)
- **M. Bèga OUEDRAOGO** (Ingénieur de l'Équipement Rural, Enseignant 2ie)

Département: Génie Civil Hydraulique

Jury d'évaluation du stage :

Président : Prénom NOM

Membres et correcteurs : Prénom NOM
Prénom NOM
Prénom NOM

Promotion [2015/2016]



CITATION

LA CHANCE NE SOURIT QU'À CEUX QUI SONT PRÉPARÉS À LA RECEVOIR.

Marie Chantal PENDOUE

DÉDICACE

Je dédie le présent travail :

Au Tout-Puissant, qui contre vent et marée soutient toujours mon lendemain ;

À vous :

Ma brave maman NLOGA ESSOMBA Marie Chantal Epse PENDOUE que je ne cesserai jamais de remercier pour m'avoir donné la vie. Je te dédie entièrement ce modeste travail et te témoigne ma profonde affection pour ton sacrifice, ta rigueur, ton assistance sans laquelle rien de cela ne saurait être accompli. Que Dieu te prête longue vie afin que tu puisses jouir des fruits de tes bienfaits.

Mon papa Materne PENDOUE qui m'a inculqué le sens du travail bien fait ;

Mes sœurs : CLAUDE ESTELLE Pendoue, PAOLA FÉLICIA Pendoue, ARETTA FIONA Pendoue votre amour fraternel et votre soutien indéfectible m'ont été d'un grand secours. Ce travail n'est qu'un exemple à dépasser absolument;

À mes tantes et oncles particulièrement FACHEUX Charly, Clara et Jacques MANGA NSONGO pour votre soutien, votre dévouement et l'attention que vous avez portés à mon égard;

À GOUANDEGNO Philippe et SALET Hanzim pour votre soutien durant tout mon séjour au Gabon et pour votre amitié sans faille;

À mes amis avec qui j'ai partagé mes peines et joies, recevez ici le signe de ma sympathie.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous voudrions témoigner notre profonde gratitude à tous ceux qui de près ou de loin ont permis la réalisation de cette œuvre. Nous ne pouvons pas nous empêcher d'adresser nos sincères remerciements à l'endroit de :

Monsieur le Directeur Eau de la SEEG pour sa confiance en m'acceptant à la SEEG pour ce stage ;

Mes encadreurs :

M. Aimée NTCHANDI TEVENET Chef de service maîtrises des pertes;

M. Bèga OUEDRAOGO enseignant à 2ie

Pour leur disponibilité, leurs remarques pertinentes et leurs conseils ;

L'ensemble du personnel de la SEEG pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité et leur hospitalité ;

RÉSUMÉ

La présente étude a été effectuée à 15 km au sud de Libreville dans la zone pilote de la commune d'Owendo. Elle porte sur le diagnostic et l'optimisation de la desserte de Libreville et de ses environs. La motivation de l'étude est de faire apparaître les insuffisances et anomalies de fonctionnement, afin de définir les éventuels aménagements à prévoir pour améliorer le rendement technique eau et optimiser la gestion du réseau.

Dans l'optique d'atteindre les objectifs visés, la démarche méthodologique a consisté à connaître et décrire le patrimoine du système d'AEP de Libreville et de ses environs ensuite nous avons procédé à la sectorisation puis à la localisation des fuites dans la zone d'étude et enfin nous avons établi un bilan hydraulique complet du réseau et proposé quelques mesures d'optimisation.

L'étude du parc des conduites de la zone pilote révèle un réseau hétérogène en termes de matériaux et des diamètres allant de ϕ 500 à ϕ 63 mm et les résultats du diagnostic font état d'anomalies et dysfonctionnements tels que: une inadéquation entre le volume mis en distribution et les besoins de la population cible, un manque d'étanchéité au niveau de certaines vannes de sectorisation, l'absence et le sous-dimensionnement des certaines ventouses et enfin un rendement du réseau de distribution de 67,5 % faisant état de la présence de nombreuses pertes dues à des défauts de comptage et à des fuites.

Fort de ces constats, des mesures d'optimisation telles que le renouvellement des compteurs DN 15 défectueux, le redimensionnement et la pose de nouvelles ventouses sur les départs CDM et OCTRA, la localisation des fuites et l'amélioration du temps de réparation des fuites ont été proposées. L'ensemble de ses actions permettront de minimiser les pertes en eau, de fiabiliser les volumes relevés et facturés et d'améliorer le rendement du réseau de distribution.

Mots-clés:

- 1. Adduction d'eau potable**
- 2. Diagnostic**
- 3. Bilan hydraulique complet**
- 4. Optimisation**
- 5. zone pilote d'Owendo**

ABSTRACT

The present study was carried out at 15 km in the south of Libreville in the pilot zone of the municipality of Owendo. It concerns the diagnosis and optimization of the service of Libreville and its surroundings. The motivation of the study is to reveal the deficiencies and anomalies of functioning, in order to define the possible improvements to be envisaged to improve the technical efficiency water and optimize the

In order to achieve the objectives, the methodological approach consisted in knowing and describing the heritage of the DWS system of Libreville and its surroundings. We then proceeded with the Sectorization then the location of the leaks in the zone and finally we have established a complete hydraulic balance of the network and propose some optimization measures.

The study of the pipeline fleet in the pilot zone reveals a heterogeneous network in terms of materials and diameters ranging from ϕ 500 to ϕ 63 mm and the results of the diagnosis show anomalies and malfunctions such as: a mismatch between the volume put into distribution and the needs of the target population, the lack of sealing of certain sectorisation valves, the under-sizing of certain suction cups and finally a distribution network efficiency of 67,5% indicating the presence of numerous losses due to counting defects and leaks

On the basis of these findings, optimization measures such as meter renewal, resizing and laying of new suction pads on the CDM and OCTRA, leakage location and improvement of leak repair times Been proposed. All these actions will minimize water losses, improve the reliability of volumes collected and invoiced and improve the efficiency of the distribution network.

Key-words:

-
- 1. Drinking water supply**
 - 2. Diagnosis**
 - 3. Full Hydraulic Balance**
 - 4. Optimization**
 - 5. Owendo Driver Zone**

LISTE DES ABRÉVIATIONS

2IE : Institut International de l'Eau et de l'Environnement

AEP : Adduction en Eau Potable

CDM : Centre Des Métiers

CTR : Compteur

DN : Diamètre Nominale

DPTO: Division production transport eau

FA : Fuite apparente

Fte : fonte

FS : Fuite souterrain

Hab : Habitant

ILP : Indice Linéaire de Pertes

NTM : Ntoum

NTM3-4: Usine de production Ntoum 3 et 4

NTM5-6: Usine de production Ntoum 5 et 6

PDS : Point De Service

PI : Poteau d'Incendie

RGPL: Recensement General De La Population Et Des Logements De 2013 Du Gabon

SEEG : Société d'Energie et d'Eau du Gabon

SIG : Système d'Information Géographique

SNI : Société Nationale de l'Immobilier

SOMMAIRE

CITATION	i
DÉDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	iv
ABSTRACT	v
LISTE DES ABRÉVIATIONS	vi
SOMMAIRE.....	1
LISTE DES TABLEAUX	3
LISTE DES FIGURES	4
I. INTRODUCTION	5
1. Contexte et problématique	6
2. Objectifs du projet	6
3. Hypothèses de travail.....	6
II. MATÉRIEL ET MÉTHODE DE TRAVAIL.....	7
1. Présentation de la zone d'étude	7
1.1. Situation géographique de la zone d'étude.....	7
1.2. Climat	8
1.3. Hydrographie.....	8
1.4. Végétation	9
1.5. Caractéristiques socio-économiques	9
2. Présentation de la structure d'accueil	11
3. Matériel.....	12
4. Méthodologie de conduite de l'étude	12
4.1. Connaissance et état du patrimoine	12
4.2. Sectorisation et Campagne de mesure sur réseau de distribution de la zone d'étude	14
4.3. Campagne de recherche et prélocalisation - localisation des fuites	15
4.4. Bilan hydraulique complet du réseau	16
4.5. Mesures d'optimisation	16
III. RÉSULTATS ET DISCUSSION	17
1. Description du système d'alimentation en eau de Libreville et ses environs	17
1.1. Captage et pompage EB	17
1.2. Traitement de l'eau.....	18
1.3. Ouvrages de production	19

1.4.	Les ouvrages de stockage (réservoirs).....	21
1.5.	Réseau de transport	22
1.6.	État de fonctionnement du réseau (Schéma synoptique).....	23
1.7.	Réseau de distribution	25
2.	Diagnostic de la zone pilote d'Owendo.....	27
2.1.	Critère de choix de la zone	27
2.2.	Présentation du système de distribution existant.....	27
2.3.	La pression sur le réseau	28
2.4.	Synoptique du réseau de distribution de la zone	29
2.5.	Évolution de la demande en eau.....	31
2.6.	Analyse de la qualité de service au point de raccordement (entrée pont Nomba) ...	33
2.7.	Analyse de l'adéquation besoins / ressource.....	34
2.8.	Analyse de la consommation et du nombre d'abonnés	34
2.9.	Diagnostic des équipements du réseau de distribution.....	35
2.10.	Analyse du fonctionnement réseau.....	40
2.11.	Mesures d'optimisation	52
IV.	CONCLUSION ET RECOMMANDATION.....	55
	BIBLIOGRAPHIE.....	57
	LISTE DES ANNEXES	58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: valeurs d'analyse moyennes annuelles de l'eau sur le réseau de distribution 2015	10
Tableau 2 : Caractéristiques des stations de transfert EB.....	17
Tableau 3: Évolution de la production mensuelle en eau de 2015 à 2016	19
Tableau 4 : Rendement de l'usine de production 2016	20
Tableau 5: Caractéristiques des conduites de transport.....	22
Tableau 6 : ILP et Rendement du réseau de distribution de la ville de Libreville	26
Tableau 7 : Projection de la population	32
Tableau 8: Recensement des poteaux incendie de la zone	35
Tableau 9: liste de PI régulièrement utilisés dans la zone.....	36
Tableau 10: Répartition des PDS recensés sur le terrain.....	36
Tableau 11: État physique des compteurs	37
Tableau 12: Tableau récapitulatif des débits et pression de chaque secteur.....	49
Tableau 13: Nombre de fuites identifiées et estimation du volume de pertes mensuelles	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : situation géographique de la zone d'étude.....	7
Figure 2 : Pluviométrie moyenne mensuelle de Libreville.....	8
Figure 3 : Prélocalisateurs « SEPEM 02 de marque SEVERIN ».....	15
Figure 4: Évolution de la production mensuelle en eau de 2015 à 2016.....	20
Figure 5 : Lavage des filtres à sable de la station de traitement NTM 3- 4.....	21
Figure 6: Schéma synoptique de l'usine de production d'eau potable de Ntoun 24	24
Figure 7: Répartition du linéaire du réseau de distribution en fonction des secteurs.....	28
Figure 8: Evolution de la pression à l'entrée de la zone de fin juillet à septembre 2015.....	28
Figure 9: synoptique de la zone d'étude.....	30
Figure 10 : Comparaison de débits mesurés par le débitmètre ABB avant le pont sur la conduite DN 500 fonte.....	33
Figure 11 : Comparaison de débits mesurés par le débitmètre Khrono après le pont sur la conduite DN 400 fonte.....	34
Figure 12: Évolution du nombre de PDS et de la consommation de 2014 à 2015.....	35
Figure 13: État des ventouses sur le tronçon 400/150 fonte route CDM.....	39
Figure 14 : profil topographique tronçon principal 500/400 fonte.....	40
Figure 15 : mesure de débits horaires du départ SOCOBA.....	41
Figure 16: mesure de débits horaires du départ sapeurs-pompiers.....	42
Figure 17: mesure de débits horaires du départ PETROGABON.....	42
Figure 18: mesure de débits horaires du départ 150 fonte route CDM.....	43
Figure 19: mesure de débits horaires du départ RAZEL.....	44
Figure 20 : mesure de débits horaires du départ caisse cacao.....	44
Figure 21: mesure de débits horaires du départ SNI.....	45
Figure 22: mesure de débits horaires du départ PHARMA Gabon.....	46
Figure 23: mesure de débits horaires du départ BARRACUDA.....	46
Figure 24: mesure de débits horaires du départ RAGASEL.....	47
Figure 25: mesure de débits horaires du départ cité OCTRA.....	48
Figure 26 : Répartition du volume entrant dans la zone pilote.....	51

I. INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable reste un enjeu de taille en Afrique et un sujet d'actualité permanente. L'eau potable est une denrée précieuse, qui contribue à la survie de l'homme, en lui garantissant une bonne santé.

Mais malheureusement, dans les villes africaines tout le monde n'y a pas accès, et même lorsqu'on peut s'en procurer, l'offre reste largement inférieure à la demande.

Le Gabon comme de nombreux pays africains est confronté à des problèmes d'approvisionnement en eau potable. En effet à Libreville la capitale gabonaise, la population vit au rythme des coupures d'eau et le manque d'eau se fait ressentir chaque jour un peu plus. Des principales causes d'une pareille situation, figurent une démographie galopante, un réseau de distribution obsolète qui doit desservir des quartiers en constante expansion et une inégale répartition de la distribution de l'eau d'un secteur à l'autre.

La société d'énergie et d'eau du Gabon (SEEG) essaie de pallier à ce problème en augmentant de vingt-cinq mille mètres cubes ($25\ 000\ m^3$) sa production journalière depuis 2016. Ceci correspond à une production moyenne actuelle d'environ deux cent quarante mille mètres cubes d'eau par jour ($240\ 000\ m^3/j$) pour environ 105 000 abonnés soit une production spécifique de $2,3\ m^3/j/abonné$, mais la ville connaît toujours d'importantes pénuries d'eau.

Une étude ciblée dans la zone pilote de la commune d'Owendo au sud de Libreville est l'axe retenu pour ce projet par la Direction Générale de la SEEG.

Pour envisager des solutions pouvant soulager une partie des populations, il s'avère nécessaire d'une part de conduire une étude diagnostic depuis la ressource jusqu'à la distribution afin de déceler les anomalies et dysfonctionnement du système d'alimentation en eau potable, d'autre part de mettre en place des actions de suivi des volumes distribués et facturés, enfin proposer des mesures correctives en vue d'améliorer la qualité de service et le rendement du réseau dans ce périmètre.

Les retours d'expérience serviront à déployer les actions correctives à grande échelle sur Libreville.

1. Contexte et problématique

Le service d'eau de Libreville présente des insuffisances dans la couverture des consommations des populations de certaines zones. Des nombreuses causes liées à cette situation permanente de non-satisfaction de la desserte, figurent l'accroissement de la demande en eau générée par l'explosion démographique et une expansion rapide des quartiers de la ville.

Depuis septembre 2014, la Société d'Energie et d'Eau du Gabon a mis en place un plan de performance triennale visant à mettre sur pied des outils d'optimisation des exploitations. Le projet zone pilote Owendo entre dans le cadre de l'amélioration de la qualité de la desserte et du rendement de Libreville et de ses environs. Il vise particulièrement la commune d'Owendo et porte sur le diagnostic du système d'AEP et sur des propositions de solutions optimales aux problèmes.

2. Objectifs du projet

L'objectif général de cette étude est la contribution à l'amélioration de la qualité de la desserte en eau de Libreville et de ses environs.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont :

- Conduire une étude diagnostique visant à identifier les insuffisances et dysfonctionnements du système d'AEP de Libreville et particulièrement du rendement du réseau de distribution de la zone pilote;
- Proposer des mesures et réalisations pouvant améliorer de manière significative la desserte des abonnés et le rendement des installations à court terme et moyen terme.

3. Hypothèses de travail

Les hypothèses pour mettre en œuvre ce travail sont présentées comme suit:

Hypothèse 1: la mauvaise qualité de la desserte est due à une production insuffisante

Hypothèse 2: la mauvaise qualité de la desserte est due à un mauvais rendement lié à des pertes élevées, et se classe en trois niveaux :

- Au niveau du réseau d'adduction ;
- Au niveau du réseau de distribution ;
- Au niveau des deux

II. MATÉRIEL ET MÉTHODE DE TRAVAIL

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique de la zone d'étude

Située à Owendo dans le département du Komo-Mondah à 15 km au sud de Libreville, notre zone d'étude (figure 1) s'étend du pont Nomba à la gare Octra sur une superficie d'environ 20 Km². Elle est naturellement limitée par le pont sur la rivière « Nomba » et le pont sur la voie ferrée SETRAG. Elle couvre les quartiers Nomba, Barracuda, Razel, CDM, cité SNI et la cité Octra.

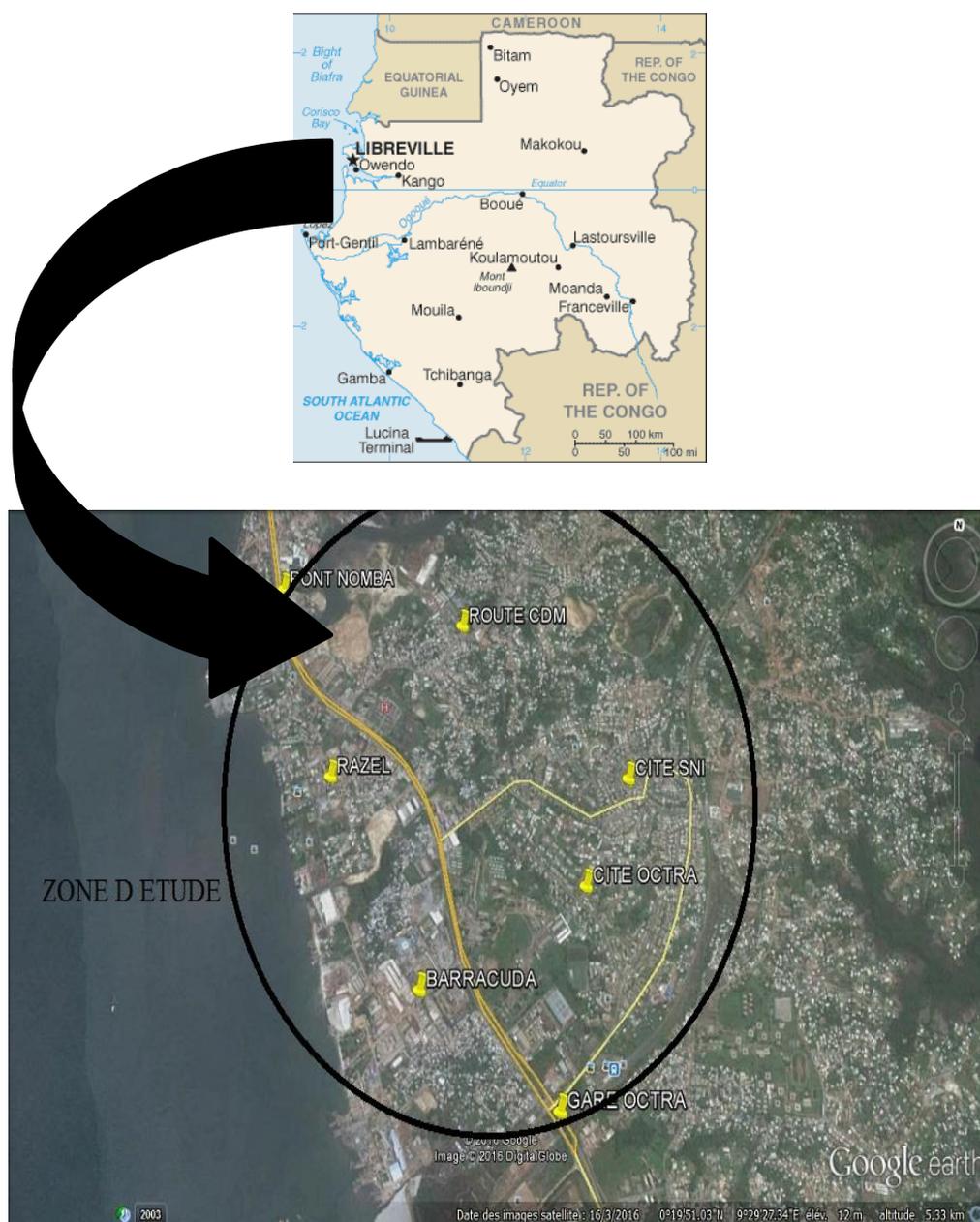


Figure 1 : situation géographique de la zone d'étude

1.2. Climat

Libreville jouit d'un climat équatorial caractérisé principalement par une chaleur constante, une humidité relative élevée, des précipitations abondantes avec un régime pluviométrique bimodal. La répartition mensuelle des précipitations (figure 2) montre que le total des précipitations des mois de juin, juillet et août n'atteint pas 5% du total annuel pour l'ensemble du pays. Cette période constitue la grande saison sèche. De septembre à novembre, les pluies représentent respectivement 37% du cumul moyen annuel. Cette période constitue la grande saison des pluies. De décembre à février, le fléchissement des précipitations (26% du total annuel) correspond à la petite saison sèche. La petite saison des pluies (mars-mai) s'accompagne d'une recrudescence des précipitations (33% du total annuel).

À Libreville, la température moyenne mensuelle la plus forte s'observe en mars-avril (27°C) et la plus faible en juillet-août (24°C).

L'humidité relative moyenne annuelle est comprise entre 80,5 % en juillet et 88,9 % en octobre. Il s'agit là de valeurs très normales dans un pays baigné toute l'année par un air équatorial chaud et humide. Les maxima journaliers (très proches de 100%) ont toujours lieu à la fin de la nuit ; tandis que les minima sont relevés vers 14 heures (35 à 40 % pendant la saison sèche, 60 à 70 % pendant la saison humide). (LALLE et al. 2012)

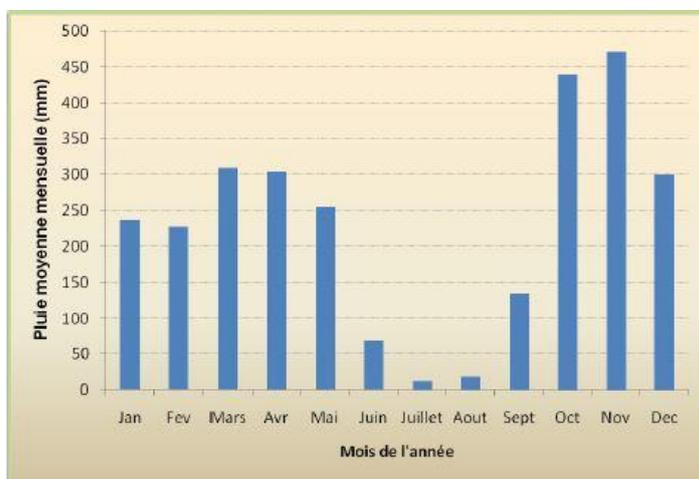


Figure 2 : Pluviométrie moyenne mensuelle de Libreville

1.3. Hydrographie

La ville de Libreville repose sur la plaine littorale du bassin sédimentaire côtier caractérisée par une succession de collines et de vallées à fond plat. Ces vallées, drainées par un réseau hydrographique dense et ramifié, subissent l'influence des précipitations abondantes et le flux

marin qui se traduisent par la submersion des lits mineurs et majeurs des cours d'eau. On y distingue six (6) principaux bassins versants (Arambo, Awondo, Gué-Gué, Ogombié, Mbatavéa, Mékangoué). Dans ces bassins versants, la nappe est proche de la surface, ce qui justifie la présence de zones humides saturées.

