



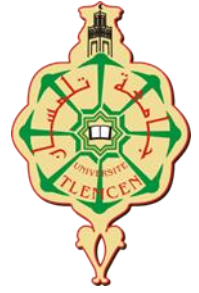
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique

جامعة-تلمسان – أبو بكر بلقايد

Université ABOU BEKR BELKAID



Faculté de la Technologie

Département D'hydraulique

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master en **Hydraulique**

Option : Hydraulique Urbaine (HU)

Présenté par :

Mme CHOGUEUR Mouna

Thème

**Contribution à l'étude d'une approche méthodologique
pour le diagnostic des réseaux d'eau**

Soutenu le :29/09/2022

Devant le jury composé de :

Mr. DEBBAL MOHAMMED ZAKARIA	Univ.TLEMCEN	Président
Mr.TERKI HASSAINE TAHA EL AMINE	Univ.TLEMCEN	Examineur
Mr. HABI MOHAMMED	Univ.TLEMCEN	Encadreur
Mr.BENADDA LOTFI	Univ.TLEMCEN	Co-Encadreur

2021/ 2022



Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce projet de fin d'étude.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr. HABI Mohammed on le remercie pour son encadrement exceptionnel, pour sa patience, ses orientations, sa disponibilité durant notre préparation de ce travail.

Ensuite, Je remercie mon co-encadreur Mr.BENADDA Lotfi pour son encouragement et son soutien moral.

Mes remerciements s'adressent aussi à mes professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont leurs charges académiques et professionnelles.

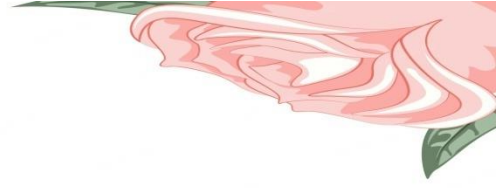
Mes remerciements s'adressent également aux membres du jury de soutenance Mr. DEBBAL Mohammed Zakaria et Mr. TERKI HASSAINE Taha El Amine pour l'honneur qu'ils nous font d'être les examinateurs du présent mémoire. Leurs critiques, commentaires et questions me permettront d'améliorer ce mémoire.

Je tien à remercie tout le personnel du département technologique « SEOR » et spécialement pour les deux ingénieurs Mr.BOUMAZZA Tarek et MR.BRACHEMI Nabil pour leurs bon accueils et leur aides et pour la mise à ma disposition des données et des documents.

Enfin, je remercie tout les personnes qui ont participé afin de réussir à réaliser ce travail.

Merci





Dédicaces

Je tien c'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

A la personne la plus chère à mon cœur Maman , qui m'a donné la vie qui m'a poussé, motivé, soutenu et encouragé durant ces années d'études. Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mon père, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes coté a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles

A mon cher mari tu es toujours là pour être l'épaule sur laquelle je me repose dans mes moments de fatigue

A ma fille Razane, tu es ma raison de vivre et ma source de bonheur.

A ma chère sœur ma 2ieme maman ainsi que ma chère nièce Meriem Lilya notre princesse de la famille.



Résumé

C'est presque une évidence de dire que, pour bien gérer un système, il convient de bien le connaître. Cette évidence, loin d'être toujours respectée en matière de réseau d'eau potable, est cependant un critère impératif pour l'approche du renouvellement.

L'état des réseaux enterrés est difficile à apprécier, son évolution également. Le développement de modèles permettant de prévoir l'évolution du réseau à 15, 20 ou 30 ans constitue donc un enjeu fondamental pour la ville.

Les résultats des enquêtes menées au niveau des unités de distribution de l'eau au niveau national ont montré que au niveau de la quasi-totalité des services, des habitudes de recueil de données existent déjà, mais elles sont souvent à l'initiative d'un agent isolé qui a pris la décision de conserver ces données. Malheureusement il est rare, dans ce type de service, que ces données soient introduites dans une base de données informatisée pour être exploitées de façon objective. Au contraire, elles sont très souvent recueillies dans un cahier ou sur des fiches papier, et elles ne sont utilisables et comprises que par la personne qui les a collectées. Le départ de cette personne aboutit alors à une perte de mémoire pour le service.

Ce qui justifie l'absence ; à l'exception de deux unités : unité d'Oran et l'unité d'Alger (qui bénéficient d'une gestion déléguée) ; d'une méthodologie de diagnostic et de gestion patrimoniale des systèmes d'alimentation en eau potable.

D'où l'objet de ce travail, l'élaboration d'une méthodologie de diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable.

Une démarche en trois étapes est proposée :

- ✓ Le recueil des informations sous forme de fiches individuelles permettant à l'exploitant de disposer dans un seul document de l'ensemble des informations nécessaires à sa gestion ;
- ✓ Ensuite, dans un cas comme dans l'autre, les données doivent être stockées dans une base de données informatisée, simple ou intégrée à un système d'information géographique ;
- ✓ Et enfin l'exploitation des informations accumulées au fil du temps.

Mots Clés : Réseaux, Fiche d'enquête, Diagnostic, Fuites, Modélisation, Système d'Information Géographique.

Abstract

It is almost obvious to say that to manage a system well, you need to know it well. This evidence, far from being always respected in terms of the drinking water network, is however an imperative criterion for the approach to renewal.

The condition of buried networks is difficult to assess, as is its evolution. The development of models to predict the evolution of the network in 15, 20 or 30 years is therefore a fundamental challenge for the city.

The results of the surveys carried out at the level of the water distribution units at the national level have shown that at the level of almost all the services, data collection habits already exist, but they are often at the initiative of an isolated agent who has made the

decision to keep this data. Unfortunately, it is rare, in this type of service, for this data to be entered into a computerized database to be used objectively. On the contrary, they are very often collected in a notebook or on paper sheets, and they can only be used and understood by the person who collected them. The departure of this person then results in a loss of memory for the service.

Which justifies the absence; with the exception of two units: the Oran unit and the Algiers unit (which benefit from delegated management); a methodology for diagnosis and asset management of drinking water supply systems.

Hence the purpose of this work, the development of a diagnostic methodology for drinking water supplies systems.

A three-step approach is proposed:

√ The collection of information in the form of individual sheets allowing the operator to have all the information necessary for its management in a single document;

√ Then, in either case, the data must be stored in a simple computerized database or integrated into a geographic information system;

√ And finally the exploitation of information accumulated over time.

Keywords: Networks: Survey sheet, Diagnosis, Leaks, Modeling, Geographic Information System.

ملخص

يكاد يكون من الواضح أن نقول إنه لإدارة النظام بشكل جيد ، عليك أن تعرفه جيداً. هذا الدليل ، بعيداً عن الاحترام الدائم من حيث شبكة مياه الشرب ، هو معيار إلزامي لنهج التجديد.

من الصعب تقييم حالة الشبكات المدفونة وكذلك تطورها. لذلك فإن تطوير نماذج للتنبؤ بتطور الشبكة خلال 15 أو 20 أو 30 عامًا يمثل تحدياً أساسياً للمدينة.

أظهرت نتائج المسوحات التي أجريت على مستوى وحدات توزيع المياه على المستوى الوطني أنه على مستوى جميع الخدمات تقريباً ، توجد عادات جمع البيانات بالفعل ، ولكنها غالباً ما تكون بمبادرة من وكيل معزول لديه اتخاذ قرار الاحتفاظ بهذه البيانات. لسوء الحظ ، من النادر ، في هذا النوع من الخدمة ، إدخال هذه البيانات في قاعدة بيانات محسوبة لاستخدامها بشكل موضوعي. على العكس من ذلك ، يتم جمعها في كثير من الأحيان في دفتر ملاحظات أو على أوراق ورقية ، ولا يمكن استخدامها وفهمها إلا من قبل الشخص الذي جمعها. ثم يؤدي رحيل هذا الشخص إلى فقدان ذاكرة الخدمة.

مما يبرر الغياب. باستثناء وحدتين: وحدة وهران ووحدة الجزائر (التي تستفيد من تفويض الإدارة) ؛ منهجية لتشخيص وإدارة أصول أنظمة إمدادات مياه الشرب.

ومن هنا كان الغرض من هذا العمل ، تطوير منهجية تشخيصية لأنظمة إمدادات مياه الشرب.

تم اقتراح نهج من ثلاث خطوات:

√ جمع المعلومات في شكل أوراق فردية تتيح للمشغل الحصول على جميع المعلومات اللازمة لإدارتها في مستند واحد ؛

√ ثم ، في كلتا الحالتين ، يجب تخزين البيانات في قاعدة بيانات بسيطة محسوبة أو دمجها في نظام معلومات جغرافية ؛

√ وأخيراً استغلال المعلومات المتراكمة عبر الزمن.

الكلمات المفتاحية: الشبكات ، ورقة المسح ، التشخيص ، التسريبات ، النمذجة ، نظام المعلومات الجغرافية.

Sommaire

Sommaire

Introduction général :	1
-------------------------------------	---

Chapitre I : Etude bibliographique

Introduction :	3
I.1 Description des réseaux d'eau potable :	3
I.2 Les éléments constitutifs des réseaux d'eau potable :	4
I.2.1 L'approvisionnement de l'eau.....	4
I.2.2 Les équipements de l'approvisionnement de l'eau potable :	4
I.2.3 Les organes de régulation :.....	5
I.2.4 Captage des ressources :.....	5
I.2.4.1 Ouvrage de captage :.....	5
I.2.5 Traitement de l'eau :.....	6
I.2.6 Les différentes étapes de traitements :.....	6
I.2.6.1 Le dégrillage :.....	6
I.2.6.2 Le tamisage :.....	6
I.2.6.3 La clarification :.....	6
I.2.6.4 La décantation :.....	6
I.2.6.5 La Filtration :.....	7
I.2.6.6 La chloration :.....	7
I.2.7 Stockage :.....	7
I.2.7.1 Description :.....	7
I.2.8 Les conduites d'adduction d'eau :	8
I.2.8.1 Adduction gravitaire :.....	8
I.2.8.2 Adduction par refoulement :.....	9
I.2.9 Installations de pompage :.....	9
I.2.9.1 Captage d'une source :.....	9
I.2.9.2 Captage d'un puits :.....	9
I.2.9.3 Captage d'eau de surface :.....	10
I.3 structures du réseau d'alimentation en eau potable :.....	11
I.3.1 Les effets des paramètres hydrauliques du fonctionnement des réseaux :.....	11
I.3.2 Les branchements :.....	12

Sommaire

I.3.2.1 Définition :	12
I.3.3 La protection contre l'incendie :	12
I.3.3.1 Les appareils d'incendie :	13
I.3.3.2 Les poteaux d'incendie :	13
I.4 Les types de réseau d'alimentation en eau potable.....	13
I.4.1 Réseau ramifié :	14
I.4.2 Réseau maillé :	15
I.5 Le dysfonctionnement des réseaux d'eau :	15
I.5.1 Vieillessement des réseaux :	16
I.6 Problématique des fuites :	16
I.6.1 Les causes de fuites :	17
I.6.2 Types des fuites :	17
I.6.2.1 Les fuites (leak repair) :	17
I.6.2.2 Les ruptures sur conduites (main break) :	18
I.6.2.3 La défaillance :	18
I.6.3 Les conséquence des fuites de réseau de distribution :	18
I.7 Gestion patrimoniale des réseaux :	19
I.7.1 Diagnostic :	19
I.7.2 Les réseaux de distribution d'eau potable : un patrimoine très spécifique :	19
I.7.3 Des outils à généraliser : outils de connaissance, outils d'aide à la décision, outils de communication :	20
I.7.3.1 Des outils de connaissance du patrimoine :	20
I.7.3.2 Des outils d'aide à la décision :	20
I.7.3.3 Des outils de communication et de dialogue :	20
I.7.4 Les modèles hydrauliques :	20
I.7.5 Une démarche pour aider à la mise en place d'une politique de gestion patrimoniale :	21
I.8 Les indicateurs de performances doivent être suivis au niveau local :	22
Conclusion :	23

Sommaire

Chapitre II : Méthodes utilisées pour le diagnostic des réseaux d'eau potable

Introduction :.....	24
II.1 Méthodologie utilisé par la collectivité du département de la Haute-Savoie (France) :.....	24
II.1.1 Etape 1- Phase administrative préparatoire :.....	24
II.1.2 Etape 2-Collecte préalable des informations techniques, repérage du réseau et élaboration du schéma d'ensemble :.....	24
II.1.3 Etape 3- Mesures hydrauliques :.....	25
II.1.3.1 Sectorisation des fuites par campagne nocturne :.....	25
II.1.3.2 Pré localisation des fuites :.....	26
II.1.4 Etape-4 Localisation ponctuelle des fuites par corrélation acoustique :.....	26
II.1.4.1 Méthode acoustique :.....	26
II.1.5 Etape 5- Rédaction du rapport d'étude final :.....	27
II.2 Méthodologie utilisé pour le SAGE Nappe profonde en Gironde :.....	28
II.2.1 Etape 1 : Audit du patrimoine :.....	28
II.2.1.1 Indice de fiabilité hydraulique :.....	28
II.2.1.2 Indice de déficience aux nœuds :.....	28
II.2.1.3 Le rendement :.....	29
II.2.1.4 Indice linéaire des volumes non comptés (ILVNC) :.....	29
II.2.1.5 L'indice linéaire de perte des réseaux d'eau potable :.....	29
II.2.2 Indicateurs du caractère rural ou urbain du service :.....	29
II.2.2.1 Densité d'abonnés (D) :.....	29
II.2.2.2 Indice linéaire de consommation (ILC) :.....	30
II.2.2.3 Description des données :.....	30
II.2.3 Etape 2 : sectorisation :.....	30
II.2.3.1 Option 1 : Recherche des fuites :.....	30
II.2.3.2 Option 2 : Modélisation :.....	31
II Etat des lieux du diagnostic des systèmes d'AEP en Algérie :.....	31
II.3 Présentation bâtiment technologique de Société d'Eau et d'Assainissement d'Oran (SEOR) :.....	32
II.3.1 Présentation général :.....	32
II.3.2 Mode d'alimentation d'eau de la wilaya d'Oran :.....	33
II.3.3 Méthodologie de diagnostic appliqué par le gestionnaire délégué de l'eau dans la wilaya d'Oran (SEOR) :.....	33

Sommaire

II.3.4	Le système d'information géographique (SIG) :.....	33
II.3.5	Le télé-contrôle :.....	34
II.3.6	La sectorisation :.....	34
II.3.7	La planification :.....	35
II.4	Pour le diagnostic du réseau d'AEP la wilaya d'Oran :.....	36
II.4.1	Classification des pertes physiques sur réseau :.....	36
II.4.2	Comportement des paramètres physiques du réseau durant une journée de distribution :.....	37
II.4.3	Composantes du débit minimum nocturne :.....	38
II.4.4	Les pertes réelles annuelles incompressibles (UARL) :.....	39
II.4.6	Domaine d'utilisation des données du débit de fuite sur le diagnostic du réseau :.....	40
II.5	L'enquête menée au niveau de l'unité de Tlemcen :.....	40
	Conclusion :.....	42
Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP		
	Introduction :.....	43
III.1	Recueil des informations :.....	43
III.1.1	Le contenu de la fiche :.....	43
III.1.1.1	Concertation avec le personnel de terrain :.....	44
III.1.1.2	Le choix des questions :.....	44
III.1.2	Les captages :.....	44
III.1.2.1	Les caractéristiques techniques des captages :.....	44
III.1.2.2	Pour les sources :.....	44
III.1.2.3	Pour les puits et les forages :.....	47
III.1.3	Stations de pompage :.....	50
III.1.3.1	Caractéristiques :.....	50
III.1.3.2	Equipements :.....	50
III.1.3.3	Génie civil :.....	50
III.1.3.4	Aménagement :.....	50
III.1.4	Les réservoirs :.....	53
III.1.5	Conduites d'adduction et de distribution :.....	56
III.1.5.1	Description de l'état de la conduite et du branchement :.....	56
III.1.5.2	Localisation de la défaillance Description de l'intervention :.....	57
III.1.5.3	Défaillance sur fontainerie :.....	57

