



**DETERMINATION DES PRINCIPALES CAUSES DES FUITES
ENREGISTREES DANS LE RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU
POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT
OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX
HYDRAULIQUES**

Présenté et soutenu publiquement le 18 janvier 2017 par

SAMADOULOUGOU Abdoulaye Misbas

Travaux encadrés par : Monsieur Moussa OUEDRAOGO

Enseignant, Département Génie Civil Hydraulique 2iE

Et Monsieur Jean François SANDWIDI (ONEA)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr.A.Andrianisa HARINAIVO

Membres et correcteurs : M. Béga OUEDRAOGO

M. Moussa FAYE

M. Moussa OUEDRAOGO

Promotion [2015/2016]

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je voudrais de manière sincère exprimer toute ma reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de quelque manière que ce soit.

Tout d'abord, je tiens à dire merci à Monsieur Moussa OUEDRAOGO, Enseignant à 2iE pour sa disponibilité dans le suivi de l'établissement de ce présent document. Il a bien voulu accepter l'encadrement de ce mémoire et a toujours été disponible en cas de besoin.

Je remercie Monsieur Jean François SANDWIDI, Ingénieur à l'ONEA pour sa disponibilité, ses conseils et ses critiques.

Je dis merci en outre à Monsieur Ousman PITROIPA, Responsable de la maintenance du réseau à l'ONEA pour ses conseils.

Mes remerciements s'adressent également à tout le personnel de l'ONEA, particulièrement à Messieurs, Ousmane BONKOUNGOU, Dieudonné BAGRE, T. Eric OUEDRAOGO.

Que toutes celles et tous ceux dont je suis redevable se voient ici vivement remerciés. Je vous témoigne ma profonde gratitude et reconnaissance.

RESUME

La ville de Ouagadougou est située au Burkina Faso, plus précisément au milieu de la région du centre, de coordonnées géographiques 12° 21' 58" Nord, 1° 31' 05" Ouest. Comme la plupart des réseaux de distribution d'eau potable, le réseau d'AEP de la ville de Ouagadougou fait face à de nombreuses fuites d'eau. Ces fuites affectent les éléments du réseau (conduite, vanne, joint, compteur...) et jouent sur la qualité de la distribution. Elles sont plus fréquentes au niveau des branchements. Les fuites ne sont pas toujours visibles en surface ; leur détection nécessite un ensemble de matériel d'écoute de vibration et de suivi de débit. Dans le cadre de cette étude, suite aux dépouillements des BT et analyse, il ressort que les principales causes des fuites d'eau à Ouagadougou sont les pressions élevées car, d'après les analyses il ressort que les fuites apparaissent pendant les périodes de faible consommation. Elles sont en outre dues à la mauvaise exécution des branchements. En effet là plupart des fuites proviennent des branchements (plus de 60%) qui sont réalisés par un seul plombier assisté de trois ouvriers. Les branchements réalisés par les ouvriers ne sont généralement pas contrôlés. Enfin, la qualité des matériaux est à l'origine de certaines fuites; en effet, la commande de petites conduites n'est pas aussi bien contrôlée que celle des grandes conduites.

Mots Clés :

1 – Fuite

2 - Eau

3 - Perte

4 – Conduite

5 – Distribution

ABSTRACT

The city of Ouagadougou is located in Burkina Faso, more precisely in the middle of the central region, geographical coordinates 12 ° 21 '58 "North, 1 ° 31' 05" West. Like most drinking water distribution networks, the water supply network is facing a lot of water leaking in Ouagadougou. These leaks affect the elements of the network (pipe, valve, gasket, meter ...) and reduce the quality of the distribution. They are more frequent at the branch level. The Leaking is not always visible on the surface; its detection requires a set of vibration monitoring and flow monitoring equipment. The main causes of leaking are clamping defects of the clamps, inadequate quality of network components, corrosion, material defects, poor installation, excessive water pressure, and water hammer. As a result of the BT analysis, it appears that the main causes of leakage in Ouagadougou are the high pressures because the analysis shows that leakage occurs during periods of low consumption. Also the poor execution of the connections made by the Plumbers. Indeed there more part of the leaks come from the connections (more than 60 %) that are realized by a plumber assisted by three workers. Connections made by workers are generally not controlled. Finally, the quality of the materials. Indeed for the control of materials such as pipes of small size the quality is not as well controlled as for the control of the large

Key words :

1 - Leak

2 - Water

3 - Loss

4 - Pipe

5 – Distribution

LISTE DES ABREVIATIONS

- RPE : Réduction des Pertes en Eau
- AEP : Adduction en eau potable
- GIZ : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH
(coopération internationale allemande pour le développement)
- ONEA : Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
- VAG : VAG Armaturen GmbH
- PVC : Polychlorure de vinyle
- PEHD : Polyéthylène de Haute densité
- PE : Polyéthylène
- SP3 : Station de Pompage N°3
- BT : Bon de travaux
- BTR : BT réparé
- ISOL : BT Isolé dans Délai d'une heure
- BT RD : BT réparé dans Délai d'1H
- ANC BT : Ancien BT
- BT CLSE : BT Classé
- BT REP : BT Reporté
- MQE : Manque Eau
- Moy : Moyenne
- SHP : Shape file (fichier de forme)
- mm : Millimètre
- m : Mètre

LISTE DES FIGURES

Figure 1: zone d'étude	5
Figure 2: carte hydrographique	6
Figure 3:Débitmètre MICRONICS	10
Figure 4:Débitmètre ULTRAFLUX UF801-P	10
Figure 5:Corrélateur acoustique SECORR 08	11
Figure 6:SEPEM 01 RADIO.....	11
<i>Figure 7: Aquaphon</i>	<i>12</i>
Figure 8:VARIOTEC TRACERGA.....	12
Figure 9: Odomètre de précision.....	12
<i>Figure 10: DatalLogger</i>	<i>13</i>
Figure 11: Ecraseur a tube.....	13
Figure 12:groupe motopompe	14
Figure 13:Vidange Manuelle.....	14
Figure 14: Mise en place d'un manchon.....	18
Figure 15: plan de masse.....	20
Figure 16: Débit de nuit/branche 1(30/31mais)	20
Figure 17: Débit de nuit /branche 2(31mais-1 ^{er} juin).....	21
Figure 18:Evolution du nombre de fuites depuis 2010	25
Figure 19:Nombre d'interventions (2014)	27
Figure 20:Nombre d'interventions (2015).....	27
Figure 21 : Evolution des interventions en 2016.....	27
<i>Figure 22 : Fréquence des fuites en fonction du diamètre</i>	<i>29</i>
Figure 23 : Fréquence des fuites en fonction de la nature de la conduite	30
Figure 24:Carte des tournées.....	31
Figure 25: Fréquence des fuites en fonction de la zone	32
Figure 26: Diagnostic des causes des fuites fait par les plombiers	33
Figure 27: Nature des conduites du réseau.....	34
Figure 28: répartition des conduites en fonction du diamètre	35
Figure 29: Présentation de la zone à modéliser.....	38
Figure 30: Diamètre des conduites.....	38
Figure 31: Structure du réseau	39
Figure 32: résultat de la simulation.....	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Terminologie liée au bilan d'eau [12]	16
Tableau 2: Valeurs de référence de ILP utilisées à l'ONEA[14]	18
Tableau 3: Moyenne hebdomadaire des interventions dans la ville de Ouagadougou	24
Tableau 4: Evolution du nombre de fuites depuis 2010	25
Tableau 5: Nombre d'interventions par mois et par an.....	26
Tableau 6: fréquence des fuites en fonction du diamètre des conduites	28
Tableau 7: fréquence des fuites en fonction de la nature des conduites.....	29
Tableau 8: Fréquence des fuites en fonction de la zone.....	31
Tableau 9 : Organes hydrauliques affectés par les fuites	32
Tableau 10: Causes probable des fuites selon les plombiers	33
Tableau 11: Débit pour différents orifices à 50 m de pression[16].....	37
Tableau 12: Rugosité des conduites	40

Table des matières

REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
Table des matières	viii
I. INTRODUCTION.....	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL	3
III. GENERALITES.....	5
1. Caractéristiques physiques.....	5
2. Caractéristiques démographiques	7
IV. HYPOTHESE DE TRAVAIL ET/OU OBJECTIFS DU TRAVAIL	8
a) HYPOTHESES	8
b) OBJECTIFS.....	9
V. MATERIELS ET METHODES.....	10
a) MATERIEL UTILISE.....	10
b) METHODES	16
1. Méthodes de collecte et traitement des données	16
2. Méthodes de détection	16
3. Méthodes de réparation.....	18
4. Méthodes de modélisation hydraulique	19
5. Méthodes de d'évaluation des volumes d'eau perdue à travers les fuites	19
VI. RESULTATS ET DISCUSSION.....	20
1. Types de fuites et probables causes	22
3. Méthode de réparation et délai d'intervention	23
2. Bilan.....	24
1. Evolution des interventions.....	25
2. Fréquence des fuites en fonction du diamètre des conduites.....	28
3. Fréquence des fuites en fonction de la nature des conduites	29
4. Relation matériaux diamètre et risque d'apparition de fuite.....	30
5. Fréquence des fuites en fonction de la tournée	31

6.	Organes touchés par les fuites.....	32
7.	Causes probables des fuites selon les plombiers.....	33
8.	Structure du réseau.....	34
9.	Conclusion partielle	36
PARTIE 4 : PROPOSITION D'UNE METHODE D'EVALUATION DES VOLUMES D'EAU PERDUE A		36
1.	Structure du réseau et nature des canalisations.....	37
2.	Modélisation sur Epanet	39
1.	Commentaire.....	40
VII.	CONCLUSIONS.....	41
VIII.	RECOMMANDATIONS	43
1.	Mise à jour des plans.....	43
2.	Maintenance du réseau.....	43
1.	La sectorisation du réseau	43
2.	Gestion des pressions.....	43
IX.	BIBLIOGRAPHIE	44
X.	ANNEXES	46

I. INTRODUCTION

L'eau est une ressource vitale ; elle n'est pas seulement indispensable pour l'alimentation humaine ; elle représente également une matière première importante pour la production industrielle et agricole. C'est pourquoi, la disponibilité de l'eau douce est directement liée au bien-être et à la prospérité de notre société.

Cependant, dans les pays en voie de développement et émergents, entre 40 et 80% de l'eau introduite dans les réseaux d'approvisionnement en eau est perdue tandis que des millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable en quantité suffisante. De plus, la rareté et la qualité de l'eau font partie des premières causes de pauvreté, de maladies et de dégradation de l'environnement. La question des pertes d'eau est un grand sujet de préoccupations pour les sociétés d'eau.

En effet, la perte d'eau dans un réseau de distribution peut être définie comme la différence entre les volumes produits et les volumes consommés par les usagers. Les pertes peuvent provenir des fuites sur le réseau, des erreurs de comptage des volumes ou des pertes liées aux processus commerciaux.

On distingue :

- d'une part, les pertes réelles qui sont des volumes d'eau perdue à travers tous les types de fuites et débordements de réservoirs
- et d'autre part, les pertes apparentes qui ne sont pas liées à des fuites physiques ; ce sont par exemple : l'imprécision des compteurs, les fraudes, les erreurs dans le processus de traitement des données etc.

Pour mieux prendre en charge la question des fuites d'eau à l'ONEA, une section de réduction des pertes d'eau a été créée au sein de la Direction de l'Exploitation ; aussi, un projet de réduction des pertes en eau est en exécution avec le soutien du GIZ pour une maîtrise des pertes et une amélioration du rendement du réseau. C'est dans ce sens que la présente étude porte sur la détermination des causes principales des fuites dans la ville de Ouagadougou. Le travail sera organisé comme suit :

Objectif principal

- Contribuer à réduire les fuites d'eau dans la ville de Ouagadougou.

Objectifs spécifiques

- Donner l'état des lieux des fuites enregistrées depuis 2010 ;
- Identifier les différentes causes des fuites enregistrées depuis 2010 ;
- Proposer une méthode d'évaluation des volumes d'eau perdue à travers les fuites ;
- Élaborer un modèle hydraulique fonctionnel de la zone SP3 ;
- Proposer d'une gestion améliorée des fuites dans le but de réduire les pertes en eau.

Résultats

- Etat des lieux des fuites depuis 2010
- Causes principales des fuites répertoriées
- Réseau modélisé
- Recommandations sur la gestion des fuites établies

II. PESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL

L'Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) est depuis le 02 novembre 1994, une société d'Etat (décret n°94 391/PRES/MICM/EAU) au capital de 3 080 000 000 de francs CFA.

1) Missions de l'ONEA.

L'ONEA a pour principales missions :

- ❖ La création, la gestion et la protection des installations de captage, d'adduction, de traitement et de distribution d'eau potable pour les besoins urbains, semi-urbains et industriels.
- ❖ La création, la promotion de la création et l'amélioration ainsi que la gestion des installations d'assainissement collectif, individuel ou autonome pour l'évacuation de eaux usées et excréta.

2) Organisation administrative l'ONEA.

L'ONEA est administrée par un conseil d'administration (CA) qui est obligatoirement saisi de toutes les questions d'importance pouvant influencer la marche générale de la société. L'Office est dirigé par une Direction Générale qui regroupe les Directions Centrales suivantes :

- ❖ La Direction Financière (DF),
- ❖ La Direction Clientèle (DCL),
- ❖ La Direction de l'Assainissement (DASS),
- ❖ La Direction de la Planification et des Investissements (DPI),
- ❖ La Direction des Ressources Humaines (DRH),
- ❖ La Direction de l'Audit et de la Qualité (DAQ),
- ❖ La Direction de la Maitrise d'Ouvrage de Ziga (MOZ) qui est en charge du projet de renforcement de l'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou à partir du barrage de Ziga,
- ❖ La Direction de l'Exploitation (DEX),

A la Direction de l'Exploitation sont rattachées quatre (04) directions Régionales à savoir :

- La Direction Régionale de Ouagadougou (DRO) ;

- La Direction Régionale de Bobo (DRB) ;
- La Direction Régionale du Nord/Ouest (DRNO) ;
- La Direction Régionale du Nord/Est (DRNE).

Il faut noter qu'au niveau de chaque Direction Régionale on trouve les services suivants :

- Le Service Réseau/Production ;
- Le Service Finances/Gestion des Ressources Humaines ;
- Le Service Système d'Information Géographique (SIG) ;
- Le Service Gestion Clientèle (rattaché à la DCL) ;
- Les Centres de regroupement auxquels sont rattachés des centres.

III. GENERALITES

Présentation de la zone d'étude

1. Caractéristiques physiques

○ Situation géographique

La ville de Ouagadougou, de coordonnées géographiques 12° 21' 58" Nord, 1° 31' 05" Ouest est située au centre du Burkina Faso plus précisément dans la région du centre. Elle a une superficie de 2 805 km² environ.

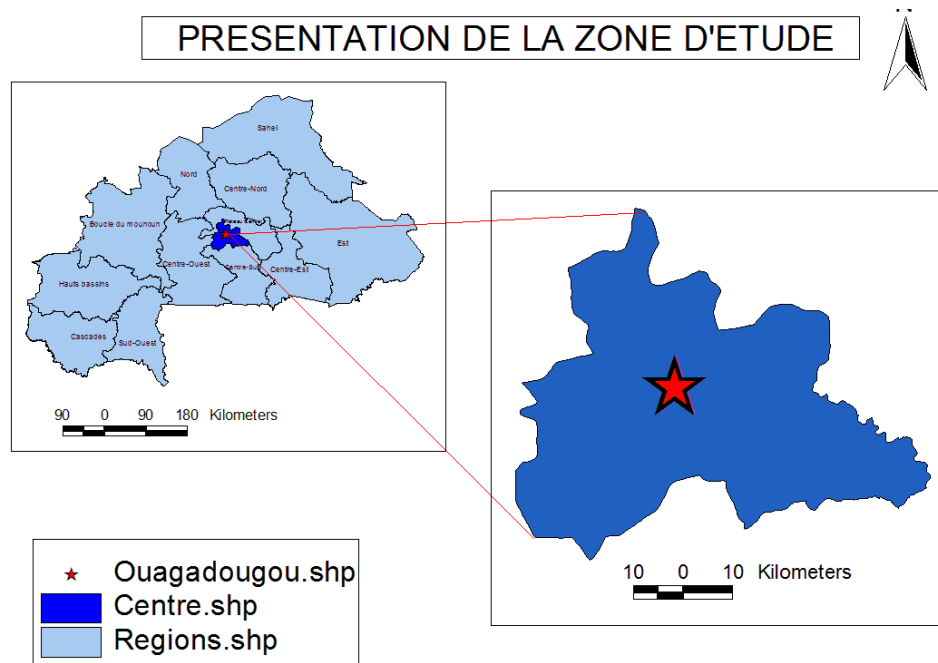


Figure 1: zone d'étude

○ Climat

Ouagadougou, en pleine zone intertropicale est soumise à un climat tropical de savane, comprenant deux saisons : La saison sèche et la saison des pluies.