L'écoulement de surface (ruissellement) est fortement influencé par la forte réduction du couvert végétal, la structure sablo-argileuse des sols, l'intensité des pluies, l'extension de la ville au-delà des sites initiaux consécutive à la pression démographique et surtout une prolifération des quartiers dans des zones hydromorphes (cours d'eau, marais, marécages...). (LALLE et al. 2012)

1.4. Végétation

La végétation est caractérisée par trois types de forêts :

- les forêts rupicoles ou des bas-fonds situés en zone marécageuse en bordure de mer avec une prédominance de mangroves ;
- les forêts sous jachères ;
- la forêt dense, humide et sempervirente où l'on trouve l'Okoumé et l'Ozigo.

1.5. Caractéristiques socio-économiques

1.5.1. Démographie

Selon la DIRECTION GÉNÉRALE DE LA STATISTIQUE, (2015), la commune de Owendo située dans la province de l'Estuaire comptait environ 79 300 habitants en 2013 pour une densité 809,2 hab/km² (**annexe 1**).

1.5.2. Structure et taille des ménages

Les ménages sont composés, en moyenne, de 5,0 personnes et cette taille est quasiment identique quel que soit le milieu de résidence. Les ménages de grande taille (9 personnes ou plus) ne représentent que 16 %. Que ce soit en ville ou en milieu rural, les trois quarts des ménages ont un homme comme chef de famille. Cependant une proportion élevée de ménages (26 %) ont à leur tête une femme.(BENGOBSANE et al. 2000)

1.5.3. Situation de l'approvisionnement en eau potable

Selon le recensement général de la population gabonaise : « l'accès à l'eau reste un problème crucial au Gabon. » Les statistiques issues du ministère de la planification attestent que :

- 66% de la population totale ont accès à l'eau potable.
- 36 % de la population ont directement accès à l'eau potable dans leurs logements
- 21 % de la population totale ont accès à l'eau potable auprès d'un voisin
- 7 % de la population totale ont accès à l'eau potable à la borne-fontaine

Cette statistique officielle révèle que 34% de la population gabonaise ne bénéficient pas des services de la SEEG.(BINGA, n.d.)

1.5.4. Réalités de la couverture en eau

La majorité de la population a théoriquement, accès à l'eau potable. Mais en pratique, les coupures sont fréquentes et peuvent dans certains quartiers durer des jours, voire des semaines. Face à cette situation, les ménages sont donc obligés de stocker l'eau par tous les moyens (citernes, fûts, etc.), et dans certains quartiers de la ville, les abonnés doivent se mobiliser entre 1 et 5 h du matin pour faire les réserves nécessaires. Cependant, la situation est plus critique dans les quartiers situés à la périphérie de la ville, car ceux-ci se sont développés récemment. De ce fait ils sont dépourvus de réseaux et souffrent des pires affres de la pénurie.

1.5.5. Qualité et prix de l'eau

Au Gabon, l'eau du robinet est l'un des produits alimentaires les plus contrôlés. Son coût au mètre cube s'élève à 448,2 FCFA (SEEG). Elle fait l'objet de contrôles fréquents et rigoureux, garantissant le respect des normes auxquelles doit obéir une eau de consommation humaine. La SEEG s'appuie sur un réseau de 38 laboratoires équipés et répartis sur l'ensemble du territoire national, qui effectuent plus de 300 000 analyses par an et d'un laboratoire central eau accrédité ISO 17025. Le tableau 1 présente les valeurs d'analyse moyennes annuelles de l'eau sur le réseau de distribution en 2015 ;

Tableau 1: valeurs d'analyse moyennes annuelles de l'eau sur le réseau de distribution 2015

Paramètres analysés	Exigences contractuelles	Libreville	Franceville	Oyem	Port-gentil	Mouila	Lambaréné
PHYSICO-CHIMIE							
PH	compris entre 6,5 et 8,5	7,3	7,55	7,35	7,44	7,62	7,32
Nitrates	< 50 mg/l	0,34	0,3	0,27	0,5	0,18	0,22
Calcium	pas de valeurs limites	6,25	0,9	0,93	0,71	1,83	9,92
BACTERIOLOGIE							
Germes test	0/ 100m	0,041	0,0007	0	0,003	0,015	0
E.coli	0/100 ml	0	0	0	0	0	0

Source : (SEEG, 2015)

2. Présentation de la structure d'accueil

Créée en 1950, la SEEG est une société anonyme au capital de 1.500.000.000 F CFA. Elle a pour mission d'assurer la production, le transport et la distribution de l'eau et de l'électricité nécessaire au développement socio-économique du GABON. Elle est présente dans plus de 40 villes du pays et compte à ce jour près de 1700 salariés. La SEEG a été reprise en 1997 par la société française Veolia (ex Générale des eaux) pour un contrat de concession de 20 ans. Elle est dirigée par un Président Directeur Général, Monsieur Jean-Paul CAMUS, assisté de deux directeurs généraux délégués et de plusieurs chefs de départements et directeurs d'activités. Pour ce qui est de l'unité d'accueil, la Division Distribution Eau (DDO) est une division du Département Exploitation Estuaire (DEE)

Notre stage s'est effectué principalement dans 2 services:

- Le Service Gestion des réseaux de distribution eau dont le responsable est Monsieur ANDJAYI Wilfried et dont les missions sont :
 - L'exploitation des ouvrages de distribution eau ;
 - la surveillance et l'entretien des ouvrages et des sites de stockage (y compris réservoirs de tête) ;
 - La surveillance, l'entretien et les dépannages des organes hydrauliques du réseau et équipements électromécaniques des stations ;

 - La gestion des non-conformités et la mise en place des actions correctives ;
 - Les manœuvres sur les organes hydrauliques du réseau de distribution eau et la gestion des accès aux ouvrages ;
 - La gestion des manques d'eau, les enquêtes et investigations clients ;
 - La réparation des fuites sur les réseaux de distribution eau de la région Estuaire et l'élaboration des statistiques ;
 - Le pilotage des stations de traitement d'eau sur Libreville ;
 - La participation à la mise à jour des plans des réseaux.

- Le Service Maîtrise des Pertes Eau dont le responsable est Monsieur Aimée NTCHANDI TEVENET et dont les missions sont :
 - La recherche de fuites sur les réseaux de distribution eau de la Région Estuaire ;
 - Le suivi des volumes d'eau mis en distribution dans les différents secteurs ;

- L'élaboration des statistiques des détections de fuites sur réseaux ;
- La gestion de l'interface avec les Travaux publics et les Mairies dans le cadre des travaux sous chaussée bitumée ;
- Le suivi des travaux tiers pour le compte de l'exploitation.

3. Matériel

Cette partie aborde les différents matériels physiques et numériques utilisés pendant l'étude :

- Matériels de bureau : ordinateur portable, Autocad, Google Earth, Excel, Word, WinFluid, SIG
- Cartographie et plan réseau,
- Voiture Pick-up, utilisation d'un GPS, d'un appareil photo, d'un manomètre, des loggers de type octopus LX, des enregistreurs de bruits (SEPEM),
- Appareils de mesures de débit dans la zone.

Nous avons 3 différents débitmètres à l'entrée de la zone d'étude :

- Le débitmètre ABB situé à environ 200 mètres avant le pont Nomba installé le 21 mars 2012
- La canne à insertion située juste avant le pont Nomba installée le 13 novembre 2015, mais n'est plus opérationnelle
- Le débitmètre Khrone juste après le pont Nomba installé le 20 avril 2015

4. Méthodologie de conduite de l'étude

4.1. Connaissance et état du patrimoine

4.1.1. Recherche bibliographique

Elle a consisté à la recherche et à l'identification des documents relatifs au réseau de distribution d'eau potable (plans, croquis, rapports anciens, etc.) de notre zone d'étude. Pour ce faire nous avons consulté les archives de la SEEG, le centre de documentation/ recherche du 2iE et l'internet.

4.1.2. Visite de terrain et repérage réseau

Il a d'abord été question sur une durée de deux (2) semaines d'effectuer une visite de l'usine de production EP de Ntoun située à 20 km de la ville. Celle-ci alimente en eau Libreville et ses environs (incluant la localité de Ntoun et les villages situés entre Ntoun et Libreville). Le but étant de comprendre le fonctionnement du site, de faire un état des lieux de ses ouvrages et de collecter les éventuelles données nécessaires pour la conduite de l'étude.

Ensuite grâce aux données cartographiques recueillies en entreprise nous édifiant sur la position géographique des postes électriques, nous avons isolé les postes électriques correspondant à notre secteur d'étude puis effectué de multiples descentes sur le terrain dans le but de vérifier l'exactitude des dites données et par la même occasion de recenser les compteurs par poste et par secteur. Au final 73 postes électriques ont été identifiés pour la zone d'étude.

Il faut savoir qu'au Gabon la codification des points de livraisons (PDS) est liée aux postes électriques, d'où la nécessité de recenser les postes électriques a permis à l'aide des bases de données clientèles nommées GCLI et SINGA de pouvoir faire ressortir tous ou sinon la majorité des points de livraison (PDS) donc des consommations des abonnés.

La phase de terrain nous a également permis de réaliser un repérage du patrimoine hydraulique de la zone étudiée qui se présente comme suit:

- les canalisations et branchements : diamètre, longueur et matériaux ;
- les vannes : type et position ;
- les ventouses : diamètre et type ;
- les poteaux incendie : privé et public ;
- les ouvrages hydrauliques : capacités et côtes.

4.1.3. Traitement de données

La phase de traitement des données nous a permis :

- d'établir un descriptif détaillé du système alimentation en EP de Libreville et ses environs et de jauger de son état physique à travers les ouvrages tels que :
 - Les ouvrages de production
 - Les ouvrages de Stockage (réservoirs)
 - Les ouvrages d'adduction et de distribution
- de réaliser un synoptique et un schéma d'ensemble (situé en annexe 17 à la fin du document) du réseau de distribution eau potable de la zone étudiée suite au repérage. Ce

document constituera un premier outil de synthèse et de gestion qui pourra être mis à jour régulièrement en fonction des évolutions techniques du réseau. ;

- de mettre à jour la base de données Service Clientèle ;
- de réaliser un diagnostic du réseau de distribution de la zone étudiée.

4.2. Sectorisation et Campagne de mesure sur réseau de distribution de la zone d'étude

Dans le but de comprendre et de mieux gérer notre réseau, nous l'avons décomposé en 14 sous-secteurs.

L'enregistrement des impulsions débitmétriques recueillies grâce à la pose de têtes émettrices couplées à des appareils de mesures en continu (loggers de type OCTOPUS LX et de marque HYDREKA) sur les compteurs au départ de chaque secteur, nous a permis d'avoir une maîtrise des volumes mis en distribution, mais également de :

- connaître les débits moyens horaires journaliers
- connaître les débits moyens nocturnes
- connaître les débits horaires minimum
- apprécier les indices de performance réseau ce qui rendra compte de l'état général du réseau
 - Rendement primaire

$$R_{\text{primaire}} = \frac{\sum \text{Volume consommé comptabilisé}}{\text{Volume mis en distribution}}$$

- Indice linéaire de perte (ILP)

ILP est le rapport des volumes perdus durant une année, sur la longueur du réseau. Il nous permet de rapporter le volume de pertes à l'importance du réseau, et donc de comparer son état physique. (FAYE et OUEDRAOGO 2015)

$$ILP \left(\frac{m^3}{jkm} \right) = \frac{\text{Volume des pertes en distribution}}{(\text{Longueur conduites transfert de distribution} + \text{distribution}) \times 365}$$

Les valeurs de référence de l'ILP sont fonction de la densité des branchements, en distinguant le milieu rural, intermédiaire et urbain. Il est fréquent d'utiliser le référentiel « ILP » de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne en **annexe 2**.

4.3. Campagne de recherche et prélocalisation - localisation des fuites

Après avoir isolé les sous-secteurs probablement à l'origine des fuites, grâce à l'analyse des débits nocturnes, nous avons procédé à une prélocalisation de ces fuites. Cette méthode s'est basée sur le principe d'écoute du niveau sonore dans le réseau. On a alors recherché les niveaux maximums de bruit, nous permettant de définir avec précision les zones susceptibles de présenter des fuites. Cette recherche a été réalisée à l'aide d'appareils spécifiques appelés SEPEM, de type 02 (figure 3).

Ces appareils, utilisés en groupe de cinq (5) ont été installés sur les points d'accès au réseau qui peuvent être les robinets-vannes de sectionnement et robinets-vannes de branchements. Leur zone de couverture est comprise entre 50 m dans les cas défavorables (conduites en PVC, PEHD) et 200 m dans les cas favorables (conduites en acier, fonte grise, fonte ductile...). On couvre ainsi un linéaire d'environ 1 km/l de réseau avec 5 appareils.

L'écoute automatique a eu lieu la nuit lorsque les bruits liés à l'activité humaine, au fonctionnement du réseau sont réduits et que la pression est la plus forte. Les appareils ont scruté et enregistré alors le bruit minimum entre 01h00 et 03h00 (plage horaire choisie lors de la programmation).

Ensuite, la recherche de fuite a été réalisée par corrélation acoustique (le chercheur de fuites utilise un amplificateur électronique, composé d'un capteur « microphone », d'un récepteur et d'un casque d'écoute) sur les zones sélectionnées.



Figure 3 : Prélocalisateurs « SEPEM 02 de marque SEVERIN »

4.4. Bilan hydraulique complet du réseau

Le bilan d'eau ou balance en eau nous a permis de définir pour chaque secteur de distribution de notre zone, le volume comptabilisé, le volume facturé, le volume de pertes, etc.... Le but de cette manœuvre était d'évaluer correctement les pertes du réseau.

En nous appuyant sur la balance en eau préconisée par l'International Water Association (IAW) situé en **annexe 3**, nous avons adapté le modèle de balance en eau à la zone étudiée

Pour la réalisation de notre balance en eau, nous avons procédé comme suit :

- Définir le volume entrant dans la zone ;
- Définir le volume autorisé facturé mesuré et le volume autorisé facturé et non mesuré puis déduire de leur somme le volume autorisé facturé et le volume d'eau vendue ;
- Calculer le volume d'eau non vendue par différence entre le volume entrant dans le système et le volume d'eau vendue ;
- Définir le volume autorisé non facturé et mesuré et le volume autorisé non mesuré non facturé puis déduire de la somme le volume autorisé non facturé hors volume détourné ;
- Additionner le volume autorisé facturé et le volume autorisé non facturé puis déduire de la somme le volume des consommations autorisées ;

- Calculer les pertes d'eau par différence entre le volume entrant dans le système et le volume des consommations autorisées. Estimer le volume des consommations non autorisées, les anomalies de facturation et les limites techniques au mieux selon les moyens disponibles puis en déduire de la somme les pertes apparentes ;

- Calculer les pertes physiques réelles par différence entre des pertes d'eau et les pertes apparentes.

4.5. Mesures d'optimisation

Après que le diagnostic nous ai permis d'observer et de relever des insuffisances dans le fonctionnement du réseau de distribution de notre zone d'étude. Cette partie de notre travail nous permettra de proposer quelques actions à entreprendre en vue de l'optimiser.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Description du système d'alimentation en eau de Libreville et ses environs

1.1. Captage et pompage EB

La production de l'eau distribuée à Libreville et ses environs (incluant la localité de Ntoun et les villages situés entre Ntoun et Libreville) s'effectue par le captage et le pompage de l'eau brute de la rivière principale Nzémé à Ntoun, ville située à environ 20 km de Libreville.

Le débit de la Nzémé ne pouvant pas couvrir les besoins en eau brute en période d'étiage, le captage de quatre (4) rivières voisines à savoir Méba, Mbé, Saza, Assango permet d'assurer par transfert dans le bassin de celle-ci le débit d'appoint nécessaire. La Nzémé a un bassin versant d'environ 91 km².

Le captage fait partie intégrante du système d'adduction, il permet d'exploiter la ressource naturelle. Dans notre cas il s'agit d'un barrage en béton avec une prise en rivière. Un chenal permet d'acheminer l'eau brute vers des bâches d'aspiration grâce à des stations de pompage EB constituées de :

- 4 groupes électropompes dont trois (3) utilisés en fonctionnement normal et un (1) de secours pour un débit au captage EB de 2 000 m³/h en période d'étiage et 2 500 m³/h en période de pluie pour la station de traitement Ntoun 3 et 4
- 5 groupes électropompes dont quatre (4) utilisés en fonctionnement normal et un (1) de secours pour un débit au captage EB de 5 000 m³/h en période d'étiage et 6 100 m³/h en période de pluie pour la station de traitement Ntoun 5 et 6.

Les caractéristiques des stations de transfert eau brute jusqu'à la rivière principale sont résumés dans le tableau 2 qui suit :

Tableau 2 : Caractéristiques des stations de transfert EB

stations de transfert		NORD			SUD
		MBE	SAZA	MEBA	ASSANGO
CARACTERISTIQUES	pompage	Pompe à ligne d'arbre 2 pompes + 1 secours	Pompe à ligne d'arbre 2 pompes + 1 secours	Pompe à ligne d'arbre 2 pompes + 1 secours	
	Q _{max} (m ³ /h)	3240	486	486	entre 1500 -1600
	HMT (mce)	76,76	41,89	41,89	69
Conduites d'adduction	DIAMETRE	DN 700 F	DN 800 F	DN 900 F	

1.2.Traitement de l'eau

1.2.1. Principe des traitements

Pour obtenir une eau potable répondant aux normes nécessaires. Les différents traitements suivants sont appliqués à l'eau dans les unités de traitement de Ntoum :

- Coagulation

Elle a pour objectif d'agglomérer les matières en suspensions entre elles. L'injection du réactif se fait dans un compartiment sous forte agitation. Ses réactifs sont des sels de fer et aluminium.

- floculation

Elle a pour objectif d'accroître le volume, le poids et la cohésion du floc. Formé dans un compartiment distinct de celui de la coagulation, on réalise une agitation lente qui permet grâce à l'injection d'un réactif appelé floculant, l'agglomération des floes et donc, leur grossissement.

- Décantation

Elle a pour objectif de séparer par gravité, le floc formé de l'eau. Le floc est récupéré par décantation au fond de l'ouvrage et constitue des boues, qui sont extraites périodiquement.

- Filtration sur sable

Elle permet de retenir les dernières particules en suspensions non éliminées dans le décanteur néanmoins l'efficacité de celle-ci dépend de la taille des grains de sable, de la hauteur du lit de sable et de la vitesse de filtration.

- Désinfection au chlore

Elle a pour objectif d'éliminer les organismes pathogènes et de maintenir un résiduel bactériostatique dans les réseaux de distribution, de manière à éviter la dégradation de l'eau durant son trajet vers l'abonné.

L'usine de Ntoum est composée de 8 décanteurs opérationnels dont 4 par unité et 16 filtres dont 8 par unité.

1.2.2. État des lieux des stations de traitement

La ville de Libreville et ses environs sont alimentés en eau potable à partir des ouvrages de production situés à Ntoum. L'usine de production de Ntoum représente la plus grande unité de production d'eau potable au Gabon. Elle compte en son sein trois (3) unités de traitement des eaux réalisées successivement entre 1969 et 1986 à savoir la station NTM 1-2 qui est en arrêt à

cause de la vétusté de ses installations et les stations NTM 3-4, NTM 5-6 actuellement en activité. Ces dernières traitent les eaux brutes provenant des rivières Nzémé, Méba, Mbé, Saza, Assango ainsi que les eaux souterraines provenant de sept (7) forages ayant pour débit total 1 600 m³/h et de la station Opalium ayant pour débit 700 m³/h. La station Opalium est un aquifère mis en évidence en décembre 2015 lors de l'exploitation du sous-sol par une ancienne usine de cimenterie (CIMGABON).

L'eau traitée est refoulée vers des réservoirs de tête grâce à des groupes électropompes constitués de :

- Quatre (4) groupes électropompes dont trois (3) utilisés en fonctionnement normal et un (1) de secours pour un débit au refoulement eau traitée de 2 800 m³/h en période d'étiage et 3 100 m³/h en période de pluie pour la station de traitement Ntoun 3 et 4 avec une pression de 13 bars.
- Six(6) groupes électropompes dont cinq (5) utilisés en fonctionnement normal et un (1) de secours pour un débit au refoulement eau traitée de 5 000 m³/h en période d'étiage et 6 100 m³/h en période de pluie pour la station de traitement Ntoun 5 et 6 avec une pression de 14,5 bars.

1.3. Ouvrages de production

1.3.1. Évolution de production de l'eau

À l'exception des mois de mai et octobre, les volumes produits par l'usine de Ntoun de 2015 à 2016 ont une tendance globale à la hausse illustrée par le tableau 3 et la figure 4 ci-dessous.

Tableau 3: Évolution de la production mensuelle en eau de 2015 à 2016

mois	production 2015 (m3/mois)	production 2016 (m3/mois)
janvier	5 529 208	5 789 105
février	5 575 858	5 615 666
mars	4 936 632	5 267 074
avril	5 710 569	5 708 749
mai	5 641 002	5 471 879
juin	5 708 148	5 835 471
juillet	5 200 983	5 227 350
août	5 100 264	5 228 929
septembre	4 969 248	5 120 324
octobre	5 172 212	4 915 424
novembre	5 682 773	-
décembre	5 616 817	-

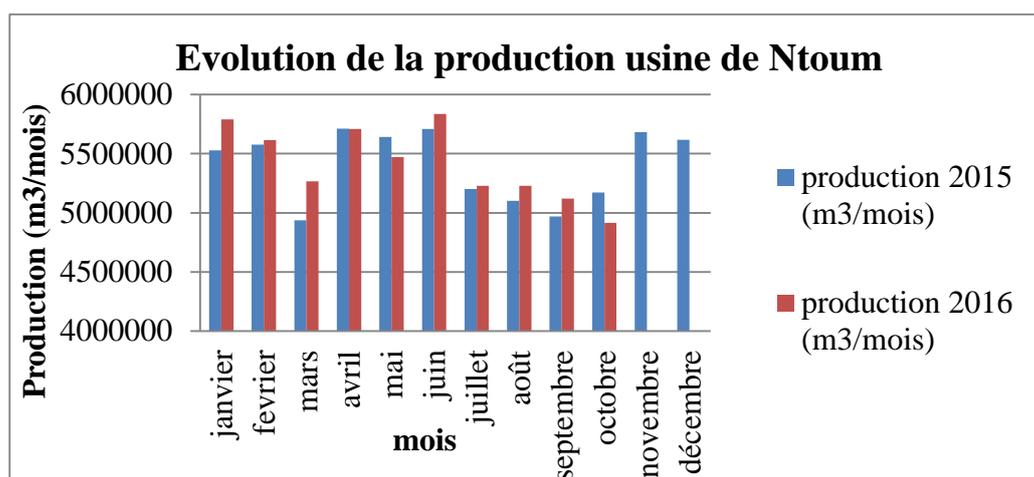


Figure 4: Évolution de la production mensuelle en eau de 2015 à 2016

NB: les mois de novembre et décembre (2016) absents parce que l'année 2016 n'étant pas révolu au moment de l'étude.