Sommaire

III.1.5.4 Défaillance sur la robinetterie :.....	57
III.2 Le stockage et l'analyse des informations :.....	62
III.2.1 Système d'informations géographiques :.....	63
III.2.1.1 Principes et concepts généraux d'un SIG :.....	63
III.2.1.2 Un SIG est un outil dynamique :.....	65
III.2.1.3 Un SIG est un outil d'analyse :.....	65
III.2.1.4 Un SIG apporte des fonctionnalités avancées :.....	65
III.2.1.5 Usage des SIG dans les réseaux hydrauliques :.....	66
III.2.2 Structure de la base de données :.....	66
III.2.3 La table « Sources » :.....	67
III.2.3.1 pérennité de la source :.....	67
III.2.4 La table « Puits et Forages » :.....	67
III.2.5 La table « Réservoirs » :.....	68
III.2.6 La table « conduite » :.....	68
III.2.7 La table « Nœuds » :.....	68
III.3 L'exploitation des données :.....	68
III.3.1 Les diagnostics fonctionnels :.....	69
III.3.1.1 Le suivi des volumes :.....	69
III.3.2 La modélisation hydraulique :.....	69
III.3.2.1 Les types de modélisation :.....	70
III.3.2.2 Précision du modèle et représentation du réseau d'AEP :.....	70
III.3.3 Les diagnostics structurels :.....	71
Conclusion :.....	72

Chapitre IV : Guide méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'Alimentation en Eau Potable

Le contenu de la fiche :.....	77
Etape I : Recueil des informations :.....	78
Les captages :.....	79
Les caractéristiques techniques des captages :.....	79
Pour les sources :.....	79
Pour les puits et les forages :.....	80
Stations de pompage :.....	83
Caractéristiques :.....	83

Sommaire

Equipements :.....	83
Génie civil :.....	83
Aménagement :.....	83
Les réservoirs :.....	90
Conduites d’adduction et de distribution :.....	95
Etape II : Le stockage et l’analyse des informations :.....	104
Le stockage et l’analyse des informations :.....	105
Pour chaque élément du réseau d’AEP une approche de la structure de la base de données est donnée :.....	105
La table « Sources » :.....	105
La table « Puits et Forages » :.....	105
La table « Réservoirs » :.....	106
La table « conduite » :.....	106
La table « Nœuds » :.....	106
Etape III : L’analyse des informations :.....	107
L’exploitation des données stockées :.....	108
Conclusion générale :.....	109
Référence bibliographie :.....	111

Liste des figures et des tableaux

Liste des figures

Figure I.1 : L'eau de la ressource à l'utilisateur	3
Figure I.2 : schéma de la station de traitement	6
Figure I.3 : Réservoir d'eau de 1876 à Hanovre, Allemagne	7
Figure I.4 : Les types de réservoirs	8
Figure I.5 : Station de pompage	10
Figure I.6 : Les équipements d'un branchement hydraulique	12
Figure I.7 : Poteau d'incendie	13
Figure I.8 : Schéma d'un réseau ramifié	15
Figure I.9 : Schéma d'un réseau maillé	15
Figure I.10 : Vieillessement de réseau de distribution d'eau potable	16
Figure I.11 : Vieillessement des canalisations	16
Figure I.12 : un cas de fuite de réseau de distribution	17
Figure I.13 : Illustration d'un facteur d'impact	19
Figure I.14 : Les différentes familles d'outils de connaissances du patrimoine et leurs domaines d'application	21
Figure I.15 : Organisation des outils de connaissance et d'aide à la décision pour une gestion patrimoniale	22
Figure II.1 : Méthode de détection acoustique	27
Figure II.2 : Organigramme de la méthode utilisée par la collectivité du département de la Haute-Savoie	28
Figure II.3 : Organigramme de la méthode de diagnostic utilisée pour le SAGE Nappe profonde en Gironde	31
Figure II.4 : Le bâtiment technologique de la SEOR	32
Figure II.5 : Système d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Oran	33
Figure II.6 : Schéma synoptique de l'ancien système d'alimentation	34
Figure II.7 : Ancienne fenêtre de la sectorisation au niveau de la supervision	35
Figure II.8 : L'organigramme de différent département de du bâtiment technologique	36
Figure II.9 : Types de pertes d'eau par les fuites et outils d'intervention associés	37
Figure II.10 : Courbes de débit et de pression durant 24h de distribution	38
Figure II.11 : Exemple de courbe de consommation d'un réseau « Secteur hydraulique Maraval	38
Figure II.12 : Illustration de l'UARL	40
Figure II.1 : Vue d'ensemble système d'alimentation en eau G.U.Tlemcen	41

Liste des figures et des tableaux

Figure III.1: Exemple de fenêtre de saisie du logiciel Cart@jour	62
Figure III.2 : Les 4 composantes d'un SIG	63
Figure III.3 : les différentes couches élaborées sous SIG	64
Figure III.4 : différentes étapes d'usage d'un SIG	65
Figure III.5 : Montée en charge de la connaissance et de la gestion patrimoniale suite à la mise en place du « socle » SIG © G2C ingénierie	66
Figure III.6 : Structure d'un Système d'Information	67
Figure III.7: Exemple d'évolution des défaillances sur un réseau européen	71
Figure III.8 : Fonctions de non-défaillance calculées par analyse de survie	72

Liste des tableaux

Tableau II.1 Composantes du débit de nuit	39
--	----

Liste des abréviations

Liste des abréviations

AEP : Alimentation en eau potable.

SP : station de pompage.

EPA : Environmental protection agency (Agence de protection de l'environnement).

SIG : Système d'information géographique.

RVS : Robinets-vanne de sectionnement.

DAO : Dessin assisté par ordinateur.

PVC : Polyvinyl chloride (Chlorure de polyvinyle).

PEHD : Polyéthylène haute densité.

ICH : Indice de criticité hydraulique.

IDN : Indice de déficience aux nœuds.

Inf p : inférieur à P.

ILVNC : indice linéaire de volume compté.

Vd : volume de distribution.

Vcc : volume consommé comptabilisé.

VNC : Volume annuel non compté.

ILP : Indice linéaire de perte des réseaux d'eau potable.

D : densité.

ILC : Indice linéaire de consommation.

SEOR : Société d'eau et d'assainissement d'Oran.

DRE : Direction de ressource en eau.

DUAC : direction d'urbanisme, architecture, construction.

SWWM : sources of water design modules and modulation (sources d'eau modules de conception et modulation).

IWA : International Water Association (Association internationale de l'eau).

AWWA : The American Water Works Association (L'Association américaine des travaux d'eau).

UARL : Unavoidable Annual Real Losses (pertes réelles annuelles incompressibles).

G.U.Tlemcen : Groupement urbain Tlemcen.

PLU : Plan localisé d'urbanisme.

ID : Identity Document (Document d'identité).

R : Rendement.

Rp : Rendement primaire.

Rn : Rendement net.

The page features a decorative graphic on the right side consisting of three blue circles of varying sizes, each with a lighter blue outer ring and a darker blue inner circle. Two thin blue lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that frames the circles. The text 'INTRODUCTION GÉNÉRAL' is centered on the left side of the page.

INTRODUCTION GÉNÉRAL

Introduction générale

Les systèmes de distribution d'eau potable appartiennent, au même titre que les autres réseaux techniques, à un environnement urbain et périurbain dans lequel ils agissent et interagissent avec les autres réseaux. La gestion technique de tels réseaux a pour principal objectif de livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de qualité, à un prix acceptable et avec une continuité de service sans défaut. De tels objectifs nécessitent une connaissance précise du réseau, de ses infrastructures, de son fonctionnement hydraulique et passe par un entretien suivi et régulier du réseau. Or, les exploitants des réseaux d'AEP (alimentation en eau potable) se trouvent généralement confrontés à la difficulté de connaître avec précision leur réseau compte tenu de sa diversité de son étendue et des difficultés d'accès.

Les performances des services d'eau en Algérie vis à vis des quatre grands enjeux (qualités de l'eau, continuité de l'alimentation, préservation de la ressource en eau et du cadre urbain) sont globalement non satisfaisantes.

Une partie seulement de l'eau potable produite est réellement distribuée aux usagers en raison des fuites dans les réseaux (le taux de pertes est estimé à plus de 40 %). Cette situation peut s'expliquer principalement par l'état défectueux des réseaux, d'où la nécessité d'avoir diagnostiqué le réseau et réalisé un inventaire assez détaillé qui permette d'apprécier la valeur du patrimoine, comprendre le fonctionnement du système AEP et connaître les performances du réseau.

Une dégradation des performances des réseaux signifiant à la fois une mise en péril des systèmes AEP par rapport à la disponibilité de la ressource localement, une chute de la rentabilité et la perspective de réaliser des investissements compensatoires importants.

Pour comprendre l'évolution de l'état d'un réseau il faut pouvoir en analyser les faits marquants, notamment les réparations. Afin de pouvoir effectuer cette analyse, il est impératif de recueillir sur le terrain les nombreuses indications disponibles lors d'une intervention et créer une fiche des interventions qui reprendra entre autre :

- 1) Les caractéristiques des conduites;
- 2) Son « état général »;
- 3) Les caractéristiques du remblai existant et de l'environnement de la conduite;
- 4) Tous les éléments liés à l'intervention (durée, pièces utilisées...).

L'étude et la planification du renouvellement des conduites de distribution d'eau potable doit faire l'objet d'une étude sérieuse et intégrée dans un concept de planification générale de la distribution d'eau. Cette intégration ne devra être réalisée qu'au prix d'une amélioration notable de la connaissance du réseau, de son état et d'un suivi permanent afin que la qualité de l'information acquise ne se dégrade pas avec le temps.

En Algérie ; La méthodologie pour le diagnostic des systèmes d'alimentation en est pratiquement inexistante.

Ce mémoire, a pour objectif de proposer une méthodologie pour le diagnostic des réseaux selon les conditions de gestion des systèmes d'alimentation en eau potable en Algérie.

Dans un premier chapitre, il est nécessaire d'appréhender le métier de la distribution de l'eau potable, et tout particulièrement les éléments concernant l'infrastructure mais surtout,

Introduction générale

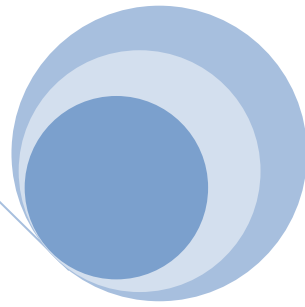
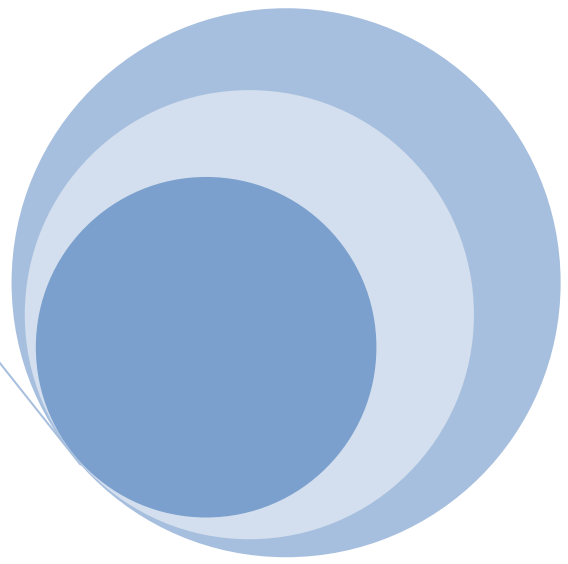
la gestion technique de tels réseaux. C'est pourquoi, le premier chapitre s'attachera à présenter les éléments constituant un réseau d'AEP, les enjeux associés à la gestion de tels réseaux, la connaissance actuelle sur le vieillissement des réseaux (origine, manifestation et facteurs aggravants...).

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de quelques méthodes existantes, à titre comparatif, (deux en France et une à Oran) pour réaliser un diagnostic du réseau d'eau potable.

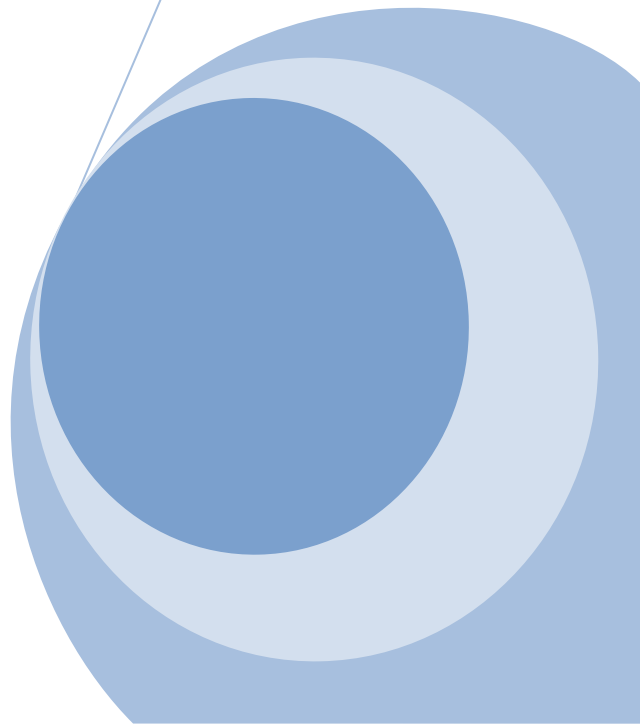
Une méthodologie pour le diagnostic des réseaux d'eau dans le contexte Algérien, avec ses différentes phases est présentée dans le chapitre trois.

Le quatrième chapitre est consacré à la présentation d'un guide pratique résumant les différentes étapes du diagnostic d'un système d'alimentation en eau potable.

A la fin du mémoire une conclusion fait l'objet d'une synthèse des résultats.



CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE



Chapitre I : Etude bibliographique

Introduction

Le système d'alimentation en eau potable (AEP) est constitué d'un ensemble d'infrastructures et d'installations permettant de répondre à tous les besoins en eau potable dans les villes et les zones industrielles.

Le système AEP comprend divers composants, y compris les structures et les installations affectées au captage, traitement, transport, stockage, et à la distribution de l'eau potable chez les différents consommateurs.

I.1 Description des réseaux d'eau potable

L'alimentation en eau potable des collectivités est le résultat de l'addition de composantes disparates qui concourent toutes à des échelles variables à la satisfaction de ce besoin primordial.

Une étude-diagnostic du système AEP devra aborder toutes les composantes de ce système qui peuvent faire appel à plusieurs disciplines différentes (figure I.1).