La saison sèche s'étend de la mi-octobre à la mi-mai. La saison sèche se manifeste par un temps plus ou moins chaud et très sec, un fort ensoleillement, et parfois des vents de poussière. Durant cette période on enregistre de faibles températures surtout dans le mois de janvier (15 à 33°C) et des températures élevées qui peuvent atteindre 45°C en avril.

La saison des pluies, de la fin mai à la fin septembre, est marquée par un flux de sud-ouest : la mousson. Les températures sont plus modérées pendant cette période avec un minimum de 21 °C, sous les pluies principalement et un maximum de 40 à 42 °C.[1]

○ L'Hydrographie

Le réseau hydrographique est assez faible. Il existe une série de ravins et de canaux temporaires qui se déversent dans les principaux cours d'eau. La ville compte trois barrages construits pour pallier au manque d'eau. Ils totalisent un volume d'environ 523500 m³. Cependant, ils sont soumis à l'ensablement causé par des dépôts de sable et de matériaux solides.[2]

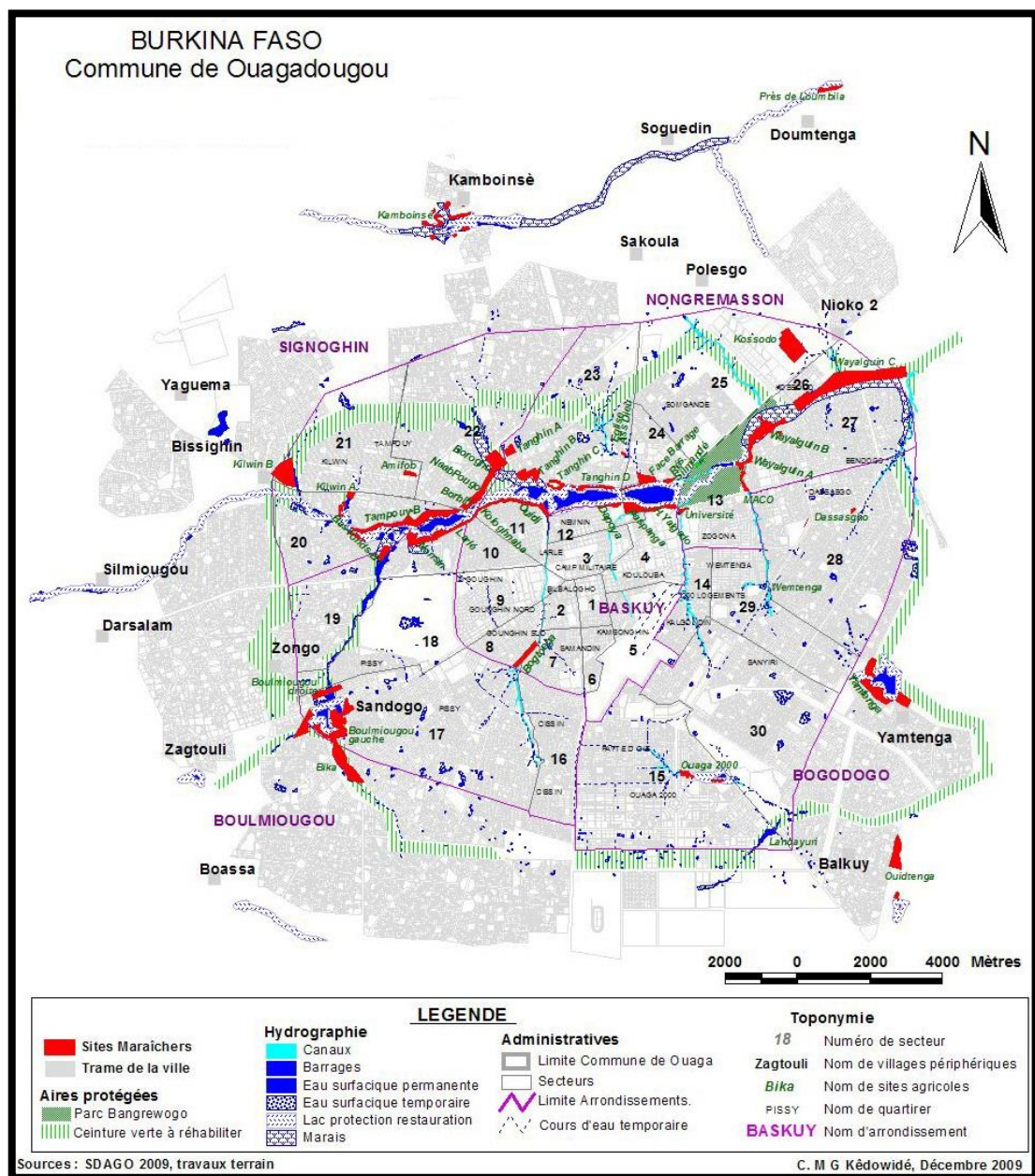


Figure 2: carte hydrographique

- *Sol*

La nature des sols est de type ferrugineux tropicaux lessivé et repose sur une masse de granite fissuré. Ce sont des sols généralement fragiles et pauvres en matière organique ; ils ont en général une structure massive à faiblement développée et une texture limono-sableuse à limono-argilo-sableuse en surface et argilo-limoneuse à argileuse en profondeur.

2. Caractéristiques démographiques

- *Population*

Les données statistiques des recensements généraux de la population montrent que la ville de Ouagadougou est passée de 59 126 habitants en 1962 à 1 500 000 en 2006. Le taux de croissance annuel entre 1996 et 2006, estimé à 7,6%, donne une projection de 2 000 000 d'habitants en 2011. Désormais, Ouagadougou dépasse 2 500 000 habitants. Ce qui pose des problèmes graves de pollution, de transport, de sécurité, de santé, d'éducation...[3]

- *Ethnie*

On distingue plusieurs ethnies à Ouagadougou. Cependant, les mossis représentent l'ethnie majoritaire. Les mossis représentent 40% de la population. Le reste de la population est composé principalement de Gourounsi, senoufo, Lobis, bobos, peuls et Bissa. On observe aussi des communautés étrangères africaines, européennes, asiatiques et américaines[3].

- *Religion*

La commune de Ouagadougou compte une multitude de nationalités et d'ethnies ; par conséquent, on enregistre de nombreuses religions. D'après le dernier recensement général de la population réalisé au mois de décembre 2006, les religions les plus rencontrées sont : l'islam avec 60.5% de musulmans ; le christianisme dont 19% de catholiques et 4.2% de protestants ; les animistes avec environ 0.6% ; les autres religions qui représentent 0.4% de la population[3].

- *Occupation des terres et la gestion de l'espace*

Ouagadougou subit une croissance démographique folle qui pose de nombreux problèmes d'occupation de terre. La commune de Ouagadougou a connu une grande évolution en superficie depuis l'indépendance. En effet, la commune comptait 60 000 habitants pour 6 000 hectares alors qu'en 2011, on comptait environ 2 millions d'habitants pour 54 000 hectares. Ces chiffres montrent la forte croissance de la population ainsi que l'extension de la ville qui ne connaît pas de limites naturelles.[3]

IV. HYPOTHESE DE TRAVAIL ET/OU OBJECTIFS DU TRAVAIL

a) HYPOTHESES

Le réseau de distribution d'eau de la ville de Ouagadougou enregistre d'importantes fuites dues à de nombreux facteurs qui sont principalement :

Forte pression : l'augmentation de la pression entraînera un débit plus élevé des fuites existantes et une occurrence croissante des nouvelles ruptures. Au fur et à mesure que la pression monte, les débits de fuites augmentent. Les vannes et raccords âgés peuvent manquer d'un dimensionnement robuste suffisant pour les hautes pressions.

Variations de la pression : les variations prononcées de la pression au sein du réseau peuvent conduire à la fatigue du matériel et donc aussi aux fuites, principalement dans les conduites en matière plastique.

L'âge de la conduite : beaucoup de facteurs qui influencent les fuites sont liés à l'âge. Par conséquent, l'âge d'une section de conduites peut apparaître comme le facteur le plus important causant des fuites. Néanmoins, l'influence de l'âge est à relativiser dans les cas où la conduite a été attentivement conçue et installée, où la maintenance est assurée à des intervalles réguliers et où les conditions externes sont favorables.

Conception : les erreurs commises durant la phase de planification peuvent influencer les fuites de conduites ; il s'agit par exemple d'un mauvais choix du matériau, des dimensions insuffisantes par rapport à la pression effective, des mesures de protection anticorrosion inadéquates ou d'un alignement incorrect (par exemple le long des pentes vulnérables aux glissements de terrain ou adjacentes à des racines d'arbres).

Stockage et pose des conduites : les stockages inappropriés pourraient endommager les conduites même avant l'installation. Traîner les conduites PE sur les surfaces en béton ou sur des pierres entraînera des chanfreins plus susceptibles à présenter des fuites. L'exposition prononcée au soleil fragilise les conduites PE. La machinerie lourde utilisée pour le transport et l'installation peuvent également causer des dommages.

Pose : le choix de matériel non-approprié pour la pose des conduites est une cause fréquente d'endommagement : les matériaux de pose rugueux ou pierreux arrachent l'enrobage externe des conduites en acier ou en fonte et favorisent la corrosion. Des fissures longitudinales et en spirale peuvent apparaître dans les conduites PE et PVC, résultat de matériaux de pose

pierreux. Les insuffisances du remblayage et de la compaction des tranchées de conduites peuvent causer une subsidence. Ces mouvements incontrôlés du sol peuvent aussi déclencher la déconnexion de cavités ou des ruptures de conduites.

Les accidents : il y a le cas des fuites provoquées accidentellement ; ces fuites sont le plus souvent causées par les travaux de construction. En effet, au cours des travaux de construction certaines entreprises ne prennent pas le temps de vérifier la présence de conduites d'eau sur la zone d'influence des travaux. Ce qui peut conduire à des fuites sur les conduites de distribution. Ces fuites sont de plus en plus courantes à cause de l'augmentation des travaux dans la ville.

b) OBJECTIFS

Ces différents facteurs influent négativement sur les performances du réseau. Pourtant, l'eau est une ressource limitée et parfois rare ; les changements rapides tel la croissance démographique, le développement économique, les migrations et l'urbanisation posent de nouveaux défis à franchir sur le plan de l'approvisionnement de la ville en eau. Pour faire face à ces défis, l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement organise de nombreuses activités dont, la réduction des volumes d'eau perdue dans le réseau de distribution de la ville.

Le but de l'étude est de mener des investigations pour élucider les différentes causes qui occasionnent des fuites et de proposer des solutions de gestion ainsi que, les actions à mener pour réduire considérablement les fuites constatées.

Pour atteindre ces objectifs, l'étude se fera en plusieurs étapes.

D'abord, l'état des lieux et une cartographie des fuites enregistrées dans la zone du projet ; ensuite, l'identification des différentes causes des fuites enregistrées depuis 2010 ; puis, la proposition d'une méthode d'évaluation des volumes d'eau perdue à travers les fuites suivie de l'élaboration d'un modèle hydraulique fonctionnel de la zone SP3 ; enfin, la Proposition d'un mode de gestion des fuites.

V. MATERIELS ET METHODES

a) MATERIEL UTILISE

- La section recherche de fuites et réduction des pertes en eau et ses équipements de travail ;(les équipements suivants hors mis le débitmètre micronics le datalogger et l'odomètre ont été utilisés au cours de mon stage pour la recherche de fuite).

- Débitmètre MICRONICS



Les débitmètres de la série MICRONICS sont des débitmètres ultrasoniques portables à temps de transit. Ils possèdent deux électrodes que l'on place sur la conduite afin de mesurer les paramètres tels que la vitesse. Cependant, le MICRONICS a un signal faible et n'est compatible que sur les conduites en plastique comme le PVC et PEHD[4].

Figure 3: Débitmètre MICRONICS

- Débitmètre ULTRAFLUX UF801-P

Il s'agit d'un débitmètre performant de dernière génération. Il utilise le principe de mesure par différence de temps de transit d'ondes ultrasonores. Ces ondes ultrasonores sont générées par des sondes piézo-électriques. Il peut être utilisé sur tout type de conduites avec enregistrement de données qui peuvent être déchargées dans un ordinateur pour le traitement. Il a un bon signal sur toutes les natures de conduites[5].



- Corrélateur acoustique SECORR 08

Figure 4: Débitmètre ULTRAFLUX UF801-P

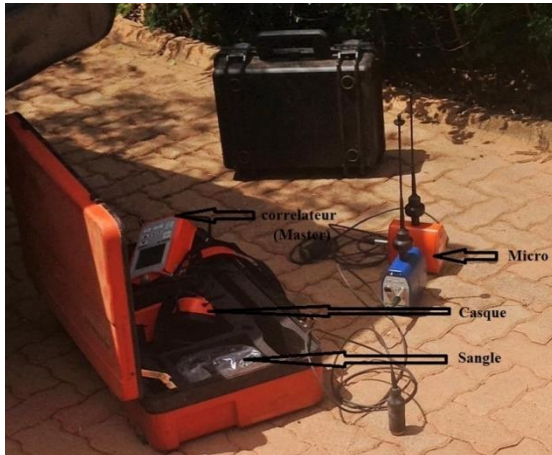


Figure 5: Corrélateur acoustique
SECORR 08

La corrélation acoustique est la détection par calcul du positionnement des fuites d'eau sur les réseaux de canalisations enterrées. Le bruit généré par les conduites se propage de part et d'autre de la conduite à une certaine vitesse. Ce bruit atteint deux points d'accès comme des vannes ou des prises. Cette différence de temps dépend du positionnement de la fuite par rapport au point de contact des micros.[6] Le corrélateur comporte deux micros très sensibles qui sont disposés aux points d'accès du réseau. Le micro enregistre les

bruits qui sont transmis par signal radio ; le retard différentiel est alors défini et les données comme la nature du tuyau, le diamètre, la longueur du tronçon permettent de donner la position approximative de la fuite. Cependant, la distance de corrélation ne devrait pas excéder 100 m sur les conduites en PVC et PEHD et 400 m sur les conduites métalliques[7].

- SEPEM 01 RADIO

Un ou plusieurs Sepem sont placés sur des vannes ou autres objets métalliques du réseau. Il enregistre les bruits selon un cycle de mesure défini et envoie des signaux à des intervalles fixes. Ces signaux sont transmis depuis le regard au récepteur. La réception des signaux est assurée par le master qui permet



Figure 6: SEPEM 01 RADIO

de collecter les données lors de son passage. L'interprétation des signaux permettra d'identifier la présence de fuites[8]. La zone de couverture des sepems est de cent mètres sur les conduites métalliques et de 25 mètres sur les conduites en plastique. [9]

- AQUAPHON



Figure 7: Aquaphon

Cet appareil permet de capter les vibrations causées par les fuites depuis la surface ; les vibrations provoquées par une fuite d'eau se propagent non seulement, le long des canalisations mais aussi, à travers le sol allant jusqu'à sa surface. Il suffit de capter les vibrations, à divers points de contact avec la canalisation, le bruit généré par ces

vibrations pour identifier le tronçon affecté par la fuite, en se fondant sur son intensité. Cette pré localisation de la fuite considérée s'effectue à l'aide de la canne de transport TS 200 et du microphone de contact.[10]

- VARIOTEC TRACERGA

Cet appareil a été conçu pour la détection des fuites sur conduites à l'aide de gaz traceur. En effet, l'utilisation du variotec se fait en introduisant un gaz dans la conduite. Le gaz introduit est le N_2H_2 qui est totalement inoffensif pour la santé. Après l'introduction du gaz, les capteurs placés permettront de détecter la zone de fuite. Le gaz introduit dans la conduite sera libéré en cas de fuites et détecté par les capteurs.[11]



Figure 8: VARIOTEC TRACERGA

- Odomètre

Il s'agit d'un appareil de mesure des distances.



Figure 9: Odomètre de précision

- DataLogger pour tête de robinet



Figure 10:

Ce sont des appareils qui se montent sur les têtes de robinet et permettent de mesurer la pression ; en outre, ils permettent de mesurer et d'enregistrer des données (pression, température, ...) à des pas de temps bien définis pour permettre d'apprécier la variation des données sur une durée déterminée.

Equipement et pièces de réparation les plus courantes :

• Conduite • Manchon • Joint • Collier de prise en charge • Té	• Vanne • Bouchon • Coude • Vannette • Robinet	• Douille • Réducteur • Boulon • Cross
--	--	---

Outils de réparation :

- Ecraseur à tube

Il s'agit d'un appareil métallique. En effet, pour la réparation des petites conduites en PEHD ou PE, Il n'est pas judicieux de couper l'eau grâce aux vannes disposées généralement sur les grandes conduites. Dans ce cas, on utilise l'écraseur à tube qui va permettre de couper localement l'eau sur la conduite à réparer. Cependant, cet appareil ne peut pas être utilisé sur les conduites en matériaux solides non flexible. Il est le plus souvent utilisé sur les conduites en PEHD et PE.