1.3.2. Rendement entrée-sortie de station

Les valeurs des différents rendements mensuels entrée-sortie de station de l'usine de production de Ntoun durant l'année en cours 2016 sont présentées dans le tableau 4 ci-après.

Tableau 4 : Rendement de l'usine de production 2016

	ANNEE 2016									
	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE
EAU BRUTE (m3)	6 258 042	5 897 683	5 686 462	6 075 070	5 997 563	6 208 130	5 376 186	5 410 794	5 330 111	5 321 007
EAU TRAITEE (m3)	5 789 105	5 615 666	5 267 074	5 708 749	5 471 879	5 835 471	5 227 350	5 228 929	5 120 324	4 915 424
RENDEMENT	93%	95%	93%	94%	91%	94%	97%	97%	96%	92%

Durant l'année 2016 (année non révolue), on note que le rendement de l'usine de production en eau potable de Ntoun est au-dessus de 90%, ce qui dénote du bon état physique des ouvrages qui la composent.

1.3.3. État des lieux de l'usine de production Ntoun

L'usine de production en eau potable de Ntoun rencontre néanmoins un certain nombre de difficultés à savoir:

- le système de télégestion mis en place dans le but de relancer à distance et de rapatrier les informations des autres sites (stations de transfert) est obsolète, faute de personnes qualifiées pour assurer la maintenance de l'appareillage installé ;

- l'absence de groupe électrogène fait en sorte qu'une course contre la montre est lancée à chaque fois que survient une coupure électrique. En effet l'usine de Ntoun ayant de nombreuses stations de transfert venant renforcer la production située pour la plus éloignée à environ 7 km, des agents sont obligés de démarrer en trombe de l'usine sur des routes en piteux états pour aller redémarrer manuellement les différentes stations. Ceci au-delà de créer un manque à gagner au niveau de la production journalière met également leur vie en danger ;
- les ouvrages de traitement sont actuellement utilisés à leur limite maximale de capacité. Les décanteurs n'assurent plus la quantité d'eau qui y transite occasionnant ainsi une surexploitation et un colmatage rapide des filtres. On enregistre désormais sept (7) heures au lieu des douze (12) heures de temps de filtration prévues. Sur 24 heures les filtres sont lavés trois (3) fois. L'augmentation de la fréquence d'entretien des filtres crée ainsi un manque à gagner au niveau de l'usine. La figure 5 présente le lavage des filtres de la station de traitement Ntoun 3-4



Figure 5 : Lavage des filtres à sable de la station de traitement NTM 3- 4

- Lors du transfert de l'eau brute des rivières voisines vers la rivière principale Nzémé, il se trouve que l'on recense en cours de route d'importantes pertes dans la nature et des déviations de riveains pour leurs sites maraichers parce que l'eau est déversée trop loin du bassin de la source principale.

1.4. Les ouvrages de stockage (réservoirs)

Les réservoirs sont situés en amont du réseau de distribution. Ils permettent une gestion des volumes nécessaires par un stockage avant restitution au réseau. Ainsi, le stockage d'eau est assuré par les ouvrages suivants :

- Les réservoirs du PK 06 à savoir six (6) réservoirs en béton armé d'une capacité totale de 23000 m³. Ils desservent une grande partie du centre-ville ainsi que tous les quartiers nord et sont répartis comme suit :
 - Deux (2) réservoirs cylindriques d'une capacité de 5000 m³ chacun et dont un seul est en service ;
 - Deux (2) réservoirs rectangulaires d'une capacité de 5 000 m³ chacun ;
 - Deux (2) réservoirs cylindriques d'une capacité de 1 500 m³ chacun.
- Les réservoirs du PK 09 à savoir trois (3) réservoirs cylindriques en béton armé d'une capacité totale de 35 000 m³. Ils desservent la commune d'Owendo ainsi que la frange sud du centre-ville et sont répartis comme suit :
 - Deux (2) réservoirs cylindriques d'une capacité de 7 500 m³ chacun et dont un (1) seul est en service ;
 - Un (1) réservoir cylindrique à deux(2) compartiments cylindriques en béton armé situé à la Cité de la caisse d'une capacité totale 20 000 m³.

L'ensemble de ces réservoirs portent donc la capacité totale de stockage à 58 000 m³.

1.5. Réseau de transport

L'alimentation en eau traitée de Libreville et ses environs depuis les installations de Ntoum s'effectue par pompage à travers quatre (4) canalisations en fonte de diamètre 1200 mm, 1000 mm, 800 mm et 450 mm vers les ouvrages de stockages situés au PK6 et au PK9. Il est à noter que la conduite de diamètre 450 mm assure le transport et la distribution d'eau jusqu'au PK18. Le tableau 5 présente les caractéristiques de l'ensemble des conduites de transport eau potable.

Tableau 5: Caractéristiques des conduites de transport

N°	Type de canal	Diamètre nominal (mm)	Pression nominale	longueur (km)	Fonction	Année de pose
1	Fonte	450	PN 16	36	Transport et distribution	1967
2	Fonte	800	PN 25	38	Transport	1975
3	Fonte	1000	PN 25	34	Transport	1986
4	Fonte	1200	PN 12	35	Transport	2014

1.6. État de fonctionnement du réseau (Schéma synoptique)

Le schéma synoptique de l'état de fonctionnement de l'usine de production d'eau potable de Ntoun est présenté dans la figure 6 ci-dessous.

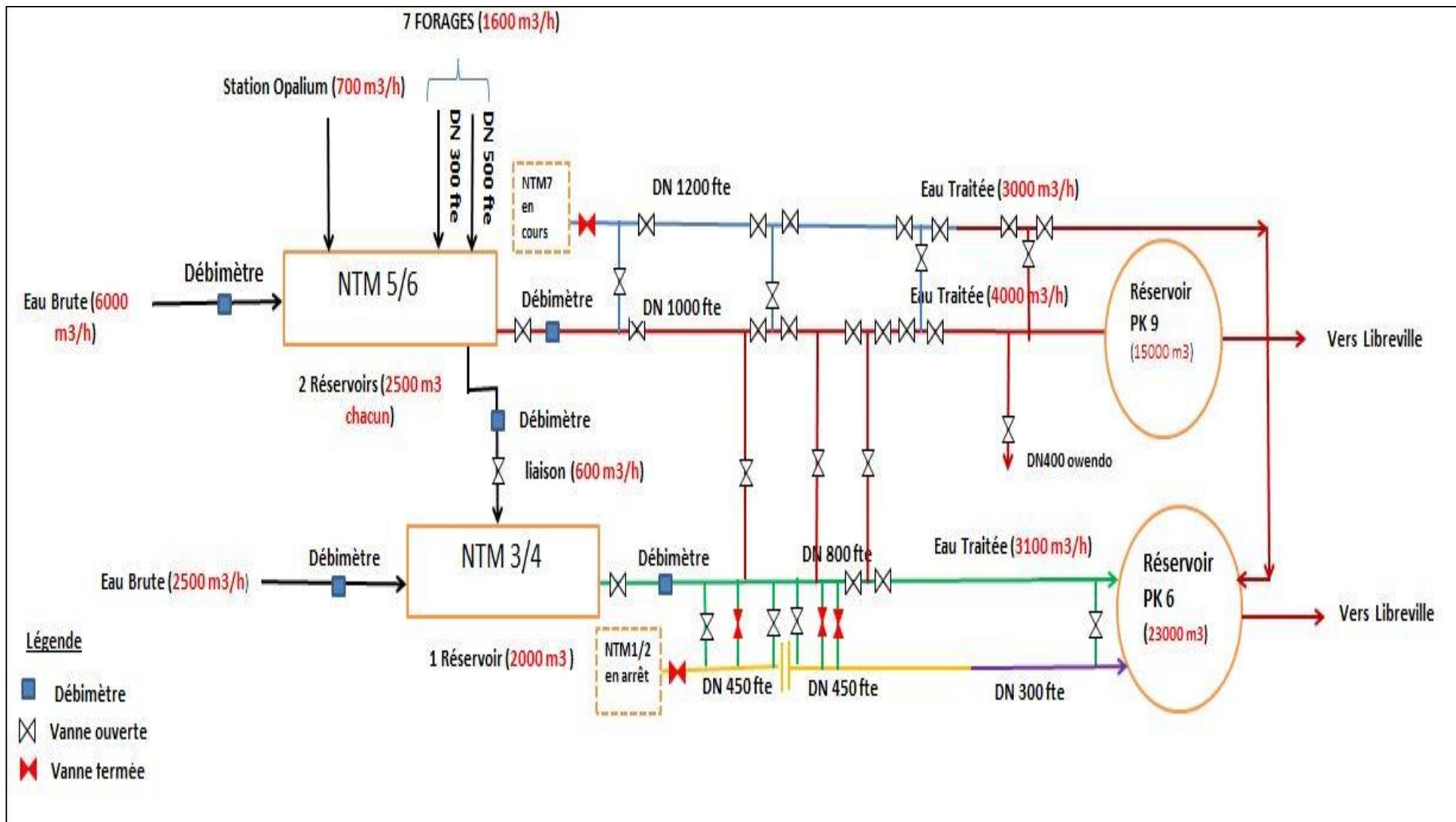


Figure 6: Schéma synoptique de l'usine de production d'eau potable de Ntou

1.7. Réseau de distribution

1.7.1. Présentation du réseau de distribution de la ville de Libreville

Le réseau de distribution de l'eau potable à Libreville a pour point de départ la sortie des réservoirs de tête du PK 06 et du PK 09. C'est un réseau qui comprend:

- Des conduites d'adductions qui assurent le transfert de l'eau potable des réservoirs de tête vers les secteurs de distribution ;
- Des conduites de distribution principales qui assurent l'acheminement de l'eau potable à l'intérieur des secteurs de distribution ;
- Des conduites de distribution secondaires qui desservent les différentes artères menant aux habitations des consommateurs ou aux points de consommation collective urbaine ou périurbaine ;
- Les branchements qui relient les précédentes aux habitations des consommateurs ou des points de consommations collectives urbaines et périurbaines ;
- Le réseau de distribution est mixte (maillé et ramifié).

Le mode de distribution comprend trois étages de distributions:

- Un premier dit gravitaire à partir des réservoirs de têtes jusqu'aux limites d'énergie potentielle disponible ;
- Un deuxième dit sur pressé dont l'acheminement de l'eau potable vers les points de consommation nécessite l'utilisation de structure de relèvement (station de pompage + réservoir de distribution, ou station de surpression en ligne, etc.) ;
- Un troisième assuré par les systèmes d'AEP autonomes d'Angondjé stade et Okala Mikolongo (forage + traitement + pompage + réservoirs de distribution + raccordements aux réseaux de distribution existants).

Le réseau de distribution de Libreville comprend plus de 815 km de réseaux composés de conduites de nature diverses: fonte grise, amiante-ciment, PVC, fonte ductile, PEHD, acier galvanisé. Les diamètres des adductions vont du DN 450 au DN 1200 ; et celles de distributions principales et secondaires se situent entre le DN 250 et le DN 63. Les branchements vont du DN 50 au DN 15 en PEHD.

- Les ouvrages qui assurent le deuxième étage de distribution sont les suivants :

- station de pompage en charge : (Awoungou, Gros Bouquet; Nkembo, RPD, PK8, Angondje) ; Alenakiri,
 - station de surpression: (Sibang + Booster Owendo)
 - Réservoir de distribution : (Owendo, Gros Bouquet; Nkembo, PK8, Angondje) + (2e Angondjé).
- Les ouvrages qui assurent le troisième étage de distribution sont les suivants :
 - le système d'AEP d'Okala Mikolongo allant des forages à la sortie du réservoir surtout vers le réseau de distribution existant ;
 - Les systèmes d'AEP d'Angondjé Stade allant des forages à la sortie du réservoir surtout vers les réseaux de distribution existant

1.7.2. Rendement du réseau de distribution

Le tableau 6 fait état de la performance du réseau de distribution de la ville de Libreville.

Tableau 6 : ILP et Rendement du réseau de distribution de la ville de Libreville

Ville de Libreville					
	2011	2012	2013	2014	2015
Eau livrée au réseau de distribution (m3/an)	56 650 000	58 938 000	60 902 000	68 300 000	78 000 000
Consommation/Ventes (m3/an)	38 262 940	39 714 940	40 445 900	41 452 500	46 800 000
Longueur du réseau de distribution (km)	640	664	664	669	669
Abonnements	85 107	88 918	92 525	94 679	104 108
Densité (ab/km)	133	134	139	142	156
Rendement	68%	67%	66%	61%	60%
Indice linéaire de pertes (m3/j/km)	78,71	79,32	84,40	109,95	127,77

Le calcul du rendement du réseau de distribution de la ville de Libreville sur les cinq (5) dernières années évolue en régressant et est inférieur à 85% ce qui dénote du mauvais état physique du réseau. Mais encore plus révélateur de ce constat est l'analyse de la valeur de l'ILP suivant les années. En effet selon le référentiel de l'ILP, une zone urbaine (densité > 50 hab/km)

telle que Libreville possédant un ILP $>$ à 15 m³/j/km est mauvais et sous-entend beaucoup de pertes.

À cet effet, un diagnostic du réseau de distribution de la ville aiderait à déceler les dysfonctionnements causant une qualité de la desserte aussi mauvaise, mais face à la complexité de celui-ci (réseau) et vu la contrainte de temps, nous avons restreint la zone à une zone ciblée dans la commune d'Owendo qu'on qualifiera de zone pilote.

2. Diagnostic de la zone pilote d'Owendo

2.1. Critère de choix de la zone

Le choix de cette zone a été motivé par le fait que celle-ci est déjà équipée d'un certain appareillage tel que des compteurs pouvant être équipés de têtes émettrices au départ des pénétrantes et des débitmètres à l'entrée de la zone. La maîtrise des débits entrants s'en trouverait donc un peu plus aisé. Elle offre également la possibilité d'isoler le secteur en manœuvrant le moins de vannes possible, leur fonctionnement et leur étanchéité étant indispensables pour l'isolement du secteur.

2.2. Présentation du système de distribution existant

Le réseau de la zone pilote de la commune Owendo est un réseau mixte (ramifié et maillé). Influencé par les réservoirs de tête du PK9 (R2) en venant du quartier IAI OWENDO, notre zone d'étude est desservie par une unique conduite en fonte de diamètre 500 mm passant par le **pont Nomba (début de la zone d'étude)**. Celle-ci se réduira en un diamètre 400 mm au fil du trajet jusqu'au **pont SETRAG (fin de la zone d'étude)**. L'étude du parc des conduites révèle un réseau hétérogène en termes de matériaux et des diamètres allant de ϕ 500 à ϕ 63 mm. Malheureusement l'âge des réseaux au Gabon est très mal connu. Le linéaire réseau de notre zone est de 38 690 m. La figure 7 présente la répartition du linéaire en fonction des sous-secteurs.

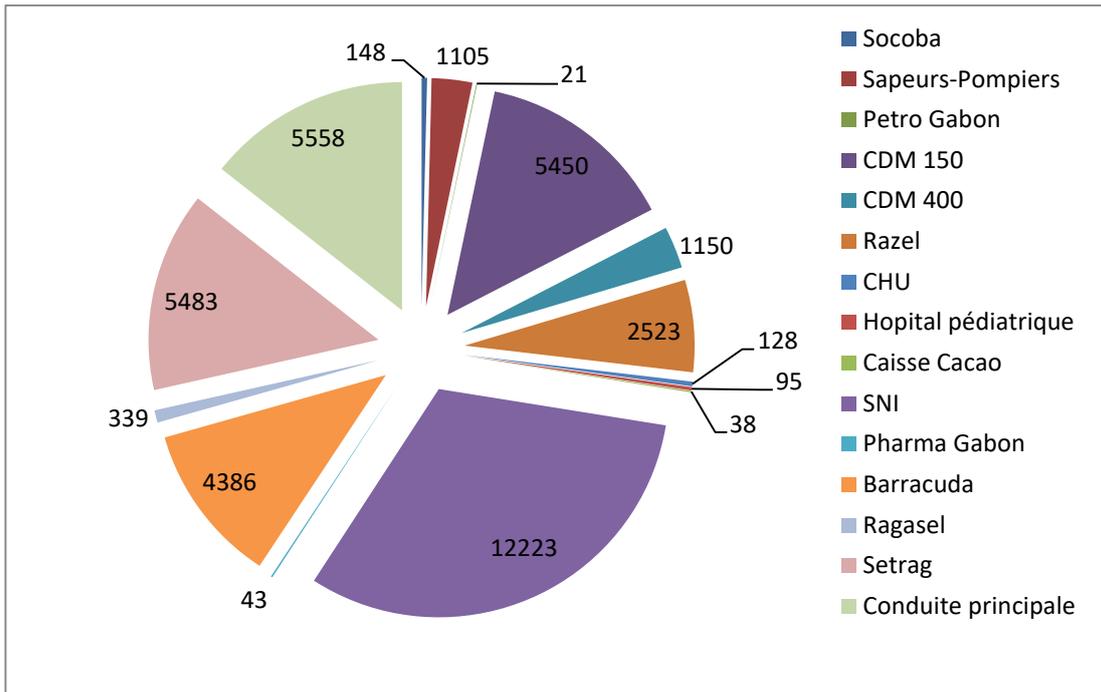


Figure 7: Répartition du linéaire du réseau de distribution en fonction des secteurs

2.3.La pression sur le réseau

La pression moyenne à l'entrée du réseau est 2,5 bars et elle atteint son maximum à 3,17 bars. La figure 8 présente l'évolution de la pression à l'entrée de la zone durant la période allant de fin juillet à septembre de l'année 2015.

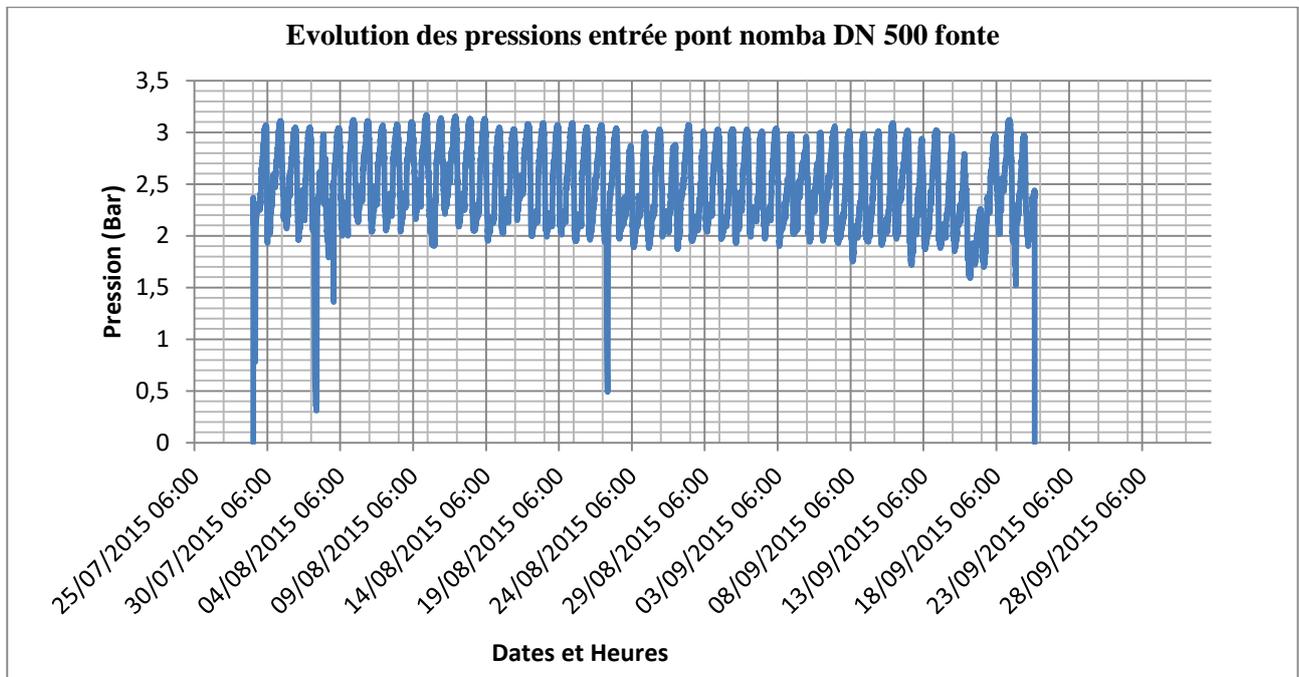


Figure 8: Evolution de la pression à l'entrée de la zone de fin juillet à septembre 2015

2.4. Synoptique du réseau de distribution de la zone

La figure 9 présente le schéma synoptique du réseau de distribution eau potable de notre zone.