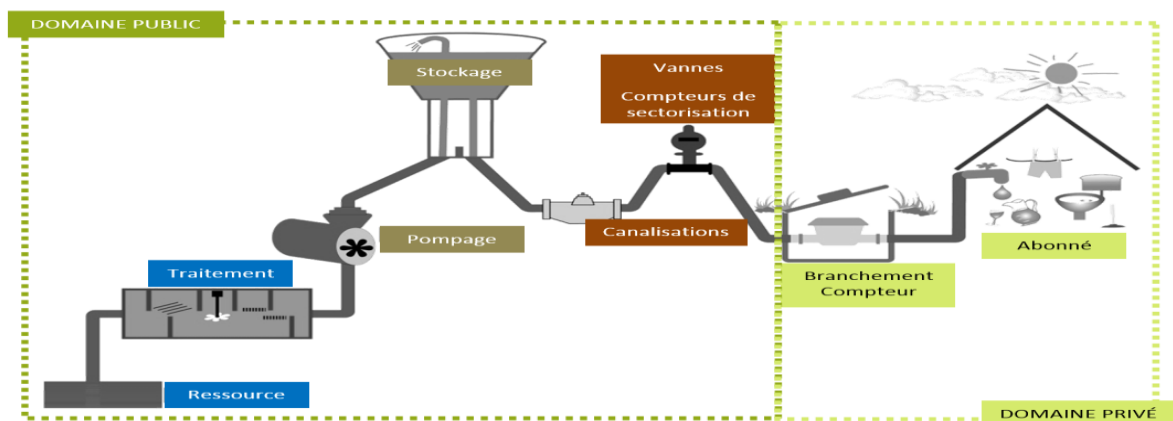


Figure I.1 : L'eau de la ressource à l'utilisateur [1].

L'alimentation en eau potable

Repose principalement sur :

- la ressource en eau, qu'il s'agisse d'une nappe d'eau souterraine, d'un cours d'eau, d'un plan d'eau ;
- Le captage de cette ressource naturelle, par puits, forage, source, barrage, prise d'eau ;
- Le stockage ;
- Le traitement éventuellement nécessaire pour garantir une qualité conforme aux exigences de potabilité ;
- Les conduites d'adduction et de distribution vers les usagers ;
- Les outils d'acquisition des données de contrôle (compteurs, télégestion) ;

Par ailleurs, outre ces éléments, un système d'alimentation en eau potable ne peut que mieux fonctionner avec une gestion adaptée et un contrôle adéquat et régulier.

Cette gestion intègre notamment :

- Le mode d'organisation de l'ensemble des composantes précédentes ;
- Les chiffres de production et de consommation ;
- Les ventes et les achats d'eau.

I.2 Les éléments constitutifs des réseaux d'eau potable

I .2.1 L'approvisionnement de l'eau

L'approvisionnement en eau potable comprend toutes les opérations consistant à prélever de l'eau à une source d'approvisionnement en eau et à la livrer à un distributeur ou à un compteur d'eau d'entreprise.

Quant à la potabilité de l'eau, elle nécessite un traitement maîtrisé et analysé dans un cadre sanitaire réglementé.

I .2.2 Les équipements de l'approvisionnement de l'eau potable

Le choix des équipements pour les systèmes d'alimentation en eau est une étape importante dans l'aménagement d'un appartement ou d'une maison. Plus la qualité de tous les éléments du système est élevée, moins il y aura de problèmes dans son fonctionnement.

L'ensemble complet d'appareils de plomberie et d'équipements pour l'approvisionnement en eau dépend du type de distribution d'eau.

L'approvisionnement en eau, comme l'évacuation des eaux usées, peut être centralisé et autonome. Le premier type est généralement mis en œuvre dans des environnements urbains.

L'eau est alimentée à partir d'une seule source et les drains sont envoyés à un collecteur commun. Les avantages d'une telle organisation de l'approvisionnement en eau et du drainage sont que tous les problèmes dans la partie extérieure des autoroutes sont résolus par les services publics.

Les maisons privées sont équipées de systèmes autonomes s'il est impossible de se connecter au réseau de la ville. Ce type d'approvisionnement en eau nécessite l'aménagement d'un puits ou d'un puits. Les propriétaires sont indépendants des problèmes hors site, des pannes d'urgence ou saisonnières. Mais le maintien du fonctionnement des autoroutes autonomes est tout à fait leur préoccupation.

Lors de la sélection d'équipements intérieurs pour l'approvisionnement en eau, il est nécessaire de prendre en compte la méthode de connexion des branches aux consommateurs.

La pose de canalisations peut être :

- Cohérent ;
- Collectionneur ;
- Mixte.

Dans le premier cas, les lignes d'ingénierie fonctionnent en parallèle, se connectant par des té. L'avantage d'un tel câblage est la facilité d'installation et la rentabilité, et l'inconvénient est la dépendance à la pression du débit d'eau. Avec un grand nombre de consommateurs, l'eau peut ne pas suffire à tout.

L'option collectrice suppose une distribution de tuyaux en forme d'éventail, ce qui vous permet d'utiliser toute la plomberie en même temps, car la pression dans les tuyaux sera constante. Chaque broche peut se chevaucher indépendamment sans affecter le fonctionnement des autres consommateurs.

I.2.3 Les organes de régulation

Mesure stratégique pour prévenir d'importants dommages à un réseau d'approvisionnement d'eau, les éléments de protection et de conditionnement sont indispensables à son bon fonctionnement.

Afin d'assurer une distribution d'eau interrompue, divers dispositifs doivent être installés afin d'éviter de graves dommages en cas de rupture de canalisation ou de surpression. La salle dispose d'équipements accessibles pour permettre la maintenance préventive. Ces dispositifs sont conçus pour réguler et sécuriser les réseaux.

Tout au long du cycle de l'eau, collecte, stations de traitement d'eau potable, installations de distribution et d'assainissement, un ensemble de vannes est nécessaire pour assurer son bon fonctionnement :

- Robinet flotteur ;
- Filtre ;
- Clapet anti-retour ;
- Soupape ;
- Ventouse ;
- Vanne de régulation de débit, de pression, d'altimétrie.

I .2.4 Captage des ressources

Un captage d'eau potable est un dispositif permettant de pomper (collecter ou pomper passivement) l'eau potable

- de sources jaillissant naturellement du sol (sources naturelles) ou de puits artésiens ;
- de la nappe phréatique ou de l'aquifère ;
- à partir de cours d'eau, de lacs naturels ou de réservoirs de barrages.

Toujours par métonymie, le point où cette eau est collectée, est aussi appelé "point de captage", et par extension, c'est aussi la zone (captage) où cette eau est fournie.

I.2.4.1 Ouvrage de captage

Le projet de captage des eaux souterraines est un dispositif prenez l'eau de la nappe phréatique. En règle générale, une distinction est faite entre les bassins versants individuels, qui sont conçu pour offrir une habitation isolé,

Ces deux catégories le règlement traite les bassins hydrographiques différemment selon leur impact potentiel sur la santé humaine.

I.2.5 Traitement de l'eau

Le traitement de l'eau correspond à des actions visant à modifier la composition physico-chimique voire bactériologique d'une certaine qualité et quantité d'eau.

Cette modification par traitement est toujours liée à la quantité d'eau à traiter, mais aussi à la qualité requise pour une cible donnée. Pour y parvenir, il est nécessaire de mettre en œuvre une quantité souhaitée de procédés de traitement de l'eau visant à produire la qualité souhaitée par l'utilisateur.

Le procédé de traitement de l'eau peut être résumé comme un ensemble composé de produits, de matériaux utilisés (figure I.2), de mise en œuvre et de suivi technique ou de maintenance.

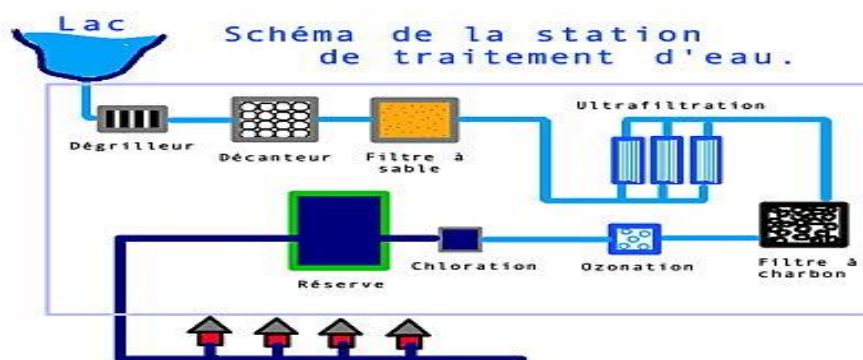


Figure I.2 : schéma de la station de traitement [2].

Le procédé de traitement de l'eau peut être résumé comme un ensemble composé de produits, de matériaux utilisés, de mise en œuvre et de suivi technique ou de maintenance.

I.2.6 Les différentes étapes de traitements

I.2.6.1 Le dégrillage

Le dégrillage est la première station de traitement critique des eaux de surface, permettant :
Protection des structures en aval de la portée d'objets volumineux qui pourraient provoquer le blocage des tuyaux de raccordement ou même des unités individuelles installées ;

Séparez et éliminez facilement les matériaux encombrants transportés de l'eau brute qui peuvent affecter l'efficacité des traitements de l'eau et des boues, ou du moins compliquer leur exécution et leur fonctionnement.

2.6.2 Le tamisage

Il s'agit d'une filtration plus fine qui passe à travers un tamis conçu pour retenir les petits déchets.

I.2.6.3 La clarification

Il aide à éliminer les solides en suspension de l'eau et à rendre l'eau claire. Inclure. Injecter des produits chimiques (coagulants) dans l'eau afin que ces particules. C'est la floculation.

I. 2.6.4 La décantation

Dans le traitement de l'eau, la décantation est une opération qui permet de soustraire les particules en suspension de l'eau à traiter. C'est un procédé physique qui consiste à séparer

les particules de densité plus lourde que l'eau, du liquide dans lequel elles se trouvent. Ces particules sont récupérées en fond de bassin.

Dans une usine d'épuration, nous parlons de boues primaires dans le cas d'une décantation primaire en amont du traitement biologique. Nous parlons de boues tertiaires pour toutes les boues qui sont récupérées dans un ouvrage de traitement tertiaire, comme un clarificateur par exemple [3].

I.2.6.5 La Filtration

Ce que l'on appelle « filtration » est le procédé consistant à supprimer de l'eau les particules en suspension de taille moyenne. Pour ne citer que quelques uns des éléments que la filtration élimine, on trouve : du sable, des limons, des particules de rouille, des bouts de chanvre etc... [4].

I.2.6.6 La chloration

L'ajout de chlore détruira les dernières bactéries et maintiendra en permanence une bonne qualité de l'eau, L'eau est ainsi désinfectée.

I.2.7 Stockage

Après traitement, l'eau potable est stockée dans des "réservoirs-tours", souvent appelés châteaux d'eau, ou dans des réservoirs d'eaux souterraines si la commune dispose de zones à relief plus élevé.

Ce réservoir est un tampon entre le débit fourni par la station de traitement et le débit demandé par l'utilisateur. Mais c'est aussi un moyen de mettre l'eau sous pression. Lorsque l'eau sort du château d'eau, elle est sous haute pression.

Les distributeurs d'eau potable doivent fournir à leurs usagers une pression d'au moins 1 bar, Une station de surpression ou une pompe est parfois nécessaire pour rétablir une pression adéquate.

Un réservoir d'eau est une enceinte de confinement de l'eau permettant son stockage pour une utilisation ultérieure. Tout cours d'eau dont le flux est interrompu peut être considéré comme un réservoir d'eau (figure I.3) [5].



Figure I.3 : Réservoir d'eau de 1876 à Hanovre, Allemagne [6].

I.2.7.1 Description

Les réservoirs d'eau permettent le stockage des eaux pour de nombreuses applications: agricoles, industrielles domestiques (eau potable, agriculture

Irriguée extinction des incendies, l'élevage, la fabrication de produits chimiques, la préparation des aliments, etc...).

Les particularités d'un réservoir d'eau (citerne) passent par le type de conception général de la cuve, et le choix des matériaux de construction, les revêtements.

Divers matériaux sont utilisés pour fabriquer un réservoir d'eau (figure I.4): plastique (polyéthylène, polypropylène), fibre de verre, béton, pierre, acier (soudé ou boulonné, carbone ou inox). Les pots en terre fonctionnent également comme des réservoirs d'eau.

Les réservoirs d'eau sont un moyen efficace d'aider les pays en développement à stocker de l'eau potable.

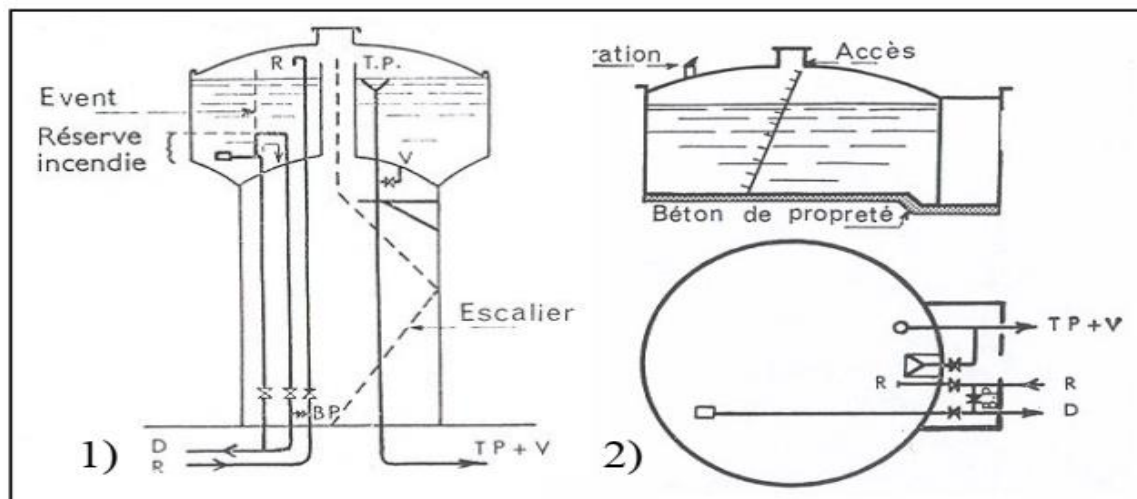


Figure I.4 : Les types de réservoirs [7].

I.2.8 Les conduites d'adduction d'eau

En fonction de la position de la source d'eau on distingue deux types d'adduction.

I.2.8.1 Adduction gravitaire

Dans une adduction gravitaire, le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération.

L'adduction gravitaire se présente également lorsqu'un bassin d'accumulation intermédiaire reçoit, dans un premier temps, l'eau refoulée par une usine et que, dans un deuxième temps, l'eau se trouve évacuée par gravité jusqu'au réservoir de la ville, situé à un niveau plus bas. Cette disposition, commandée par la configuration des lieux ou par la conception même de l'installation, constitue une adduction mixte refoulement-gravitaire.

L'adduction gravitaire s'effectue, soit par aqueduc, soit par conduite forcée. Avec les aqueducs, il est fait appel à l'écoulement libre de l'eau, c'est-à-dire sans pression, grâce à la pente, ordinairement uniforme sur tout le parcours, que l'on aura étudié pour pouvoir faire transiter le débit voulu.

Dans les conduites forcées, l'écoulement se fait sous pression. Dans ce cas les pertes de charges seront plus importantes que dans un aqueduc à faible pente présentant le même diamètre, quand le plan d'eau correspond au passage du débit maximal.

En conséquence, si la pente disponible est très faible et, si le débit à transiter est important, l'aqueduc apparaîtra, à priori comme étant la solution la plus indiquée.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que ce mode d'adduction est ordinairement mixte. L'aqueduc convient, lorsque le tracé du réseau se développe sur le plateau, il est nécessaire, pour la traversée de vallées, de faire appel aux conduites forcées.

Quant aux conduites forcées, elles sont constituées par des assemblages de tuyaux fabriqués en usine et à l'aide de matériaux très divers : fonte, acier, béton, matière plastique, etc... [8].