Figure 11: Ecraseur a tube



Figure 12:groupe motopompe

- Groupe motopompe

Le groupe motopompe est un outil très utile surtout en cas de fuite sur les grandes conduites. En effet, après avoir fait l'excavation pour mettre à nue la conduite le trou se remplit rapidement de l'eau provenant de la fuite. On utilise alors, le groupe motopompe pour évacuer l'eau.

- Seau

Il s'agit ici d'un seau de petite taille qui permet de vider l'eau noyant le tube. Grâce au seau, on peut vider les petites fosses remplies d'eau pour apercevoir la conduite. Il peut jouer un rôle similaire à la pompe en faisant recours à l'énergie humaine.

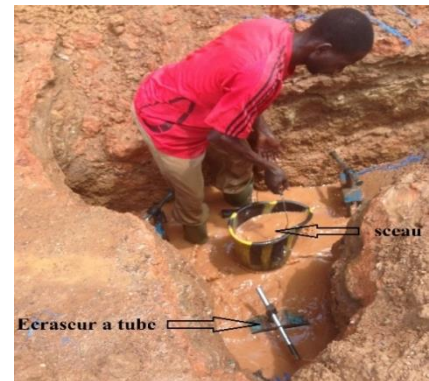


Figure 13:Vidange Manuelle

- Scie

La scie est un objet qui permet le sectionnement des conduites pour l'adapter à la longueur de la conduite de remplacement en fonction de la longueur de la brèche. Elle permet aussi de dégager les racines d'arbres autour de la conduite.

- Pelle

Une pelle est un outil de travail, destiné à déplacer des matériaux ameublés. Elle permet de faire le déblai autour de la conduite.

- Pioche

Il s'agit d'un outil comportant deux pièces dont une pièce de travail en acier fixé par l'intermédiaire d'un œil à un manche dur en bois. La pioche permet l'excavation qui mettra à nu la conduite enterrée pour la réparation.

- La caisse à outils

La boîte à clé est un coffre métallique qui contient un ensemble d'outils de travail. Il contient par exemple les clés qui servent au serrage des boulons. La boîte à outils permet de transporter facilement les petits outils sans risquer de les égarer.

- Lampe

Les travaux de réparation se font à n'importe quelle heure de la journée et durant la nuit. Il est donc nécessaire de se munir de lampes baladeuses. Celles-ci permettent aux plombiers de travailler durant la nuit. On distingue des lampes torches à piles qui peuvent être accrochées à un casque et d'autres plus puissantes qui sont branchées directement sur des batteries

- Lubrifiant

Les lubrifiants utilisés sont du type alimentaire afin de ne pas jouer sur la qualité de l'eau. Il permet la facilitation de l'emboîtement du tuyau surtout au niveau des manchons.

- Colle

Les colles utilisées sont adaptées aux conduites d'alimentation en eau potable afin de ne pas jouer sur la qualité de l'eau ; elles permettent de coller le tuyau. Les colles sont utilisées au niveau des petites conduites, car la pression y est faible.

- Questionnaire /Fiche d'enquête

Le questionnaire est un outil méthodologique comportant un ensemble de questions qui s'enchaînent d'une manière structurée. Il est présenté sous une forme papier ou électronique. Il peut être administré directement par l'intermédiaire d'un enquêteur ou indirectement (envoi postal ou auto administré).

Logiciels :

- Excel traitement des données
- Sphinx pour l'analyse et traitement des données
- Arcview pour la conception des plans
- Arcgis pour le traitement et la mise en page des plans
- Google map pour la réalisation des plans et le repérage
- Epanet pour la simulation de l'écoulement

b) METHODES

1. Méthodes de collecte et traitement des données

La collecte des données s'est faite grâce à des fiches d'enquête élaborées (voir annexe 5). Les fiches sont renseignées grâce aux bulletins de travaux remplis par le plombier après l'intervention sur la fuite. En moyenne, on enregistre un millier de fiches par mois. La sélection des fiches à étudier s'est faite de manière aléatoire. Les fiches ont été sélectionnées par randomisation sur Excel en appliquant la formule : =ALEA.ENTRE. BORNES(a;b). L'enquête a été menée sur les fuites de la période 2014 à 2016 car les informations concernant les années précédentes ont été perdues suites à des vandalisations au cours de l'insurrection de 2014. Un total de 1000 fiches a été collecté.

Après la collecte, le traitement et l'analyse des données ont été réalisés grâce au logiciel SPHINX PLUS.

2. Méthodes de détection

Il existe les fuites visibles et les fuites non visibles.

La fuite est visible lorsque l'eau provenant de la fuite apparaît à la surface ; dans la majeure partie de ces cas, la fuite est signalée par les riverains à l'ONEA à travers le numéro vert qui est le 1111. Le réceptionniste repère la zone de la fuite à partir des explications de la personne ayant déclaré la fuite. Le numéro d'un compteur situé près de la zone peut aussi aider au repérage.

Lorsque la fuite n'est pas visible, seul le bilan d'eau permet de savoir s'il y a fuite dans une zone donnée. En effet, le bilan d'eau permet de faire un état des lieux sur la quantité d'eau introduite dans le réseau et la quantité d'eau réellement vendue dans un intervalle de temps donné.

Tableau 1: Terminologie liée au bilan d'eau [12]

Volume introduit dans le système QI	Consommation autorisée QA	Consommation autorisée facturée QAF
		Consommation autorisée non facturée QANF
	Pertes en eau QP	Pertes apparentes QPA
		Pertes réelles QPR

Après le bilan d'eau on peut dire si oui ou non il y a probabilité de fuites réelles sur le réseau. Certaines pertes sont dues à des branchements illégaux. Les pertes apparentes sont dues au transfert et aux erreurs de manipulation des données ainsi que des sous-comptages compteurs.

Si le bilan d'eau montre d'importants écarts entre la quantité d'eau introduite et celle vendue, il y a alors probabilité de fuites. Il est alors nécessaire de faire une investigation pour repérer le ou les fuites. Pour cela, il faut d'abord, définir sur la base de ce plan, la zone d'influence du réservoir et les secteurs de distribution et ensuite, suivre la méthodologie suivante :

1. Disposer du plan de réseau sur fond de plan cadastral de la ville mis à jour (nature et diamètre des conduites, nœuds, vannes, châteaux, bâches, ...) ;
2. Définir sur la base de ce plan, la zone d'influence du réservoir et les secteurs de distribution ;
3. Exécuter des fouilles (dimensions variables Longueur $\geq 1,20$ m ; largeur $\geq 0,80$ m et profondeur jusqu'à 10 cm en dessous de la conduite) à l'entrée de chaque secteur défini et à la sortie du réservoir ;[13]
4. Mesurer les débits de nuit avec les débitmètres portatifs installés dans les fouilles entre 0 heure et 4 heures ;
 - Commencer toujours à la sortie du réservoir pour avoir une idée du débit de nuit et faire un profil entre 0 heure et 4 heures ;
 - Pendant ce temps, mesurer les débits des secteurs avec un débitmètre en commençant par ceux en bout ou extrémité de réseau ;
 - Si l'appareil affiche un débit nul, le secteur est étanche (pas de consommation de nuit, ni de fuites) ; il y a lieu de se déployer vers l'amont du réseau ;
 - S'il affiche par contre un débit positif, il y a soit des consommations de nuit, soit des fuites. La résolution du problème consiste à visiter les points de livraison susceptibles de consommer la nuit (tels que les bornes fontaines, les boulangeries, les hôpitaux, les hôtels, les auberges, les usines/industries, etc.) et déduire leurs débits du débit initial. La différence étant le débit minimum du système. Après cette démarche, calculer les ILP par secteur de distribution. Si $ILP \leq$ à la norme, Si $ILP >$ à la norme, alors il y a présomption de fuite.
 - Dégrossir ce secteur si possible pour définir les zones fuyardes. Dans le cas contraire, installer des pré-localisateurs d'enregistrement de bruit au niveau des points d'accès comme les vannes par exemple, pour circonscrire au mieux les zones fuyardes.

- Les zones fuyardes étant connues après déchargement des données des enregistreurs de bruit, utiliser les corrélateurs acoustiques pour définir les tronçons fuyards.
 - Terminer par l'utilisation de l'aquaphon sur les tronçons fuyards pour localiser les fuites.
 - Utiliser la technique du gaz traceur en cas de faible pression dans le réseau (pression inférieure à 1 bar).
5. Faire de même pour les autres zones d'influence et secteurs de distribution pour couvrir entièrement le centre.
 6. Lorsque des fuites sont détectées et réparées, reprendre l'opération ci-dessus décrite (profil sortie château, débits des secteurs fuyards...) afin de mesurer l'effet de la réparation des fuites sur les débits de nuit.

Tableau 2: Valeurs de référence de ILP utilisés à l'ONEA[14]

Zone	Valeur de référence l'ILP
Semi-urbaine	$3 < ILP < 7$
Urbaine	$7 < ILP < 12$

Avec : $ILP = Q_{min} \times \frac{24}{Lr} \quad (1)$
 ILP : Indice linéaire de perte

Q_{min} : débit minimal de nuit
 Lr : longueur totale du réseau

3. Méthodes de réparation

Pour la réparation de la fuite, le mode opératoire est le suivant :

- Procéder à l'isolement de la conduite en commençant par fermer la vanne située à l'aval. Rendre cette fermeture étanche en manœuvrant plusieurs fois ;
- Dégager ensuite la conduite et déterminer le lieu exact de la fuite puis, effectuer l'arrêt d'eau en fermant la vanne située en amont de la conduite ;
- Couper à l'aide de la scie la partie de la fuite puis la remplacer par un manchon approprié, puis bien serrer.



Figure 14: Mise en place d'un manchon

Une fois la conduite réparée elle doit être nettoyée et désinfectée avant sa remise en service.

Lorsqu'il s'agit d'une pièce défectueuse celle-ci est remplacée.

4. Méthodes de modélisation hydraulique

La modélisation va consister à insérer les données du réseau dans un logiciel de simulation de réseau d'adduction en eau potable. Le logiciel utilisé sera EPANET. Les données du réseau seront transférées de ARCVIEW vers EPANET en utilisant Excel. Puis, le réseau sera simulé. La simulation permettra de vérifier si le réseau fonctionne correctement.

5. Méthodes de d'évaluation des volumes d'eau perdue à travers les fuites

La méthode d'évaluation des volumes d'eau perdue par les fuites est le bilan d'eau. Les bilans d'eau permettent de déterminer les quantités d'eau qui se perdent dans les réseaux de distribution. Ils peuvent être effectués sur l'ensemble du réseau ou par secteur.

Sur l'ensemble du réseau, ils donnent une idée globale des pertes d'eau. Ils exigent une comptabilité détaillée des quantités d'eau entrant dans le réseau et en sortant, et ils sont généralement basés sur les relevés des compteurs et sur la vérification de leur précision. Par nature, ces bilans demandent des efforts importants, en particulier lorsqu'il s'agit de grands réseaux.

Dans le cas des bilans par secteur, le réseau de distribution est divisé en secteurs comportant environ 20 à 30 km de conduites[15]. Chacun de ces secteurs est isolé par fermeture des vannes appropriées ; seules ne sont pas fermées les vannes situées aux points de contrôle, où des débitmètres portables sont mis en place pour mesurer la quantité d'eau qui s'écoule sur une période de 24 heures. Pour savoir s'il y a des fuites importantes, on détermine le rapport débit nocturne minimum au débit diurne moyen et on le compare aux ratios considérés comme normaux ou à des ratios établis précédemment pour le secteur donné. Les débits d'eau liés à des usages commerciaux ou industriels continus, devraient être soustraits des débits mesurés. Si tous les raccordements aux abonnés sont équipés de compteurs, on peut obtenir des données plus précises concernant les fuites en relevant les quantités d'eau écoulées consommées dans tel ou tel secteur et ce, sur une longue période.

La méthode qui sera proposée va permettre d'évaluer les quantités d'eau perdue par les fuites visibles.

VI. RESULTATS ET DISCUSSION

PARTIE 1 : CAMPAGNE DE RECHERCHE DE FUITE

Suite à des soupçons de fuite ressortis par le bilan d'eau il a été organisée une mission de recherche de fuite. Pour réduire le champ d'investigation les débits ont été mesurés sur les deux principales branches de distribution autour du réservoir RT.

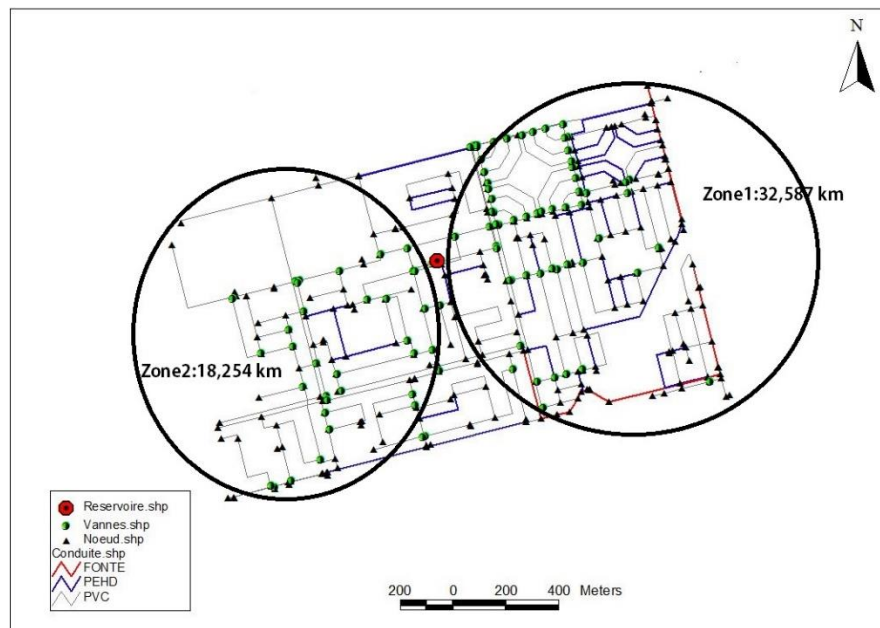


Figure 15: plan de masse



Figure 16: Débit de nuit/branche 1(30/31mais)

Branche 1 :

La recherche de fuites de la branche 1 a commencé par la mesure de débit de nuit à l'entrée de cette branche suivie de pose de sepem o1 radio sur les carrés de vannes des secteurs identifiés.

La mesure de débit de nuit vise à mesurer l'effet des investigations de la mission précédente. Les résultats montrent un débit minimum de nuit d'environ 5 m³/h. Cependant, le débit enregistré qui n'est pas négligeable mérite que la recherche de fuites se poursuive. Ainsi, 27 vannes ont été dégagées pour poser les sepem.

L'analyse des résultats des enregistrements a révélé l'existence de 4 fuites dont une sur branchement, deux sur vannes et un chuintement dans le regard du compteur de la sortie du château.

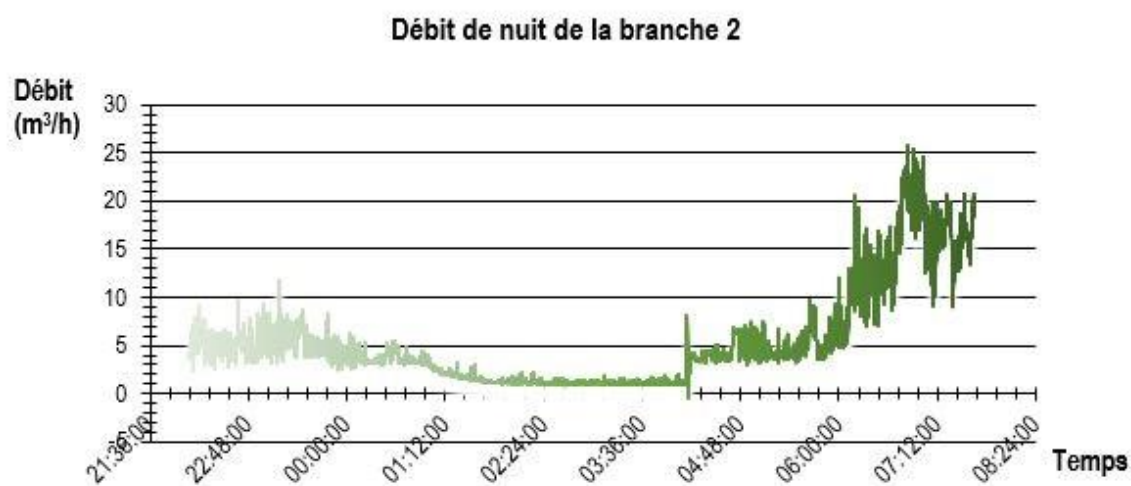


Figure 17: Débit de nuit /branche 2(31mai-1^{er}juin)

Branche 2 :

Avant de procéder à la recherche de fuites sur la branche 1, une mesure de débit de nuit a été effectuée à l'entrée de la branche 2 afin de mesurer l'effet de la mission précédente. Un débit minimum de nuit d'environ 2 m³/h a été enregistré. Après investigation dans cette zone, on constate que ce débit est compensé par une consommation permanente au niveau des restaurants maquis et petites usines de production.