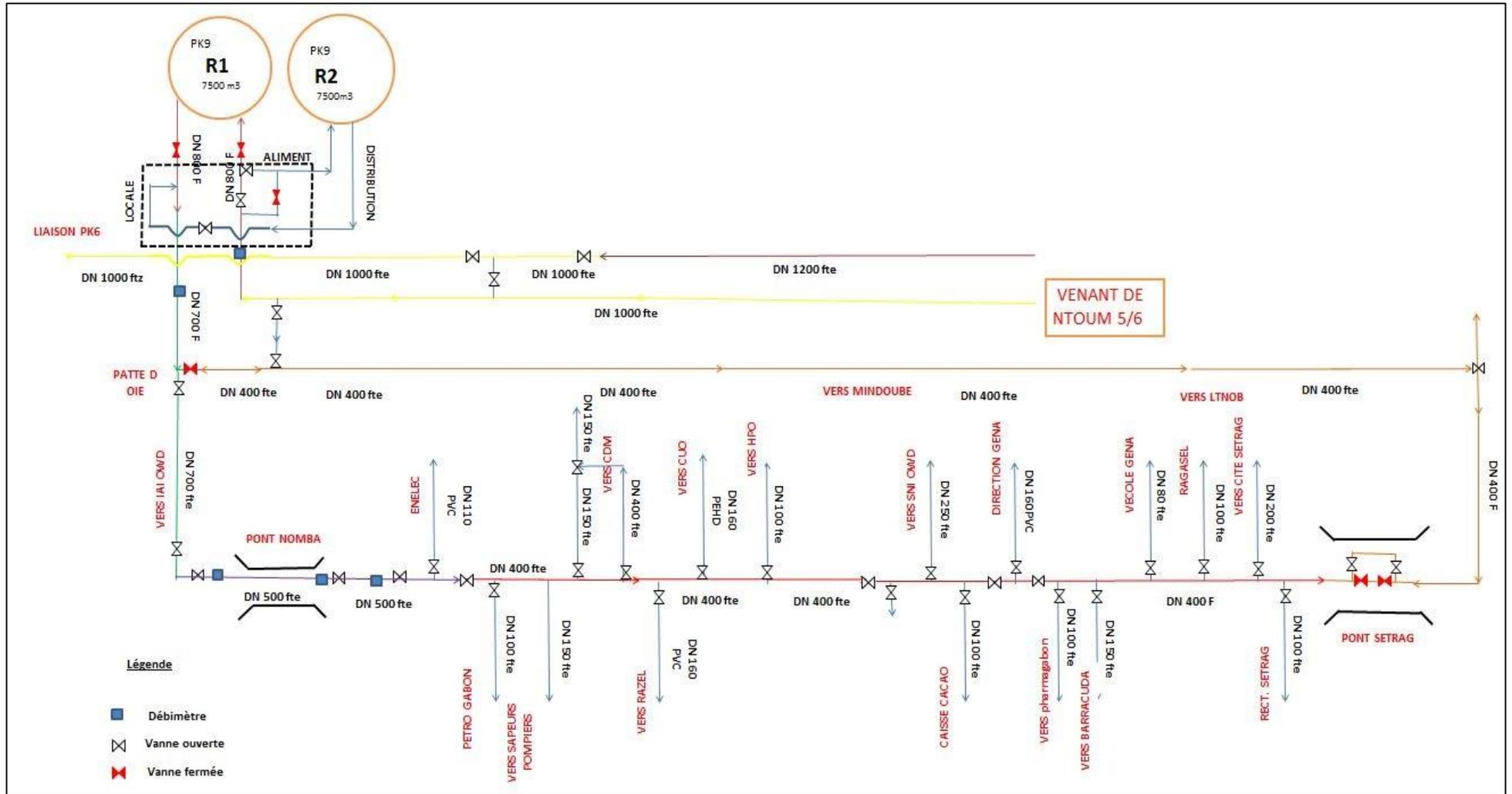


Figure 9: synoptique de la zone d'étude

2.5. Évolution de la demande en eau

2.5.1. Desserte en eau à usage domestique

Notre zone d'étude ne s'étendant pas à l'ensemble de la commune d'Owendo. Il a fallu déterminer la population présente sur celle-ci afin d'estimer la demande pour l'horizon 2030.

Données :

- Selon DIRECTION GÉNÉRALE DE LA STATISTIQUE (2015) la densité d'Owendo en 2013 est de **809 hab /Km²** et le taux accroissement annuel de la population est égale à **3,8%**
- Le taux de la desserte en 2016 jusqu'à 2030 est de 75% (SEEG 2000)
- Consommation spécifique par personne = 0.15 m³/jr /pers (b)
- Nous avons estimé la superficie habitée de la zone d'étude à 15 Km²

Projection de la population

N'ayant pas pu disposer de données cadastrales faisant état du nombre et du type de standing des logements qui nous auraient permis d'évaluer de manière plus précise les besoins, nous avons utilisé la densité de la commune d'Owendo donnée par le RGPL 2013. Notre zone d'étude étant comprise dans la commune, nous supposons qu'elle suit la même évolution démographique que celle-ci d'où on lui appliquera la même densité. La population a été estimée à partir de la formule de progression géométrique suivante :

$$P_n = P_o \times (1+a)^n$$

- P_o : la population initiale à l'année 0
- P_n : la population à l'année de N
- a : le taux de croissance
- n : nombre d'années entre l'année 0 et l'année N

Les résultats sont résumés dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7 : Projection de la population

	2013	2014	2016	2020	2025	2030
Commune d'Owendo	79 300	82 313,4	88 688,08	102 956,71	124 062,76	149 495,53
zone d'étude	12 135	12 596,13	13 571,63	15 755,1	18 984,89	22 876,78

2.5.2. Desserte en eau à usage non domestique

Selon la Direction Technique SEEG (2016), les paramètres suivants ont été retenus pour évaluer la demande non domestique concerne les usages commerciaux, administratifs et industriels.

- Besoins publics : 10,00% Besoins domestiques
- Industrie : 20,00% Besoins domestiques
- Divers : 5,00% Besoins domestiques

2.5.3. Demande en eau, débit de pointe horaire actuel et futur

Selon la Direction Technique SEEG (2016), les paramètres suivants ont été retenus pour établir les projections de la demande globale en eau en jour de pointe :

- Coefficient de pointe journalier = 1.15 (Cpj)
- Coefficient de pointe horaire = 1.3 (Cph)
- Rendement technique du réseau de distribution = 85% (η)

Formules de calculs :

- B_o = Besoin moyen domestique
 - $B_o = P_o \times b$
- B_T = Besoin moyen total
 - $B_T = B_o + 1,35 B_o$
- B_{pj} = Besoin de pointe journalier
 - $B_{pj} = (B_o \times C_{pj}) / \eta$
- Q_{ph} = Débit de pointe horaire
 - $Q_{ph} = (B_{pj} \times C_{ph}) / 2$

Les besoins journaliers pour la **commune d'Owendo** déduits de ces données sont estimés en 2016 à 13 469 m³ et en 2030 à 22 704 m³ (**annexe 4**).

Les besoins moyens journaliers pour la **zone étudiée** sont estimés en 2016 à 2 061 m³/j et en 2030 à 3 474 m³/j soit 15,3% des besoins moyens totaux de la commune (**annexe 5**).

2.6. Analyse de la qualité de service au point de raccordement (entrée pont Nomba)

Il s'agit de vérifier que les conditions de desserte au point de raccordement sur la DN500/400 fonte avant (débitmètre ABB) et après le pont (débitmètre Khrono) n'ont pas négativement changées. En effet, une dégradation de ces conditions hydrauliques pourrait impacter sur la qualité de la desserte. Suite à des dysfonctionnements des débitmètres, nous analyserons en fonction des données disponibles et sur une même plage de temps pour différentes années les valeurs moyennes de débits journaliers.

Constat 1 : La figure 10 présente la comparaison de débits du 1er février (mois de pluie) au 31 mars 2013 (mois sec) et des mêmes mois pour l'année 2016, nous montre que les volumes mis en distribution dans la zone ont diminué de 10 037,04 m³/j en 2013 à 9 484,4 m³/j en 2016.

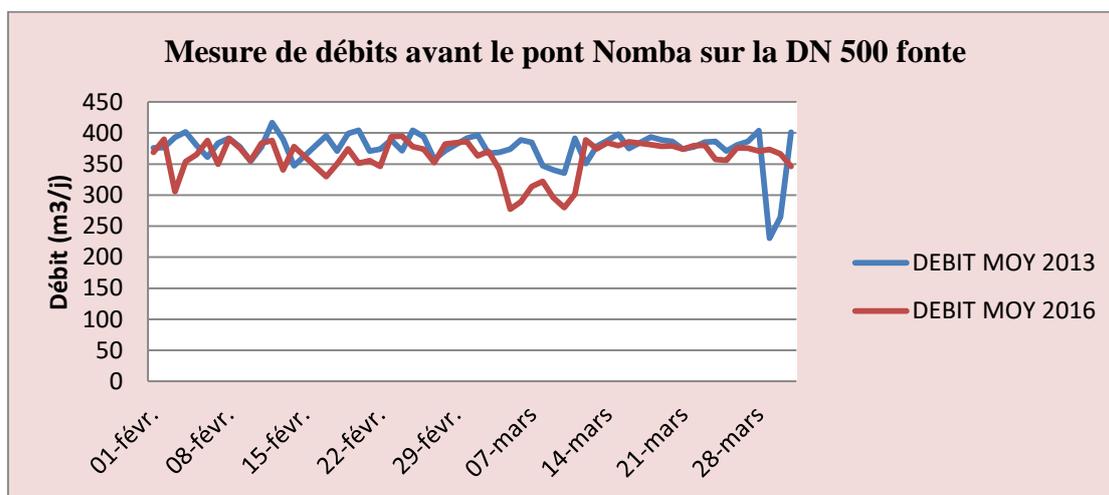


Figure 10 : Comparaison de débits mesurés par le débitmètre ABB avant le pont sur la conduite DN 500 fonte

Constat 2 : La figure 11 présentée la comparaison de débits de mi-juillet au 31 août 2015 (saison sèche) et de la même plage pour 2016 nous montre que les volumes mis en distribution dans la zone ont diminué de 9 654,48 m³/j en 2015 à 9 365,84 m³/j en 2016.

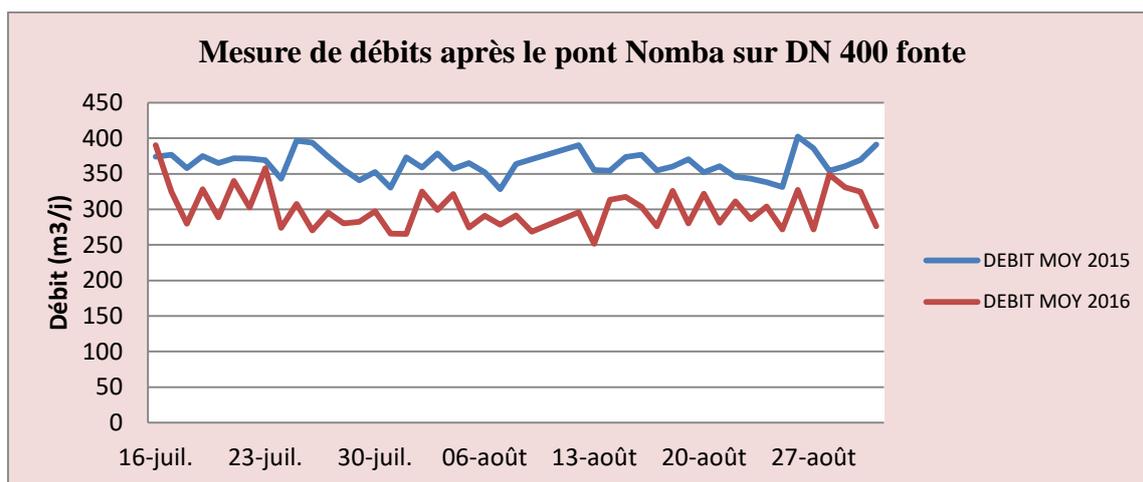


Figure 11 : Comparaison de débits mesurés par le débitmètre Khrone après le pont sur la conduite DN 400 fonte

En conclusion après analyse des données des différents débitmètres on peut dire que les volumes d'eau potable mis en distribution vers Owendo par le pont Nomba ont considérablement diminué ces dernières années. Cela est probablement dû à l'augmentation de la demande à l'échelle de toute la ville et à la mise en place d'un système de rationalisation du flux pour essayer de soulager au mieux la population.

2.7. Analyse de l'adéquation besoins / ressource

L'analyse de l'adéquation entre la ressource distribuée et les besoins permet de vérifier l'efficacité du système d'alimentation en eau. Le volume mis en distribution dans la zone par le pont Nomba est d'environ 9 500 m³/j pour des besoins journaliers estimés pour la commune d'Owendo à environ 13 469,5 m³ ceci correspond à un déficit de près de 4 000 m³ sur le court terme.

2.8. Analyse de la consommation et du nombre d'abonnés

On remarque une décroissance au niveau du nombre d'abonnés dans la zone d'une année à l'autre. Cela s'explique par le fait qu'entre fin 2014 et début 2015, la base de données clientèle initialement GCLI a subi une mise à jour et est devenue SINGA. Mais, cette décroissance pourrait être aussi associée à quelques pertes lors du transfert de données. Étant liées, l'évolution de la courbe de volume d'eau consommé facturé suit la même fluctuation que la courbe du nombre d'abonnés.

L'exploitation des données de consommations issues des bases de données clientèle GCLI et SINGA, sur la période 2014-2015, permet de dresser le graphique (figure 12) ci-après :

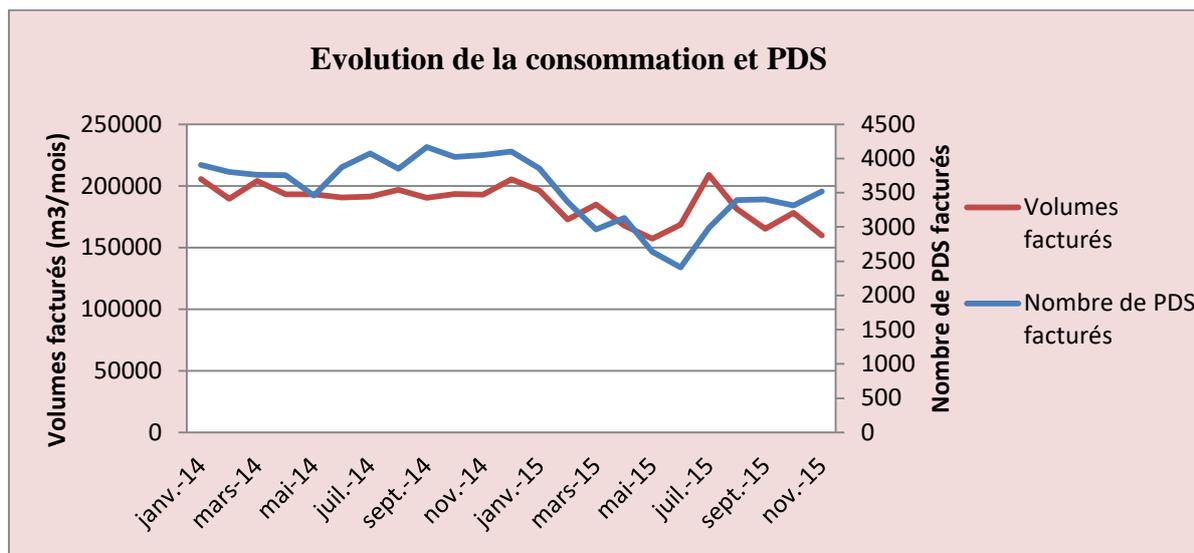


Figure 12: Évolution du nombre de PDS et de la consommation de 2014 à 2015

2.9. Diagnostic des équipements du réseau de distribution

Le bon fonctionnement du réseau de distribution eau est tributaire du bon état des équipements qui le constituent :

- les ventouses pour l'évacuation de l'air et donc la protection des réseaux ;
- les vannes pour les consignes et les manœuvres ;
- parc à compteurs ;
- Poteaux Incendie

Le réseau de notre zone d'étude dispose d'environ 213 vannes, 18 ventouses et 60 poteaux incendie et 5 152 points de livraison indiqués par la base clientèle

2.9.1. Poteaux incendie

Le tableau 8 résume les résultats obtenus sur le terrain lors du recensement des poteaux incendies. Au total 60 PI ont été dénombrés dans la zone et répartis comme suit :

Tableau 8: Recensement des poteaux incendie de la zone

		Publics	Privés
Nombre poteaux incendie (PI) total	60	22	38
Nombre PI cassés à remplacer	7	5	2
Nombre de PI non alimentés	9	3	6
Nombre de PI en fonctionnement	44	14	30

Le tableau 9 fait état des poteaux les plus fréquemment utilisés et leurs consommations dans la zone. L'estimation de leur consommation est basée sur une moyenne des consommations mensuelles des PI privés avec compteurs DN 60.

Tableau 9: liste de PI régulièrement utilisés dans la zone

PDS	Secteur	Diamètre	Conso moyenne estimée (m ³ /mois)
571 100	Barracuda	80	2800
526 103	Sapeurs-Pompiers	80	2800

2.9.2. Étude et statistique sur l'âge du parc à compteurs

Le tableau 10 résume les résultats obtenus sur le terrain lors du recensement des compteurs :

- 5 152 points de livraison indiqués par la base de données clientèle GCLI;
- 4 796 points de livraison réellement recensés sur le terrain dont 194 non existants dans la liste GCLI, mais présents sur le terrain.

La répartition des 4 796 points de livraison relevés sur le terrain est la suivante :

Tableau 10: Répartition des PDS recensés sur le terrain

Points de Livraison conformes	4 245	88,50%
Points de Livraison non conformes (erreur de codification ou le n° de CTR n'est pas en phase avec le PDS)	28	0,60%
Points de livraison sans compteur (compteurs déposés ou de nouveaux clients en attente)	329	6,90%
Points de livraison non existants dans la liste GCLI, mais présents sur le terrain	194	4,00%
Total de Points de Livraison recensés sur le terrain	4 796	

Il convient de noter que 550 points de livraison n'ont pas été retrouvés pour des raisons d'inaccessibilité aux propriétés ou non retrouvés sur le terrain.

État physique des compteurs recensés

Au total, 4 467 compteurs (PDS conformes + PDS non conformes + PDS en plus) ont été recensés et sont répartis dans le tableau 11 en fonction de l'état physique constaté :

Tableau 11: État physique des compteurs

ÉTAT PHYSIQUE DES COMPTEURS		
Nombre de compteurs sans défaut physique visuel	3 605	81%
Nombre de compteurs cassés	141	3%
Nombre de compteurs à index illisible	222	5%
Nombre de compteurs à totalisateur bloqué	499	11%
Nombre de compteurs recensés	4 467	100%

Analyse du vieillissement des compteurs

Normalement, les facteurs explicatifs de la dégradation de la métrologie des compteurs, proposés depuis toujours par les experts sont outre les caractéristiques du compteur (marque, type, diamètre nominal), l'âge du dispositif, le volume enregistré et la qualité de l'eau mesurée (notamment en termes de dureté et de particules en suspension). Parmi ces facteurs, l'âge est reconnu comme le plus important et généralement les rares études disponibles dans la bibliographie technique ne prennent en compte explicitement que cette variable.(PASANISI 2004)

Sur 3 517 compteurs recensés dans la base de données clientèles SINGA, 3 381 sont des compteurs DN 15. En se basant sur les études du rendement des compteurs menées par le service métrologie de la SEEG et sur la consommation moyenne des abonnés avec compteurs DN 15 de 31,5 m³/mois. On estimera donc le volume perdu à 4 099 m³/mois sachant que le mètre cube d'eau coûte 448,2 FCFA., les pertes commerciales engendrées par le sous-comptage des compteurs s'élèveront à 1 837 349,91 FCFA/mois (**annexe 6**).

2.9.3. Vannes

Une vanne est un dispositif permettant si nécessaire d'isoler un tronçon, mais aussi de contrôler le débit d'eau arrivant au réseau et aucune gestion de la desserte sur un réseau ne peut être envisagée sans une connaissance de sa structure physique et de son fonctionnement hydraulique. Il est donc impératif de vérifier la fermeture et l'étanchéité des vannes qui isolent les secteurs les uns des autres. À cet effet, en date du 12 juillet 2016, une visite de

reconnaissance et de vérification des organes assurant la sectorisation a été effectuée en compagnie de l'exploitant (**annexe 7**).

Sur 22 vannes vérifiées, 2 ne sont pas étanches à savoir :

- la vanne en té coquille du secteur Barracuda sur 400/150 fonte
- la vanne à cheval au niveau du pont Setrag sur 400 fonte

2.9.4. Les équipements de protections (ventouses)

Les ventouses permettent de chasser l'air des canalisations autant lors de la mise en service qu'en exploitation. Celles-ci doivent être dimensionnées en fonction du diamètre de la canalisation, de la pression de service (en liaison avec le débit d'air à évacuer) et du linéaire concerné.

Dans notre zone d'étude, les secteurs connaissant un important problème d'approvisionnement en eau potable sont les secteurs de la rive gauche. Ils sont jonchés d'importants points hauts d'où la nécessité d'une vérification rigoureuse des ouvrages de protection que sont les ventouses. Le but étant de s'assurer qu'elles sont disposées sur les points requis, opérationnelles et bien dimensionnées.

À cet effet le 18 octobre 2016, une visite de vérification de toutes les ventouses de notre zone a été effectuée et consignée en **annexe 8**.

Selon la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (2014) de la commune de Montpellier, la recommandation pour le dimensionnement des ventouses préconise :

Sur les tronçons de diamètres < 200 mm :

- Mise en place de ventouse DN 40/60 mono fonction sur les tronçons ne présentant pas un point de vidange ;
- Mise en place de ventouse DN40/60 tri fonction sur les tronçons présentant un point de vidange.

Sur les tronçons de diamètres > 200 mm mettre en œuvre des ventouses tri fonctions, dont les correspondances à titre indicatif sont ci-dessous présentées:

- Canalisations du DN 200 mm/DN 250 mm : Ventouse DN 40/60
- Canalisations du DN 300 mm/DN 400 mm : Ventouse DN 80
- Canalisations du DN 450 mm/DN 500 mm : Ventouse DN 100

L'inspection du réseau a permis de détecter plusieurs anomalies qui sont de nature à contraindre la distribution.

Constat 1: la ventouse de la route CDM sur la conduite 400 fonte et celle au niveau de l'entrée de la SNI sur la conduite 250 fonte ne respectent pas les recommandations de conception pour les ouvrages de protection.

À la lumière de ce constat, nous avons vérifié par calcul leur efficacité. Cette vérification en **annexe 9** est basée sur le calcul du temps d'évacuation de l'air (V/q) en faisant le rapport du volume d'air à évacuer par la ventouse sur le débit de dégazage de la ventouse prévu par le concepteur. La vérification par calcul confirme effectivement que les ventouses installées ne sont pas adaptées aux diamètres des conduites pour effectuer un dégazage rapide de la conduite.

Constat 2: l'étude du profil linéaire de la DN 400/150 fonte route CDM présente trois (3) points hauts, mais une (1) seule ventouse DN 40/60 installée.

La figure 13 ci-après relève les constats faits in situ.