I.2.8.2 Adduction par refoulement

Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur de celui du réservoir d'accumulation.

Les eaux du captage sont relevées par une station de pompage dans cette conduite de refoulement.

Lors de l'établissement de la conduite de refoulement certaines conditions techniques et économiques doivent être respectées.

Tout d'abord, il importe de chercher un profil en long aussi régulier que possible, établi, de préférence, avec une rampe toujours dans le même sens vers le réservoir d'accumulation.

Il y a lieu d'éviter, en effet, les contre-pentes qui, au droit du point haut ainsi formé, peuvent donner lieu, en exploitation, à des cantonnements d'air plus ou moins difficiles à évacuer.

Le tracé en plan sera conçu compte tenu de la possibilité de réaliser le profil en long idéal, avec des coudes largement ouverts afin d'éviter les butées importantes.

A cet effet, on sera peut-être amené à emprunter un parcours qui ne suivra pas forcément les accotements de routes et il sera parfois nécessaire d'acquérir des terrains particuliers

Par ailleurs, dans le but d'économie du projet, il sera tenté de combiner au meilleur profil en long le tracé en plan le plus court.

On y gagnera en investissement mais, aussi, en exploitation de la station, car les pertes de charge, la hauteur d'élévation et, par conséquent l'énergie consommée, croissent avec la longueur.

D'un point de vue économique, la conduite de refoulement et la station de pompage sont liées. En effet, plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus la perte de charge sera grande, plus le moteur d'entraînement devra être puissant, donc, plus l'énergie dépensée sera importante.

I.2.9 Installations de pompage

L'emplacement de l'usine élévatoire dépend du type de captage :

I.2.9.1 Captage d'une source

Si le point d'eau est proche du réservoir, la station du pompage est implantée à proximité du point d'eau.

Si le point d'eau est éloigné du réservoir, une étude spécifique doit être menée, tenant compte de la topographie des lieux.

I.2.9.2 Captage d'un puits

Dans le cas d'un puits unique, l'usine élévatoire est édifée au-dessus de l'ouvrage.

I.2.9.3 Captage d'eau de surface

- L'usine élévatoire fait alors partie des installations générales de captage et de traitement ;
- L'emplacement de l'usine une fois déterminée, se pose le problème de son aménagement ;
- L'usine élévatoire, ou station de pompage.

Regroupée dans un même bâtiment :

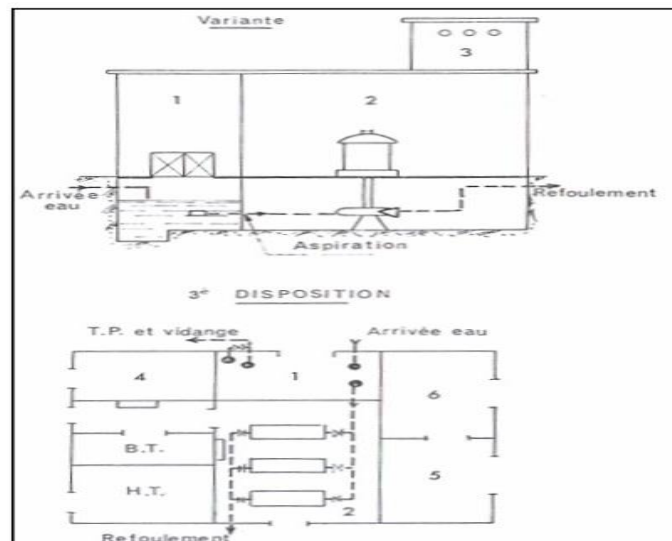


Figure I.5 : Station de pompage [9].

La salle d'arrivée d'eau, encore appelé bache d'arrivée ou bache d'aspiration (position 1, figure I.5). Cette bache recevra l'eau en provenance d'une source, d'une installation de filtres ou d'un réseau de puits.

La salle des machines (position 2, figure I.5). Cette salle commandera toute l'organisation. Son dimensionnement est donné par l'encombrement des groupes motopompes ainsi que par celui des canalisations et de leurs pièces de raccord.

Le groupe électropompe est défini par le débit qu'il doit élever et par la hauteur manométrique totale (la somme hauteur géométrique d'aspiration + hauteur de refoulement + pertes de charges). En ce qui concerne les groupes de pompage, les pompes centrifuges sont les plus utilisées. Accouplées à des moteurs électriques, elles constituent des groupes légers et peu encombrants. Leur couplage peut s'effectuer en série ou en parallèle.

La salle réservée aux installations électriques. Cette salle sera accolée à la salle des machines, mais restera distincte de celui-ci. Elle comportera une salle des transformateurs et une salle des commandes.

La stérilisation et le comptage, Cette salle n'aura aucune communication avec la salle des machines en raison des corrosions possibles par les agents stérilisants. L'accès s'effectuera donc, aussi par l'extérieur.

Le comptage s'effectuera, soit au moyen d'un compteur, soit, de préférence, à l'aide d'un venturi ou d'un diaphragme, montés sur la conduite de refoulement. Les annexes (magasin, atelier, installations sociales, bureau, etc...).

I.3 Structure du réseau d'alimentation en eau potable

-La taille du tuyau doit garantir le débit, la valeur maximale demandée pendant les heures de pointe ;

-Les canalisations doivent être enterrées d'au moins 80 cm ;

-Ces tuyaux doivent être plus hauts que les tuyaux hygiène et éviter la contamination ;

-La vitesse de l'eau doit être comprise entre 0,5 m/s et 1,2 m/s (certaines normes 1,5 m/s autorisé), les vitesses inférieures à 0,5 m/s favorisent les sédiments, un des vitesses supérieures à 1,2 m/s (ou 1,5 m/s) augmenteront le bruit.

I.3.1 Les effets des paramètres hydrauliques du fonctionnement des réseaux

-Un débit insuffisant peut faciliter la formation des dépôts dans les canalisations ;

-Une pression trop faible posera des problèmes pour l'alimentation des points hauts mais n'engendrera pas de casses au niveau des conduites. En revanche, une pression trop forte provoquera des fuites et des casses au niveau des points les plus fragiles du réseau ;

-Les variations brusques de débit¹ engendreront, elles, des coups de bélier générateurs de fatigue progressive des tuyaux, d'endommagement des joints, voire de casses ;

-L'entretien et la maintenance régulière des organes régulateurs de pression constituent donc des tâches essentielles pour la préservation du patrimoine « réseau d'eau potable ». Elles vont avoir un impact positif sur la durée de vie des infrastructures.

Enfin le temps de séjour de l'eau, déterminé par le dimensionnement et le fonctionnement hydraulique du réseau, dégradera la qualité de l'eau s'il est trop élevé. Il sera alors nécessaire de modifier la configuration du réseau (abandon de conduites, sectorisation) pour atteindre des temps de séjour acceptables en tout point du réseau. Ce type d'intervention sur le patrimoine peut être d'une grande ampleur et d'une certaine complexité lorsqu'il s'agit de corriger une longue évolution historique d'un réseau.

Contrairement à la qualité de l'eau distribuée, cherché à fixer, pour la continuité du service, un objectif de performance uniforme pour tous les services de distribution d'eau potable semble non seulement illusoire mais aussi non pertinent.

En effet, les enjeux économiques et les attentes / besoins des usagers varient très fortement d'un service à l'autre dans ce domaine. Une rupture temporaire d'alimentation a des conséquences très différentes suivant qu'elle affecte un hôpital ou une maison secondaire, une habitation isolée ou une ville entière.

Néanmoins, chaque casse de réseau entraînant une rupture temporaire d'alimentation a des impacts, qui restent certes très variables, sur :

- Le confort des usagers domestiques ;
- La sécurité d'abonnés « sensibles » (hôpitaux, dialysés) ;
- La sécurité incendie ;
- Les coûts de gestion du service (toutes interventions en urgence étant synonymes de surcoûts).

Mieux connaître le niveau de risque de défaillance de l'alimentation en eau est donc une nécessité pour la mise en place d'une gestion patrimoniale.

I.3.2 Les branchements

I.3.2.1 Définition

On appelle "branchement" le dispositif qui va de la prise d'eau sur la conduite de distribution publique jusqu'au compteur (figure I.6) et au plus près de la limite publique/privé.

Le branchement comprend les éléments suivants:

- La prise d'eau sur la conduite de distribution publique, la vanne d'arrêt avant compteur;
- La canalisation située tant en domaine public qu'en propriété privée (coffret en limite de propriété);
- Le compteur (qui peut être équipé d'un dispositif de relevé à distance).



Figure I.6 : Les équipements d'un branchement hydraulique [11].

Le branchement doit comporter un clapet anti-retour sur la partie privée et peut comporter un réducteur de pression. Pour un immeuble collectif ou un ensemble immobilier de logements, le compteur du branchement est le compteur général d'immeuble. Les installations privées commencent à partir du joint (inclus) situé à la sortie du compteur [10].

I.3.3 La protection contre l'incendie

Les incendies sont l'une des grandes craintes de la société. Pour cause, ils occasionnent régulièrement des dégâts matériels, voire de dramatiques pertes humaines. La protection contre l'incendie est donc un enjeu primordial et ce, que l'on soit en zone rurale ou urbaine.

La réglementation impose aux collectivités un contrôle du bon fonctionnement des poteaux incendie, a minima annuellement, afin de s'assurer qu'en cas de besoin, les pompiers seront en capacité d'assurer la défense incendie dans des conditions optimales. Ils doivent ainsi pouvoir recharger leur citerne ou augmenter le débit de leurs lances.

A ces contrôles et actions d'entretien viennent s'ajouter l'entraînement des pompiers eux-mêmes tous les débuts de mois, mais aussi de possibles interventions du service des eaux puisque ces poteaux s'implantent en général sur le réseau d'eau potable, ou encore des puisages d'eau autorisés de façon ponctuelle et locale comme, par exemple, pour permettre exceptionnellement à un agriculteur d'utiliser cette arrivée d'eau.

Les multiples manipulations, même par des personnes dûment habilitées, ne sont pas toujours effectuées dans les règles de l'art, entraînant des répercussions sur le poteau lui-même, bien sûr, mais aussi sur l'état des conduites et même sur la qualité de l'eau. Les utilisations illicites, viennent aggraver cette problématique en participant à la dégradation des poteaux.

En effet, des ouvertures trop rapides et surtout des fermetures trop vives, alors que le débit est important, peuvent induire des coups de bélier sur le réseau d'eau - voire même chez le particulier - engendrant un possible endommagement des conduites.

De même, des montées en débit trop hautes et trop soutenues peuvent avoir un effet de modification du régime hydraulique du réseau de distribution d'eau, venant parfois altérer la qualité de l'eau distribuée (eau trouble ou goût altéré).

Si l'eau distribuée n'en sera pas pour autant impropre à la consommation, le service à l'utilisateur sera quant à lui dégradé [12].

I.3.3.1 Les appareils d'incendie**I.3.3.2 Les poteaux d'incendie**

Le poteau d'incendie est une prise d'eau en forme de petite colonne de fonte rouge, branchée sur une canalisation d'eau potable. (Figure I.1.7) sont raccordées au réseau public d'eau potable qui permet notamment d'alimenter en eau les habitations. Ce réseau sous pression requiert d'être manipulé avec précaution par un expert formé à leur utilisation.



Figure I.7 : Poteau d'incendie [13].

I.4 Les types de réseau d'alimentation en eau potable

A partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur lesquelles les branchements seront équipés en vue de l'alimentation des abonnés.

Pour que les performances d'un réseau de distribution soient satisfaisantes, ce réseau doit être en mesure de fournir, à des pressions compatibles avec les hauteurs des immeubles, les débits et les volumes d'eau requis, et ce en tout temps lors de la durée de sa vie utile.

C'est pourquoi lors de la conception d'un réseau, il est important d'identifier et prendre en compte les situations les plus critiques afin que le réseau dans de telles situations se comporte de façon satisfaisante.

On peut citer les situations suivantes :

- Consommation de pointe horaire ;
- Consommation journalière maximale durant un ou plusieurs incendies ;
- Consommation journalière maximale en cas de casse d'une conduite secondaire ou principale ;
- Situations particulières.

On s'assure ainsi qu'un réservoir d'équilibre peut être rempli durant la période prévue à cette fin, notamment la nuit, lorsque la consommation est minimale, etc...

En fonction de la situation urbaine et l'importance du quartier on distingue trois types de conduites :

Les artères, représentent les conduites qui partent du réservoir soit de la station de pompage (SP) afin de distribuer l'eau dans tous les points du réseau par le plus court chemin.

Les artères doivent être posées de telle façon qu'elles puissent alimenter le secteur et disposer si c'est possible des diamètres économiques et d'obtenir des pressions uniformément distribuées.

Les conduites de services, dont le diamètre varie entre 250-150 mm, sont alimentées par des artères et distribuent l'eau vers les branchements.

Les branchements. C'est la partie de l'installation située entre les conduites de service et le compteur ou robinet vanne d'arrêt lorsque le branchement ne comporte pas de compteur (service incendie notamment). Le diamètre du branchement est déterminé en fonction des débits de pointe et des consommations journalières prévisibles.

Une canalisation se compose d'éléments droit (tuyaux), d'éléments de raccordements (raccords) et de pièces spéciales (coudes, cônes, tés, etc...).

La construction d'un réseau de distribution d'eau n'est pas uniforme d'une agglomération à une autre et dépend des particularités de celle-ci.

Les réseaux peuvent être classés comme suit [14] :

- Les réseaux ramifiés ;
- Les réseaux maillés ;
- Les réseaux étagés ;
- Les réseaux à alimentations distinctes.

I.4.1 Réseau ramifié

L'emplacement géographique du réseau de succursales affecte la structure de l'arborescence. Dans ce réseau, le cycle de l'eau dans un sens, il se compose d'un tuyau principal et de sous tuyaux branches le long de la ligne principale et ne fournit aucune distribution de récompenses (figure I.8).

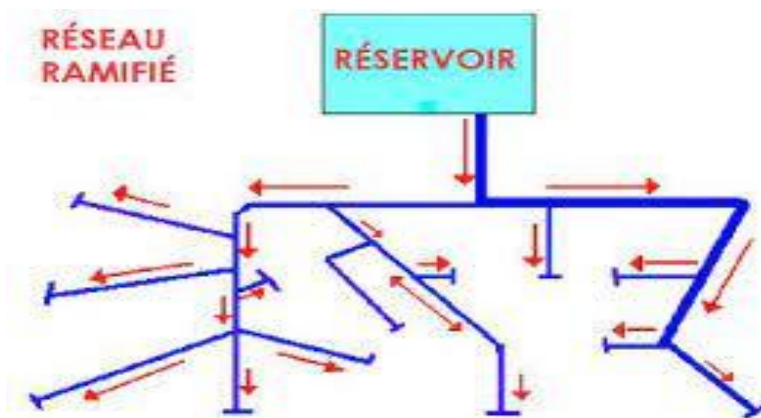


Figure I.8 : Schéma d'un réseau ramifié [15].

I.4.2 Réseau maillé

Les réseaux maillés plus complexes sont caractérisés par des chemins plusieurs eaux au même point de livraison. Le réseau maillé est se compose d'une série de pièces disposées de cette manière décrivent une ou plusieurs boucles fermées. Il assure la diffusion retour en cas de panne partielle (figure I.9).