Conclusion partielle

Cette mission a confirmé que les pertes sont essentiellement liées à la mauvaise exécution des branchements ainsi que la mauvaise pose des vannes et mauvaise mise en œuvre des nœuds.

PARTIE 2 : ETATS DES LIEUX DES FUITES DEPUIS 2010

1. Types de fuites et probables causes

En fonction de la localisation

Les fuites provenant des conduites d'adduction et de distribution : elles peuvent se produire au niveau des conduites, accidentellement ; il peut aussi avoir des fuites causées au niveau des raccords par la déconnection des joints ou l'endommagement du robinet. Les fuites au niveau des vannes, ne sont pas à négliger.

Les fuites au niveau du branchement au compteur client : les branchements du service sont quelquefois considérés comme les maillons faibles des réseaux d'approvisionnement en eau, parce que leurs articulations s'exposent à de forts taux d'échec. Les fuites sur les branchements sont difficiles à découvrir en raison de leurs débits relativement bas et souvent pendant de longues durées.

Les fuites et les débordements des réservoirs de stockage : elles sont provoquées par le mauvais fonctionnement ou l'état défectueux des régulateurs de niveau d'eau. En outre, le suintement peut provenir de la maçonnerie ou des murs en béton non étanches. Les pertes en eau des réservoirs sont souvent sous-estimées, bien que visibles : la réparation est généralement complexe et coûteuse.

Etendue et durée

Les fuites reportées ou visibles : elles proviennent essentiellement de ruptures soudaines au niveau des conduites ou des joints. La fuite apparaîtra rapidement à la surface en fonction de la pression de l'eau, de l'étendue de la fuite ainsi que des caractéristiques du sol. On n'a pas besoin d'un équipement spécial pour la localiser.

Les fuites non reportées ou cachées : elles ont par définition des débits supérieurs à environ 250 l/h à une pression de 50 m mais, du fait des conditions défavorables (perméabilité du milieu), elles n'apparaissent pas à la surface[15]. La présence de fuites cachées peut être identifiée en analysant les tendances dans les habitudes de consommation d'eau dans un secteur

donné. Une large gamme d'instruments acoustiques et non-acoustiques est disponible pour détecter ces fuites.

Les fuites diffuses : comprennent les pertes en eau avec des débits inférieurs à environ 250 l/h à une pression de 50 m. Ces infimes fuites (le fait de suinter ou l'eau tombant goutte à goutte des joints, des valves) ne peuvent pas être détectées en utilisant des méthodes acoustiques. De ce constat, il est supposé que beaucoup de fuites diffuses ne sont jamais découvertes et réparées ; la fuite persiste jusqu'à ce que la pièce défectueuse soit finalement remplacée. Ces fuites provoquent souvent une part importante de pertes réelles en eau en raison de leur grand nombre et leur longue durée.

3. Méthode de réparation et délai d'intervention

Les fuites visibles (casse de conduite) sont le plus souvent déclarées par des résidents à travers le numéro vert de l'ONEA (80 00 11 11 pour la ville de Ouagadougou). C'est la ligne verte qui est chargée de recevoir les appels et de demander les numéros d'abonnés ou les références cadastrales afin de localiser à l'aide du logiciel Arcview, sur un plan, le lieu de la fuite. Elle fournit alors un bon de travail à partir du logiciel Optimaint qui sera remis au responsable de la zone pour l'intervention. Pour rendre les interventions plus faciles, la ville de Ouagadougou est divisée en quatre parties à savoir ; la zone Ouaga 2000, la zone Rimkieta, la zone DRO et la zone SP3. Des équipes d'intervention existent pour chaque zone. Les réparations se font tous les jours, 24h/24.

L'intervention est un des maillons clés dans la réduction des pertes. En effet, une fois la fuite signalée, la quantité qui sera perdue est fonction du délai d'intervention des équipes. La réparation des conduites se fait par un plombier assisté de deux à trois ouvriers. La réparation consiste à un changement de conduite lorsque celle-ci est abîmée ou à la fixation de manchons pour relier deux parties d'une conduite. Il y a aussi le changement de pièces défectueuses. Le tableau suivant donne la moyenne hebdomadaire des d'interventions pour l'année 2015.

Tableau 3: Moyenne hebdomadaire des interventions dans la ville de Ouagadougou

Désignation	Moyenne/Pourcentage
BT édités	260
BT classés ¹	9
BT réel de la semaine (moy)	251
Anciens BT ²	8
Total BT disponibles	259
Manque d'eau/faible pression du jour ³	17
Fuites de la semaine (moy)⁴	235
Fuites isolées dans les délais d'une heure	51
Taux d'isolement dans les délais d'une heure	22%
Fuites de la semaine réparées (moy)	172
Total fuites réparées	210
Fuites réparées dans les délais d'une heure	121
Taux de réparation dans les délais d'1h	58%
Taux de réparation dans les délais de 24H	77%

2. Bilan

On distingue généralement les fuites sur les conduites et les fuites sur branchements (plus nombreuses que celles sur conduite). Ces fuites se manifestent toutes par des écoulements d'eau à la surface. Cependant, si le débit fuyant est inférieur à l'infiltration du sol la fuite est diffuse et difficile à repérer. Une fois la fuite repérée, il est important de réagir vite pour stopper la perte. A titre illustratif, le tableau ci-dessus montre un taux d'isolement de 21% en une heure et un taux de réparation de 58% en une heure. Toutefois, il y a un effort à faire pour augmenter ces taux.

¹ Il s'agit de fausses alertes

² Il s'agit des bulletins qui n'ont pas été traités la semaine précédente

³ Il ne s'agit pas de fuites

⁴ Egale à BT réel- Manque d'eau/faible pression du jour

PARTIE 3 : IDENTIFICATION DES CAUSES DES FUTES ENREGISTREES DEPUIS 2010

1. Evolution des interventions

a. Evolution du nombre de fuites en fonction des années

Le tableau suivant donne l'évolution des fuites de 2010 à 2015.

Tableau 4: Evolution du nombre de fuites depuis 2010

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nombre de fuites	9371	10046	9773	10125	11377	11053

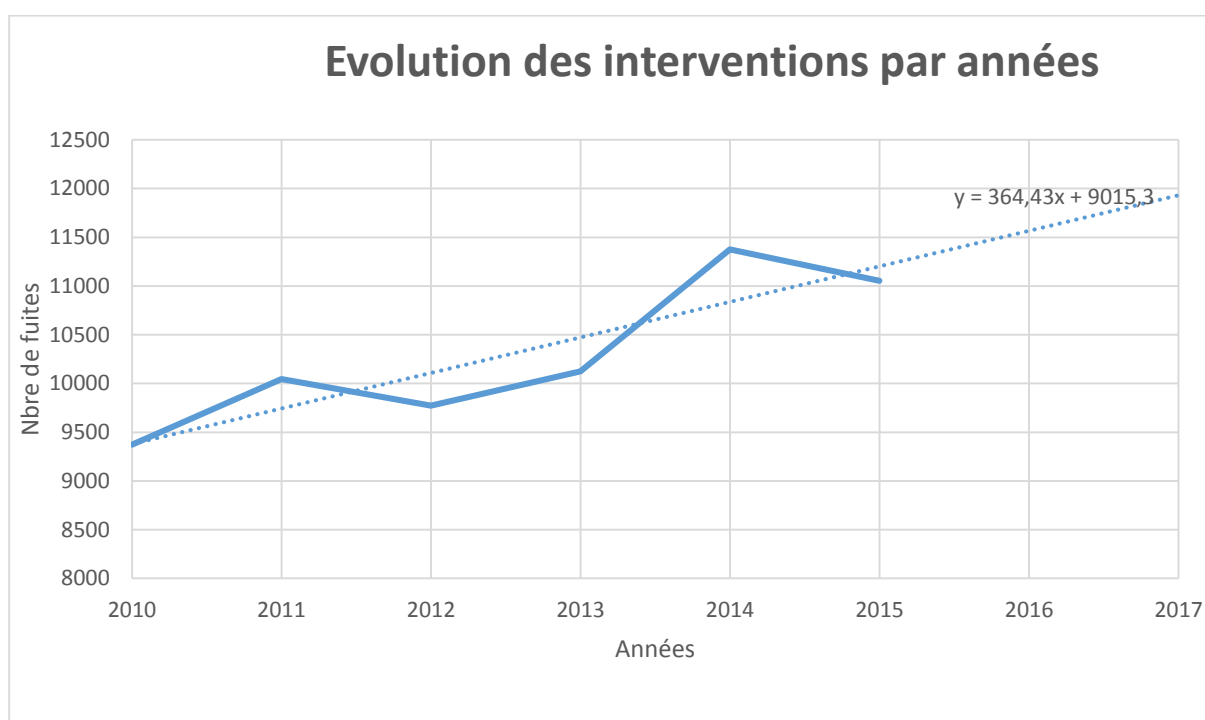


Figure 18: Evolution du nombre de fuites depuis 2010

Commentaire :

On remarque une croissance rapide entre 2010 et 2011 puis la courbe baisse en 2012 et reprend une croissance rapide jusqu'en 2014 et une légère baisse entre 2014 et 2015.

Les périodes de croissance rapide correspondent à la disponibilité de la ressource par mise en service de ZIGA I (2010-2011) et son renforcement en 2014. Les remplissages courants des châteaux d'eau ont engendré des pressions de service et surtout des pressions élevées aux heures creuses éprouvant sérieusement les conduites de distribution et des

branchements. En supposant que les pressions nominales ont été bien choisi on pourra dire que les fuites sont causées par la mauvaise qualité du matériel.

De manière générale, les interventions augmentent d'année en année de manière approximative suivant la courbe d'équation $Y=364.43X + 9015.3$.

b. Evolution du nombre de fuites en fonction des mois

Les tableaux et les figures ci-dessous montrent l'évolution des interventions au cours des années 2014, 2015 et 2016. On remarque que généralement le taux des interventions est élevé en janvier et février ; puis, on aperçoit une chute du nombre des interventions en mars et avril ; ensuite, une remontée des interventions est constatée en mai et juin ; enfin, de juillet à octobre le nombre d'interventions baisse continuellement avant de remonter en décembre.

Tableau 5:Nombre d'interventions par mois et par an

Mois	Année 2014	Année 2015	Année2016
Janvier	989	1002	1011
Février	1010	996	1020
Mars	702	625	691
Avril	800	789	710
Mai	1011	1012	1063
Juin	905	1026	1155
Juillet	975	985	903
Août	989	989	996
Septembre	902	846	859
Octobre	874	924	901
Novembre	856	875	842
Décembre	926	984	

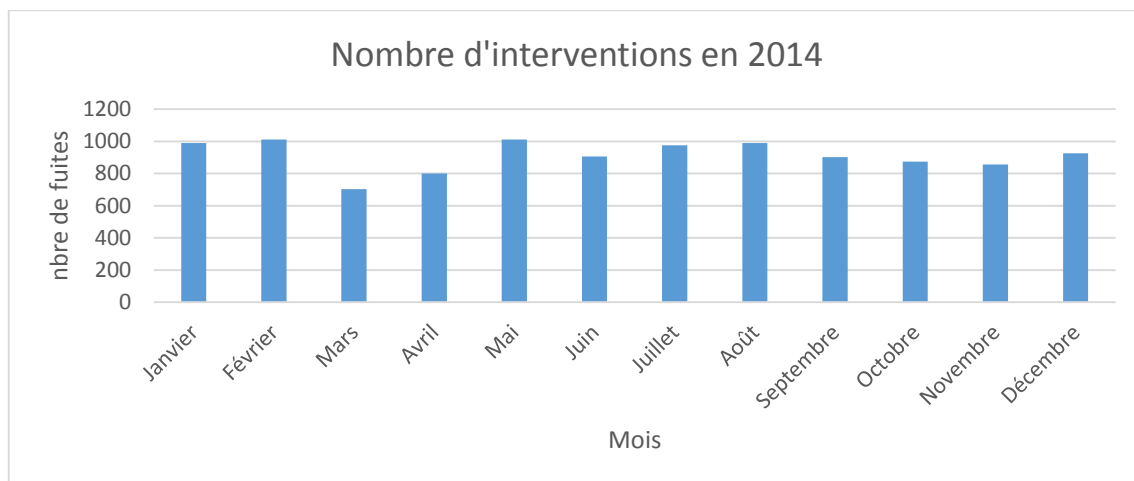


Figure 19: Nombre d'interventions (2014)

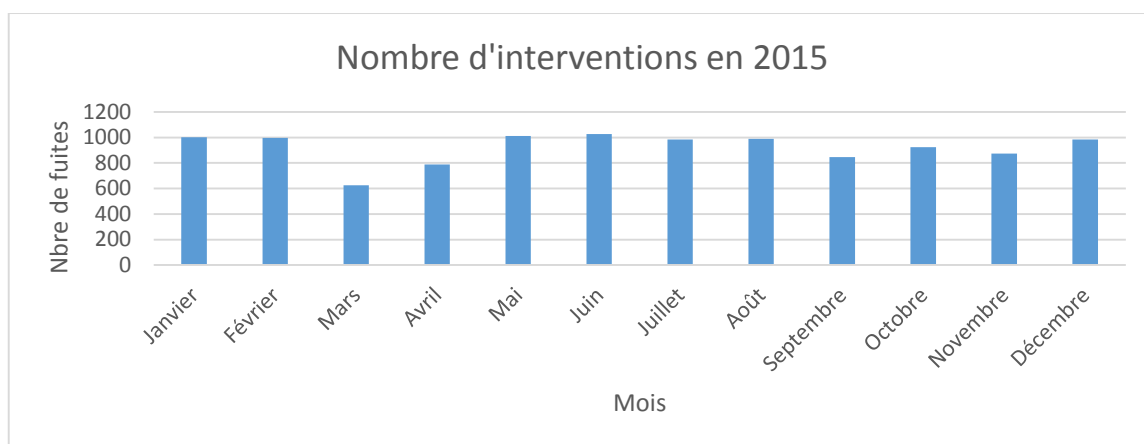


Figure 20: Nombre d'interventions (2015)

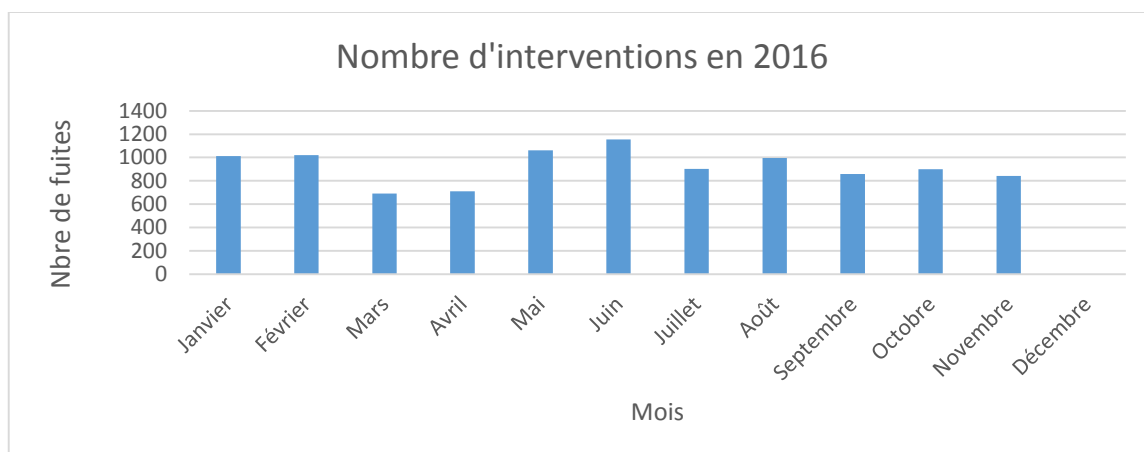


Figure 21 : Evolution des interventions en 2016

Commentaire

L'évolution de cet histogramme s'explique par le fait que durant les mois de décembre, janvier et février, les températures sont basses et la consommation en eau est réduite dans les ménages ; ce qui va entraîner une augmentation du volume d'eau dans les différents châteaux, une forte pression dans les canalisations et de nombreuses fuites ; il en est de même pour les mois de mai, juin, juillet et août qui sont des mois pluvieux. Par contre, durant les mois de mars, avril, septembre et octobre les consommations sont élevées ; on remarque une baisse de la pression au niveau du réseau. Le nombre de fuites diminue au cours de ces mois. On peut donc conclure que les pressions jouent un rôle dans l'apparition de fuites.