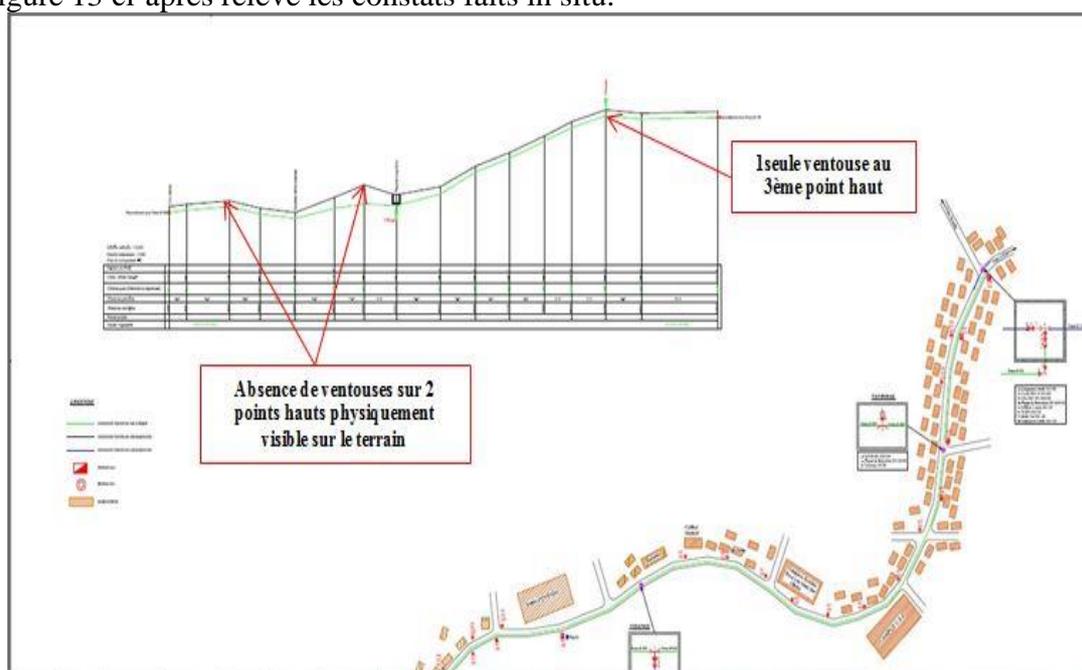


Figure 13: État des ventouses sur le tronçon 400/150 fonte route CDM

- L'absence de ventouse sur certains points hauts du tronçon DN 400F d'environ 1 150 m occasionne une accumulation d'air et donc une dégradation de sa ligne piézométrique. La présence d'air sur les points hauts représente une singularité qui a pour conséquence de freiner et de diminuer les volumes d'eau transiter en aval, ainsi que de retarder la desserte de points altimétriquement élevés.

- Le sous-dimensionnement des ventouses sur le tronçon DN 400 fonte impacte donc sur le dégazage optimum de ce dernier.

Constat 3 : Le secteur de distribution de la DN 400/150 fonte comprend des habitations d'abonnés situées 18m au-dessus du point le plus haut de la conduite de distribution DN 150 fonte. Un déficit minimum de $(48\text{m}-30\text{m})/10 = 1.8$ bars de charge existe en heure de pointe du jour de l'investigation pour desservir les abonnés les plus élevés (Alt. +48m).

Constat 4 : Les ventouses prévues et notifiées sur le plan réseau du linéaire principal sont désormais déposés donc inexistantes. L'analyse du profil topographique de celui-ci révèle la présence d'importants points hauts jusqu'à à 20 m d'altitude.



Figure 14 : profil topographique tronçon principal 500/400 fonte

2.10. Analyse du fonctionnement réseau

2.10.1. Bilan hydraulique par secteur

L'étude des variations des débits horaires au niveau de chaque secteur permet de déterminer des débits minimums de nuit permettant de détecter la présence de fuites.

NB: Les mesures ayant été effectuées durant une période où la pénurie d'eau se fait le plus ressentir (période d'étiage), une action visant à rationaliser les flux dans toute ville consistait

à prioriser un jour sur deux les réservoirs du PK6 et le PK9 (le réservoir qui dessert notre zone d'étude) entrant ainsi quelques variations au niveau des volumes distribués dans la zone.

✚ Départ Socoba

La figure 15 correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN 90 PEHD départ SOCOBA pendant la période allant du 21/09/16 au 11/10/16.

Le volume total entrant durant cette période est de **1 978,2 m³** pour un débit moyen journalier de **89,9 m³/j**. On note également un débit de nuit d'environ **2,9 m³/h**. Le site étant celui d'une société de BTP abrite également une cité de taille moyenne pour ses employés. Ce pendant le siège Socoba étant situé sur la rive droite ne souffre pas sinon rarement de manque eau. Ce débit de nuit pourrait révéler la présence de fuite dans le secteur.

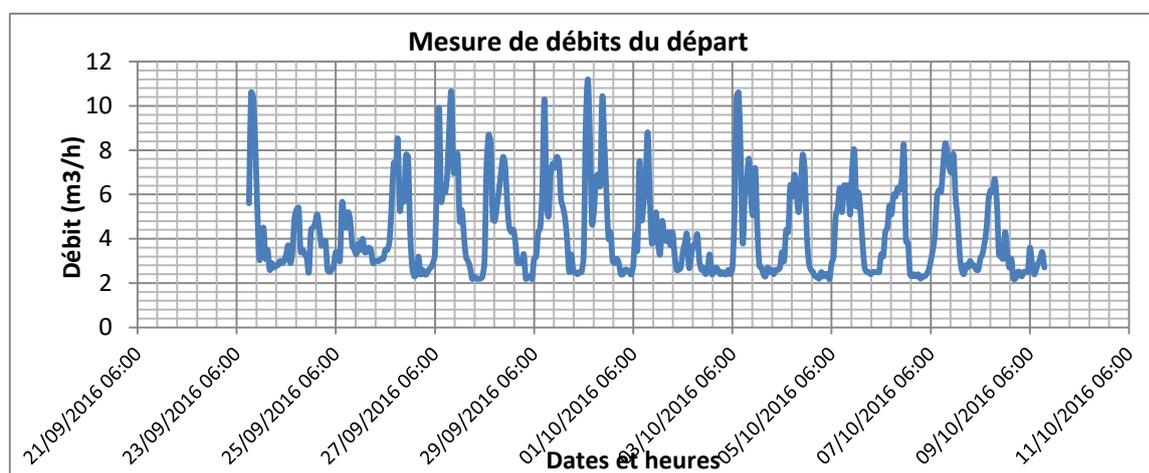


Figure 15 : mesure de débits horaires du départ SOCOBA

✚ Départ sapeurs-pompiers

La figure 16 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN150 fonte départ Pompier pendant la période allant du 30/08/16 au 17/09/16. Le Départ sapeurs-pompiers est situé sur la rive droite.

Le volume total entrant durant cette période est de **3578 m³**. Dans ce secteur le profil de consommation est plutôt constant pour un débit moyen journalier de **238,53 m³/j**. on note un débit de nuit d'environ **9 m³/h** qui est dû à une activité nocturne des pompiers, mais qui pourrait masquer des fuites. En effet c'est entre 23h et 4h que ceux-ci remplissent leurs citernes. . Une écoute de bruit de fond sur cette conduite permettrait de confirmer la nature de ce volume.

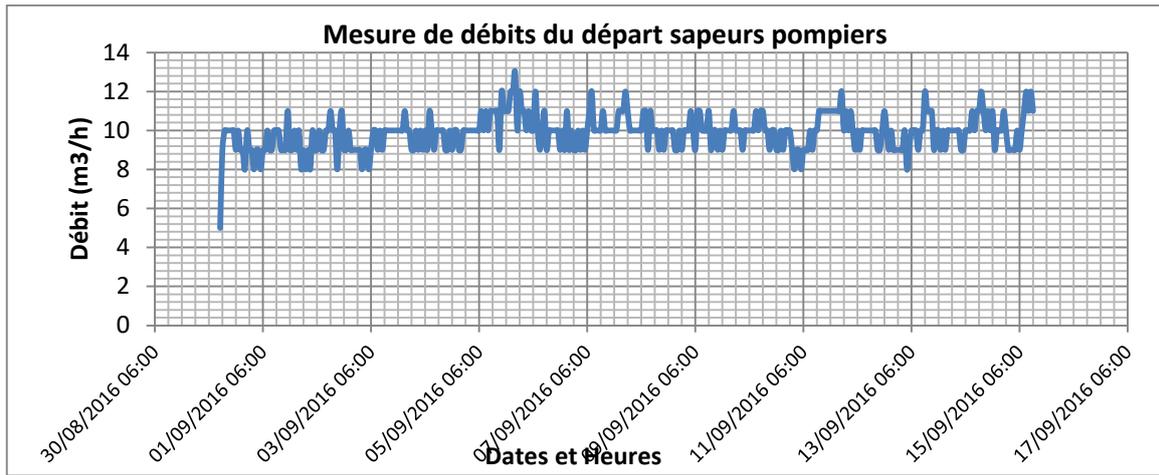


Figure 16: mesure de débits horaires du départ sapeurs-pompier

✚ Départ pétro Gabon

La figure 17 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN100 fonte départ PETRO GABON pendant la période allant du 13/10/16 au 21/10/16. Le Départ PETRO est situé sur la rive droite.

Le volume total entrant durant cette période est de **35,1 m³** pour un débit moyen journalier de **11,7 m³/j**. On note un **débit de nuit faible**, voire même très souvent nul. Ce qui s'explique aisément par le fait que ce secteur abrite le siège administratif de la société pétrolière PETROGABON et donc l'eau dans ce cas est utilisée généralement aux heures de pause pour satisfaire les besoins physiologiques.

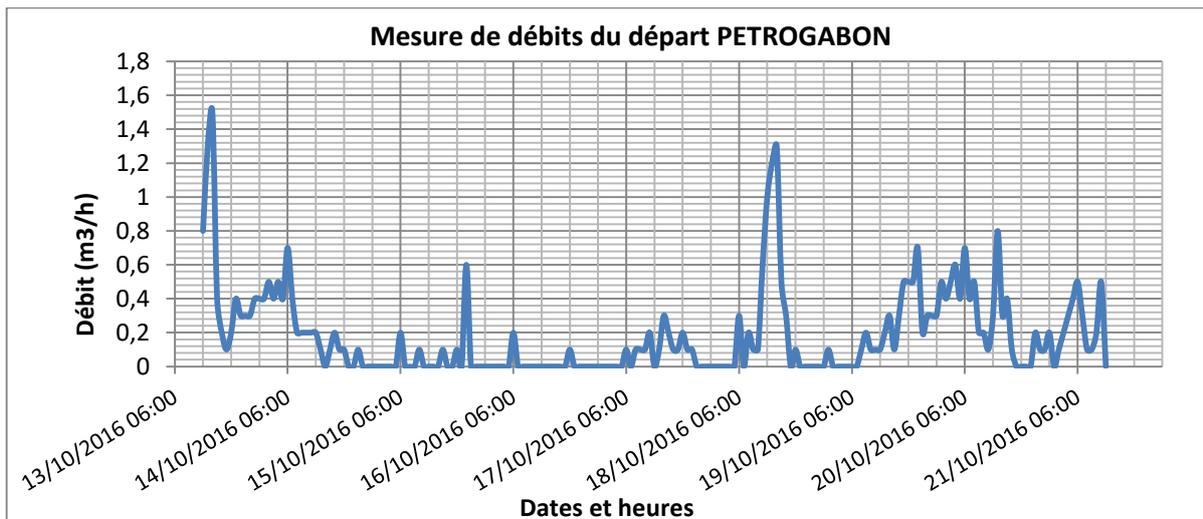


Figure 17: mesure de débits horaires du départ PETROGABON

✚ **Départ CDM DN 150F**

La figure 18 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN150 fonte départ CDM pendant la période allant du 21/09/16 au 11/10/16. . Le Départ CDM DN 150 fonte est situé sur la rive gauche.

Le volume entrant pendant cette période est de **18 487 m³** pour un débit moyen journalier de **973 m³/j**. On note un débit de nuit élevé d'environ **45 m³/h**. Cela se justifie par le fait que situé sur la rive gauche, le Départ CDM 150 fonte bénéficie d'une topographie peu favorable (forte élévation). Une partie seulement de la population a accès à l'eau en journée et ce n'est que la nuit lorsque le réseau est en charge que l'eau peut atteindre certains points hauts. Néanmoins cette forte consommation pourrait masquer des fuites. Une écoute de bruit de fond sur cette conduite permettrait de confirmer la nature de ce volume.

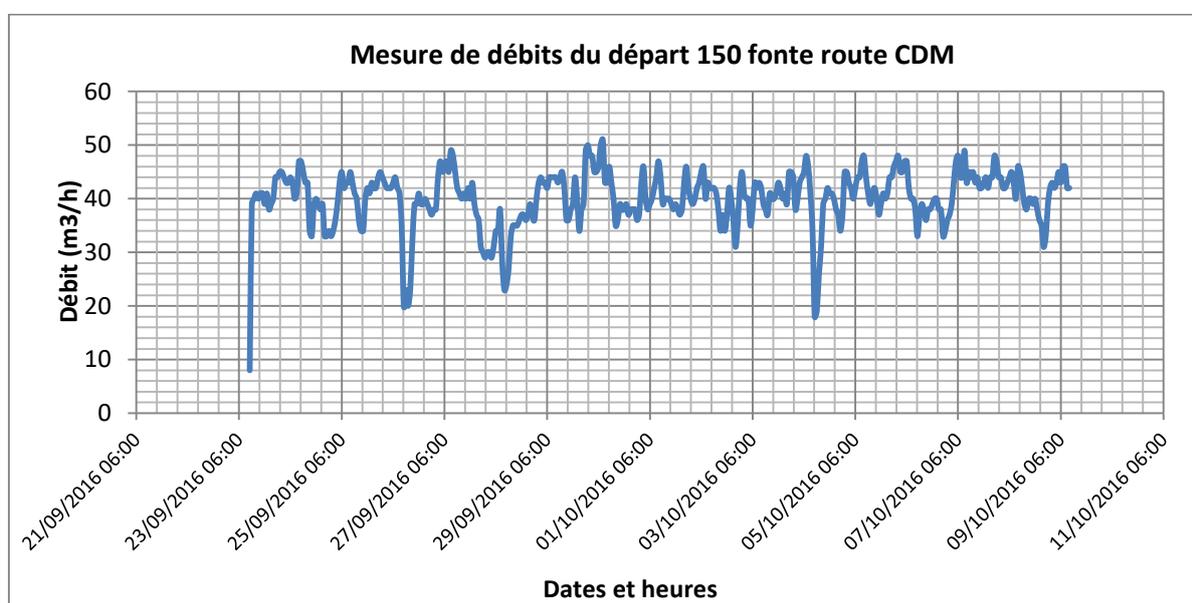


Figure 18: mesure de débits horaires du départ 150 fonte route CDM

✚ **Départ Razel**

La figure 19 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN 160 PVC départ Razel pendant la période allant du 08/08/16 au 24/08/16.

Le volume total entrant durant cette période est de **9 077 m³**. Dans ce secteur le profil de consommation est constant. On note un débit moyen journalier de **648,35 m³/j**, mais également la présence d'un important débit de nuit d'environ **25,5 m³/h** justifié par la présence de gros consommateurs dans le secteur. En effet le secteur Razel est une zone industrielle. Il abrite aussi une cité de taille moyenne jonchée de résidence de haut-standing.

Néanmoins cette forte consommation pourrait masquer des fuites. Une écoute de bruit de fond sur cette conduite permettrait de confirmer la nature de ce volume.

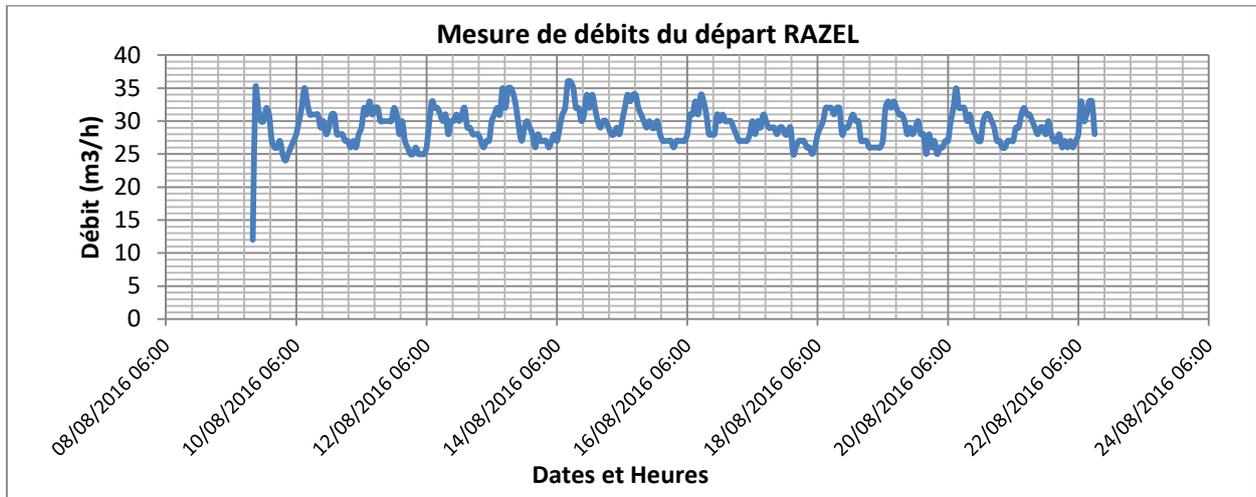


Figure 19: mesure de débits horaires du départ RAZEL

✚ Départ caisse cacao

La figure 20 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN100 fonte départ Caisse cacao. Le Départ Caisse Cacao est situé sur la rive droite.

Le volume total entrant durant cette période est de **1 501,3 m³** pour un débit moyen journalier de **166,8 m³/j**. Dans ce secteur le profil de consommation est presque constant. On remarque une baisse brutale de débit le 19/09 à 8h ; jusqu'à 3 m³/h cela dû certainement à une manipulation de la vanne de départ. Le débit de nuit est d'environ **7m³/h** ; ce qui pourrait traduire la manifestation d'une activité nocturne ou de la présence de fuite. Une écoute de bruit de fond sur cette conduite permettrait de confirmer la nature de ce volume.

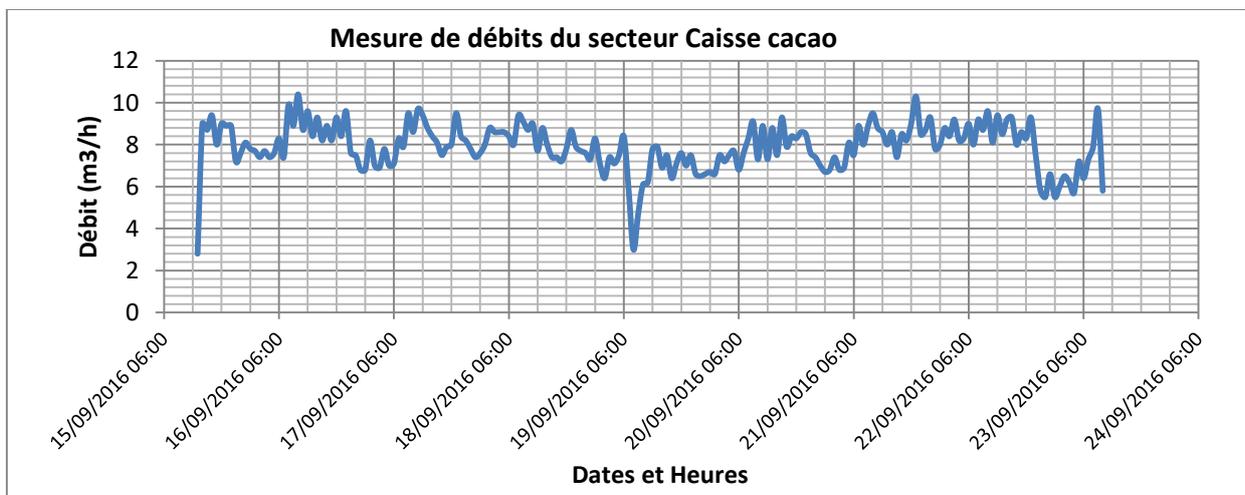


Figure 20 : mesure de débits horaires du départ caisse cacao

✚ Départ SNI

La figure 21 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN 250 fonte départ SNI. Le Départ SNI est situé sur la rive gauche.

Le volume total entrant dans ce secteur est de **10 246 m³** pour un débit moyen journalier de **1463,71 m³/j**. Ici on observe un profil plutôt contant des consommations, mais aussi importante consommation nocturne. En effet le débit de nuit enregistré oscille entre **67 et 80 m³/h**. Comme cela a été expliqué plus haut, la rive gauche est défavorisée naturellement du fait de sa forte topographie. Une consommation nocturne aussi élevée est la conséquence d'une pénurie d'eau en journée. Néanmoins celle-ci (consommation de nuit) pourrait masquer des fuites. . Une écoute de bruit de fond sur cette conduite permettrait de confirmer la nature de ce volume.

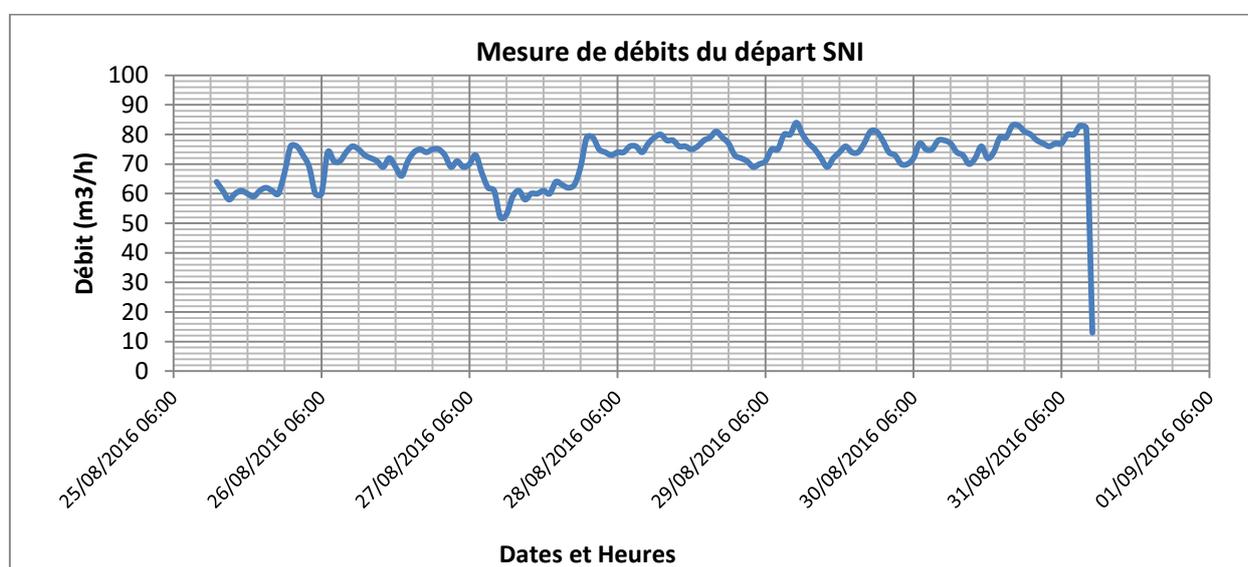


Figure 21: mesure de débits horaires du départ SNI

✚ Départ PHARMA Gabon

La figure 22 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN100 fonte départ PHARMA Gabon pendant la période allant du 22/11/16 au 01/12/16. Le Départ PharmaGabon est situé sur la rive droite.