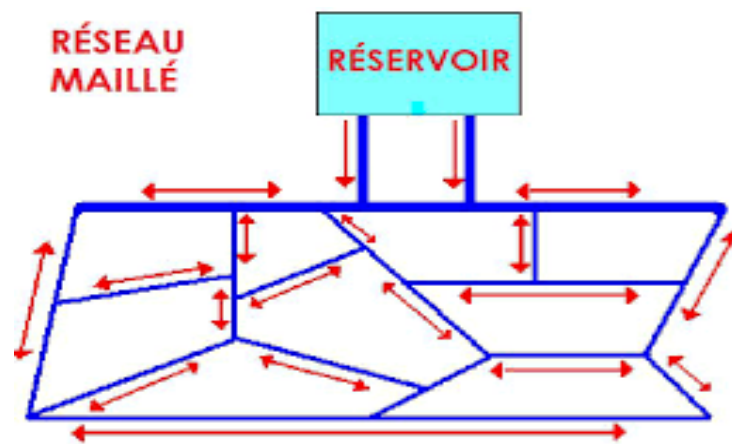


Figure I.9 : Schéma d'un réseau maillé [16].

I.5 Le dysfonctionnement des réseaux d'eau

Par ailleurs, les réseaux d'eau potable sont intégrés à un système d'alimentation en eau, qui comprend en outre la ressource en eau elle-même, les installations de traitement ainsi que les réseaux situés en domaine privé et appartenant aux clients du service. Le fait que ces réseaux fassent partie d'un système plus global qui va de la ressource en eau au robinet de chaque abonné puis à nouveau au milieu récepteur accentue le caractère éminemment local de la problématique de leur gestion patrimoniale.

Ce caractère local est lié :

- A l'influence sur le patrimoine du milieu environnant les conduites ;
- A l'influence sur le patrimoine des caractéristiques physico-chimiques de l'eau transportée ;
- Aux exigences locales concernant le trafic routier ou le cadre urbain (un incident a plus d'impact en centre-ville que dans un quartier résidentiel périphérique).

I.5.1 Vieillesse des réseaux

Le vieillissement des canalisations d'eau potable (Figure I.10, figure I.11) et leur dégradation progressive se manifestent Au fil du temps, à mesure que les performances hydrauliques du réseau se dégradent et en provoquant différents types de ruptures dégâts.

Dans cette étude, nous abordons le problème de vieillissement du pipeline lui-même Pas besoin de s'occuper des succursales.

La défaillance hydraulique d'un réseau vieillissant entraîne :

- Chutes de pression lorsque les pièces utiles Réduction du pipeline due à la mise à l'échelle ou saillies dues à la corrosion ;
- Fuites de diffusion, réduisant les performances du réseau;
- Fissures dues à une combinaison de corrosion et de mouvement du sol.

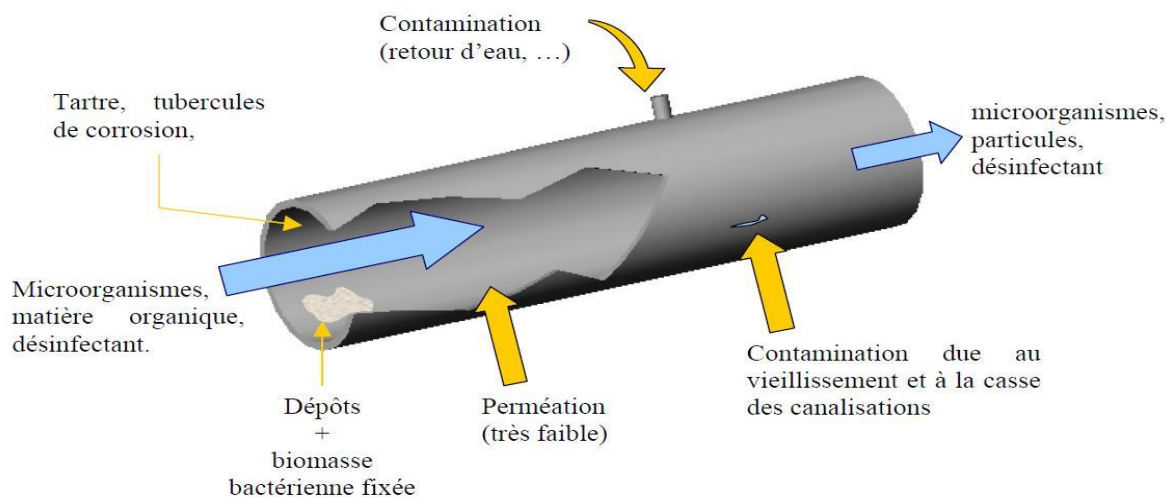


Figure I.10 : Vieillesse de réseau de distribution d'eau potable [17].



Figure I.11 : Vieillesse des canalisations [14].

I.6 Problématique des fuites

Selon une enquête de terrain réalisée par le service sectoriel des ressources en eau, l'Algérie a perdu 1 milliard de mètre cube d'eau à cause du gaspillage et des fuites dans le réseau de distribution d'eau (figure I.12).

Le ministre du département a confirmé que ce chiffre représente 30% des ressources en eau du pays à cela s'ajoutent 15% de l'eau consommée mais non facturée, connue sous le nom de « vol d'eau potable ». Concernant les fuites dans le réseau d'adduction d'eau, elles sont estimées à 30%, soit l'équivalent de 1 milliard de mètre cube [18].



Figure I.12 : un cas de fuite de réseau de distribution [19].

I.6.1 Les causes de fuites

Les causes des fuites d'eau sur le réseau d'AEP diverses [20]:

- Corrosion à l'intérieur et à l'extérieur du pipeline ;
- Affaissement et déformation du terrain usure des joints de tuyaux ;
- Vulnérabilité des bornes de connexion individuelles sur le réseau public.

I.6.2 Types des fuites

L'EPA (Environmental Protection Agency) a regroupé et utilisées des données sur les fuites ou ruptures dans plusieurs services Américains. Les données recueillies ne sont pas toujours basées sur les mêmes définitions concernant les fuites.

On peut distinguer [20] :

I.6.2.1 Les fuites (leak repair)

Ce sont tous les événements entraînant une réparation sur les conduites, les hydrants, les branchements qui sont:

- * Les fuites sur tuyau (main leak) ;
- * Les fuites sur joints (joints leak).

I.6.2.2 Les ruptures sur conduites (main break)

Elles représentent les défaillances structurelles du tuyau ou de l'emboîtement dus à une surcharge excessive, une détérioration du lit de pose, un contact avec les autres structures, la corrosion, ou une combinaison entre ces conditions.

On remarque que les définitions précédentes différencient surtout les fuites sur conduites de celles ayant eu lieu sur les différents organes du réseau (vannes ; pompes) par la suite on distingue aussi les fuites et les ruptures.

I.6.2.3 La défaillance

Est une rupture ou une fuite apparente nécessitant une intervention sur le réseau. Elle peut avoir lieu soit sur tuyau, soit sur le joint. Ceci exclut les fuites ayant lieu sur les branchements, ainsi que celles ayant lieu sur les organes du réseau, tels que les pompes, les vannes, les hydrants et autres organes régulateurs.

La limite entre rupture et fuite n'est pas toujours bien définie ; une rupture est une fuite, mais une fuite n'est pas obligatoirement une rupture, ces fuites peuvent être visibles ou non.

Elles sont classées en deux types:

-Les ruptures (défaillances) ou les fuites apparentes :

On appelle défaillance toute détérioration susceptible de provoquer ou d'augmenter le risque de dysfonctionnement d'un réseau (ou de l'un de ses éléments) ou de réduire ses performances.

-Les fuites diffuses :

Les fuites diffuses sont mises en évidence lors des mesures bien spécifiques ou lorsque la tranchée d'une conduite est ouverte. Elles n'entraînent pas en général de réparations sur la conduite.

Ce sont elles qui en général abaissent le rendement d'un réseau et ne lui permettent pas d'avoir une valeur supérieure à 90% à 95 %.

Elles caractérisent, soit une fragilisation du tuyau par de petites ouvertures, soit un mauvais état des joints qui devient alors poreux. On peut les constater de manières différentes :

- Par le constat d'une diminution importante du rendement du réseau;
- Par une augmentation croissante de la consommation de nuit;
- Soit par des campagnes de mesures sur terrain, par des techniques de corrélation acoustique.

Ce genre de mesure permet de retrouver précisément quelles sont les conduites les plus dégradées.

L'état de conduite est alors déterminé par le nombre et la taille des fuites que l'on peut détecter.

I.6.3 Les conséquences des fuites de réseau de distribution

La déperdition de l'eau à travers ses différentes formes, soit le piquage illicite, les fuites visibles et invisibles, les canalisations non entretenues constituent près de 40% de la ressource hydrique en Algérie. C'est le ministre des Ressources en eau et de l'Environnement qui l'a annoncé, en s'engageant de « mener une bataille sans relâche » contre ce phénomène.

Un impact est une conséquence de la dégradation de la performance du réseau. Un facteur d'impact est un élément de contexte qui influence l'importance des conséquences. Par exemple, une casse de canalisation va entraîner une interruption de la desserte en eau sur une partie du réseau. Cet impact est plus ou moins important en fonction de différents facteurs tels que l'emplacement et le rôle de la canalisation défaillante dans la chaîne de distribution d'eau potable et le nombre d'abonnés qu'elle dessert (figure I.13) [20].



Casse d'une canalisation de forte criticité impactant une grande partie du réseau



Casse d'une canalisation de faible criticité impactant peu le réseau

Figure I.13 : Illustration d'un facteur d'impact [20].

I.7 Gestion patrimoniale des réseaux

I.7.1 Diagnostic

L'alimentation en eau potable des collectivités est le résultat de l'addition de composantes disparates qui concourent toutes à des échelles variables à la satisfaction de ce besoin

primordial. Une étude-diagnostic du système AEP devra aborder toutes les composantes de ce système qui peuvent faire appel à plusieurs disciplines différentes.

I.7.2 Les réseaux de distribution d'eau potable : un patrimoine très spécifique

Les réseaux d'eau potable présentent des caractéristiques technico-économiques propres à l'ensemble des réseaux techniques urbains (gaz, assainissement) :

- Ils présentent une valeur à neuf importantes ;
- Ils ont une durée de vie élevée, supérieure à un demi-siècle voire à un siècle ;
- L'évolution des techniques relatives à leur conception, leur pose et leur entretien est lente ;
- Ils s'accroissent sans cesse, intégrant de nouveaux équipements et conduites afin de s'adapter aux évolutions de l'espace urbain [20].

En revanche, Ils présentent des caractéristiques qui les différencient des autres services urbains en réseau.

Ainsi, si les ruptures ponctuelles d'alimentation en eau rendent les besoins de réparations localisées du réseau évidents, il n'en va pas de même pour la nécessité d'interventions de réhabilitation à caractère préventif, plus lourdes.

Cette réhabilitation peut, dans la plupart des cas, être différée sur une longue période sans que la qualité ni la continuité du service ne connaissent de dégradation rapide.

Malgré l'ancienneté de certains des éléments, les premiers réseaux d'eau potable ayant été mis en place dès la seconde moitié du XIX^{ième} siècle, le patrimoine enterré reste assez méconnu.

Le recensement systématique de la nature des canalisations posées ainsi que leurs dates de pose n'ont été mis en place que depuis quelques dizaines d'années. La mise en œuvre progressive d'outils permettant de capitaliser l'historique de la vie du réseau n'a débuté que dans les années 1980.

I.7.3 Des outils à généraliser : outils de connaissance, outils d'aide à la décision, outils de communication

Au fur et à mesure des différentes étapes de mise en place d'une politique de gestion du patrimoine, le gestionnaire devra élaborer, trois types d'outils [21].

I.7.3.1 Des outils de connaissance du patrimoine

Systèmes d'information géographique, outils de diagnostic et outils prédictifs. Reposant sur un historique de données collectées, ils permettront de comprendre et de prévoir l'évolution de la performance des réseaux en matière de qualité de l'eau distribuée, de défaillances d'alimentation, de pertes en eau.

I.7.3.2 Des outils d'aide à la décision

Qui permettront de bâtir les scénarios de gestion du patrimoine et d'évaluer leurs coûts et leurs avantages, mais aussi de suivre dans le temps l'application du scénario qui aura été retenu par la collectivité.

I.7.3.3 Des outils de communication et de dialogue

Destinés en priorité aux clients du service, afin de pouvoir prouver que la politique patrimoniale mise en œuvre satisfait à leurs souhaits en matière de coût et de performance.

I.7.4 Les modèles hydrauliques

Sont essentiels pour la mise en relation du fonctionnement hydraulique du réseau avec les aspects de qualité de l'eau (temps de séjour, vitesses d'écoulement), et avec les aspects continuité de service (variations de débit et risques de coups de bélier pouvant provoquer des casses, évaluation de l'impact de ces casses sur la continuité du service, etc...) [20].

Le diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable devient un préalable indispensable à la définition de programmes d'actions cohérents permettant d'optimiser la gestion des réseaux et de palier aux éventuelles insuffisances de qualité, de quantité ou de sécurité d'approvisionnement des collectivités.

Le diagnostic a pour but de présenter l'état des lieux du service d'alimentation d'eau potable et de proposer des solutions techniques appropriées qui répondent aux préoccupations du consommateur :

- Garantir à la population actuelle et future des solutions durables pour une alimentation en eau en quantité et en qualité suffisante, et préciser les aménagements compatibles avec la défense contre l'incendie ;
- Optimiser la gestion du service et les investissements nouveaux ou de renouvellement des équipements en place.

Prévoir le renouvellement des conduites et diagnostiquer ces dysfonctionnements constituent donc un réel challenge, et obligent les gestionnaires des réseaux à disposer d'outils de suivi et de prévision. Afin d'anticiper, prévoir et optimiser, la modélisation du vieillissement du réseau d'AEP semble être un pré-requis.

Afin d'évaluer les besoins en renouvellement du réseau d'eau potable, deux tâches sont essentielles :

- Les données pertinentes relatives au réseau doivent être enregistrées dans une base de données.

En effet, les réseaux d'AEP sont soumis à des contraintes de gestion de plus en plus fortes qui demandent l'utilisation de plus en plus fréquentes de données représentatives de l'ensemble du réseau. Ces données sont nécessaires pour une gestion efficace d'un patrimoine que l'on souhaite voir fonctionner continuellement de manière rentable avec un niveau de service adapté aux attentes des abonnés. C'est pourquoi, la mise en place d'un Système d'Information Géographique (S.I.G) pour le gestionnaire du réseau d'eau potable avec la constitution des bases de données descriptives du réseau et de son environnement permet de formaliser, et de structurer la connaissance disponible sur le réseau et facilite l'utilisation de cette information.

La mise en place d'un tel SIG, constitue donc, un pré-requis indispensable à toute analyse.

I.7.5 Une démarche pour aider à la mise en place d'une politique de gestion patrimoniale

Les graphiques ci-après synthétisent les différents outils de connaissances qui doivent être mis en œuvre. Une première étape d'une démarche d'amélioration de la connaissance du patrimoine consiste à mettre en place des outils permettant la collecte et le stockage des données relatives aux facteurs déterminant l'état du réseau (Figure I.14, Figure I.15). En l'absence d'une démarche de capitalisation des données relative au patrimoine réalisée de manière stricte, les modèles (prédictifs, hydrauliques, économiques) ne peuvent être mis en œuvre efficacement [26].