2. Fréquence des fuites en fonction du diamètre des conduites

Le tableau ci-dessous montre la fréquence des fuites en fonction du diamètre des conduites.

Tableau 6: fréquence des fuites en fonction du diamètre des conduites

Diamètre	Fréquence de fuites (%)
Pas de réponse	2,5
Moins de 32	13
De 32 à 63	50
De 63 à 90	15,5
De 90 à 110	15,5
De 110 à 160	2,5
Plus de 160	1

La figure ci-dessous montre la fréquence des fuites en fonction du diamètre des conduites. On remarque que les diamètres les plus affectés sont compris entre 32 et 63 mm.

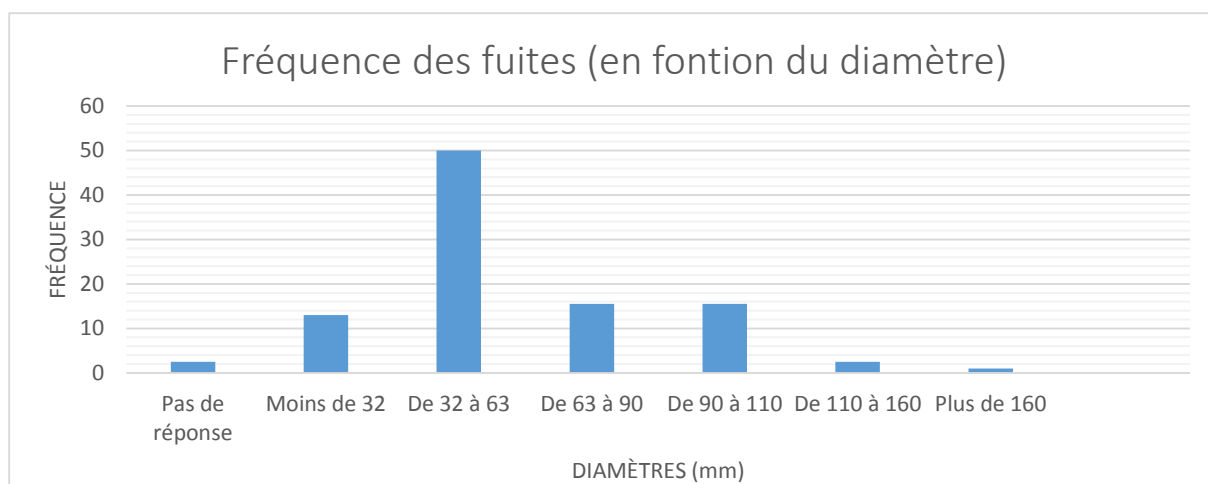


Figure 22 : Fréquence des fuites en fonction du diamètre

Commentaire :

Les conduites dont les diamètres sont compris entre 32 et 63 mm représente une petite part de la longueur du réseau. Cependant, ces conduites sont les plus affectées par des fuites (environ 50% des fuites proviennent de ces conduites). Elles sont peu contrôlées dans la qualité des matériaux, le respect des normes dans les paramètres de mise en œuvre surtout quand ces travaux sont sous-traités.

3. Fréquence des fuites en fonction de la nature des conduites

Le tableau ci-dessous montre la fréquence des fuites en fonction de la nature des conduites.

Tableau 7: fréquence des fuites en fonction de la nature des conduites

Matériaux	Fréquence en %
Pas de réponses	2,50
PVC	56,00
FONTE	-
PEHD	40,00
Acier galvanisé	1,50

La figure ci-dessous montre la fréquence des fuites en fonction de la nature des conduites. Les conduites les plus affectées sont en PVC avec 56% et les conduites en PEHD avec 40%.

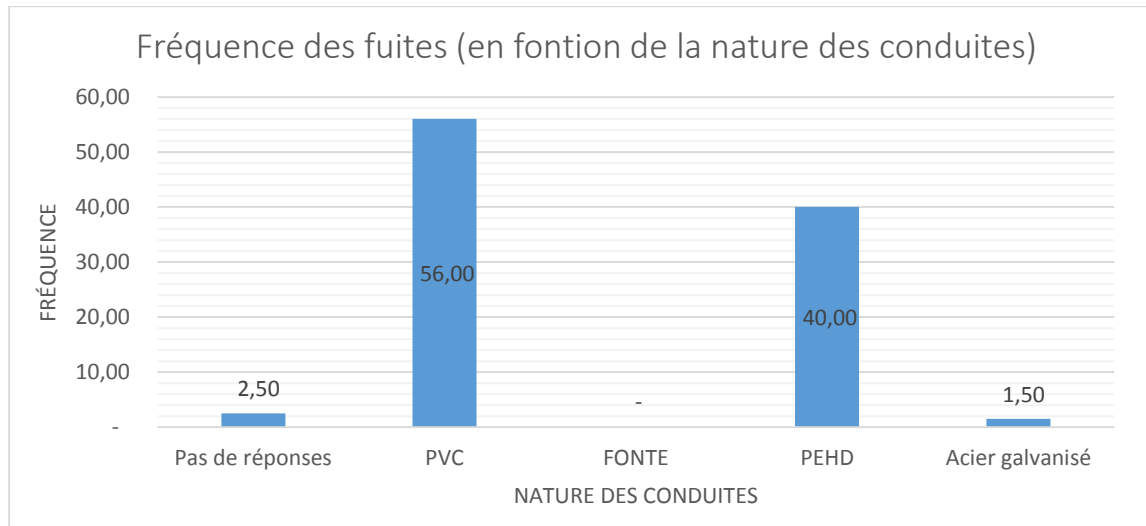


Figure 23 : Fréquence des fuites en fonction de la nature de la conduite

Commentaire

On remarque que les conduites en PVC représentent 56% des conduites du réseau, et celles en PEHD en représentent 42%. En outre, les conduites en PVC représentent 56% des conduites affectées par les fuites contre 40% pour les conduites en PEHD. On peut dire qu'à ce niveau, les conduites en PVC sont légèrement plus affectées par les fuites.

4. Relation matériaux diamètre et risque d'apparition de fuite

Le tableau ci-dessous nous montre la relation matériaux diamètre et risque d'apparition de fuite.

Tableau 8: Tableau croisé diamètres matériaux

Matériaux Diamètre	pas de réponse	PVC	FONTE	PEHD	GALVA	Total
pas de réponse	2%	0%	0%	1%	0%	3%
moins de 32	1%	2%	0%	10%	1%	13%
De 32 à 62	1%	26%	1%	22%	1%	50%
de 62 à 90	0%	13%	0%	3%	0%	16%
de 90 à 120	0%	11%	0%	5%	0%	16%
plus de 120	0%	3%	1%	0%	0%	4%
	3%	55%	1%	40%	2%	100%

Commentaire

Une fois de plus on aperçoit les fuites apparaissent le plus souvent sur les conduites en pvc et surtout sur les conduites de petit diamètre cela est sûrement causé par le manque de contrôle strict lors de l'acquisition des conduites de petit diamètre.

5. Fréquence des fuites en fonction de la tournée

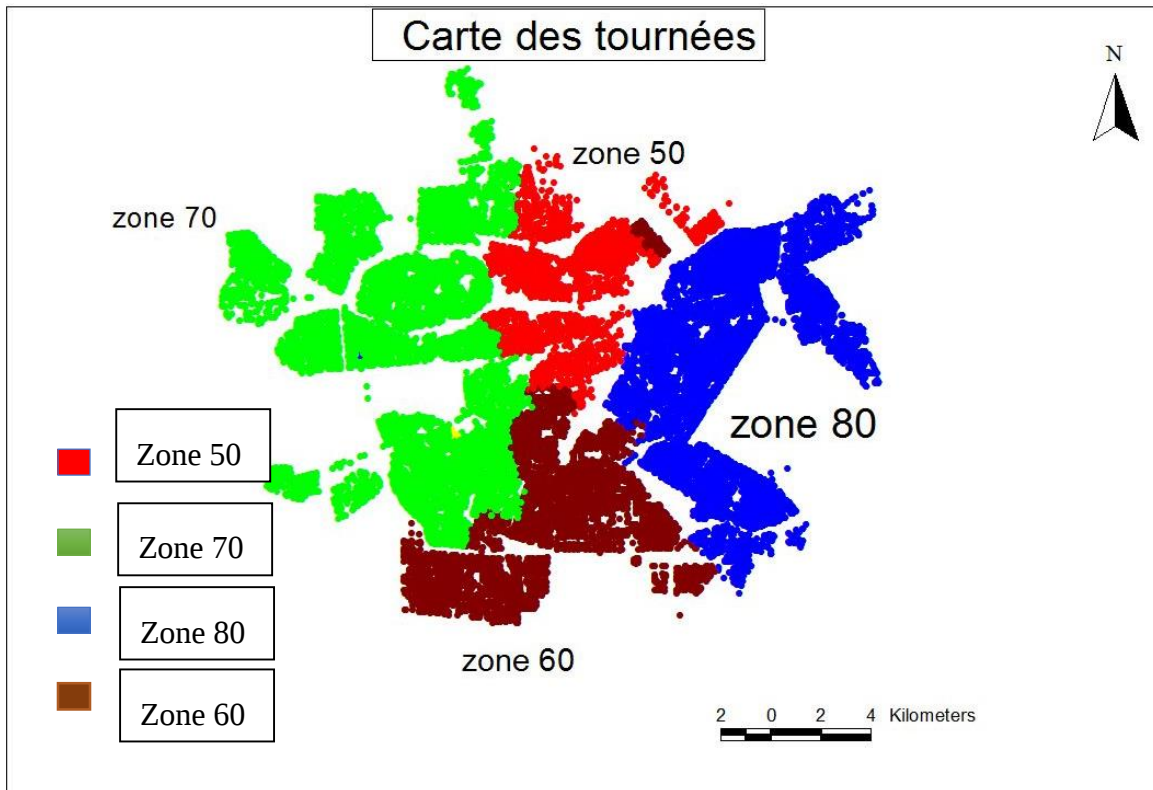


Figure 24: Carte des tournées

Le tableau et la figure ci-dessous montrent la fréquence des fuites en fonction de la situation spatiale des conduites. On remarque que les conduites situées dans les tournées 50 et 80 sont les plus affectées.

Tableau 9: Fréquence des fuites en fonction de la zone

Tournée	Fréquence en %
50	21,5
60	13,5
70	30
80	35

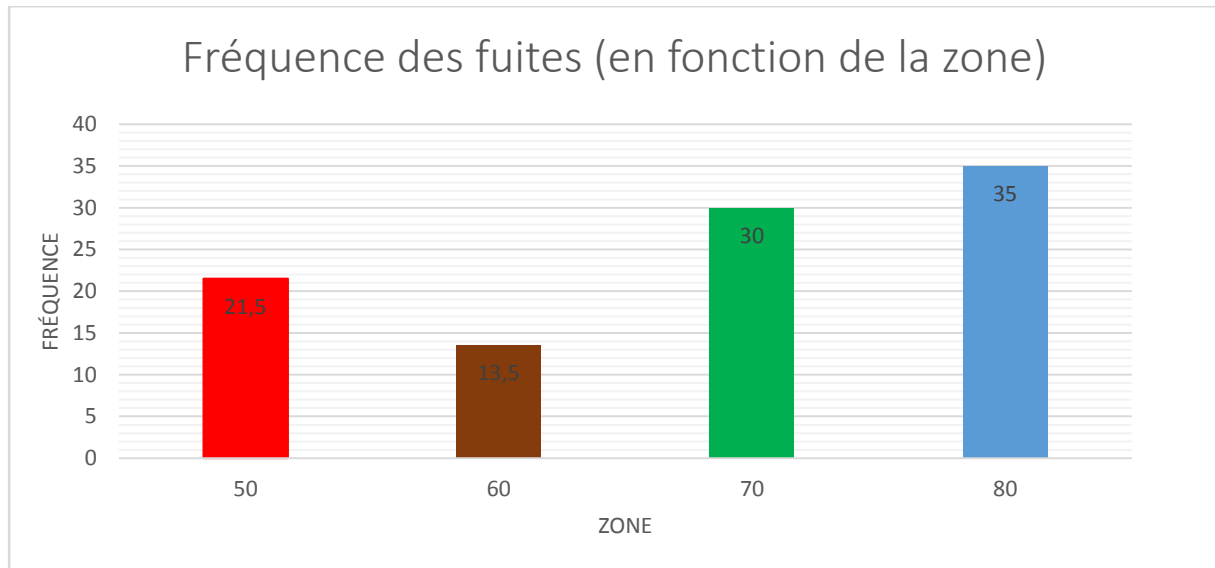


Figure 25: Fréquence des fuites en fonction de la zone

Commentaire :

Les zones les plus affectées sont situées en périphérie et sont des branchements récents ; cette situation pourrait être causée par des erreurs d'exécution ou par des pressions très élevées au niveau de ces zones.

6. Organes touchés par les fuites

Le tableau suivant montre les organes les plus touchés par les fuites.

Tableau 10 : Organes hydrauliques affectés par les fuites

Organe hydraulique	Fréquence
Pas de réponse	3,0%
Compteur	5,5%
Ventouse	2,0%
Branchement	62,5%
Vanne	1,0%
Conduite	27,5%

Commentaire :

Ce tableau nous montre une forte fréquence de fuite au niveau des branchements ; ce sont les organes les plus touchés car leur exécution est complexe. Ensuite, viennent les fuites sur les conduites et sur les compteurs.

7. Causes probables des fuites selon les plombiers

Le tableau et la figure ci-dessous montrent la cause des fuites sur les conduites appréciées par les plombiers lors de la réparation.

Tableau 11: Causes probables des fuites selon les plombiers

Diagnostic	Nombre cité	Fréquence%
Pas de réponses	160	16,00
Provoquée	70	7,00
Vétusté	50	5,00
Naturelle ⁵	625	62,50
Technique	95	9,50

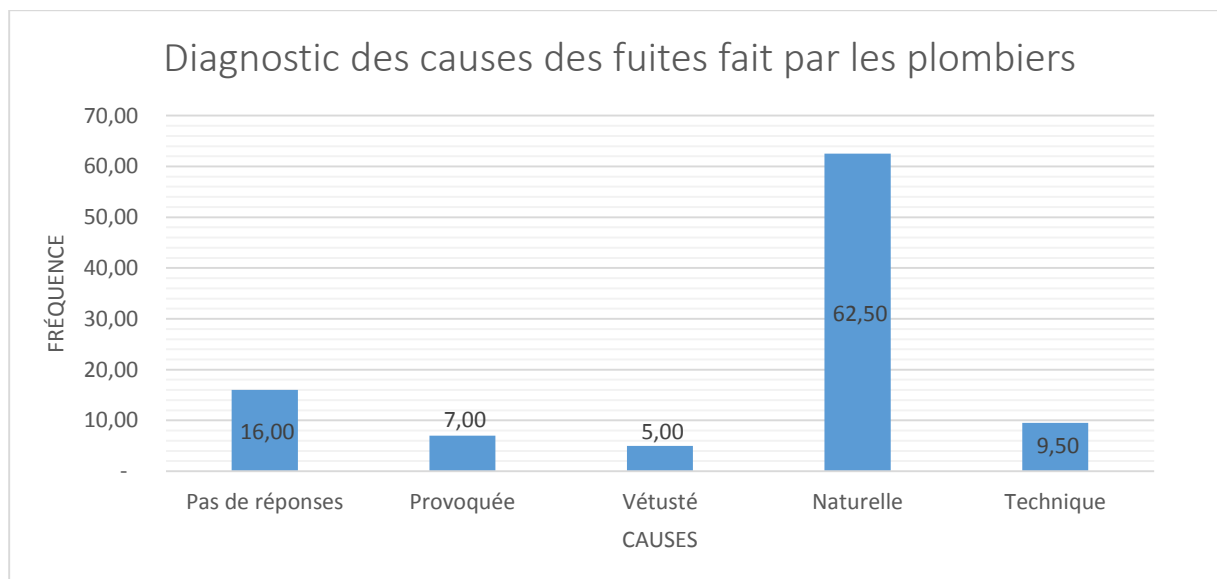


Figure 26: Diagnostic des causes des fuites fait par les plombiers

Commentaire :

On remarque que la cause principale énoncée est celle naturelle qui pourrait être due à la pression, au coup de bélier etc... Le phénomène de pression a un rôle déterminant dans la survenance de fuites sur les conduites.

⁵ Il pourrait s'agir des coups de bélier, des pressions élevées, des charges provenant de la surface (conduite sous une route).

Conclusion partielle

Les éléments les plus touchés par les fuites sont les conduites en PVC de petits diamètres. Ils sont situés dans la zone centrale. On peut conclure que la qualité de l'exécution des branchements, et le phénomène de pression sont des facteurs récurrents pour les fuites.