Le volume total entrant durant cette période est de **3,6 m³** pour un débit moyen journalier de **0,51 m³/j**. On note un **débit de nuit faible**, voire même très souvent nul. Ce qui s'explique aisément par le fait que ce secteur abrite le siège administratif de la société PHARMA Gabon.

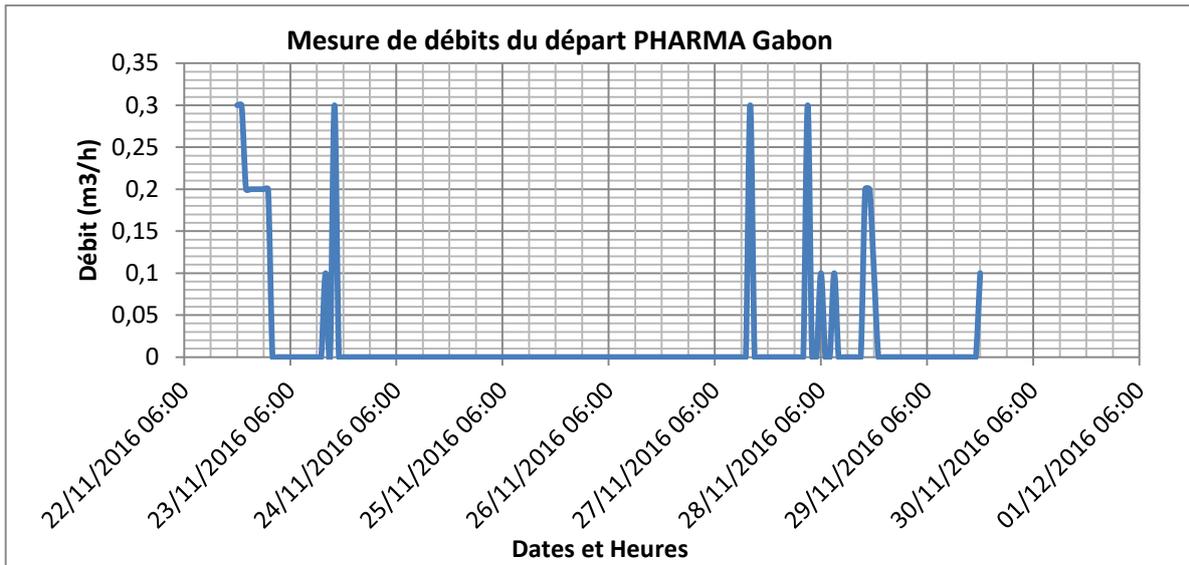


Figure 22: mesure de débits horaires du départ PHARMA Gabon

🚦 Départ Barracuda

La figure 23 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN150 fonte départ Barracuda pendant la période allant du 25/08/16 au 01/09/16. Le Départ Barracuda est situé sur la rive droite.

Le volume total entrant durant cette période est de **6 028,1 m³**. Dans ce secteur le profil de consommation semble plutôt constant. On note un débit moyen journalier de **861,15 m³/j**, mais également un important débit de nuit d'environ **38,5 m³/h**. Le secteur Barracuda est une grande zone industrielle. Ces grosses industries consomment beaucoup d'eau durant la nuit notamment à partir de 18h jusqu'au petit matin.

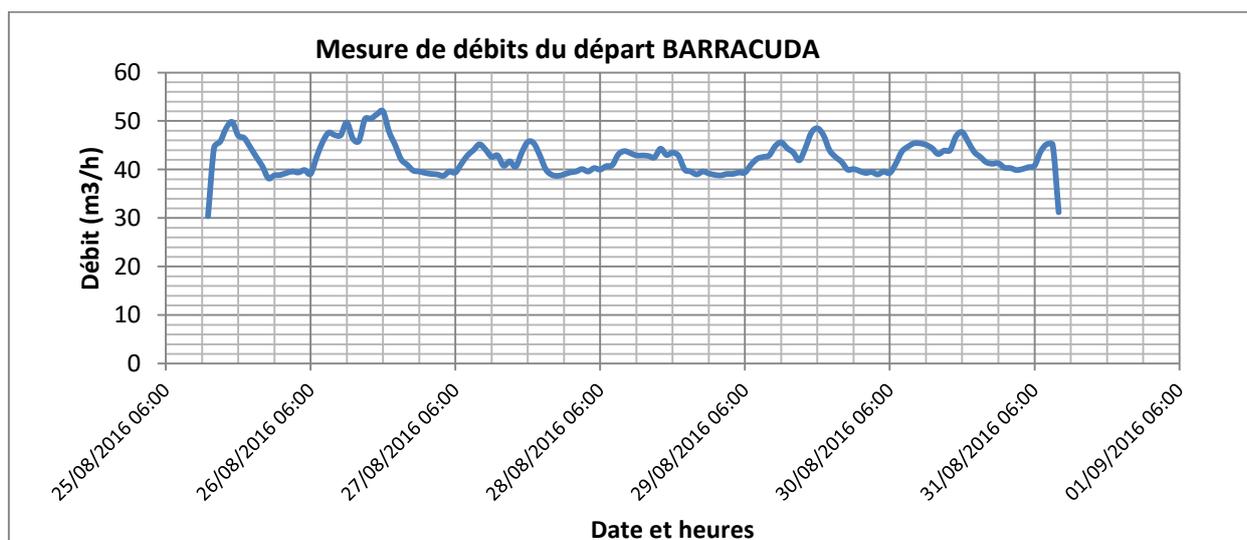


Figure 23: mesure de débits horaires du départ BARRACUDA

✚ Départ Ragasel

La figure 24 ci-dessous correspond aux enregistrements de volumes effectués sur la canalisation DN100 fonte départ Ragasel pendant la période allant du 13/10/16 au 21/10/16.

Le volume total entrant durant cette période est de **542,7 m³** pour un débit moyen journalier de **77,53 m³/j**. Ce secteur situé sur la rive gauche abrite une cité de taille moyenne avec des lotissements de type standards et une usine. On observe un profil de consommation semble plutôt constant, mais on note trois(3) importants pics de consommation, jusqu'à 16 m³/h. Le débit de nuit d'environ **2 m³/h**

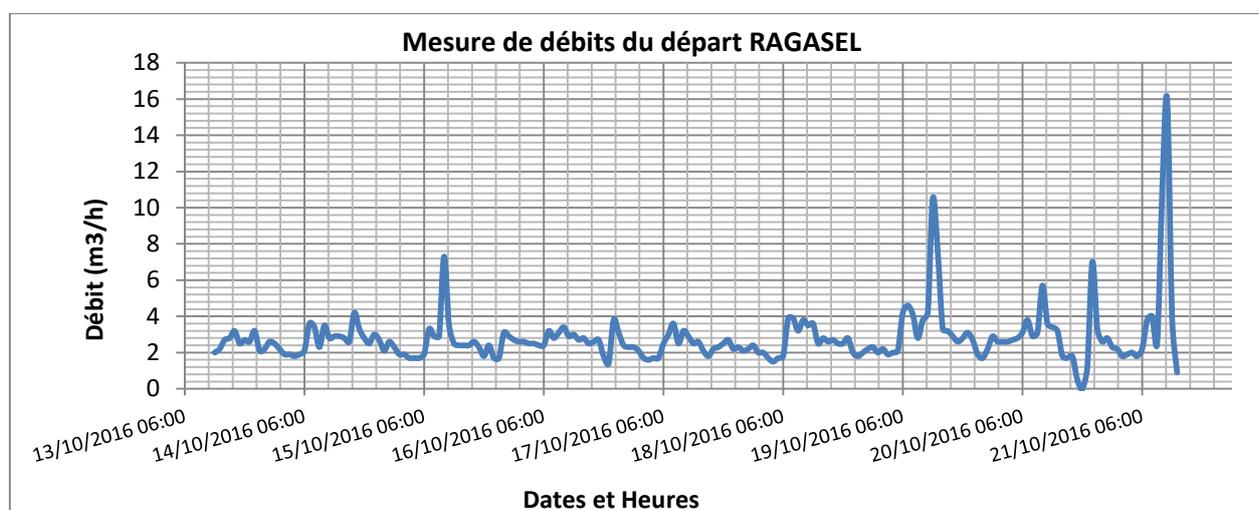


Figure 24: mesure de débits horaires du départ RAGASEL

✚ Départ cité OCTRA

La figure 25 ci-dessous correspond aux enregistrements de débits effectués sur la canalisation DN 200 fonte départ OCTRA pendant la période allant du 22/08/16 au 25/08/16.

Le volume total entrant dans ce secteur est de **1 173 m³** pour un débit moyen journalier de **167,57 m³/j**. Ici on observe un profil de consommation régulier. Entre 6h et 18h, on note le débit le plus faible et à partir de 22 h jusqu'à 5h, la consommation est alors très forte. Le débit de nuit est d'environ **27 m³/h** et se justifie par le fait la cité OCTRA situé sur la rive gauche est doté d'une topographie peu favorable (forte élévation). Ce n'est que la nuit lorsque le réseau est en charge que l'eau peut atteindre certains points hauts. Néanmoins cette forte consommation peut masquer d'importantes fuites. Une écoute de bruit de fond sur cette conduite permettrait de confirmer la nature de ce volume.

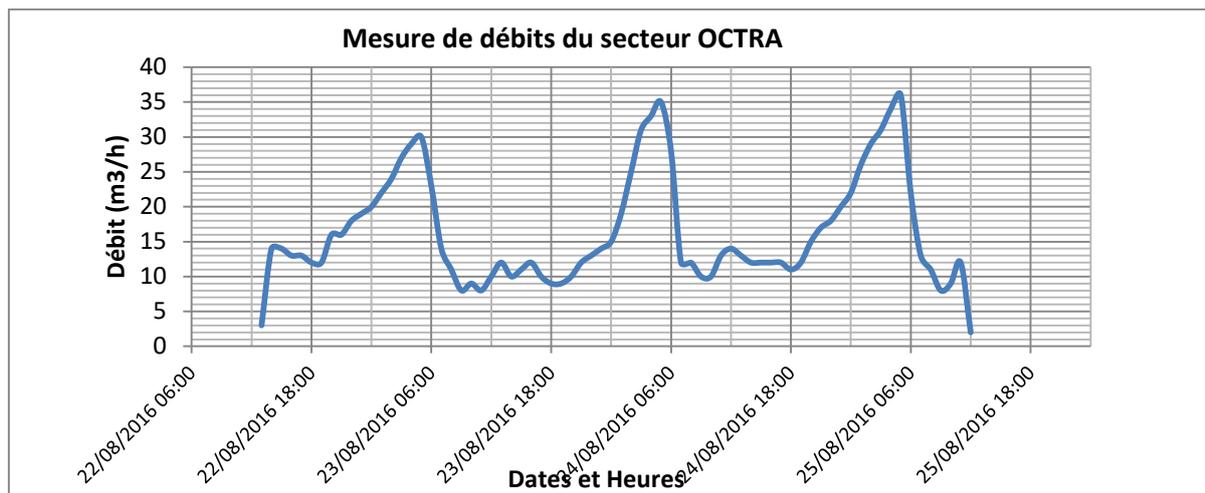


Figure 25: mesure de débits horaires du départ cité OCTRA

NB: Les départs 400 fonte route CDM, CHU, HPO n'ont pas pu être équipés pour les raisons suivantes :

- Présence d'eau dans le regard
- Regard inaccessible

Néanmoins une estimation des débits entrants a été faite en se basant sur la relève d'index par rapport à un pas de temps de fixé.

📌 Récapitulatif

Ici, les débits de nuit ne correspondent pas toujours à des minimas. On observe que dans les secteurs de la rive gauche qui ne sont pas alimentés en continu, l'eau arrive parfois seulement la nuit du fait d'une augmentation de pression et donc les consommations de nuit sont importantes. Le tableau 12 résume l'ensemble des données récoltées lors de la campagne de mesure de débits dans la zone.

Tableau 12: Tableau récapitulatif des débits et pression de chaque secteur

ZONE PILOTE		Débits journaliers Qj (m3/j)	Débits horaires Qh (m3/h)	Débits minimums Qmin (m3/h)	Débits nocturnes Qnuit entre 1h-4h (m3/h)	P° moy (b)
ENTREE DE LA ZONE	DN 500 pont Nomba	9365,8	390,2	-	-	-
SECTEURS	Siège socoba	89,91	3,74	2,2	2,8 - 3	-
	Sapeurs-pompier	238,5	10	8	08	2 - 2,5
	Siège petro Gabon	11,7	0,5	0	0	-
	CDM 150 F	973	40,5	18	36 - 50	2
	CDM 400 F	2000	83,3			< 0,6
	CHU	4,85	0,2	0	0	-
	Razel	648,4	27	24	24 - 27	-
	Caisse cacao	166,8	7	3	06	-
	Cité Sni	1463,7	61	52	67 - 80	-
	PharmaGabon	0,5	0,02	0	0	-
	Hôpital pédiatrique d'Owendo	30,7	1,27	-	-	-
	Barracuda	861,2	36	38,2	38 - 39	-
	Ragasel	77,53	3,2	-	2	-
Cité octra	167,6	7	8	19 - 34	-	

2.10.2. Localisation fuites et estimation du volume de pertes mensuelles engendrées

Sur la période allant d'avril à août, au total 341 fuites ont été recensé dans la zone. Selon Direction Technique SEEG (2016), le débit de fuite moyen sur DN 50 est estimé à 0,15 m³/h. Sur la base d'une analyse entre la date de transmission de fuite détectées et la date de traitement (annexe 16). Nous avons fait une estimation de la durée de réparation de celles-ci et estimé le volume de pertes mensuelles qu'elles engendrent (tableau 13).

Tableau 13: Nombre de fuites identifiées et estimation du volume de pertes mensuelles

Désignation	Nombre
Nombre total de fuites identifiées	341
Nombre moyen de fuites par mois	68
Débit de fuite estimé (m3/h)	0,15
Durée de détection (jours)	10
Estimation durée de réparation (jours)	30
Volume perdu (m3/mois)	11 048,40

2.10.3. Bilan en eau complet et répartition des volumes entrants dans la zone pilote fin 2015

+ volume mis en distribution

Grâce aux données du débitmètre Khrono à l'entrée de la zone, on estime le débit total entrant dans la zone s'élevant à environ 290 339,8 m³/mois soit 9 365,8 m³/j.

+ volumes consommés autorisés facturés / volume d'eau vendue

En considérant nul le volume facturé non mesuré et grâce aux traitements de données de facturation pour le mois de décembre 2015, on relève le volume d'eau vendue à 196 016,46 m³/mois.

+ volumes consommés autorisés non facturés

On prendra pour hypothèse que le volume non facturé mesuré est nul étant donné aucun dispositif n'a été mis en place pour les mesurer. En l'absence de bornes fontaines dans la zone, l'estimation des volumes non facturés non mesurés sera basée sur les PI et s'élèvera à environ 5 600 m³/mois.

+ Bilan des fuites inévitables et non détectables (UARL)

$$\text{UARL} = (18 \times L_m + 0,8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P$$

L_m = longueur du réseau de distribution (km)

N_c = nombre de connexions considéré comme le nombre de stèles

L_p = longueur des réseaux privés enterrés (=0 ici) (km)

P = pression moyenne du réseau (mètre de colonne d'eau)

Avec une pression moyenne de 25 mCe, une longueur du réseau de 38,679 km et une moyenne de six (6) points de service par stèle, les pertes inévitables sur le secteur d'étude sont évaluées à 1 133,57 m³/mois

+ Classification des pertes dans la zone

Les pertes apparentes ont été évalué à environ 25 614 m³/mois soit 8,8% du volume entrant dans la zone. Elles englobent :

- Piquages avant compteur
- Absence de compteur

- Compteurs déplacés
- Compteurs inversés
- Numéros de compteurs effacés, grattés
- Mauvaises lecture et/ou saisie de l'index
- Index non relevés: compteurs non trouvés, cassés, enterrés, etc
- Problèmes de mise à jour de la base de données
- Sous-comptage des compteurs

Les pertes physiques réelles ont été évaluées à 21,9% du volume entrant dans la zone. Elles englobent :

- Fuites reportées (allô fuites)
- Fuites détectées suite à la campagne de recherches de fuites
- Fuites sur branchements avant compteurs
- Fuites inévitables et non détectables (UARL)
- Les Fuites cachées détectables avec le matériel approprié ont été estimées en faisant la différence entre le volume entrant et les volumes consommés autorisés et le volume des autres pertes soit environ 19 %

La figure 26 présente la répartition du volume entrant dans la zone pilote. L'ensemble des calculs ayant abouti à ce graphique et représentant le bilan hydraulique complet est situé en **annexe 10**.

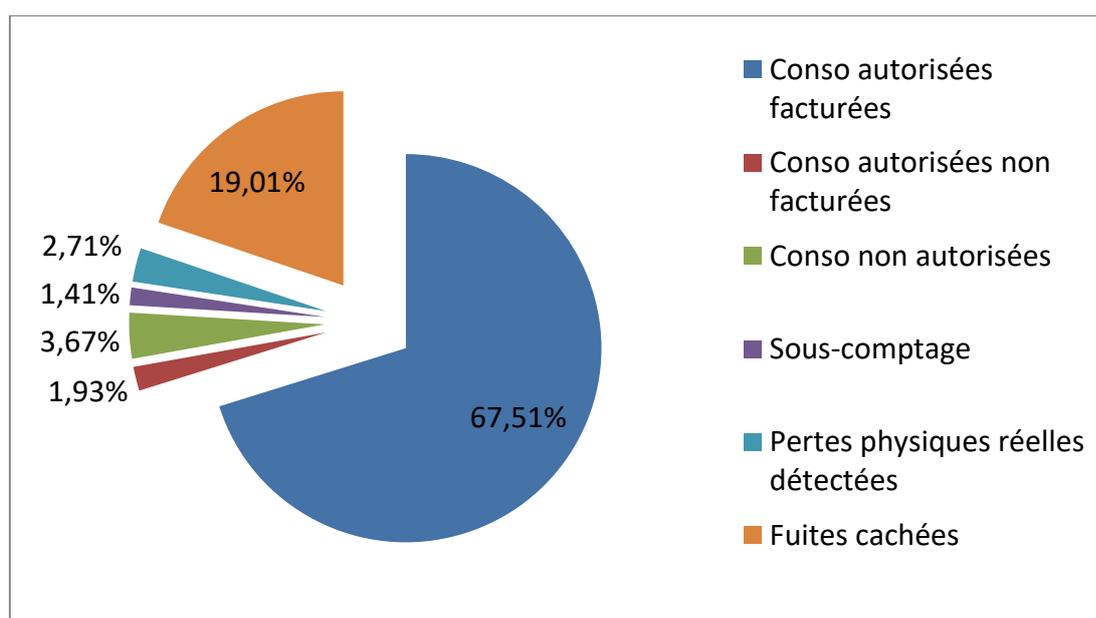


Figure 26 : Répartition du volume entrant dans la zone pilote

Rendement primaire de la zone d'étude fin 2015 et ILP

Basé sur les données de facturations recueillies dans la base clientèle, le volume d'eau facturée dans notre zone d'étude pour le mois de décembre 2015 s'élève à 196 016,46 m³ et le volume mis en distribution enregistrée à l'entrée par le débitmètre Khrone est estimé à 290 339,8 m³ soit un rendement de 67,5 % inférieur à 85 %. Le linéaire du réseau faisant environ 38,7 km, l'ILP est de 78,8 m³/j/km.

2.11. Mesures d'optimisation

Le diagnostic du réseau de distribution de la zone d'étude étant établi, nous avons ressorti les insuffisances et anomalies dans le fonctionnement de celui-ci. Cette partie de notre travail nous permettra de proposer quelques actions à entreprendre en vue d'optimiser ce réseau.

2.11.1. Amélioration du système de comptage

Gérer un parc de compteurs d'eau signifie mettre en place une stratégie de remplacement des appareils de mesure afin d'améliorer globalement le rendement du parc.

Selon le service métrologique de la SEEG, les compteurs ayant un index supérieur à 1 000 m³ présentent une efficacité réduite à 90%. Ils ont du mal à comptabiliser les petits débits et vont avoir tendance à sous-estimer les volumes consommés.

Les compteurs volumétriques étant plus précis et les plus sensibles (PASANISI 2004), l'amélioration de l'efficacité du système de comptage de notre zone d'étude passera donc par le remplacement des CTR cassés, CTR illisibles, CTR à totalisateur bloqué et des CTR avec index >1000 m³ soit l'installation de 1700 nouveaux compteurs volumétriques.

Le prix d'achat d'un compteur volumétrique étant de 15 742,97 FCFA, le Coût d'investissement s'élèvera donc à 26,8 millions FCFA pour un temps de retour sur investissement d'environ 1,5 an en supposant que les compteurs volumétriques en dessous d'un index de 1000 m³ ont une efficacité de 100%.

Cette action aura pour bénéfice immédiat une meilleure fiabilisation du volume facturé. Pour notre zone ce volume représentera 51 408 m³/an supplémentaires et engendrera une économie de 23 millions FCFA /an dans la zone.

Si l'on extrapole l'efficacité du parc compteur de la zone pilote de 92% à l'échelle de Libreville (104 108 abonnés), et en supposant que les CTR DN 15 représentent 95 % du parc à compteur de la ville, cela représenterait un volume non facturé de 1,384 million m³/an soit environ 621 millions FCFA/an. Ces chiffres devront être validés avec l'état des lieux du vieillissement de l'ensemble du parc de compteurs de Libreville pour mettre en place une politique de remplacement des compteurs, logique qui priorise les compteurs les plus anciens et donc les moins efficaces.