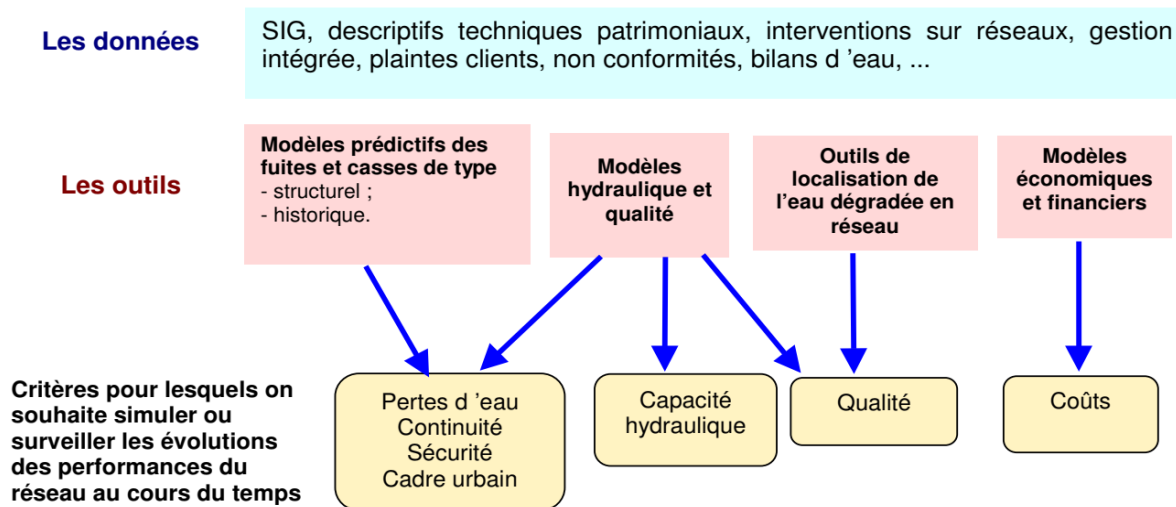


Figure I.14 : Les différentes familles d'outils de connaissances du patrimoine et leurs domaines d'application [20].

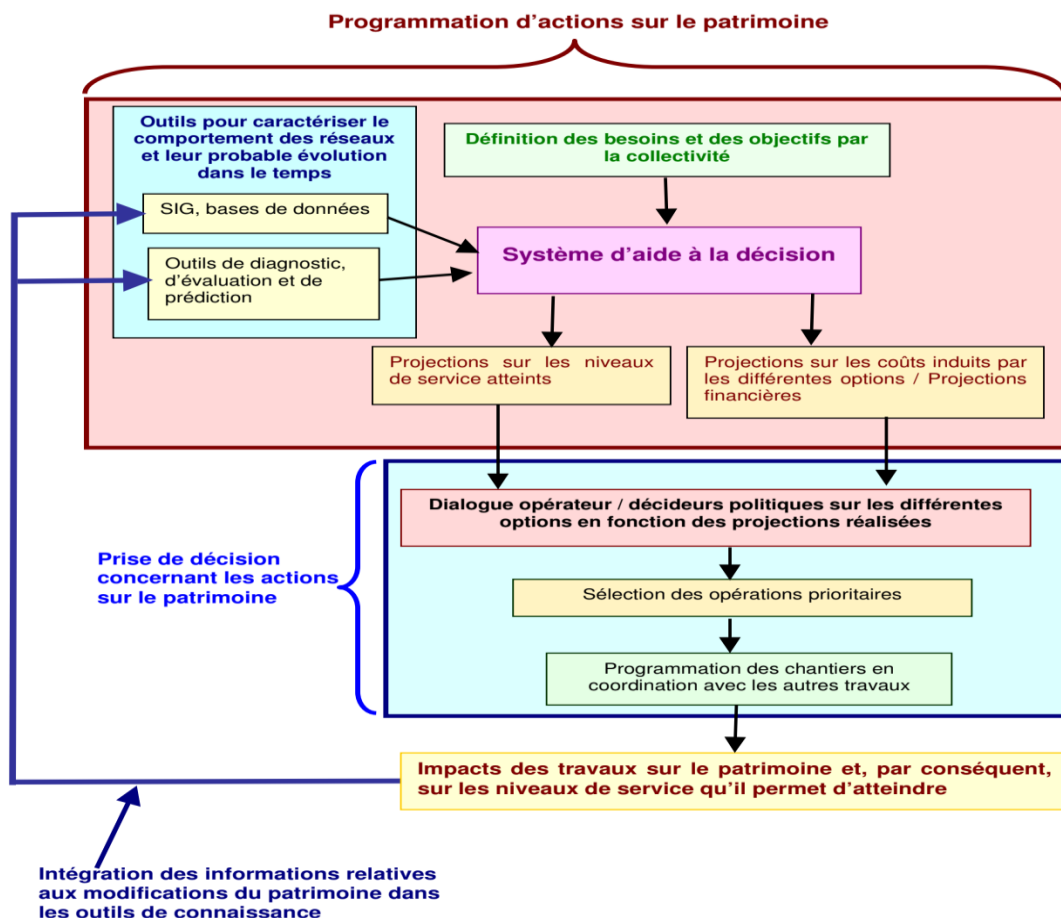


Figure I.15 : Organisation des outils de connaissance et d'aide à la décision pour une gestion patrimoniale [20].

I.8 Les indicateurs de performances doivent être suivis au niveau local

- Pour une analyse de vulnérabilité du système, les informations suivantes sur la ressource sont importantes: origine de la ressource mobilisée (captage, masse d'eau, forage, eau de surface, inter connexions), capacité, niveau de vulnérabilité, traitement appliqué ;
- L'établissement d'un bilan hydraulique du réseau pour connaître la répartition du volume mis en distribution sur le réseau : suivi des volumes produits, des volumes consommés autorisés, des pertes apparentes et des fuites sur le transport d'eau brute, afin d'estimer les pertes physiques liées aux fuites sur le réseau ;
- Les données relatives aux interconnexions : localisation, débits et durée de mobilisation.

Chaque service va devoir faire et afficher des choix stratégiques sur le niveau de performance qu'elle souhaite pour son service, son délai d'atteinte et sa pérennité. Elle doit aussi faire et afficher des choix stratégiques sur le type de gestion patrimoniale qu'elle souhaite voir appliquer sur son territoire en termes de solidarité entre les générations, d'anticipation des risques et d'économie.

L'état d'un patrimoine réseau d'eau est aussi caractérisé par le rendement global du réseau. Un niveau de pertes en eau important du réseau sera difficilement acceptable si les ressources en eau sont réduites.

Dans tous les cas, la fixation du niveau de rendement à atteindre dans le réseau sera un optimum, forcément local, entre le coût d'exploitation et de renouvellement du réseau, la disponibilité de la ressource en eau pour les besoins actuels et les besoins à venir et le prix de son traitement [20].

Conclusion

Les réseaux d'eau potable présentent des caractéristiques technico-économiques propres à l'ensemble des réseaux techniques urbains (gaz, assainissement).

Les réseaux d'eau potable sont intégrés à un système d'alimentation en eau, qui comprend en outre la ressource en eau elle-même, les installations de traitement ainsi que les réseaux.

Ainsi, si les ruptures ponctuelles d'alimentation en eau rendent les besoins de réparations localisées du réseau évidents, il n'en va pas de même pour la nécessité d'interventions de réhabilitation à caractère préventif, plus lourdes.

The page features a decorative graphic consisting of three overlapping circles in shades of blue, arranged vertically. Two thin blue lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that frames the central text. The circles are positioned in the upper right, middle right, and lower right areas of the page.

CHAPITRE II : MÉTHODES UTILISÉES POUR LE DIAGNOSTIC DES RÉSEAUX D'EAU POTABLE

Chapitre II : Méthodes utilisées pour le diagnostic des réseaux d'eau potable

Introduction

La réalisation d'un diagnostic de réseau nécessite la mise en place d'une démarche progressive et organisée.

Le diagnostic de réseau peut s'inscrire dans un contexte plus global d'étude du système d'alimentation en eau potable incluant, par exemple, la modélisation, le schéma directeur ou l'amélioration de la gestion des installations.

De nombreux services souhaitent donc désormais, mettre en place une planification du renouvellement (ou de la réhabilitation) des réseaux.

En corollaire, se posent les questions du rythme de renouvellement (donc des moyens à mobiliser) et de la hiérarchisation des travaux.

Certains services importants, essentiellement urbains, ont déjà mis en place, pour certains depuis de nombreuses années, des systèmes élaborés de collecte et de gestion des informations relatives au réseau.

Les méthodes sont souvent différentes d'un service à l'autre ou d'une période à une autre.

La présentation de quelques méthodes de diagnostic existantes du réseau d'eau potable, à titre comparatif, (deux en France et une à Oran) s'est avérée nécessaire.

II.1 Méthodologie utilisé par la collectivité du département de la Haute-Savoie (France)

La première méthode représentée ci-dessous est utilisée par la collectivité du département de la Haute-Savoie.

Elle est composée par les étapes suivantes :

II.1.1 Etape 1- Phase administrative préparatoire

Les études - diagnostics du réseau d'eau potable peuvent être subventionnées par les instances financières compétentes que sont le Conseil Général de la Haute-Savoie et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse. Établir des programmes qui sont variables dans la durée, ces programmes fixent le montant des subventions accordées aux collectivités territoriales.

A ces subventions accordées par L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, viennent s'ajouter des subventions propres au Conseil Général de la Haute-Savoie [22].

II.1.2 Etape 2- Collecte préalable des informations techniques, repérage du réseau et élaboration du schéma d'ensemble

Un premier travail de recherche des documents relatifs au réseau de distribution d'eau potable (plans, croquis, rapports anciens etc.) est réalisé par le chargé d'études auprès de la collectivité concernée. Cette première phase de collecte permet d'effectuer une première synthèse des informations concernant les diamètres des conduites, l'âge de pose de ces dernières ainsi que le positionnement géographique des appareils hydrauliques (ventouses-réducteurs de pression etc.).

Parallèlement à ce travail de collecte de l'information, le repérage exhaustif du réseau va permettre de vérifier les informations collectées au préalable sur site et d'y apporter d'éventuelles corrections, si nécessaire.

Le repérage consiste également en la manœuvre de l'ensemble des Robinets-Vannes de Sectionnement (RVS) afin de déterminer les diverses anomalies (fuites sur presse-étoupe, ensablement etc.) qui nécessitent le renouvellement de l'appareil ou des travaux de dégagement.

Cette phase est essentielle puisqu'elle détermine l'étanchéité des tronçons lors de la sectorisation ultérieure des fuites.

L'ensemble des équipements hydrauliques est également scrupuleusement vérifié, à savoir l'équipement des réservoirs mais également les réducteurs de pression avec prise systématique des pressions amont et aval de l'appareil afin de déterminer si les conditions de pression délivrées aux abonnés sont satisfaisantes.

Suite à ce repérage, le schéma d'ensemble du réseau de distribution est élaboré sous forme d'un Système d'Information Géographique (Map info, Arcview, Editop) associé à la création d'une base de données regroupant les caractéristiques techniques du réseau.

Ce SIG est utilisé dans l'élaboration d'un plan de récolement au format numérique de type dessin assisté par ordinateur (DAO) (Autocad) [22].

II.1.3 Etape 3- Mesures hydrauliques

La pose systématique de compteurs équipés de têtes émettrices sur les secteurs de distribution va permettre la mise en place d'appareils d'enregistrements en continu (loggers).

Ces appareils permettent l'enregistrement des impulsions débit métriques au niveau des têtes émettrices et permettent de connaître avec précision le volume de fuites sur chaque secteur de distribution.

A la suite du dépouillement des résultats des enregistrements, il s'agit de localiser les fuites. Pour cela, deux options sont possibles [22]:

II.1.3.1 Sectorisation des fuites par campagne nocturne

Cette méthode permet de quantifier le débit de fuites par tronçon c'est à dire entre deux robinets-vannes de sectionnement.

Dans cette optique, une campagne de mesures est réalisée de nuit en général de 0h à 06h00 après information des populations et entreprises concernées. Afin de permettre la réalisation de ces mesures, les secteurs concernés ne sont plus alimentés que par le point de comptage et les éventuels maillages sont supprimés par fermeture des robinets-vannes correspondants.

L'ensemble des points de pertes connus (réservoirs de chasse, fontaine, bassins etc.) est jaugé de jour ou supprimé temporairement pendant la nuit de mesure.

Tout le réseau est ainsi scruté en isolant successivement tous les tronçons par fermeture des robinets-vannes. Trois agents dont un communal, sont affectés à cette tâche.

Une première équipe est affectée à la manœuvre (fermeture et ouverture) des vannes, alors que le chargé d'études mesure le débit instantané qui s'écoule entre chaque manœuvre de vannes.

A cette fin, il dispose, au niveau du compteur de distribution (réservoir), d'un appareil de type « Débidose » qui est monté sur le totalisateur du compteur et qui, par enregistrement des impulsions optoélectroniques, permet la lecture directe des débits instantanés.

La communication entre l'équipe chargée de la manœuvre des vannes et celle chargée de mesure des débits instantanés s'effectue par radio. En général, on procède en fermant les vannes de l'aval vers l'amont du réseau en suivant les instructions de fermeture des vannes données par le chargé d'étude au réservoir.

La réouverture des vannes de sectionnement s'effectue en fin de nuit afin de ne pas perturber les mesures par un remplissage intempestif des conduites. Au terme des mesures nocturnes, un plan est dressé avec report des débits de fuites localisées par tronçon. La recherche par corrélation acoustique peut alors débiter [22].

II.1.3.2 Pré localisation des fuites

Le pré localisation est basé sur le principe d'écoute du niveau sonore dans le réseau. On recherche alors les niveaux maximums de bruit, ce qui nous permet de définir avec précision les zones susceptibles de présenter des fuites.

Cette recherche est réalisée à l'aide d'appareils spécifiques appelés « pré localisateurs ». Ces appareils, utilisés en groupe d'une dizaine ou plus, sont 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 mètres dans les cas défavorables (conduites en « PVC ou PEHD » ou présence de réducteurs) à 200 m dans les cas favorables (conduites en acier, fonte grise, fonte ductile...). On couvre ainsi un linéaire d'environ 4 km de réseau avec 20 appareils.

Ce type d'écoute automatique a lieu la nuit lorsque les bruits liés au fonctionnement du réseau sont réduits et que la pression est la plus forte. Les appareils scrutent et enregistrent alors le bruit minimum pendant une période définie à l'avance (habituellement entre 01h00 et 03h00) sur leur lieu d'implantation.

Le jour suivant, on relève et on analyse les données enregistrées par les appareils et on les déplace vers un autre secteur. En fonction des résultats (niveau sonore enregistré par chaque appareil), une recherche est réalisée par corrélation acoustique sur les zones sélectionnées [22].

II.1.4 Etape 4- Localisation ponctuelle des fuites par corrélation acoustique

II.1.4.1 Méthode acoustique

La méthode acoustique de contrôle des pertes est une technique d'auscultation simple, ne demandant qu'un appareillage réduite. Cette technique exige cependant beaucoup d'expérience et une oreille exercée de la part de l'opérateur.

La technique est utilisée avec succès dans les zones comprenant beaucoup de branchements et de vannes.

Toutes les pertes ne peuvent toutefois pas être décelées en raison du très grand nombre de possibilités de fuites. Une fuite peut également être « masquée » par le bruit d'une autre fuite.

Cette méthode est applicable à tous les réseaux métalliques. Elle est plus particulièrement recommandée pour les réseaux dont la pression de service est supérieure à 3 bars (figure II.1).