8. Structure du réseau

a. Nature des conduites

Le réseau de distribution de la ville de Ouagadougou est composé de conduites constituées généralement de canalisations en PVC, PEHD et en Fonte[2]. La fonte représente le réseau primaire de distribution ; ce sont des conduites de grandes dimensions réparties à travers la ville ; les conduites en fonte sont peu nombreuses ;

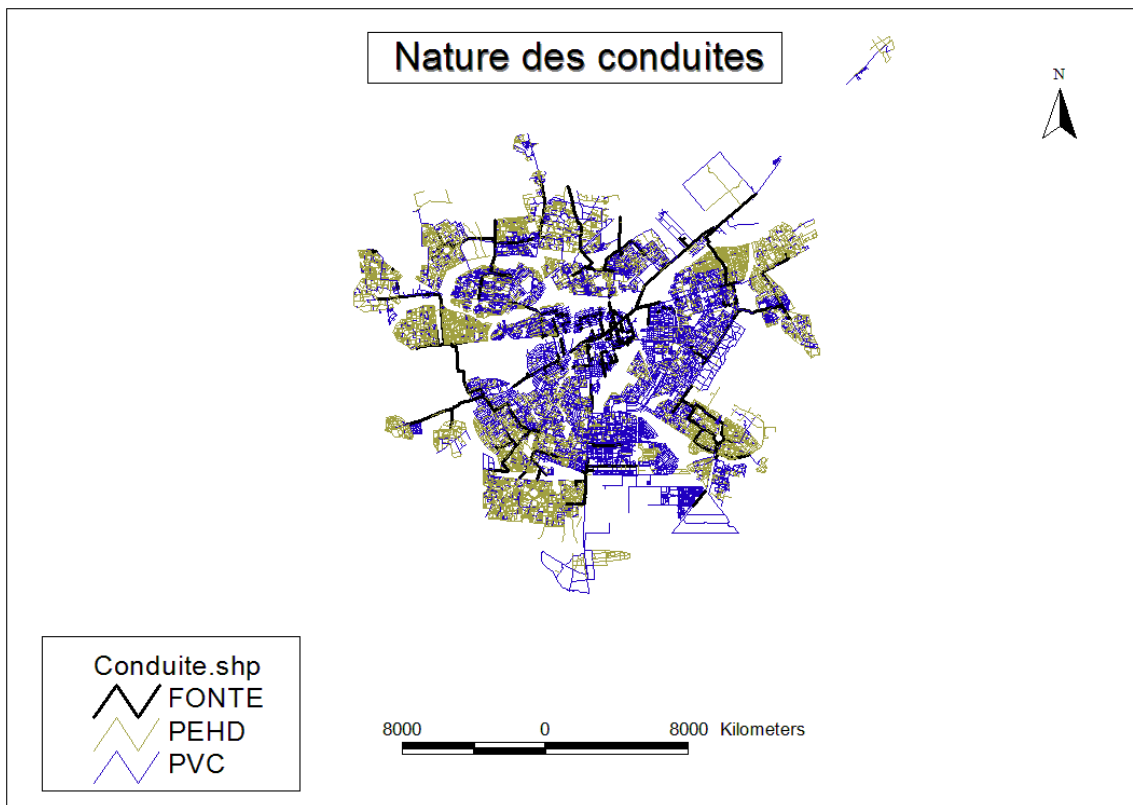


Figure 27: Nature des conduites du réseau

Commentaire

Les conduites en pvc sont les plus nombreuses et sont situées dans la partie centrale de la ville ; Les conduites en PEHD se concentrent dans les zones périphériques. Les conduites en pvc sont concentrées dans les deux zones les plus touchées par les fuites.

b. Répartition des diamètres

En fonction des diamètres, on distingue principalement deux types de canalisation qui sont : les conduites et les branchements. On parle de conduite lorsque le diamètre de la canalisation est supérieur à 63 mm et de branchement lorsque le diamètre est inférieur à 63 mm. Les conduites sont essentiellement des canalisations de transport de l'eau tandis que les branchements, communiquent directement avec le compteur d'eau. Cependant, les branchements des industries et des grands consommateurs sont effectués souvent avec des canalisations de grands diamètres.

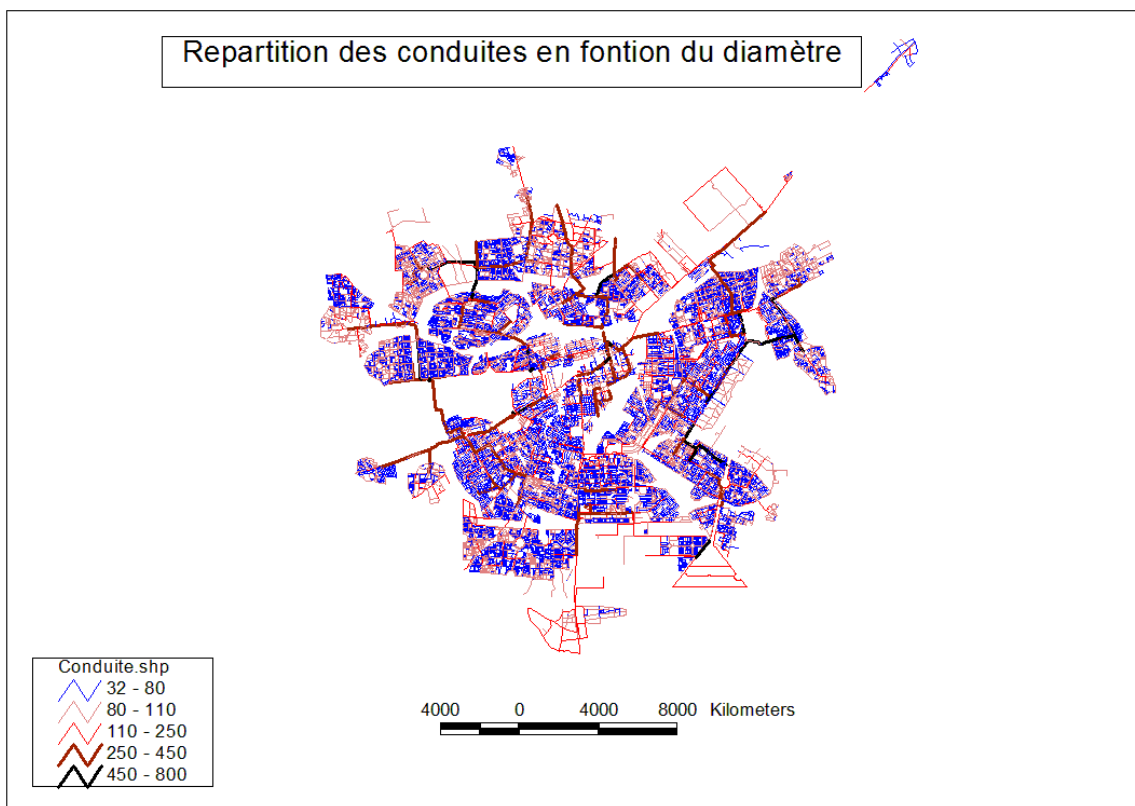


Figure 28: répartition des conduites en fonction du diamètre

Commentaire

La répartition par diamètre des conduites est quasiment uniforme sauf au niveau de quelques branchements en périphérie.

Conclusion partielle

Le phénomène de fuite est plus lié à la nature des conduites qu'à la dimension de celle-ci car, dans cette expérience on ne voit pas de grandes relations entre répartition spatiale des fuites et celle des dimensions des conduites. Cependant, les expériences précédentes montrent que les fuites apparaissent le plus souvent sur les petites conduites (branchement).

9. Conclusion partielle

Les facteurs qui agissent principalement sur le phénomène de fuites sont le diamètre des conduites plus précisément les erreurs d'exécution des branchements et la nature des conduites ; par contre, les tubes en fonte sont rarement affectés par les fuites ; les tubes en PEHD sont plus résistants que ceux en PVC sans doute au regard de leur flexibilité. Mais, le facteur le plus important est la pression. En effet, la hausse de la pression s'accompagne généralement d'une augmentation des fuites.

PARTIE 4 : PROPOSITION D'UNE METHODE D'EVALUATION DES VOLUMES D'EAU PERDUE A TRAVERS LES FUITES

La méthode qui sera proposée va permettre d'évaluer les quantités d'eau perdue par les fuites. Il s'agit d'une méthode de calcul de débit fuyant à travers un orifice.

➤ **Méthode du guide pour la réduction des pertes en eau (GIZ-VAG)[16]**

Une version simplifiée de l'équation d'écoulement à travers un orifice, est illustrée ci-après :

$$Q = C * h^{\alpha} \quad (11)$$

- Q Débit de la fuite
- C Coefficient de fuite
- h Pression
- α Exponentiel de la fuite

Cependant, les facteurs comme la taille de l'orifice, la nature de la conduite, la forme de la fuite, le sol environnant et les conditions d'écoulement agissent sur l'ampleur de l'écoulement. Selon Thornton et Lambert, l'exponentiel de fuite α est généralement à estimer à une valeur de 1,5 pour les fuites diffuses et les fuites causées par des ruptures pour des tuyaux flexibles (par exemple PE, PVC) et à estimer à 0,5 pour des fuites des tuyaux rigides (par exemple acier, fonte). Pour les grands réseaux, on prend généralement $\alpha = 1$

Selon Morrison *et al.* (2007), l'efficacité de la gestion de pression peut être exprimée en utilisant [17]:

$$L_1 = L_0(P_1/P_0)^\alpha \quad (12)$$

L_0 : Débit de fuite initiale à la pression P_0

L_1 : Débit de fuite à la pression P_1

P_0 : Pression moyenne initiale du secteur

P_1 : Pression moyenne réglée du secteur

α : Exponentiel de fuite

Le tableau suivant donne les débits de différents orifices à 50 m de pression.

Tableau 12: Débit pour différents orifices à 50 m de pression[16]

Diamètre de l'orifice (mm)	Débit (l/h)
0.5	20
1	58
1.5	110
2	190
3	490
4	890
5	1340
6	1800
7	2360

Grâce à la formule (12), on peut calculer le débit pour différentes valeurs de pression.

PARTIE 5 : MODELISATION HYDRAULIQUE DE LA ZONE SP3 (RESERVOIR R2)

1. Structure du réseau et nature des canalisations

La figure ci-dessous montre la zone d'influence des réservoirs (la zone concernée par la modélisation est la zone R2).

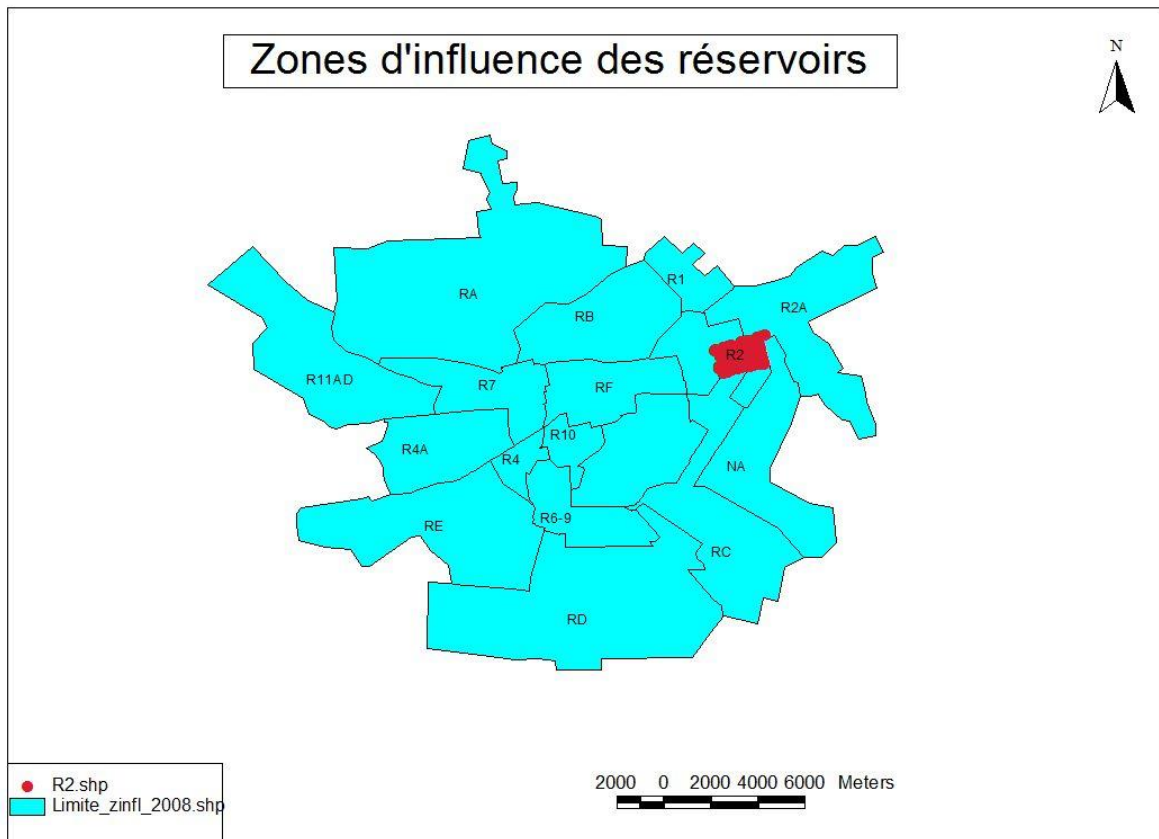


Figure 29: Présentation de la zone à modéliser

Les figures suivantes montrent la structure du réseau à modéliser :

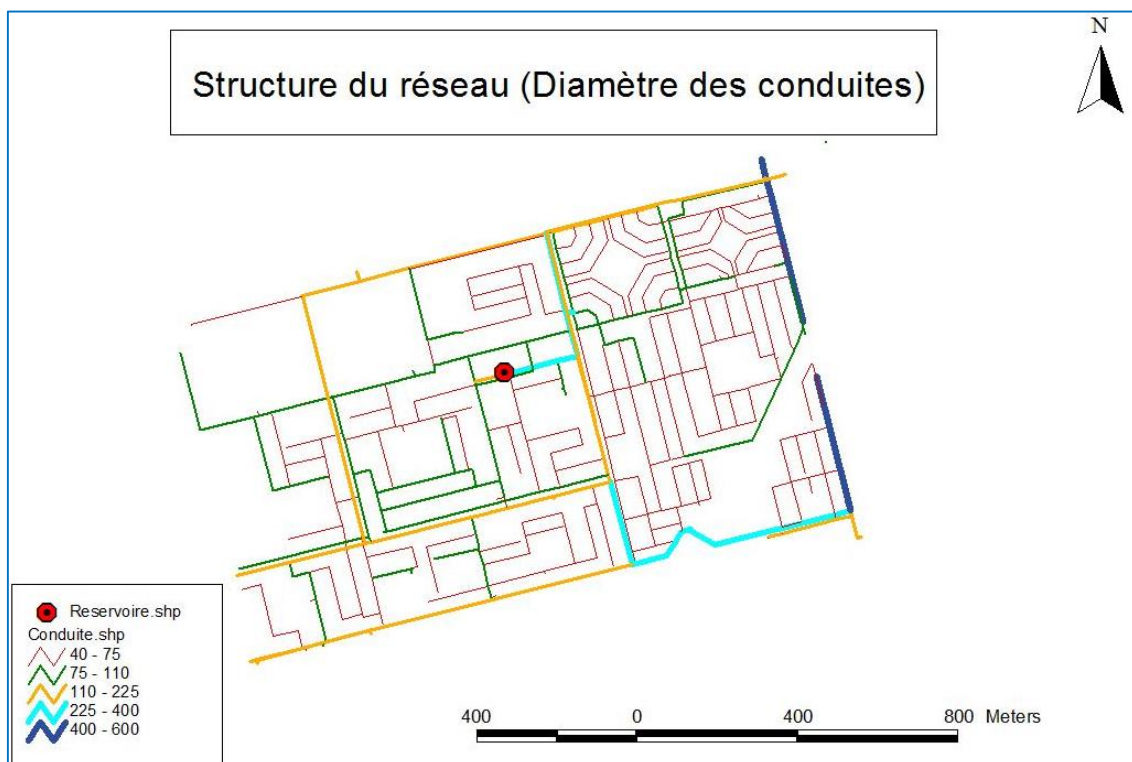


Figure 30: Diamètre des conduites

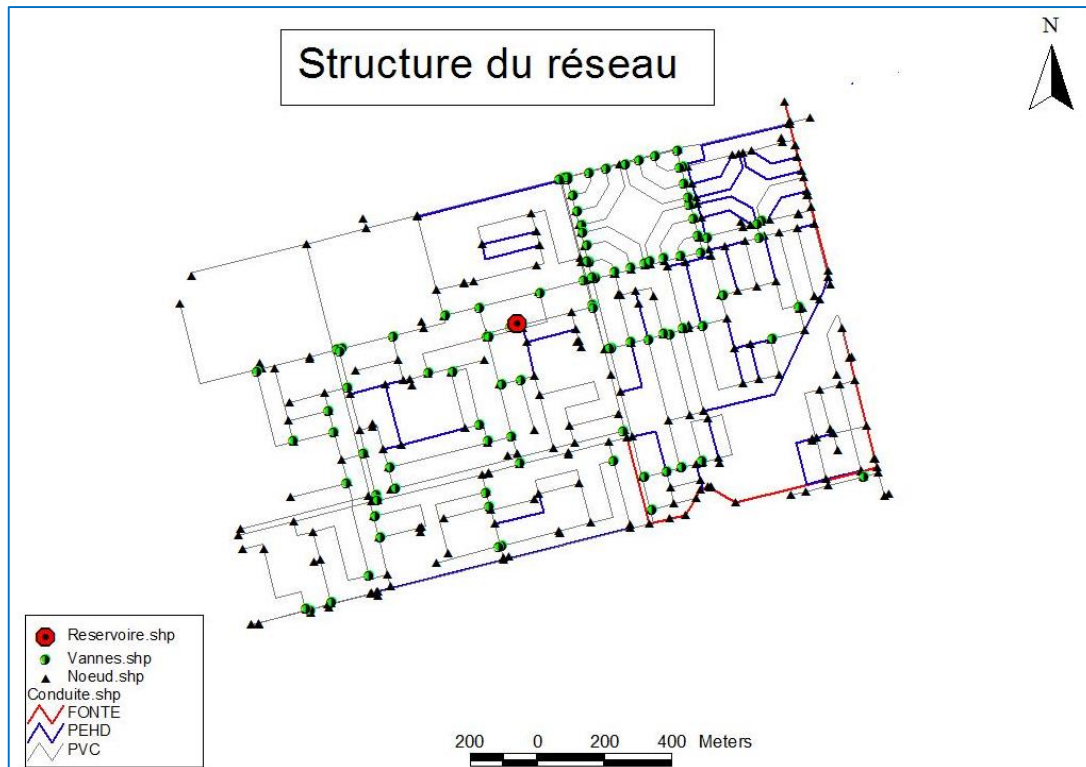


Figure 31: Structure du réseau

Commentaire :

La modélisation va porter sur la zone d'influence du château R2 de la zone SP3 ; cette zone couvre une superficie de 171 hectares et compte 18 tronçons en fontes, 61 tronçons en PEHD et 450 tronçons en PVC ; les altitudes varient entre 295 et 306 mètres avec une moyenne située autour de 298 mètres comme le montre la répartition des courbes de niveau (Annexe 3).