2.11.2. Redimensionnement et pose de nouvelles ventouses

Départ route CDM

Nous préconisons :

- Le remplacement de la ventouse DN 40/60 existante sur le DN 400 fonte par une ventouse purgex HP DN 100 de Pont A Mousson (**fiche technique en annexe 11**).
- La mise en conformité de la protection de la conduite par l'installation de deux ventouses sur les points hauts non équipés du profil en long du DN 400 fonte. Celles-ci seront également de type purgex HP DN100 de Pont A Mousson (**annexe 12**). Les travaux nécessiteront la création de regards en béton armé sous chaussée et la fourniture et la pose des pièces de fontainerie requises (**annexe 13**). Le devis quantitatif estimatif en **annexe 14** est la synthèse des travaux de mise en conformité de la protection du DN 400 fonte. Le coût de réalisation a été estimé à 33 390 166 FCFA.

Des mesures en continu seront réalisées sur le point suivant afin d'en mesurer l'impact:

- PL 598 103 N01 51 (point le plus haut du DN150F, Alt.30m).

Départ OCTRA

Nous préconisons de procéder au remplacement de la ventouse sous-dimensionnée DN 40/60 existante sur le DN 250 fonte par une ventouse purgex HP DN 100 de Pont A Mousson. Le tableau 22 résume l'ensemble des calculs de redimensionnement (**annexe 15**).

2.11.3. Réparation des fuites détectées

Cette action permettra d'économiser de l'eau en réduisant la durée d'existence de la fuite et d'alimenter 603 abonnés dans la zone pilote. Il est cependant nécessaire d'arbitrer entre

rapidité d'intervention et qualité/continuité du service. Le choix de la technique et des pièces de réparation tiendra compte de la qualité du matériau de la conduite, de la nature du sol.

IV. CONCLUSION ET RECOMMANDATION

Notre étude avait pour thème : «Diagnostic et proposition d'optimisation de la desserte en eau de Libreville et de ses environs : cas de la commune d'Owendo ». La problématique de notre réflexion s'articulait autour d'une préoccupation essentielle: le service d'eau de Libreville présente des insuffisances dans la couverture des consommations des populations de certaines zones. Comment améliorer la qualité de la desserte et le rendement eau de la ville de Libreville et de ses environs ?

Les résultats du diagnostic du réseau de distribution de la zone pilote nous permis de déceler des anomalies et dysfonctionnements tels que : une inadéquation entre le volume mis en distribution et les besoins de la population cible, un manque d'étanchéité de certaines vannes de sectorisation, l'absence et le sous-dimensionnement des certaines ventouses dans des secteurs à forte densité et à forte élévation, un rendement réseau de distribution faible (67,5%) et un indice linéaire de perte élevé (78,8 m³/j/km). L'analyse du bilan hydraulique complet montre que les indices de performances énoncés plus haut trouvent leur justificatif dans de nombreuses pertes. Ses pertes sont principalement : des fuites sur le réseau, des sous-comptages des compteurs, des index non relevés de compteurs et l'absence même de compteurs. Au vu des différents résultats obtenus, nous pouvons affirmer que l'hypothèse selon laquelle la mauvaise qualité de la desserte est due à un rendement faible sur le réseau de distribution est vérifiée.

De plus, il apparaît que la méthode et les moyens employés pour la réparation de fuites ne sont pas adaptés pour améliorer significativement le rendement et diminuer l'indice linéaire de pertes.

Les mesures d'optimisation telles que le renouvellement des compteurs DN 15 défectueux, le redimensionnement et la pose de nouvelles ventouses sur les départs CDM et OCTRA, la localisation des fuites et l'amélioration du temps de réparation des fuites ont été proposées. L'ensemble de ses actions permettront de minimiser les pertes en eau, de fiabiliser les volumes relevés et facturés et d'améliorer le rendement du réseau de distribution.

Cependant, il faudrait étendre cette étude sur l'ensemble du réseau de distribution de la ville de Libreville et de ses environs afin d'harmoniser les solutions.

Nous recommandons à la direction générale de la SEEG de :

- Remettre en place les 2 ventouses absentes sur la conduite principale DN 500/400 Fte

- investir dans du nouveau matériel et dans un renforcement des équipes en charge de la réparation de fuites à fin de pouvoir améliorer l'efficacité de la recherche et de la réparation des fuites
- mettre en place un planning de contrôle de réparation de fuite
- procéder à une campagne de sensibilisation des abonnés au signalement des fuites
- mettre en place une task force pour réduire le temps de réparation de fuites : une équipe qui détecterait et aurait le matériel pour réparer les fuites mineures détectées aussitôt.

BIBLIOGRAPHIE

- BENGOBSANE, Hélène, Jean NDONG, Noel MOUSSAVOU, and Monique Noel. 2000. "GABON Enquête Démographique et Santé du Gabon 2000.",20p
- BINGA, Hubert. n.d. "GESTION DE L'EAU AU GABON." www.sifec.org, 9p
- Direction de l'Eau et de l'Assainissement. 2014. "GUIDE TECHNIQUE DE L'AEP."
- DIRECTION GÉNÉRALE DE LA STATISTIQUE. 2015. "RECENSEMENT GENERAL DE LA POPULATION ET DES LOGEMENTS DE 2013 DU GABON." Libreville: Commission Nationale du Recensement (CNR), 247p
- Direction Technique SEEG. 2016. "DIAGNOSTIC DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE EN VUE DE SON RENFORCEMENT STRUCTUREL." Région EST, 20p
- FAYE, Moussa, et Moussa OUEDRAOGO. 2015. "GESTION TECHNIQUE DES RESEAUX D'EAU SOUS PRESSION: RECHERCHE DE FUITES.",89p
- LALLE, Nimonguibé, Pierre DIELLO, Niama MARIKO, and Dramane BAGAYOKO. 2012. "ACTUALISATION DES ÉTUDES POUR L'AMÉNAGEMENT DES BASSINS VERSANTS DE GUÉ-GUÉ, DE LA LOWÉ-IAI ET DE TERRE NOUVELLE, À LIBREVILLE.",45p
- PASANISI, Alberto. 2004. "Aide à la décision dans la gestion des parcs de compteurs d'eau potable.", 245p
- SEEG. 2000. "Schéma directeur eau de Libreville.",13p

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Répartition de la population résidente du Gabon par département et densité en 2013.....	59
Annexe 2: valeurs références de l'ILP (hors branchement).....	59
Annexe 3: Adaptation de la balance en eau à la zone étudiée.....	60
Annexe 4 : Evaluation de la demande pour la commune d'Owendo.....	61
Annexe 5 : Evaluation de la demande pour la zone d'étude.....	61
Annexe 6: Analyse du vieillissement du parc à compteur de la zone pilote.....	62
Annexe 7: Consignes des vannes de sectionnement du réseau de distribution.....	63
Annexe 8: Vérification des ventouses.....	64
Annexe 9: vérification des ventouses existantes.....	65
Annexe 10: Bilan hydraulique complet de la zone d'étude.....	66
Annexe 11: Fiche technique Ventouse HP DN100 de PAM.....	67
Annexe 12 : Mise en conformité des équipements de protection sur DN 400 fonte route CDM.....	68
Annexe 13: Documentation technique des équipements à installer.....	69
Annexe 14: Devis quantitatif estimatif de mise en conformité.....	74
Annexe 15: Calcul de redimensionnement ventouse existante sur DN 250 fonte départ OCTRA.....	75
Annexe 16: Présentation de l'état de traitement de quelques évènements recensés sur le terrain.....	76
Annexe 17 : schéma d'ensemble et sectorisation du réseau de distribution de la zone d'étude	76

ANNEXES

Annexe 1 : Répartition de la population résidente du Gabon par département et densité en 2013

Province/Département	Effectif de la population	Densité (hab/km ²)
Libreville	703 940	3724,6
Komo-Mondah	90 096	48,9
Komo	17 575	1,7
Noya	4 225	1
Komo-Océan	553	0,1
Owendo	79 300	809,2
ESTUAIRE	895 689	43,2

Annexe 2: valeurs références de l'ILP (hors branchement)

Indice de perte (m ³ /j/km)	Rural	Intermédiaire	Urbain
	< 25 abonnés/km	< 50 abonnés/km	> 50 abonnés/km
Bon	< 1,5	< 3	< 7
Acceptable	1.5 à 2.5	3 à 5	7 à 10
Médiocre	2.5 à 4	5 à 8	10 à 15
mauvais	> 4	> 8	> 15

Annexe 3: Adaptation de la balance en eau à la zone étudiée

CATEGORIES DE VOLUME				TYPE				
Volume entrant par secteur	Consommations autorisées	Autorisé et facturé	Facturé mesuré	volume d'eau vendue	1	Clients relevés normalement		
			Facturé non mesuré					
		Autorisé et non facturé	Non facturé mesuré	Volume d'eau non vendue			2,01	Volumes consommés par la SEEG?
							2,02	Vidanges pour travaux
			2,03				Vidange et nettoyage de réservoirs	
			2,04				Mise en service de nouvelles conduites? Estimation des volumes?	
	Non facturé non	Conso non autorisées	3,01		Poteaux incendie: consommation des génis militaires, pompiers,			
			3,02		Bornes fontaines			
			4,01		Piquages avant compteur			
	Pertes apparentes	Anomalies facturation	4,02		Absence de compteur			
			4,03		Compteurs déplacés			
			4,04		Compteurs inversés			
			4,05		Numéros de compteurs effacés, grattés			
		Limites techniques	5,01		Mauvaises lecture et/ou saisie de l'index			
			5,02		Index non relevés: compteurs non trouvés, cassés, enterrés, etc.			
		Pertes physiques réelles			5,03	Problèmes de mise à jour de la base de données		
					6,00	Sous-comptage des compteurs		
					7,01	Fuites reportées (allô fuites)		
					7,02	Fuites détectées suite à la campagne de recherches de fuites		
	7,03				Fuites sur branchements avant compteurs			
	7,04	Fuites inévitables et non détectables						
	7,05	Fuites cachées détectables avec le matériel approprié						

Annexe 4 : Evaluation de la demande pour la commune d'Owendo

DEMANDE ACTUELLE ET FUTURE POUR LA COMMUNE D'OWENDO			
Désignation du terme	Unité	2016	2030
projection de la population de la commune d'Owendo	hab	88 688	149 495
taux de la desserte	-	75%	75%
population desservie	U	66 516	112 121
consommation spécifique par habitant	m3/jr	0,15	0,15
Besoin moyen domestique à l'échéance cible	m3/jr	9 977	16818
Besoin moyen total (1,35 besoin domestique)	m3/jr	13 469	22 704
Besoin en eau moyen	m3/h	561	946
Coefficient de pointe journalier	-	1,15	1,15
Rendement théorique réseau	-	0,85	0,85
Besoin de pointe journalier	m3/jr	18 223	30 718
Coefficient de pointe horaire	-	1,3	1,3
Débit de pointe horaire	m3/h	987	1 663

Annexe 5 : Evaluation de la demande pour la zone d'étude

DEMANDE ACTUELLE ET FUTURE POUR LA ZONE D'ÉTUDE			
Désignation du terme	Unité	2016	2030
projection de la population de notre zone d'étude	hab	13 571	22 876
taux de la desserte	-	75%	75%
population desservie	hab	10 178	17 157
consommation spécifique par habitant	m3/jr	0,15	0,15
Besoin moyen domestique à l'échéance cible	m3/jr	1 526	2 573
Besoin moyen total (1,35 besoin domestique)	m3/jr	2 061	3 474
Besoin en eau moyen	m3/h	85	144
Coefficient de pointe journalier	-	1,15	1,15
Rendement théorique réseau	-	0,85	0,85
Besoin de pointe journalier	m3/jr	2 788	4 700
Coefficient de pointe horaire	-	1,3	1,3
Débit de pointe horaire	m3/h	151	254

Annexe 6: Analyse du vieillissement du parc à compteur de la zone pilote

	Nombre de PDS	Nombre de CTR DN 15	Moins de 6 mois	Entre 6 mois et 2,5 ans	Plus de 2,5 ans	Plus de 13 ans de conso	
			Index ≤ 200m3	200 < Index ≤ 1000 m3	1000 < Index ≤ 5000 m3	Index > 5000 m3	
Socoba	6	2	0	1	0	1	
Sapeurs-Pompiers	18	15	7	3	2	2	
Petro Gabon	1	0	0	0	0	0	
CDM 150	523	506	147	147	164	48	
CDM 400	1691	1664	503	425	614	114	
Razel	120	112	52	44	8	7	
CHU	1	0	0	0	0	0	
Hôpital pédiatrique	25	24	6	9	6	4	
Caisse Cacao	30	29	6	8	9	6	
SNI	948	909	435	239	154	72	
Pharma Gabon	0	0	0	0	0	0	
Barracuda	79	69	27	33	6	3	
Ragasel	32	28	2	7	13	6	
Setrag	268	262	91	66	64	40	
Conduite principale	270	253	50	92	75	34	
TOTAL	3517	3381	1307	930	832	290	
CTR volumétriques	2247	2137	1249	734	145	9	
CTR vitesses	1358	1244	58	196	687	281	
Rendement CTR en fonction de l'histogramme de consommation (SEEG métrologie)			98%	90%	90%	90%	TOTAL
Pertes en volume (m ³ /mois)			35	608	2563	893	4 099,40
Estimations des pertes commerciales dues au sous-comptage des compteurs DN 15 (FCFA/mois)			15 558	272 568	1 148 800	400 423	1 837 349,91

Source : base de données clientèle SINGA

Annexe 7: Consignes des vannes de sectionnement du réseau de distribution

Numero de regard	PL	Secteur	Position	Type	Diamètre	Ouvert/Fermé	Manceuvrée	Etat	Observation
NN	229103	pont Nomba	Té	opercule	400/110 PEHD	ouvert	06/21Tours	étanche	
NN	229103	pont Nomba	cheval	opercule	500F	ouvert		étanche	vanne sensible
NN		ENELEC	Té Coquille	opercule	400/110 PVC	ouvert	05/11 Tours	étanche	
280	4422	S Pompier	Té Coquille	opercule	400/150 F	ouvert	32/32 Tours	étanche	
NN		DG Petro G	Té	opercule	400/100 F	ouvert	21/21 Tours	étanche	
NN		Départ CDM	Té	opercule	400/150 E	ouvert	31/31 Tours	étanche	
NN		Départ CDM		opercule	400/400F	ouvert		étanche	eau dans le regard
NN		Razel		opercule	400/160 PVC	ouvert	06/31 Tours	étanche	présence de terre dans le regard
NN		Départ hopital	Té Coquille	opercule	400/160 PEHD	ouvert	31/31 Tours	étanche	
85		SNI OWD	Té	opercule	400/250F	ouvert	20/20 Tours	étanche	
84		Départ Caisse cacao	Té Coquille	opercule	400/100F	ouvert	12/12Tours	étanche	
NN		PharmaGabon	Té Coquille	opercule	400/110 PEHD	ouvert	23/23 Tours	étanche	
NN		Baracuda	Té Coquille	opercule	400/150 F	ouvert	04/14 Tours	pas étanche	
NN		Ecole GENA	Té Coquille	opercule	400/80 F	ouvert	05/21 Tours	étanche	
175		RAGASEL	Té Coquille	opercule	400/100 F	ouvert	12/12Tours	étanche	sens inverse
174A		Cité OCTRA		opercule	400/200 F	ouvert	13/13Tours	étanche	
174B		setrag		opercule	400/110 PVC	ouvert	11/11 Tours	étanche	
NN		Pont setrag	Té	papillon	400/400F	ouvert		étanche	bypass
NN		Pont setrag	Té	papillon	400/400 F	ouvert		étanche	bypass
NN		Pont setrag	cheval	papillon	400 F	fermé		pas étanche	
NN		SNI coté Cité Octra	cheval	opercule	400/200 F	fermé		étanche	
NN		Pont setrag	cheval	papillon	400 F	fermé		étanche	

Annexe 8: Vérification des ventouses

N° regard	PL	Lieux	diamètre	Type	Conduite	Etat	Altitude (m)	Heure	Observations
NN	-	voie principale avant départ RAZEL	-	-	400 fonte	défectueuse		11 H	inexistante
NN	-	voie principale avant départ BARRACUDA	-	-	400 fonte	défectueuse		11H10	inexistante
160	428205	cité Oetra	DN40/60	Simple fonction	150 fonte	opérationnelle	20	11H24	pas d'eau
134	622301	SEEG SNI	DN40/60	Simple fonction	100 fonte	opérationnelle	26	11 H44	pas d'eau
127	550103	sœurs don bosco SNI	DN40/60	Simple fonction	100 fonte	défectueuse	26	11H53	pas d'eau
NN	550103	sœurs don bosco SNI	DN40/60	Simple fonction	100 fonte	opérationnelle	24	12H	pas d'eau
109	551401	sœurs don bosco SNI	DN40/60	Simple fonction	150 fonte	opérationnelle	24	12H10	pas d'eau
91	549203P01	entrée SNI	DN40/60	Simple fonction	250 fonte	opérationnelle	9	12H15	pas d'eau
NN	767102N01	entrée Cdm	DN40/60	Simple fonction	150 fonte	opérationnelle	11	12H30	présence d'eau
44	831103	entrée Cdm	DN40/60	Simple fonction	100 fonte	opérationnelle	20	12H45	présence d'eau
49	610202N02	campus cnuss	DN40/60	Simple fonction	100 fonte	défectueuse	14	13H	présence d'eau
NN	831202	route Cdm	DN40/60	Simple fonction	400 fonte	opérationnelle	24	13H10	pas d'eau
NN	831202	route Cdm	DN40/60	Simple fonction	150 fonte	opérationnelle	24	13H12	pas d'eau
53	598104	route Cdm	DN40/60	Triple fonction	150 fonte	opérationnelle	21	13H20	pas d'eau
NN	278117	derrière pédiatrie- route CDM	DN40/60	Simple fonction	90 PEHD	opérationnelle	16	13H30	pas d'eau
NN	974100	akournam 1- route CDM	DN40/60	Simple fonction	110 PEHD	opérationnelle	16	13H40	pas d'eau
NN	974103A04	akournam 1- route CDM	DN40/60	Simple fonction	90 PEHD	opérationnelle	17	13H50	pas d'eau
61	991105	Camp de police -route CDM	DN40/60	Simple fonction	150 fonte	opérationnelle	19	14H	présence d'eau
340	847405A12	�a m'étonne- route CDM	DN40/60	Simple fonction	90 PEHD	opérationnelle	27	14H15	pas d'eau
NN	-	CDM (entrée vice PR)	DN40/60	Simple fonction	63 PEHD	opérationnelle	7	14H30	présence d'eau

Annexe 9: vérification des ventouses existantes

	DN 400 fonte ROUTE CDM	DN 250 fonte DEPART OCTRA	
Désignation	valeur		unité
Diamètre intérieur	400	250	mm
Diamètre intérieur	0,4	0,25	m
Section	0,1256	0,0490625	m ²
Longueur conduite à dégazer	1150	1110	m
Nombre de ventouses existantes sur la DN 400	1	1	sans unité
Volume d'air à évacuer par la ventouse (V)	144,44	54,459375	m ³
Débit de dégazage (q) pour une pression de service inférieure ou égale à 2,5 bars - source PAM			tuyère en mm
Ventex DN 40/60	5		m ³ /h
Ventex DN 100	141		m ³ /h
Ventex DN 150	3000		m ³ /h
Ventex DN 200	5000		m ³ /h
Durée de dégazage par type de ventouses = V/q			
Ventex DN 40/60	28,888	10,891875	heures
Ventex DN 100			heures
Ventex DN 150			heures
Ventex DN 200			heures

Annexe 11: Fiche technique Ventouse HP DN100 de PAM



68
VENTOUSES

Purgeur PAM type Purgex 'haute pression'

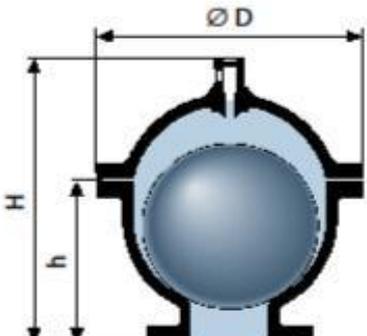
Les purgeurs d'air haute pression PURGEX DN 100 permettent le dégazage à grand débit des canalisations jusqu'à une pression de service de 40 bar. Les purgeurs haute pression sont souvent utilisés sur les canalisations de gros diamètre (DN 350 - 1800) et sur les canalisations à dégazage important. Ils imposent un choix rigoureux de la tuyère par rapport à la pression de service pour obtenir des conditions de fonctionnement optimales.

Caractéristiques

Les purgeurs PURGEX haute pression sont:

- parfaitement étanches même à très basse pression,
- bien protégés contre les risques éventuels de corrosion,
- de construction robuste,
- d'entretien nul en eau claire non entartrante,
- d'une grande facilité de montage/démontage.

DN 100





Purgeur DN 100	D	H	h	Masse
	mm	mm	mm	kg
	365	417	235	53

Le purgeur DN 100 possède une bride fixe à perçage ISO DN 100, PN 10 - 16 - 25

Choix de la tuyère

Pression de service maximale (bar)	< 2,5	2,5 - < 4	4 - < 6	6 - < 10	10 - < 16	16 - < 25	25 - 40
Ø de perçage de la tuyère (mm)	16	12,5	10	8	6,3	5	3,2
Ø de perçage du siège (mm)	20,5	16,5	16,5	16,5	16,5	8,5	8,5
Débit d'air maximum évacué à la pression de service (m ³ /h)	141	86	55	35	22	14	5,7

Nous nous réservons le droit de modifier les caractéristiques de nos produits et les prescriptions mentionnées dans ce catalogue sans préavis.