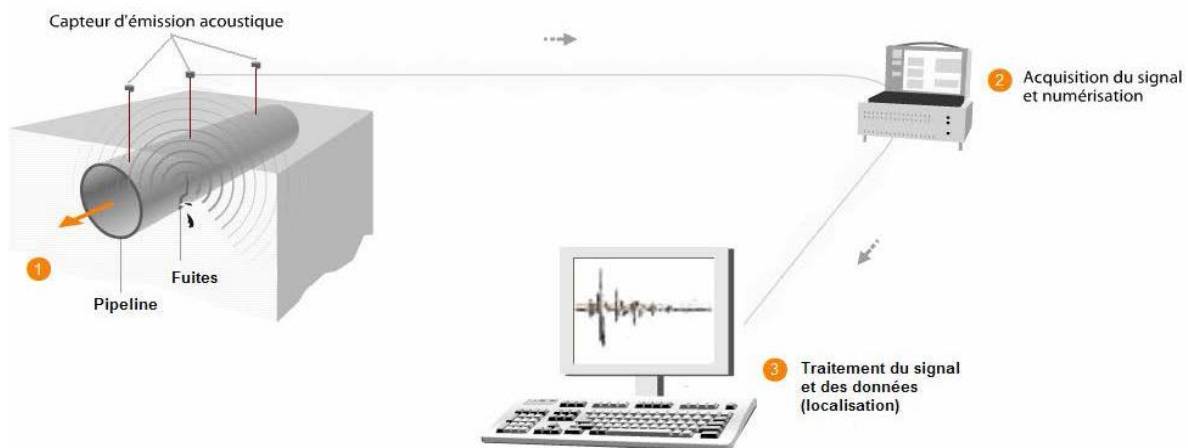


Figure II.1 : méthode de détection acoustique [23].

Suite aux résultats des campagnes nocturnes ou du pré localisation, une localisation ponctuelle des fuites est effectuée, principalement par corrélation acoustique.

Cette méthode consiste à capter et à comparer en temps réel les signaux provenant de deux capteurs placés sur la conduite. L'analyse du décalage entre les deux signaux permet la localisation ponctuelle de la fuite.

Cette technique permet d'éliminer tous les bruits parasites, d'où la possibilité de travailler de jour en environnement bruyant.

La précision de localisation varie de 0.2 à 0.5 m en fonction de l'éloignement des capteurs (points d'accès au réseau).

Dans la mesure du possible, les fuites sont réparées le plus rapidement afin de permettre une seconde écoute de contrôle après réparation.

II.1.5 Etape 5- Rédaction du rapport d'étude final

Le rapport final répond à deux exigences :

- Etablir un bilan hydraulique complet avant et après étude-diagnostic. Ce bilan est établi par secteurs de distribution puis pour l'ensemble de la collectivité ;
- Proposer à la collectivité un certain nombre d'options techniques qui vont permettre selon les cas de figure de maintenir et d'améliorer les résultats obtenus à la suite de l'étude-diagnostic [22].

La méthode de diagnostic utilisé par la collectivité du département de la Haute-Savoie est résumée dans l'organigramme ci-dessous (figure II.2).

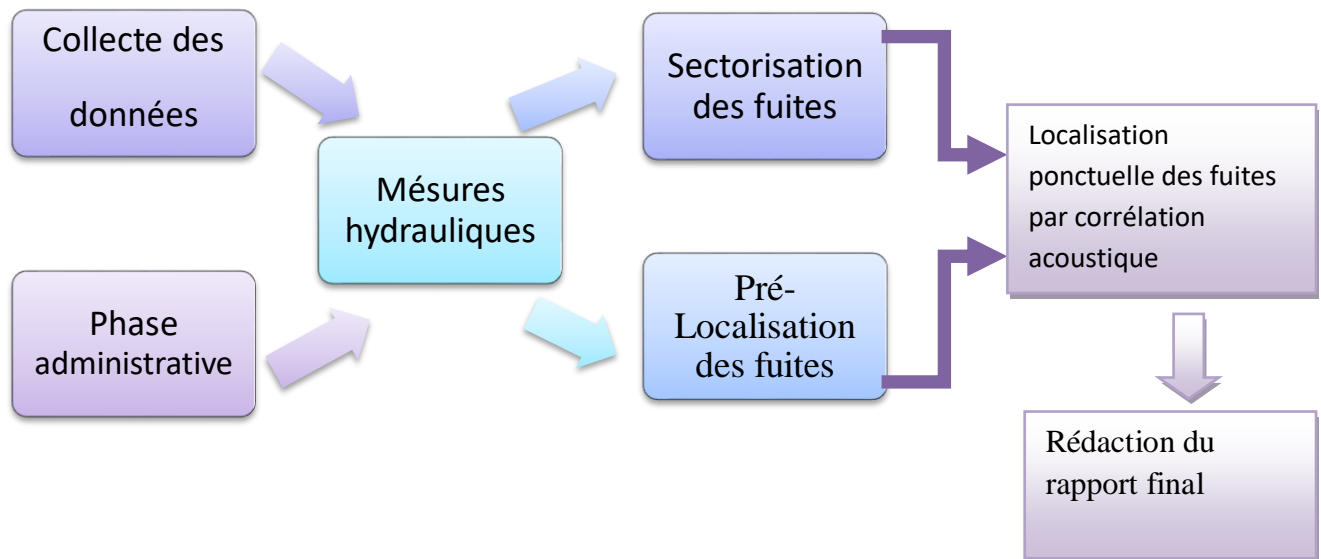


Figure II.2 : Organigramme de la méthode utilisée par la collectivité du département de la Haute-Savoie.

II.2 Méthodologie utilisé pour le SAGE Nappe profonde en Gironde (France)

La méthodologie suivante est utilisée par la SAGE nappe Profonde de Gironde. Elle comporte les étapes suivantes :

II.2.1 Etape 1 : Audit du patrimoine.

C'est la phase préliminaire de recueil des données essentielles pour l'étude diagnostic .Elle précise les éléments et les informations dont doit disposer un maître d'ouvrage pour poser une première analyse sur l'état et le fonctionnement de son réseau. Effectuer par mesurassions de rendement et des indices suivants [24]:

II.2.1.1 Indice de fiabilité hydraulique

Cet indice permet de comparer la quantité d'eau desservie dans l'ensemble du réseau avant et après l'indisponibilité d'une conduite donnée. Afin de calculer l'Indice de Criticité Hydraulique (ICH) d'une conduite i , il est nécessaire de calculer les pressions et les demandes aux niveaux de tous les nœuds de consommation en fonction des paliers susmentionnés [25].

II.2.1.2 Indice de déficience aux nœuds

Cet indice (IDN) traduit l'impact de l'indisponibilité d'une conduite donnée sur la desserte en eau des abonnés.

Il permet de recenser l'ensemble des nœuds de consommation où la desserte n'est pas assurée. On suppose qu'au-dessous d'une certaine pression inférieure à P (Inf P) la desserte en eau n'est plus assurée.

Pour chaque conduite élaguée, un calcul de pression est effectué, puis une comparaison avec la pression Inf P est effectuée.

Si la pression mesurée aux nœuds de consommation est inférieure à la pression, alors le nœud considéré ne sera pas desservi tant que la conduite est indisponible.

Cette procédure permet d'identifier l'ensemble des nœuds non desservis.

Une fois ces nœuds identifiés, pour chaque conduite élaguée nous calculons le rapport entre le nombre de nœuds non desservis et le nombre de nœuds total constituant le réseau.

Le calcul se fait comme suit [33]:

$$IDN = \frac{\text{Nombre de nœuds non desservis}}{\text{Nombre total de nœuds constituant le réseau}}$$

II.2.1.3 Le rendement

Le rendement du réseau est obtenu en faisant le rapport entre, d'une part, le volume consommé autorisé augmenté des volumes vendus à d'autres services publics d'eau potable et, d'autre part, le volume produit augmenté des volumes achetés à d'autres services publics d'eau potable. Le volume consommateurs sans comptage et le volume de service du réseau sont ajoutés au volume comptabilisé pour calculer le volume consommé autorisé. Le rendement est exprimé en pourcentage. »

Utilisé de longue date, le rendement est un indicateur dont l'interprétation est délicate et qui pour cette raison n'a pas été privilégié dans le cadre du SAGE Nappes Profondes de Gironde [25].

Nota : Un réseau d'eau est considéré comme fiable si son rendement est élevé et vis versa. L'augmentation du rendement d'un réseau passe obligatoirement par la réparation des fuites et dans le cas échéant par sa réhabilitation. En fin la recherche des fuites semble une étape essentielle dans la maintenance des réseaux.

II.2.1.4 Indice linéaire des volumes non comptés (ILVNC)

L'indice linéaire des volumes non comptés est égal au volume journalier non compté par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements). Le volume non compté est la différence entre le volume mis en distribution et le volume consommé comptabilisé. L'indice est exprimé en m³/km/jour [25].

$$ILVNC = \frac{Vd - Vcc}{365.L} = \frac{VNC}{365.L}$$

II.2.1.5 L'indice linéaire de perte des réseaux d'eau potable

Le rendement n'étant pas un indicateur toujours pertinent pour apprécier l'état d'un réseau, l'analyse peut-être confortée par le calcul de l'Indice Linéaire de Perte (ILP). L'ILP permet de mesurer les volumes d'eau perdus par jour pour 1 Km de réseau [25].

$$ILP = \frac{\text{Volume des pertes}}{\text{Longueur des conduites hors branchement}}$$

II.2.2 Indicateurs du caractère rural ou urbain du service

Deux indicateurs sont communément utilisés pour définir le caractère urbain ou rural d'un service :

- La densité d'abonnés ;
- L'indice linéaire de consommation.

II.2.2.1 Densité d'abonnés (D)

La densité d'abonnés est égale au nombre d'abonnés par kilomètre de réseau (hors linéaire de branchements). Elle est exprimée en abonnés/km.

$$D = \frac{N}{L}$$

II.2.2.2 Indice linéaire de consommation (ILC)

L'indice linéaire de consommation est égal au volume journalier consommé comptabilisé par kilomètre de réseau (hors linéaire de branchements). L'indice est exprimé en m³/km/jour.

$$ILC = \frac{V_{cc}}{365.L}$$

II.2.2.3 Description des données [33]

- L'identification du service ;
- L'année concernée ;
- Le volume importé ;
- Le volume exporté ;
- Le volume produit ;
- Le volume consommé comptabilisé ;
- La longueur du réseau ;
- Le nombre d'abonnés.

II.2.3 Etape 2 : Sectorisation

C'est l'ensemble des actions permettant la préservation des ressources en eau par le suivi des débits et des pressions sur le réseau, et la recherche des fuites. Le principe de la sectorisation consiste à décomposer ou (découper) un réseau en plusieurs sous réseaux pour lesquels les volumes mis en distribution sont mesurés en permanence ou de façon temporaire. Physiquement, un secteur est une sous-partie connexe du réseau délimitée par [24] :

- des extrémités d'antennes ;
- des vannes fermées ;
- des comptages.

Il contient deux options qui sont :

II.2.3.1 Option 1 : Recherche des fuites

Des études diagnostiques peuvent mettre en évidence les défaillances des systèmes d'alimentation en eau potable, notamment pour identifier les secteurs prioritaires pour réduire les pertes en eau en localisant les fuites et en les réparant. Il existe plusieurs façons de trouver des fuites en vue de leur réparation.

Il existe sept façons de détecter les fuites dans les tuyaux sont [24] :

- Gaz traceur;
- Imagerie thermique;
- Géo-radar ;
- Acoustique ;
- Quantifier ;
- Compter.

II.2.3.2 Option 2 : Modélisation

Une représentation numérique virtuelle d'un réseau d'eau permet de simuler son fonctionnement dans son état actuel d'une part, et les effets d'une modification des infrastructures existantes ou des conditions d'exploitation d'autre part [24].

La méthode de diagnostic utilisé par la collectivité du département de le SAGE Nappe profonde en Gironde est résumée dans l'organigramme ci-dessous (figure II.3).

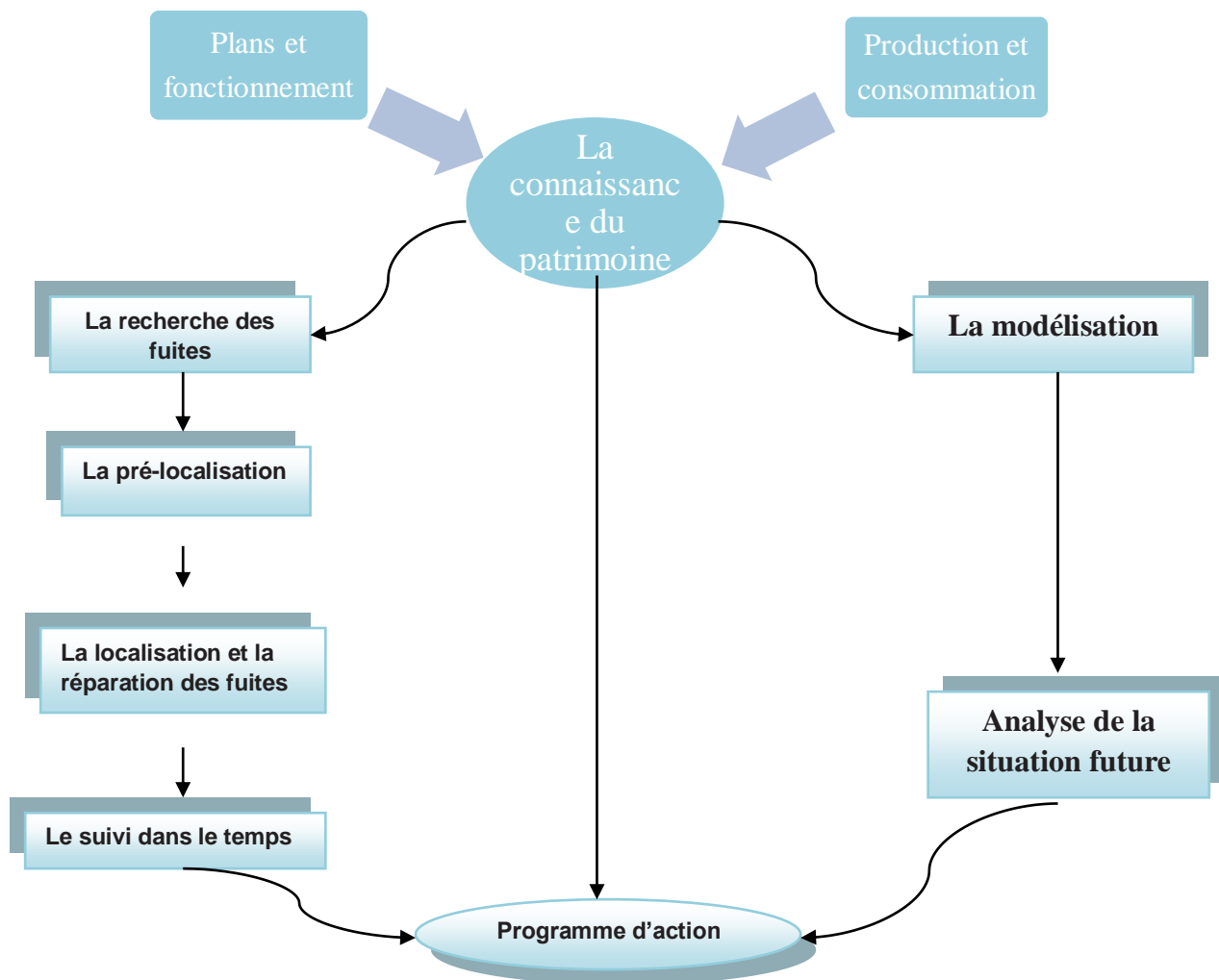


Figure II.3 : Organigramme de la méthode de diagnostic utilisée pour le SAGE Nappe profonde en Gironde

II Etat des lieux du diagnostic des systèmes d'AEP en Algérie

L'enquête menée à travers le territoire national a montré que la quasi-totalité des services de distribution d'eau en Algérie, à l'exception des services d'Oran et d'Alger, n'ont mis en œuvre aucune démarche structurée de gestion des informations relatives au réseau, pour certains d'entre eux, la connaissance de leur patrimoine est très parcellaire.