2. Modélisation sur Epanet

La formule de perte de charge utilisée est celle de **Darcy-Weisbach** :

$$H_L = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

Avec :	H_L = pertes de charges g = accélération de la pesanteur L = longueur du tuyau	d = diamètre du tuyau v = vitesse d'écoulement f = facteur de friction ;
--------	--	--

le facteur de friction est fonction de $\frac{\varepsilon}{d}$ et le nombre de Reynolds, dans lequel ε est le coefficient de rugosité relative, exprimé en unité de longueur. La formule peut être utilisée avec n'importe quel système cohérent d'unités.

$$Re = \frac{v*d}{\nu} ; \nu = \frac{Q}{A}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k/d}{3.71} \right] \quad h_v = \lambda * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2g}$$

Le débit de la zone est de 92.14l/s soit une moyenne de 0.34l/s au niveau des nœuds.

Tableau 13: Rugosité des conduites

Conduites	Rugosité
Fonte	100
PVC	150
PEHD	150

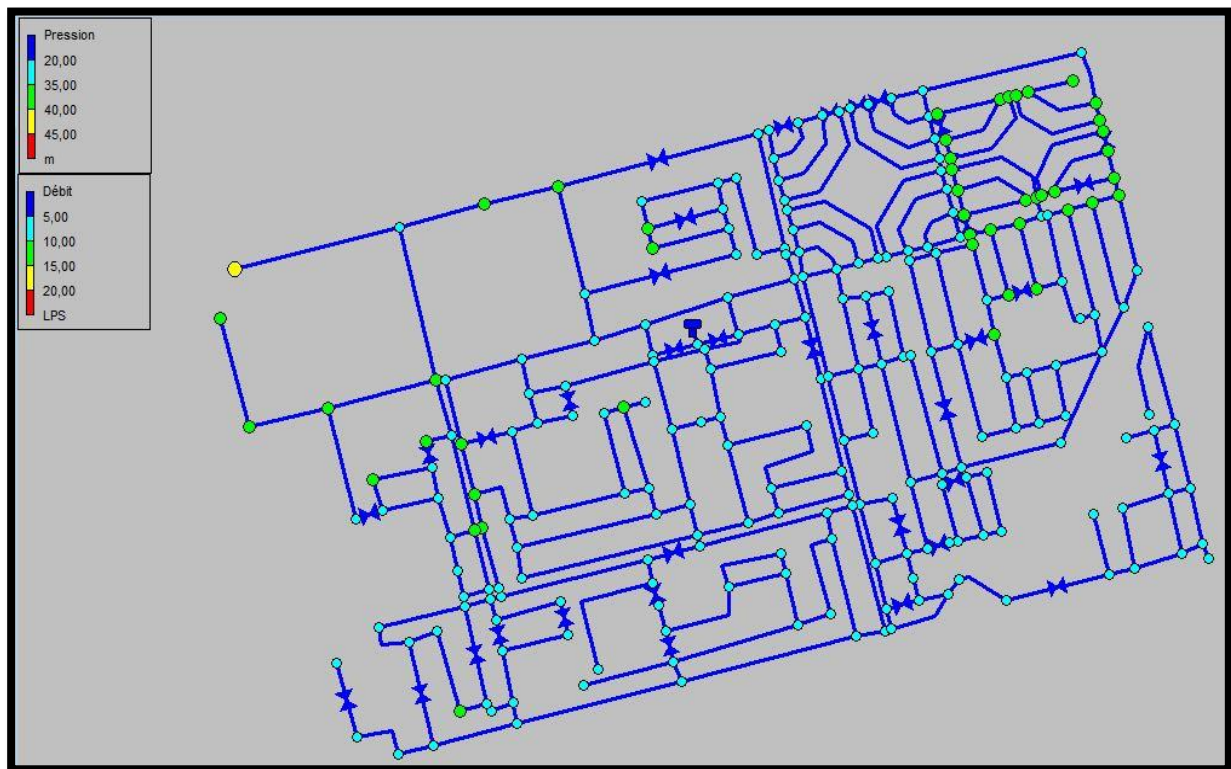


Figure 32: résultat de la simulation

1. Commentaire

On remarque des pressions de 35 à 40 m au Sud-Est et au Nord-Est ; au Centre et à l'ouest les pressions sont faibles (entre 20 et 35 m). En moyenne, les pressions sont comprises entre 21 et 45 mètres : la condition de pression est respectée (20m-50m).

VII. CONCLUSIONS

Les réseaux de distribution d'eau potable sont très souvent confrontés aux fuites ; elles peuvent être visibles : dans ce cas, elles sont rapidement repérées et réparées ; dans le cas contraire, la totalité de l'eau peut s'infiltrer dans le sol : la détection de la fuite nécessite une minutieuse surveillance du réseau (aux heures tardives) avec des équipements de recherche de fuite.

Dans la plupart des réseaux de distribution, une forte proportion de l'eau se perd pendant le transport entre les usines de traitement et les points de consommation. Le volume perdu est généralement de 20 à 30 % de la quantité produite. Dans certains réseaux, en particulier les plus anciens, les pertes peuvent atteindre 50 % ; ces pertes d'eau peuvent avoir plusieurs causes : fuites, erreurs de mesure, utilisation publique et vol. De toutes ces causes, la principale est généralement les fuites.[18]

Les fuites se produisent dans différents éléments du réseau de distribution : conduites de transmission, conduites de distribution, branchements, raccords, vannes, bouches d'incendie... Les causes des fuites sont : la corrosion, les défauts de matériaux, une mauvaise installation, une pression d'eau excessive, les coups de bélier...

Dans le cadre de cette étude, suite aux dépouillements des BT et analyse il ressort que les principales causes des fuites à Ouagadougou sont :

Pression élevée car d'après les analyses il ressort que les fuites apparaissent pendant les périodes de faible consommation en effet durant ces périodes le niveau d'eau augmente dans les châteaux et en même temps les pressions de service. Aussi le phénomène de pression est l'une des principales causes de fuites enregistré par les plombiers.

Mauvaise exécution des branchements effectués par les Plombiers. En effet la plus part des fuites proviennent des branchements (plus de 60%) qui sont réalisés par un plombier assisté de trois ouvriers. Les branchements réalisés par les ouvriers ne sont généralement pas contrôlés.

La qualité des matériaux. En effet pour la commande de matériaux tel les conduites de petite taille la qualité n'est pas aussi bien contrôlée que pour la commande des grandes conduites. Cela pourrait expliquer les défaillances au niveau de ces conduites.

La qualité de l'exécution des travaux surtout au niveau des branchements et de la pose des vannes et compteur causant de nombreuses pertes par suintement a ces niveaux. Un meilleur contrôle des travaux serait nécessaire.

Les fuites peuvent être réduites d'abord, grâce à un meilleur entretien du réseau, sa sectorisation afin de faciliter les bilans d'eau.

Ensuite, il faudrait un suivi des mises à jour des plans du réseau pour faciliter la détection des conduites.

Enfin, il faudrait un contrôle accru des pressions dans les conduites.

VIII. RECOMMANDATIONS

1. Mise à jour des plans

Les plans sont un élément essentiel de la connaissance du réseau ; ils sont des outils de base d'exploitation et de connaissance du patrimoine et sont indispensables à la localisation des fuites.

2. Maintenance du réseau

Les défaillances des branchements sont à l'origine d'une part conséquente des fuites du réseau d'eau potable. Les branchements à remplacer sont le plus souvent identifiés lors de campagnes de recherche de fuites ou sur indication des abonnés. Par ailleurs, il faudrait que les travaux de maintenance soient exécutés par des ouvriers qualifiés afin d'éviter des erreurs.

1. La sectorisation du réseau

La sectorisation consiste à diviser un réseau en plusieurs sous-réseaux appelés secteurs. Pour chaque secteur, les volumes entrants et sortants sont mesurés ; ce qui permet de suivre les volumes mis en distribution en permanence ou de façon temporaire. Le suivi des débits nocturnes permet de repérer les secteurs présentant des fuites. La sectorisation est principalement basée sur des mesures de débit et de niveau. Des mesures de pression en différents points du réseau sont également possible et améliorent d'avantage la connaissance du réseau.

2. Gestion des pressions

Une pression élevée dans le réseau fragilise les conduites et augmente le débit des fuites existantes. En effet, le débit d'une fuite est directement lié à la valeur de la pression. Sachant que la pression de service d'un réseau doit être supérieure à la pression minimale souhaitée (2bars) dans certaines configurations, la pression de service est supérieure à cette valeur et peut atteindre plus de 10 bars[19]. La réduction de pression consiste donc à réduire la pression du réseau tout en assurant une valeur minimale de service en tout point, y compris lorsque la demande est maximale. Cette réduction de pression peut se faire sur la totalité du réseau, sur un secteur ou une antenne, voire uniquement chez les abonnés. Pour ce faire, on utilise un réducteur de pression qui permet, à partir d'une pression variable à l'amont, de maintenir une pression inférieure et constante à l'aval.

IX. BIBLIOGRAPHIE

- [1] “Climat: Ouagadougou - Diagramme climatique, Courbe de température, Table climatique.” [Online]. Available: <http://fr.climate-data.org/location/512/>. [Accessed: 04-Oct-2016].
- [2] ONEA, “Projet ONEA (Burkina Faso),” 2014.
- [3] INSD, “ETAT ET STRUCTURE DE LA POPULATION.” Oct-2009.
- [4] “Débitmètre Ultrasonique | Contact CT PLATON | Contact CT PLATON.” [Online]. Available: <http://www.usinenouvelle.com/expo/debitmetre-a-ultrasons-non-intrusifs-p109495.html>. [Accessed: 13-Oct-2016].
- [5] SEWERIN, “Uf 801P - Débitmètre portable à ultrasons haute performance - ULTRAFLUX.” [Online]. Available: <http://pdf.directindustry.fr/pdf/ultraflux/uf-801p-debitmetre-portable-ultrasons-haute-performance/8921-136576.html>. [Accessed: 13-Oct-2016].
- [6] Pascal BOULANGER and Patrik DUVAUT, “Détection de fuites par émission acoustique.”
- [7] SEWERIN, “Correlateur portable pour la localisation des fuites secorr 08.” [Online]. Available: <http://www.hellopro.fr/Correlateur-portable-pour-la-localisation-des-fuites-secorr-08-1000680-993232-produit.html>. [Accessed: 17-Oct-2016].
- [8] M. Durnerin, “Une stratégie pour l’interprétation en analyse spectrale. Détection et caractérisation des composantes d’un spectre.” Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG, 1999.
- [9] “SePem 01 - Noise logger for leak detection in water pipes | Sewerin.” 2000.
- [10] SEWERIN, “Catalogus - SEWERIN Aquaphon A 200 - EURO-INDEX.” .
- [11] SEWERIN, “Catalogus - SEWERIN VarioTec 460 Tracergas - EURO-INDEX.” .
- [12] O. Chesneau, “Un outil d’aide à la maîtrise des pertes dans les réseaux d’eau potable : la modélisation dynamique de différentes composantes du débit de fuite,” INSA de Lyon, 2006.
- [13] KARIM CLAUDIO, “MAITRISE DES PERTES SUR LES RÉSEAUX D’EAU POTABLE,” L’UNIVERSITÉ DE BORDEAUX, 2014.
- [14] METRAVIB, “RECHERCHE ET DETECTION DES FUITES.” .
- [15] Eddy RENAUD, Ingénieur (Irstea), Julie PILLOT, Ingénieur (Irstea), Aline AUCKENTHALER, Ingénieur (Irstea), and Claire AUBRUN, Ingénieur (Irstea), “Réduction des pertes d’eau des réseaux de distribution d’eau potable.” .
- [16] D. Ziegler (GIZ), L. Happich(VAG), D. Mutz,(EIC), Institute for Ecopreneurship, and P. Klingel(kIT), “Guide pour la réduction des pertes en eau.” 2010.
- [17] Morrison, “fuites sur réseaux.” 2007.
- [18] Osama Hunaidi, “La détection des fuites dans les conduites de distribution d’eau,” Oct. 2000.

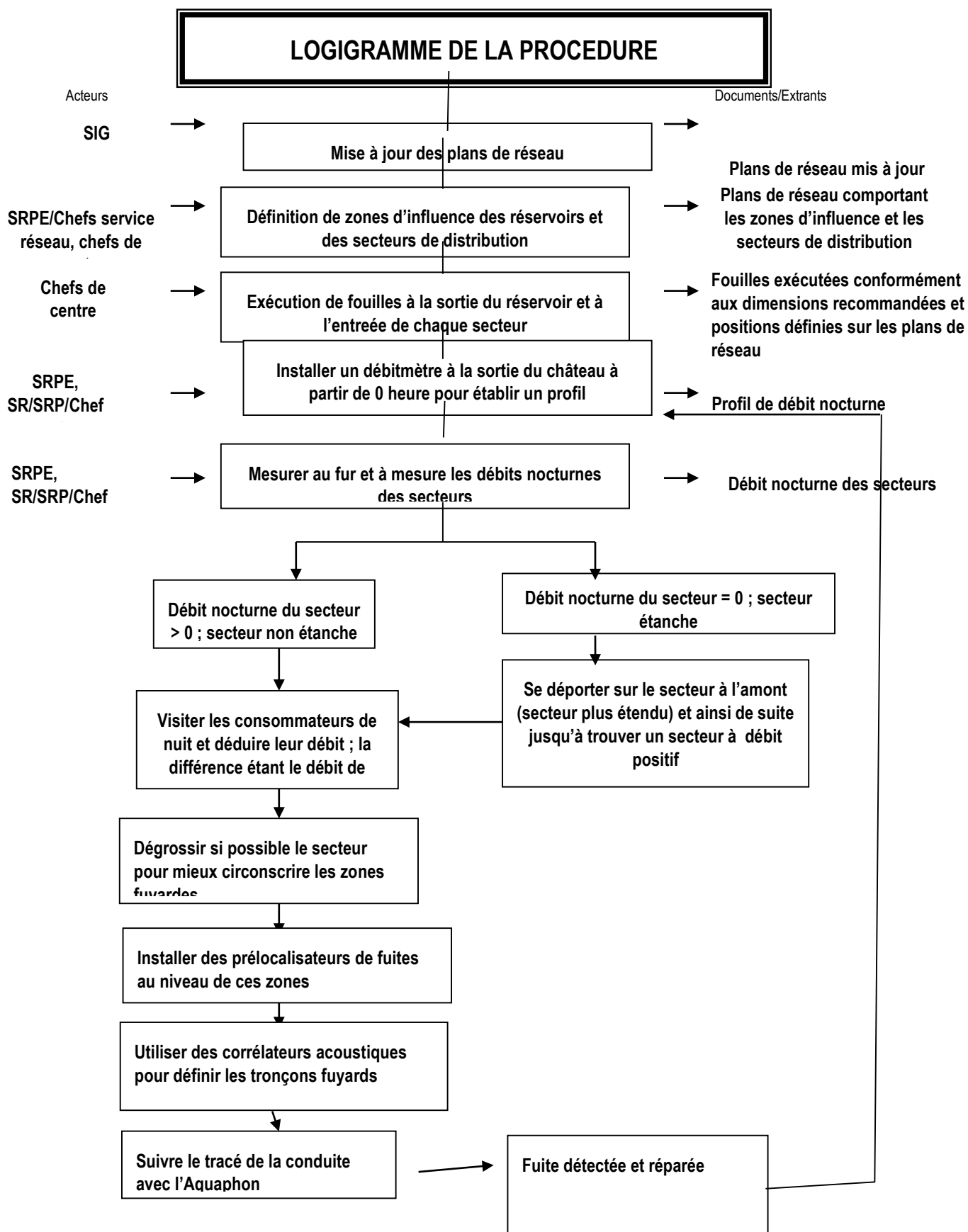
- [19] BENAMARA Daoud and CHEKIMA Ali, “DIAGNOSTIC ET ETUDE DES PERTES D’EAU POTABLE DANS LE RESEAU D’ALIMENTATION EN EAU POTABLE ; CAS VILLE D’EL-OUED (W.EL-OUED).”