Édition 04/2009

Annexe 12 : Mise en conformité des équipements de protection sur DN 400 fonte route CDM

conduite DN 400 ROUTE CDM - Préconisation			
Désignation	valeur	unité	
Diamètre intérieur	400	mm	
Diamètre intérieur	0,4	m	
Section	0,1256	m ²	
Longueur conduite à dégazer	1150	m	
Nombre de ventouses existantes sur la DN 400	3	sans unité	
Volume d'air à évacuer en moyenne par ventouse ($V_i = V/3$)	48,147	m ³	
Débit de dégazage (q) pour une pression de service inférieure ou égale à 2,5 bars - source PAM			tuyère en mm
Ventex DN 40/60	5	m ³ /h	3
Ventex DN 100	141	m³/h	16
Ventex DN 150	3000	m ³ /h	3
Ventex DN 200	5000	m ³ /h	3
durée de dégazage par type de ventouses = V_i/q			choix de la ventouse optimale
Ventex DN 40/60		heures	L'équipement de 3 ventouses ventex DN 100 tuyère DN 16 mm assure un dégazage rapide et continu de la conduite 400 fonte
Ventex DN 100	0,341465721	heures	
Ventex DN 150		heures	
Ventex DN 200		heures	

Annexe 13: Documentation technique des équipements à installer

- Tampon fonte série lourde URBAMAX E600 référence RE 60 E9 RD cadre rond

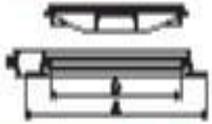


FONTE DE VOIRIE/PAM

Regard "Urbamax 900" F 900



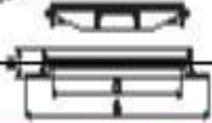
	Dimensions			Masse Kg	Condit.	Code
	A	O	H			
Non ventilé rond	850	610	100	93	10	N.C
carré	850	610	100	105	10	N.C
Ventilé rond	850	610	100	88	10	N.C
carré	850	610	100	97	10	N.C

Regard "Urbamax 600" E 600



	Dimensions			Masse Kg	Condit.	Code
	A	O	H			
Non ventilé rond	850	610	100	93	10	N.C
carré	850	610	100	102	10	N.C
Ventilé rond	850	610	100	86	10	N.C
carré	850	610	100	95	10	N.C

Pamrex 600 - D 400

013210


"Sécurité"

Dimensions	Masse	Condit.	Code



VOIRIE

BOITIERS ET
CANAUX

RÉSEAUX
ASSAINISSEMENT

RÉSEAUX
SECS

RÉSEAUX
EAU POTABLE
ET GAZ

ÉPURATION
PRÉ-TRAITEMENT

• Pièces spéciales de montage

TUYAUX, RACCORDS, JOINTS ET ACCESSOIRES

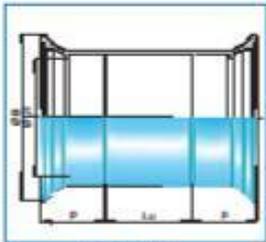
ADDUCTION ET DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

Raccords DN 60 à 600 / Manchon NATURAL à joint EXPRESS

Domaine d'emploi :
Pour réseaux d'adduction d'eau potable

Principales caractéristiques :

- Revêtement extérieur-intérieur cataphorèse bleue
- EN 545, ISO 2531
- Manchon coulissant

DN 60-200

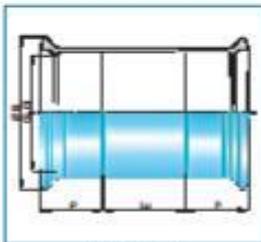
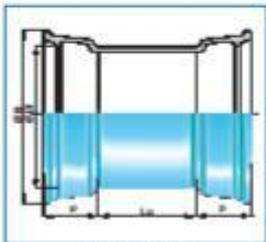
DN	Lu	P	DI	B	Masse	Références
	mm				kg	
60	156	76	80,3	143,5	6,9	NEA60MN
80	158	79	101,4	167,5	8,8	NEA80MN
100	160	80	121,4	187,5	7,1	NEB10MN
125	165	83	147,4	214,5	8,7	NEB12MN
150	165	86	173,4	241,5	10,4	NEB15MN
200	170	92	225,5	294,5	14,5	NEB20MN

Masse : raccord seul - Références : raccord

Note :

1 - Référence raccord avec joint EXPRESS : _____E00

2 - Référence raccord avec joint verouillé EXPRESS Vi : _____E06

DN 250-300 DN 350-600

DN	Lu	P	DI	B	Masse	Références
	mm				kg	
250	175	100	276,8	351,0	24,3	NEB25MN
300	180	105	328,8	408,2	30,2	NEB30MN
350	185	110	380,8	463,2	55,0	NEB35MN
400	190	110	432,0	515,2	67,0	NEB40MN
450	195	120	483,0	575,0	76,0	NEB45MN
500	200	120	535,0	628,2	100,0	NEB50MN
600	210	135	638,6	737,5	131,0	NEB60MN

Masse : raccord seul - Références : raccord

TUYAUX, RACCORDS, JOINTS ET ACCESSOIRES

410
Adduction et Distribution d'Eau - édition 2010
SPRINGER

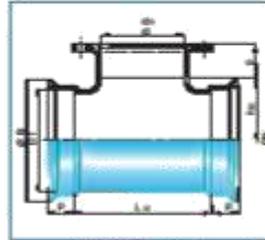
TUYAUX, RACCORDS, JOINTS ET ACCESSOIRES

ADDUCTION ET DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

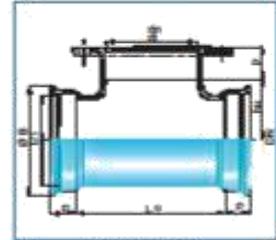
Raccords DN 60 à 600 / Té 2 emboîtements - tubulure bride orientable NATURAL à joint EXPRESS

Domaine d'emploi :
Pour réseaux d'adduction
d'eau potable

- Principales caractéristiques :
- Revêtement extérieur-intérieur cataphorèse bleue
 - EN 545, ISO 2531



DN 250-300



DN 350-600

DN	d	Lu	lu	P	DI	B	Masse / kg			Références		
							PN10	PN16	PN25	PN10	PN16	PN25
250	60	164	145	100	276,8	351,0	39,2	39,2	38,8	NEB25UD1C	NEB25UD1C	NEB25UD1C
250	65	164	145	100	276,8	351,0	39,7	39,7	39,8	NEB25UD1D	NEB25UD1D	NEB25UD1D
250	80	234	165,5	100	276,8	351,0	45,1	45,1	45,1	NEB25UD1E	NEB25UD1E	NEB25UD1E
250	150	251	145,5	100	276,8	351,0	50,7	50,7	51,7	NEB25UD1J	NEB25UD1J	NEB25UD1J
250	200	344	148	100	276,8	351,0	62,0	61,9	63,4	NEB25UD1K	NEB25UD1K	NEB25UD1K
250	250	404	180	100	276,8	351,0	72,6	72,2	75,1	NEB25UD1L	NEB25UD1L	NEB25UD1L
300	60	237	170	105	328,8	408,2	56,8	56,8	56,4	NEB30UD1C	NEB30UD1C	NEB30UD1C
300	65	237	170	105	328,8	408,2	57,3	57,3	-	NEB30UD1D	NEB30UD1D	NEB30UD1D
300	80	237	170	105	328,8	408,2	58,3	58,3	58,3	NEB30UD1E	NEB30UD1E	NEB30UD1E
300	150	347	175,5	105	328,8	408,2	72,2	72,2	73,2	NEB30UD1J	NEB30UD1J	NEB30UD1J
300	200	347	178	105	328,8	408,2	77,0	76,9	78,4	NEB30UD1K	NEB30UD1K	NEB30UD1K
300	250	467	185	105	328,8	408,2	91,6	91,2	94,5	NEB30UD1L	NEB30UD1L	NEB30UD1L
300	300	467	209,5	105	328,8	408,2	101,0	100,3	103,9	NEB30UD1M	NEB30UD1M	NEB30UD1M
350	60	148	195	110	380,8	463,2	62,0	62,0	62,0	NEB35UD1C	NEB35UD1C	NEB35UD1C
350	65	148	195	110	380,8	463,2	62,0	62,0	-	NEB35UD1D	NEB35UD1D	-
350	80	194	225,5	110	380,8	463,2	70,0	70,0	70,0	NEB35UD1E	NEB35UD1E	NEB35UD1E
350	150	314	205,5	110	380,8	463,2	86,0	86,0	86,0	NEB35UD1J	NEB35UD1J	NEB35UD1J
350	200	314	208	110	380,8	463,2	90,0	90,0	99,0	NEB35UD1K	NEB35UD1K	NEB35UD1K
350	250	369	240	110	380,8	463,2	101,6	101,2	104,1	NEB35UD1L	NEB35UD1L	NEB35UD1L
350	300	485	-	110	380,8	463,2	109,0	110,0	-	NEB35UD1M	NEB35UD1M	-
350	350	485	217,5	110	380,8	463,2	129,1	129,9	136,0	NEB35UD1Y	NEB35UD1Y	NEB35UD1Y
400	80	195	255,5	110	432,0	515,2	83,0	83,0	83,0	NEB40UD1E	NEB40UD1E	NEB40UD1E
400	150	315	255,5	110	432,0	515,2	100,2	100,2	101,2	NEB40UD1J	NEB40UD1J	NEB40UD1J
400	200	315	238	110	432,0	515,2	97,9	97,8	99,3	NEB40UD1K	NEB40UD1K	NEB40UD1K
400	250	429	270	110	432,0	515,2	116,6	116,2	119,1	NEB40UD1L	NEB40UD1L	NEB40UD1L
400	300	429	269,5	110	432,0	515,2	121,3	120,6	124,2	NEB40UD1M	NEB40UD1M	NEB40UD1M
400	400	545	245,5	110	432,0	515,2	164,5	169,0	178,0	NEB40UD1N	NEB40UD1N	NEB40UD1N
450	150	315	265,5	120	483,0	575,0	108,2	108,2	109,2	NEB45UD1J	NEB45UD1J	NEB45UD1J
450	200	315	268	120	483,0	575,0	138,5	138,4	139,9	NEB45UD1K	NEB45UD1K	NEB45UD1K
450	250	600	300	120	483,0	575,0	143,6	143,2	146,1	NEB45UD1L	NEB45UD1L	NEB45UD1L
450	300	600	303	120	483,0	575,0	150,3	149,6	153,2	NEB45UD1M	NEB45UD1M	NEB45UD1M
450	400	600	275,5	120	483,0	575,0	191,7	195,8	205,0	NEB45UD1N	NEB45UD1N	NEB45UD1N
450	450	600	278,5	120	483,0	575,0	200,8	207,2	214,4	NEB45UD1P	NEB45UD1P	NEB45UD1P
500	150	325	295,5	120	535,0	628,2	150,2	150,2	151,2	NEB50UD1J	NEB50UD1J	NEB50UD1J
500	200	325	298	120	535,0	628,2	154,0	154,0	155,0	NEB50UD1K	NEB50UD1K	NEB50UD1K
500	250	443	330	120	535,0	628,2	178,6	178,2	181,1	NEB50UD1L	NEB50UD1L	NEB50UD1L
500	300	443	329,5	120	535,0	628,2	192,3	191,6	195,2	NEB50UD1M	NEB50UD1M	NEB50UD1M
500	400	555	305,5	120	535,0	628,2	221,0	226,0	235,0	NEB50UD1N	NEB50UD1N	NEB50UD1N
500	500	675	307,5	120	535,0	628,2	264,0	277,0	283,0	NEB50UD1Q	NEB50UD1Q	NEB50UD1Q
600	100	340	358	135	638,6	737,5	185,5	185,5	186,0	NEB60UD1P	NEB60UD1P	NEB60UD1P
600	300	452	389,5	135	638,6	737,5	236,0	235,3	238,9	NEB60UD1M	NEB60UD1M	NEB60UD1M
600	400	570	365,5	135	638,6	737,5	278,0	283,0	292,0	NEB60UD1N	NEB60UD1N	NEB60UD1N
600	600	800	363,5	135	638,6	737,5	381,0	406,0	409,0	NEB60UD1R	NEB60UD1R	NEB60UD1R

Masse : raccord seul - Références : raccord

TUYAUX, RACCORDS, JOINTS ET ACCESSOIRES

TUYAUX, RACCORDS, JOINTS ET ACCESSOIRES

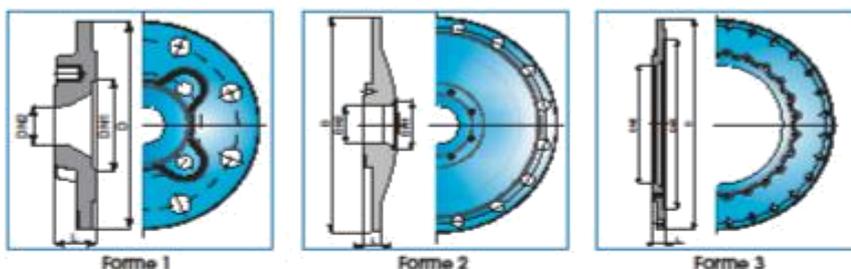
ADDUCTION ET DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

Raccords / Plaque de réduction

Domaine d'emploi :
Pour réseaux d'adduction d'eau potable

Principales caractéristiques :

- Revêtement extérieur-intérieur cataphorèse bleue
- EN 545, ISO 2531



PN 16

DN1	DN2	D	Forme	L	Masse	Références
		mm		mm	kg	
100	40	220	1	40	4,5	BBB10RN1ANNG
200	80	340	3	40	10,9	BBB20RN2ENNG
200	100	340	3	40	10,7	BBB20RN2FNNG
200	125	340	3	40	10,6	BBB20RN2GNNG
250	100	400	3	42	17,9	BBB25RN2FNNG
300	100	455	2	44,5	24,9	BBB30RN2FNNG
300	150	455	2	46,5	25,7	BBB30RN2JNNG
300	200	455	2	46,5	29,1	BBB30RN2KNNG
350	250	520	2	46,5	43,4	BBB35RN2LNNG
400	100	580	2	44,5	47,9	BBB40RN2FNNG
400	150	580	2	29,5	51,7	BBB40RN2JNNG
400	200	580	2	47,5	50,6	BBB40RN2KNNG
400	250	580	2	50	51,9	BBB40RN2LNNG
400	300	580	2	51,5	48,4	BBB40RN2MNNG
600	100	840	2	4	131,9	BBB60RN2FNNG
600	150	840	2	10	133,7	BBB60RN2JNNG
600	200	840	2	20	130,6	BBB60RN2KNNG
600	450	840	2	66	104	BBB60RN2PNNG

Masse : raccord seul - Références : raccord
Pour plus d'informations, nous consulter.

PN 25

DN1	DN2	D	Forme	L	Masse	Références
		mm		mm	kg	
100	50	235	1	40	-	-
200	100	360	1	47	-	-
250	100	425	2	55,5	25,6	BBB25RN3FNNG
300	150	485	2	47,5	-	-
350	250	520	1	46,5	60	BBB35RN3LNNG
400	100	620	2	28,5	-	-
400	200	620	2	54	67,4	BBB40RN3KNNG
400	250	620	2	60	62,6	BBB40RN3LNNG
400	300	620	2	61	63,8	BBB40RN3MNNG
600	200	845	2	29	155,4	BBB60RN3KNNG

Masse : raccord seul - Références : raccord. Pour plus d'informations, nous consulter.

TUYAUX, RACCORDS, JOINTS ET ACCESSOIRES

- **Robinet vanne à opercule**

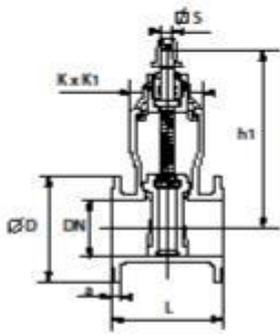


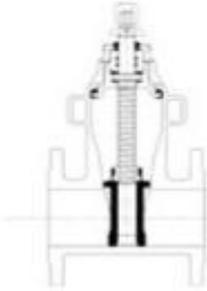
VANNES A COIN 9

Robinet-vanne à brides PAM EURO 20 type 23

DN 40 - 400

A brides, écartement court, série 14 suivant NBN EN 558



DN	Brides	L	h1	Ø D	K x K1	a	S x S	Nombre de tours fermeture	Masse
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		kg
40	PN 10/16	140	227	150	95 x 144	19	15,2	12,5	10
50	PN 10/16	150	222	165	95 x 144	19	15,2	12,5	11
65	PN 10/16	170	275	185	105 x 174	19	18,5	17	15
80	PN 10/16	180	275	200	105 x 174	19	18,5	17	16
100	PN 10/16	190	323	225	111 x 194	19	20,8	23	20
125	PN 10/16	200	373	250	126 x 220	19	20,8	28	27
150	PN 10/16	210	410	285	136 x 257	19	20,8	32	33
200	PN 10 ou 16	230	515	340	266 x 382	20	25,7	33	66
250	PN 10 ou 16	250	595	400	285 x 470	22	25,7	41,5	108
300	PN 10 ou 16	270	705	455	305 x 538	24,5	25,7	50	155
350*	PN 10 ou 16	290	705	520	305 x 538	26,5	28,9	50	175
400	PN 16	310	914	580	348 x 688	28	28,9	70	290

PN 10 - 16.
Fermeture dans le sens horlogique, sens anti-horlogique sur demande.

* Passage libre DN 300, brides DN 350

Nous nous réservons le droit de modifier les caractéristiques de nos produits et les prescriptions mentionnées dans ce catalogue sans préavis. Edition 04/2009

Annexe 14: Devis quantitatif estimatif de mise en conformité

N° Prix	Prix	Unité	Qté	PU	PT
1	Installation de chantier de niveau 1	Ft	1	2 275 000	2 275 000
2	Panneaux de signalisation du chantier, de la circulation	Ft	1	2 860 000	2 860 000
3	Panneaux d'indication de chantier	U	2	1 950 000	3 900 000
4	Sondage de reconnaissance sous chaussée	U	2	780 000	1 560 000
5	Dimensionnement des regards	U	2	325 000	650 000
6	Dossier d'exécution des ouvrages	Ft	1	1 950 000	1 950 000
7	Épuisement des eaux souterraines : $51 \leq Q \leq 100$	h	8	7 938	63 501
8	Blindage cage métallique : $DN \leq 400m$	ml	20	3 752	75 046
9	Démolition de chaussée	ml	11	1 950	20 475
10	Démontage et réemploi de caniveau pavé	m ²	PM	46 904	
11	Béton sol-ciment	m ³	3	45 500	142 188
12	Réfection de bitume	m ²	18	97 500	1 755 000
13	Construction de regard : $250 \leq \text{Conduite DN ou DE} \leq 400$	U	2	2 340 000	4 680 000
14	Tampon fonte série lourde	U	2	149 500	299 000
15	Pièces spéciales de montage : DN400F	ml	17	145 402	2 471 841
16	Désinfection de canalisation	m/km	1	237 900	237 900
17	Raccordement sur conduite : $350 \leq DN \leq 450 \text{ mm}$	U	2	455 000	910 000
18	Robinet opercule écartement court : DN100	U	2	703 560	750 000
19	Ventouse supersonique HP : DN100	U	2	1 500 000	3 000 000
20	Recollement : Plan des ouvrages exécutés	Ens	1	696 800	696 800
				Total HT	28 296 751
				TVA 18%	5 093 415
				Total TTC	33 390 166

Annexe 15: Calcul de redimensionnement ventouse existante sur DN 250 fonte départ OCTRA

conduite DN 250 DEPART OCTRA - Préconisation			
Désignation	valeur	unité	
Diamètre intérieur	250	mm	
Diamètre intérieur	0,25	m	
Section	0,0490625	m ²	
Longueur conduite à dégazer	1110	m	
Nombre de ventouses existantes sur la DN 400	1	sans unité	
Volume d'air à évacuer en moyenne par ventouse (Vi= V/1)	54,459375	m ³	
Débit de dégazage (q) pour une pression de service inférieure ou égale à 2,5 bars - source PAM			tuyère en mm
Ventex DN 40/60	5	m ³ /h	3
Ventex DN 100	141	m³/h	16
Ventex DN 150	3000	m ³ /h	3
Ventex DN 200	5000	m ³ /h	3
durée de dégazage par type de ventouses = Vi/q			choix de la ventouse optimale
Ventex DN 40/60		heures	L'équipement de 1 ventouse ventex DN 100 tuyère DN 16 mm assure un dégazage rapide et continu de la conduite 250 fonte Octra
Ventex DN 100	0,386236702	heures	
Ventex DN 150		heures	
Ventex DN 200		heures	

Annexe 16: Présentation de l'état de traitement de quelques évènements recensés sur le terrain

NUMERO BT	PL	ETAT	Quartier	DATE TRANSMISSION	DATE TRAITEMENT
FUITE					
157573	458.405.000.52	REPARATION FS IMPORTANTE	RAZEL	21-juin	09-juil
157574	767.104	REPARATION FS	ROUTE CDM	21-juin	25-juil
157575	539.100.000	REPARATION FS IMPORTANTE	DIRECTION PETRO GABON	21-juin	
157586	594.102	FUITE SOUS BITUME	RAZEL	22-juin	
157591	342.404.A01	REPARATION FS IMPORTANTE	BARACOUDA	22-juin	
157587	458.103.N01	REPARATION 2 FUITES SUR DE 50 PEHD	RAZEL	22-juin	29-juin
157593	342.000.Z01	REPARATION FS IMPORTANTE	BARACOUDA	24-juin	
157594	342.205	REPARATION FA SUR DE 50 PEHD	BARACOUDA	24-juin	
180324	767.105	FS SUR EXTENSION 40/49	ROUTE CDM	27-juil	
180323	767.105.000.95	FA SUR DN 50 PEHD	ROUTE CDM	27-juil	
180325	767.202.N03	FS SUR DN 25 PEHD	ROUTE CDM	27-juil	
180326	831.112	FA SUR DN 25 PEHD	CUSS	27-juil	28-juil
180328	846.103.000.54	FA SUR DN 25 PEHD	CA M ETONNE	27-juil	
180331	501.203	FUITE SOUS BITUME	AWOUNGOU	28-juil	
	MATERNITE J. BONGO	FA IMPORTANTE		29-juil	
MAINTENANCE					
157576	610.202.N02	REPLACEMENT DE VENTOUSE	DERRIERE PEDIAT	21-juin	
157578	VOIE EXPRESS	REPLACEMENT DE VENTOUSE DN 400F	TOTAL GABON OV	21-juin	
157579	246.101	RECHERCHE REGARD ENTERRER-VANNE A CHEVAL	CITE OCTRA	22-juin	
157584	847.405.A12	CURRAGE, REFECTION REGARD ET REMPLACEMENT VENTOUSE	CA M ETONNE	22-juin	
157585	458.103	CURRAGE ET DECOFFRAGE REGARD	RAZEL	22-juin	29-juin
157595	244.104	CURRAGE ET DECOFFRAGE REGARD	SNI OWD	24-juin	
157596	342.406	CURRAGE VANNE A CHEVAL	BARACOUDA	24-juin	
180330	1.022.100	CREATION VENTOUSE	CA M ETONNE	27-juil	
FUITE POUR CONFIRMATION					
157580	847.108	CONFIRMATION FUIE DS REGARD	ROUTE CDM	22-juin	
157592	1064.102.000	FS A DEFINIR SUR BATTERIE COMPTEUR	CA M ETONNE	22-juin	
157597	4158304	RECHERCHE FUIE	RAZEL	24-juin	
180327	831.112	FS A DEFINIR	CUSS	27-juil	
180329	847.204	FS A DEFINIR	CA M ETONNE	27-juil	

Annexe 17 : schéma d'ensemble et sectorisation du réseau de distribution de la zone d'étude