X. ANNEXES

Liste des annexes

Annexe 1:Procédure de réparation des fuites (ONEA)	47
Annexe 2 : photo de fuite	48
Annexe 3:Tableau de correspondance des coefficients de perte de charge	49
Annexe 4:Termes de référence.....	50
Annexe 5:Fiche d'enquête.....	52
Annexe 6: nouveau questionnaire proposé.....	53
Annexe 7: Carte administrative.....	54
Annexe 8:Bilan de performance des équipes de réparation par semaine	55
Annexe 9: Bilan de performance des équipes de réparation par semaine	56

Annexe 1: Procédure de réparation des fuites (ONEA)



Annexe 2 : photo de fuite



Fuites sur vanne



Fuite au compteur(robinet d'arrêt amont)



Réparation de fuite sur branchement



Fuite sur conduite

Annexe 3: Tableau de correspondance des coefficients de perte de charge

NATURE DU TUYAU	Manning Strickler	William Hazen	Colebrook	Calmon/Lechapt		
	Ks	Chw	K (mm)	a	n	m
Fonte ou acier non revêtu Tuyau incrusté (eau moyennement corrosive)	75	90	2	0,001863	2	5,33
Fonte ou acier non revêtu (eau peu corrosive)	80	100	1	0,001601	1,975	5,25
Fonte ou acier revêtement de ciment, béton ordinaire	90	110	0,5	0,0014	1,96	5,19
Fonte ou acier revêtement de bitume, béton centrifuge	100	125	0,25	0,00116	1,93	5,11
Acier laminé ou soudé (neuf) béton (paroi lisse)	105	130	0,1	0,0011	1,89	5,01
Fonte ou acier revêtement centrifugé, béton précontraint	110	140	0,05	0,001049	1,86	4,93
Amiante ciment non revêtu	115	145	0,025	0,00101	1,84	4,88
P.V.C neuf amiante ciment revêtu verre ou cuivre étiré tuyau hydrauliquement lisse 0,05 < D < 0,2 * 0,25 < D < 1	120	150	0 0	- 0,000916 0,000971	- 1,78 1,81	- 4,78 4,81

Annexe 4:Termes de référence

Termes de références pour la détermination des causes principales des fuites enregistrées dans la ville de Ouagadougou

I /CONTEXTE DE L'ACTIVITE

1-1Contexte Générale

Le réseau de distribution de la ville de Ouagadougou enregistre d'importantes fuites dues à de nombreux facteurs. Cette situation influe négativement sur les performances du rendement du réseau. Aussi de nombreuses activités sont menées pour réduire les volumes d'eau perdue à travers la ville.

Le but de l'étude est de mener des investigations pour élucider les différentes causes qui occasionnent les fuites et de proposer une solution de gestion ainsi que les actions à mener pour réduire considérablement les fuites constatées.

1-2 Contexte Spécifiques

L'étude sera menée par le stagiaire avec les moyens mis à sa disposition par la Direction régionale de l'ONEA de Ouagadougou. Les outils informatiques dont aura besoin le stagiaire seront de son ressort.

NB : l'étude sera focalisée sur la zone de SP3 particulièrement sans cependant, occulter les autres zones de dessertes de la ville.

II/ OBJECTIFS DU STAGE

L'objectif principal

L'objectif principal de l'étude est de proposer des outils permettant de réduire le nombre de fuites observées sur le réseau afin de contribuer à la réduction des volumes d'eau à travers les fuites.

Les objectifs spécifiques

- a) Faire un état des lieux des fuites enregistrées depuis 2010 et faire une cartographie des fuites enregistrées dans la zone du projet ;

- b) Identifier les différentes causes des fuites enregistrées depuis 2010 et proposer une gestion améliorée des fuites dans le but de réduire les pertes en eau ;
- c) Proposer une méthode d'évaluation des volumes d'eau perdue à travers les fuites ;
- d) Élaborer un modèle hydraulique fonctionnel de la zone SP3.

III/ DUREE ET PERIODES DU STAGE

La durée du stage est de 5 mois. Le stage débutera le 04 juillet et prendra fin le 05 Décembre 2016. Les heures ouvrables sont de 7 heures 30 mn à 16 heures 00 du lundi à jeudi et le vendredi de 7 heures 30 mn 16 heures 30 mn. Samedi est un jour ouvré et dimanche est un jour férié.

IV/ DOCUMENTATION

Les documents disponibles seront mis à la disposition du stagiaire. Toutefois, il appartient au stagiaire de demander tout document dont il a besoin pour effectuer ses travaux.

V/ PROPRIETE DES DOCUMENTS

Tous les documents qui seront produits dans le cadre de ce stage peuvent être exploités par le stagiaire. Cependant, les documents dits confidentiels restent la propriété exclusive de l'ONEA et ne peut être divulgués sans autorisation préalable.

Encadrement et conditions de stage :

Mise à la disposition d'encadrement

Mise à la disposition d'un local et d'un environnement d'échange permanent

Facilitation de contact et d'accès documentaire

Candidat : SAMADOULOUGOU Abdoulaye Misbas

Encadrement : SANDWIDI Jean François (ONEA) ; BONKOUNGOU Ousmane (ONEA/DRO) BAGRE Dieudonné (ONEA/DRO)

Annexe 5: Fiche d'enquête

2016 - ONEA

1. Date

La réponse doit être comprise entre 01/01/2015 et 01/12/2016.

I) IDENTIFICATION

2. EQUIPEMENTS

3. MATERIAUX

4. DIAMETRE

5. TOURNÉE

6. EMETTEUR

7. INTERVENANT PRINCIPALE

8. DEBUT DE LA FUITE

II) OBSERVATIONS

9. DIAGNOSTIQUE

10. LIEU

☐ 1. COUR ☐ 2. RUE ☐ 3. QUARTIER

11. MATERIAU CONSTATE

12. DIAMETRE CONSTATE

13. DIAGNOSTIC

☐ 1. PROVOQUEE ☐ 2. VUTSTEE
☐ 3. NATURELLE ☐ 4. TECHNIQUE
☐ 5. HORS NORME ☐ 6. HYDRAULIQUE

III) INTERVENTION

14. DATE
DEBUT

La réponse doit être comprise entre 01/01/2015 00:00:00 et 01/12/2016 00:00:00.

15. DATE FIN

La réponse doit être comprise entre 01/01/2015 00:00:00 et 01/12/2016 00:00:00.

16. TYPE D'ACTIVITES

☐ 1. ISOLEMENT ☐ 2. REPARATION

IV) ARTICLES

17. 1-

18. 2-

19. 3-

20. 4-

21. 5-

22. 6-

COMMENTAIRES

23. Commentaires

Annexe 6: nouveau questionnaire proposé

QUESTIONNAIRES SUR LES FUITES

2016 - ONEA

1. Date

La réponse doit être comprise entre 01/01/2016 et 31/12/2016.

I) IDENTIFICATION

2. EQUIPEMENTS

3. MATERIAUX

- ☐ 1. PVC ☐ 2. FONTE ☐ 3. PEHD
☐ 4. PE ☐ 5. GALVA

4. DIAMETRE

5. TOURNEE

6. EMETTEUR

7. INTERVENANT PRINCIPALE

8. DEBUT DE LA FUITE

II) OBSERVATIONS

9. ORGANE HYDRAULIQUE

- ☐ 1. Compteur ☐ 2. Ventouse ☐ 3. Branchement
☐ 4. Vanne ☐ 5. Conduite ☐ 6. Autre

10. LIEU

- ☐ 1. COUR ☐ 2. RUE ☐ 3. QUARTIER

11. MATERIAU CONSTATE

- ☐ 1. PVC ☐ 2. FONTE ☐ 3. PEHD
☐ 4. PE ☐ 5. GALVA

12. DIAMETRE CONSTATE

13. DIAGNOSTIC

- ☐ 1. PROVOQUEE
☐ 2. VETUSTEE
☐ 3. MAUVAISE EXECUTION
☐ 4. COUP DE BELIER
☐ 5. PRESSION ELEVEE
☐ 6. CHARGE EN SURFACE

III) INTERVENTION

14. DATE
DEBUT

La réponse doit être comprise entre 01/01/2016 00:00:00 et 01/12/2016 00:00:00.

15. DATE FIN

La réponse doit être comprise entre 01/01/2016 00:00:00 et 31/12/2016 00:00:00.

16. TYPE D'ACTIVITES

- ☐ 1. ISOLEMENT ☐ 2. REPARATION

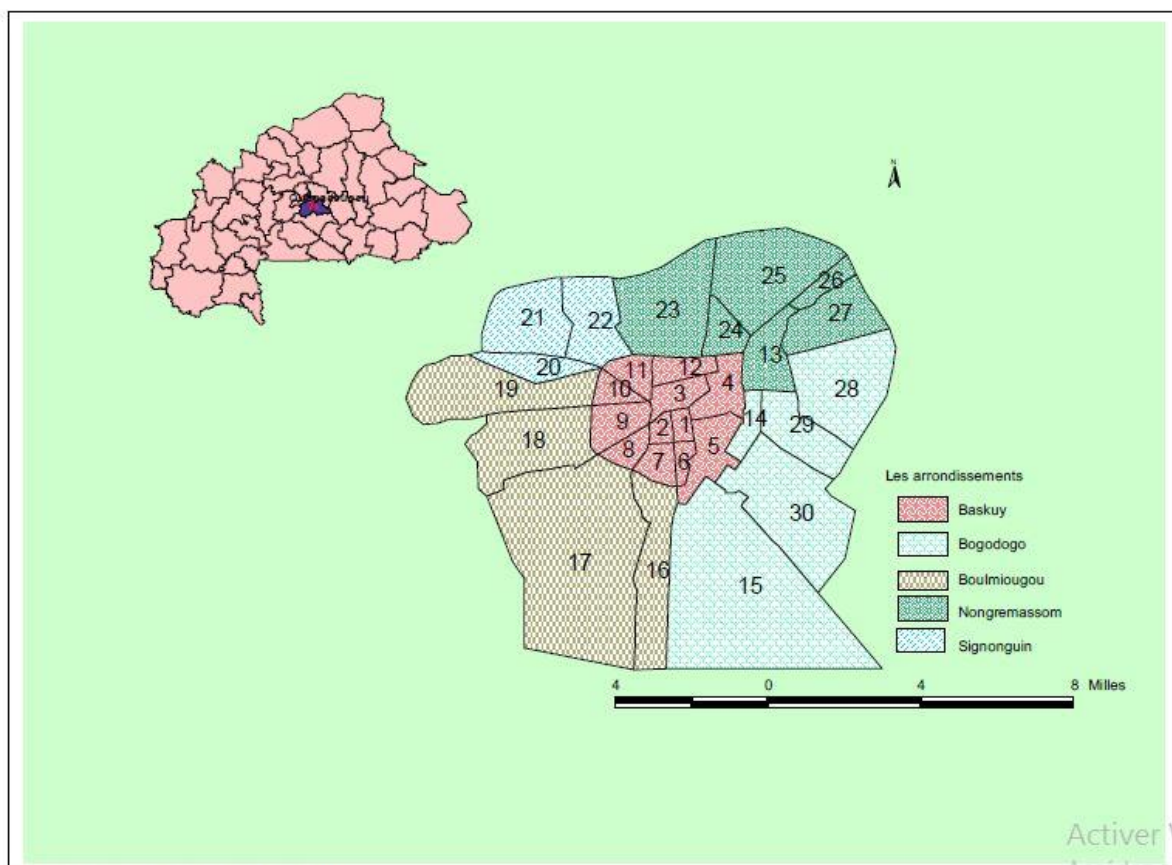
IV) ARTICLES

17. 1-Matériel(s) utilisé(s)

- | | |
|---|--|
| ☐ 1. Joint plat | ☐ 2. Tube |
| ☐ 3. Manchon | ☐ 4. Robinet inviolable |
| ☐ 5. Collier | ☐ 6. Cross |
| ☐ 7. Te | ☐ 8. Vanette |
| ☐ 9. Douille | ☐ 10. Réducteur |
| ☐ 11. Adaptateur à bride | ☐ 12. Boulon |
| ☐ 13. Vanne à bride | ☐ 14. Raccord |
| ☐ 15. PVC à Joint | ☐ 16. Robinet arrêt |
| ☐ 17. Bouchon | ☐ 18. Coude |

Vous pouvez cocher plusieurs cases (5 au maximum).

Annexe 7: Carte administrative



[Source : Cellule SIG, 2005]

Activer Wi
Accédez aux r
activer Windo

Annexe 8: Bilan de performance des équipes de réparation par semaine

EQ	BT R	ISO L	BTR D	AN C BT	BT CLS E	BT RE P	M Q E	%Re p			
O1	21	9	13	0	0	0	0	62%			
O2	18	0	13	10	0	0	0	72%	%BTIS OL	%BT R	%BTR D
O3	8	2	3	2	0	0	1	38%	13%	16%	13%
O4	17	2	5	2	1	1	0	29%			
S1	17	2	11	5	0	0	0	65%			
S2	16	6	12	1	0	0	0	75%			
S3	11	3	5	0	0	0	3	45%	13%	16%	15%
S4	17	2	11	6	0	0	0	65%			
TOTAL SM1	125	26	73	26	1	1	4	58 %			
D1	10	4	6	1	1	0	0	60%			
D2	6	2	7	2	2	0	0	117 %	17%	15%	17%
D3	6	2	7	3	2	0	1	117 %			
D4	14	2	7	3	0	0	0	50%			
D5	13	6	9	2	0	0	3	69%			
D6	10	1	8	4	0	0	6	80%			
R1	18	9	16	2	2	0	4	89%			
R2	23	3	19	0	0	0	1	83%	32%	20%	26%
R3	18	18	17	3	0	0	1	94%			
R4	20	2	16	0	0	0		80%			
TOTAL SM2	138	49	112	20	7	0	16	81 %			
TOTAL	388	101	258	72	9	2	24	66 %	21%	77%	62%

Détermination des causes principales des fuites enregistrées dans la ville de Ouagadougou

Annexe 9: Bilan de performance des équipes de réparation par semaine

EQ	BTR	ISOL	BTRD	ANC BT	BT CLSE	BT REP	MQ E	%Rep			
O1	21	9	13	0	0	0	0	62%			
O2	18	0	13	10	0	0	0	72%	%BTISOL	%BTR	%BTRD
O3	8	2	3	2	0	0	1	38%	13%	16%	13%
O4	17	2	5	2	1	1	0	29%			
S1	17	2	11	5	0	0	0	65%			
S2	16	6	12	1	0	0	0	75%			
S3	11	3	5	0	0	0	3	45%	13%	16%	15%
S4	17	2	11	6	0	0	0	65%			
TOTAL SM1	125	26	73	26	1	1	4	58%			
D1	10	4	6	1	1	0	0	60%			
D2	6	2	7	2	2	0	0	117%	17%	15%	17%
D3	6	2	7	3	2	0	1	117%			
D4	14	2	7	3	0	0	0	50%			
D5	13	6	9	2	0	0	3	69%			
D6	10	1	8	4	0	0	6	80%			
R1	18	9	16	2	2	0	4	89%			
R2	23	3	19	0	0	0	1	83%	32%	20%	26%
R3	18	18	17	3	0	0	1	94%			
R4	20	2	16	0	0	0		80%			
TOTAL SM2	138	49	112	20	7	0	16	81%			
TOTAL	388	101	258	72	9	2	24	66%	21%	77%	62%