Pour donner plus de détails sur la méthodologie du diagnostic utilisé au niveau du service de distribution de l'eau à Oran ; plusieurs sorties ont été effectuées au niveau de cette unité.

La méthodologie est résumée selon les étapes suivantes :

II.3 Présentation bâtiment technologique de Société d'Eau et d'Assainissement d'Oran (SEOR)

II.3.1 Présentation général

Le bâtiment technique de la Société d'Eau et d'Assainissement d'Oran (SEOR), situé à Ain El Beïda daïra, Es-Senia, permet le contrôle en temps réel et à distance de tous les travaux d'eau sur le territoire de la province d'Oran, le réseau d'eau est constitué de 4500 km (1000 km d'adduction et 1000 km d'AEP et 2500 km d'assainissement) divisé en plus de 132 secteurs. Regroupé en 6 zones (Figure II.4).



Figure II.4 : le bâtiment technologique de la SEOR [26].

SEOR a investi dans le déploiement de nouvelles solutions modernes d'aide à la décision. A cet effet, elle a construit un bâtiment technique destiné à moderniser la gestion du cycle global de l'eau.

Ce bâtiment est le centre névralgique de toutes les activités de la SEOR, qui sont directement liées et s'influencent mutuellement, telles que :

- *Télécommande et télégestion des installations depuis le bâtiment. Cette fonctionnalité lui permet de surveiller l'état des installations, de contrôler leur fonctionnement et, si nécessaire, de les faire fonctionner à distance ;
- * Suivi et contrôle de 132 secteurs ;
- * Plusieurs fonctions de conception, de suivi et de contrôle telles que la planification, la cartographie et le SIG sont combinées [27].

II.3.2 Mode d'alimentation d'eau de la wilaya d'Oran

Le relief de la wilaya d'Oran présente un avantage dans la gestion de l'eau à savoir un système étagé car elle se situe entre deux montagnes :

- Une montagne à l'Est de Bir el Djir (Belgaid), coté de Gdyl ;
- Une montagne à l'Ouest qui s'appelle montagne Merdjadjou, coté de Ain Turck ;

La Wilaya d'Oran est alimentée par deux système de production (Figure), le premier est à l'Est soit la SDEM de Maktaa avec une capacité de production de 500.000 m³ et un débit moyen de 14.815m³ /h pour la Wilaya d'Oran et le transfert Mostaganem-Arzew-Oran 'MAO' pour l'alimentation du reste de la Wilaya à partir du réservoir Belgaid 4x75.000 m³ . Le deuxième à l'Ouest à partir de la SDEM de Chatt El Hillal-Ain Témouchant jusqu'au réservoir 2*50.000 m³ Ain Beida à partir de la conduite Tafna 1600 mm. La pluparts des réservoirs sont soit sur le versant Est le cas du grand réservoir d'Oran Belgaid 4*75000 m³

C'est-à-dire la montagne de Bir El Djir soit sur le versant Ouest la montagne Merdjadjou et la ville d'Oran reste entre ces deux montagnes. Ainsi la SEOR grâce à cette configuration topographique peut balancer l'eau destinée à la distribution d'un versant à un autre en utilisant les deux siphons qui sont gérés par la production. Ces deux siphons nous permettent de prendre l'eau de l'est vers l'ouest et de l'ouest vers l'est.

Ce sont les grands transferts des zones urbaines de la Wilaya d'Oran. Vu que la forte production avec le Maktaa et le MAO est à l'Est donc ils ont plus de tendance à faire circuler l'eau de l'Est vers l'Ouest (Figure II.5) [28].

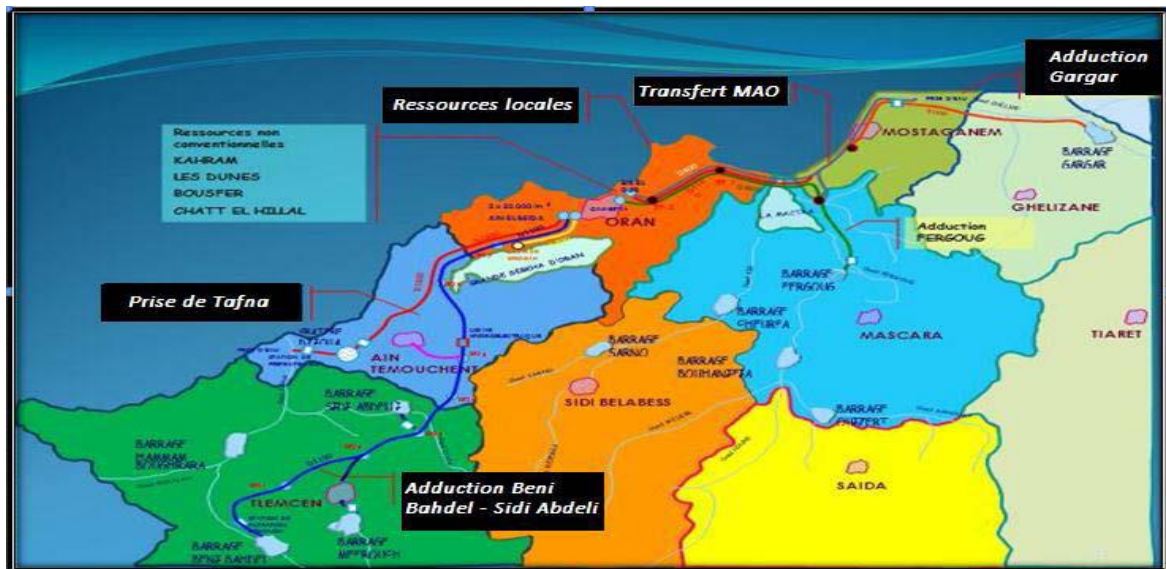


Figure II.5 : Système d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Oran [28].

II.3.3 Méthodologie de diagnostic appliqué par le gestionnaire délégué de l'eau dans la wilaya d'Oran (SEOR)

Le cadre de gestion est multidisciplinaire et horizontal, et comprend des activités autour de quatre axes principaux, comme suit :

II.3.4 Le système d'information géographique (SIG)

SEOR GIS est un ensemble de matériels, logiciels et processus qui permettent la collecte, la gestion, la manipulation et l'affichage de données spatialement référencées traitant des problèmes de gestion de l'eau et de l'assainissement. Il combine des composants

Chapitre II : Méthodes utilisées pour le diagnostic des réseaux d'eau potable

géographiques avec des bases de données, avec des vues hiérarchiques et thématiques du monde réel.

Les tâches d'un système d'information géographique (SIG) sont [28] :

- * Conception, développement et gestion de la base de données SEOR Asset Management ;
- * Développer de nouveaux outils de gestion et d'exploitation des SIG;
- * Déploiement et développement de services Web;
- * Propagation des projets attendus.

II.3.5 Le télé-contrôle

Il représente le modèle moderne de gestion à distance et permet de surveiller en temps réel le réseau SEOR AEP (figure II.6), et dans un futur proche, le réseau d'assainissement. Les principales activités de l'administration à distance sont [28] :

- * Modernisation des systèmes de gestion de l'eau potable ;
- * Générer des données et des indicateurs pour aider à la prise de décisions en matière de gestion de l'eau potable;
- * Réduire les taux de fuite en analysant le comportement du réseau AEP;
- * Contribution au calcul du rendement hydrotechnique en fournissant des données quantitatives, expliquées dans les entrées de niveau de production et de secteur;
- * Suivre la diffusion des AEP en H24.

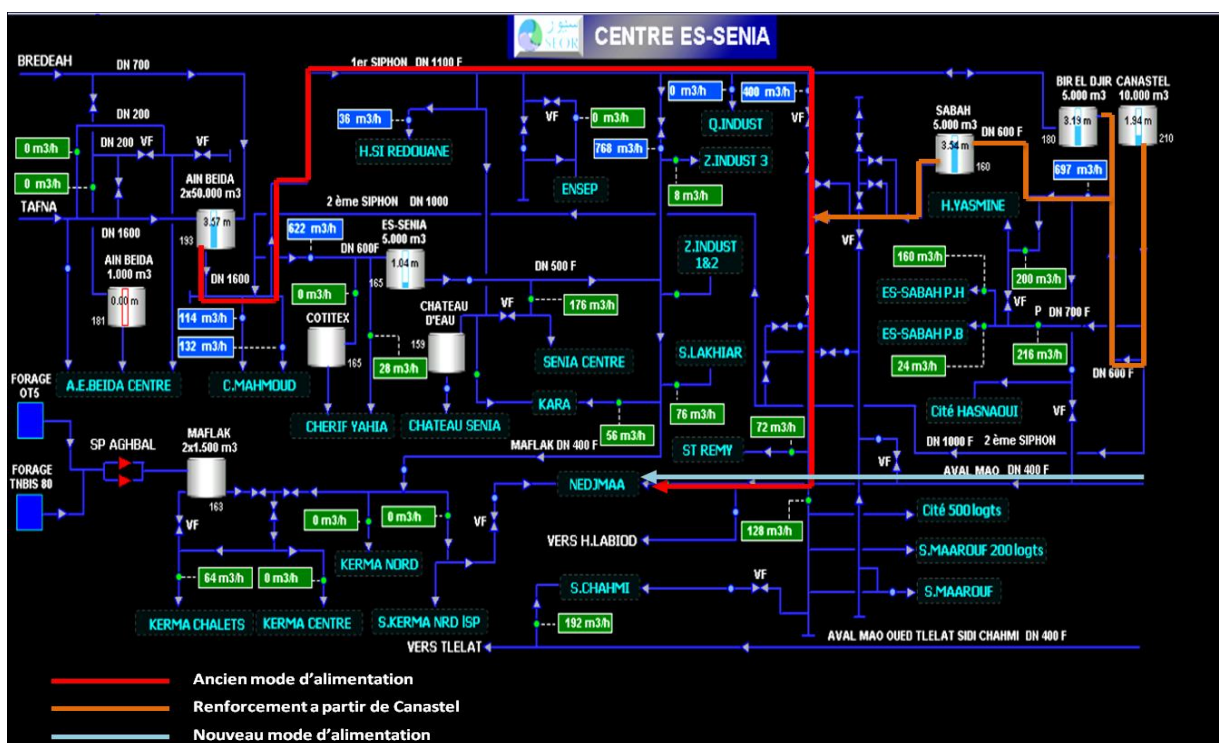


Figure II.6 : Schéma synoptique de l'ancien système d'alimentation [29].

II.3.6 La sectorisation

La sectorisation du réseau d'AEP de la willaya d'Oran c'est le mode de gestion qui permet d'appréhender la fonction hydraulique du réseau de la willaya afin de maîtriser la production et la distribution en améliorant ses performances.

La sectorisation se déroule comme suit [28]:

- * Analyse fonctionnelle du secteur hydraulique;
- * Maintenance des chambres de sectorisation ;
- * Calcul d'indicateurs de performance ;
- * Recherche et dimensionnement d'appareils de régulation et de modulation ;

L'exemple des 4 secteurs affichés sur SIG présenté dans (figure II.7).

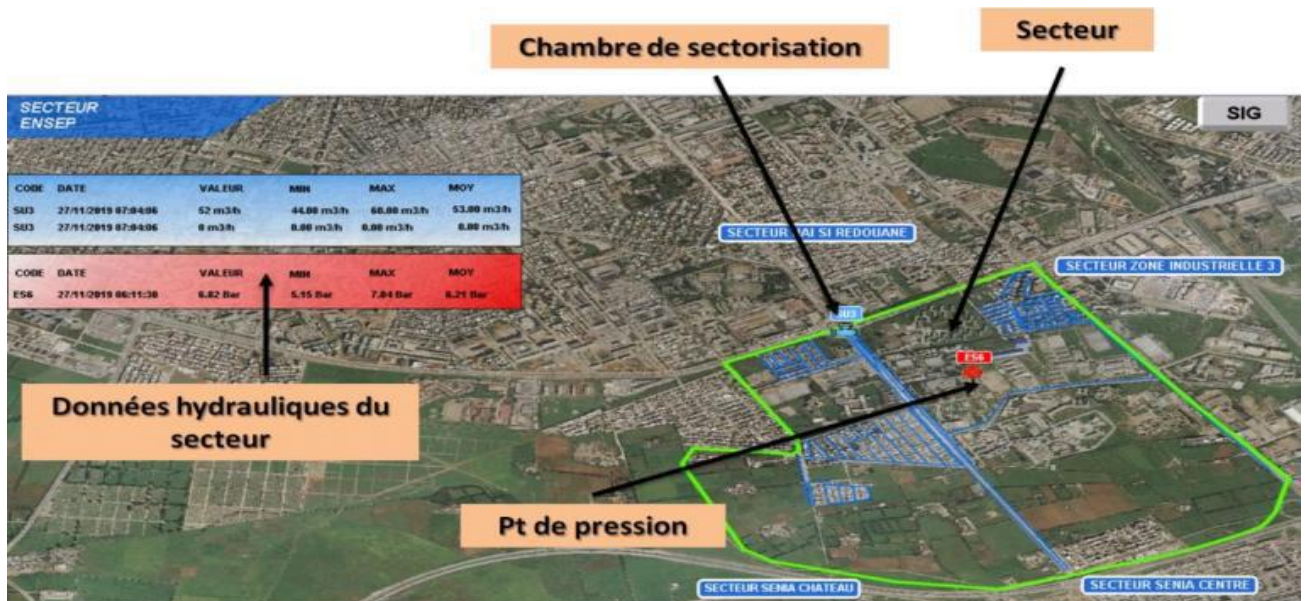


Figure II.7 : Ancienne fenêtre de la sectorisation au niveau de la supervision [29].

II.3.7 La planification

Le département a pour mission d'appuyer l'AEP et l'assainissement en interne et en externe auprès de la direction de ressourcement en eau (DRE), de la direction d'urbanisme, architecture, construction (DUAC) et des collectivités territoriale dans la planification et la gestion des cycles artificiels de l'eau.

L'objectif de cette expertise technique est de s'assurer que la qualité de l'approvisionnement futur en eau est suffisante pour répondre à la demande et aux exigences légales, et d'optimiser les systèmes de collecte et de traitement des eaux usées.

Le modèle hydraulique du réseau est un outil particulièrement utile pour diagnostiquer le fonctionnement du réseau d'eau actuel et mettre en évidence d'éventuelles défaillances. Il peut également simuler le comportement futur du réseau pour planifier les investissements futurs et contrôler l'échelle.

Le service utilise le logiciel de modélisation « Mike Urbain » couplé à Epanet

Le mouse et SWWM comme modèles de calcul hydraulique et hautement intégrés à la solution SEOR GIS "ARC-GIS", le tout dans un seul environnement. Le plan se fait comme suit [30]:

- Diagnostic des réseaux AEP/ASS ;
- Fixer des objectifs et des normes de développement ;

Chapitre II : Méthodes utilisées pour le diagnostic des réseaux d'eau potable

- Analyser le fonctionnement du réseau en utilisant des techniques avancées, telles que des modèles mathématiques pour simuler l'urbanisme actuel ;
- Envisager des étapes pour mettre en œuvre une gestion avancée des réseaux d'eau potable et d'assainissement.

Les services composant les départements du bâtiment technologique de la SEOR sont résumés dans l'organigramme suivant (figure II.8) :

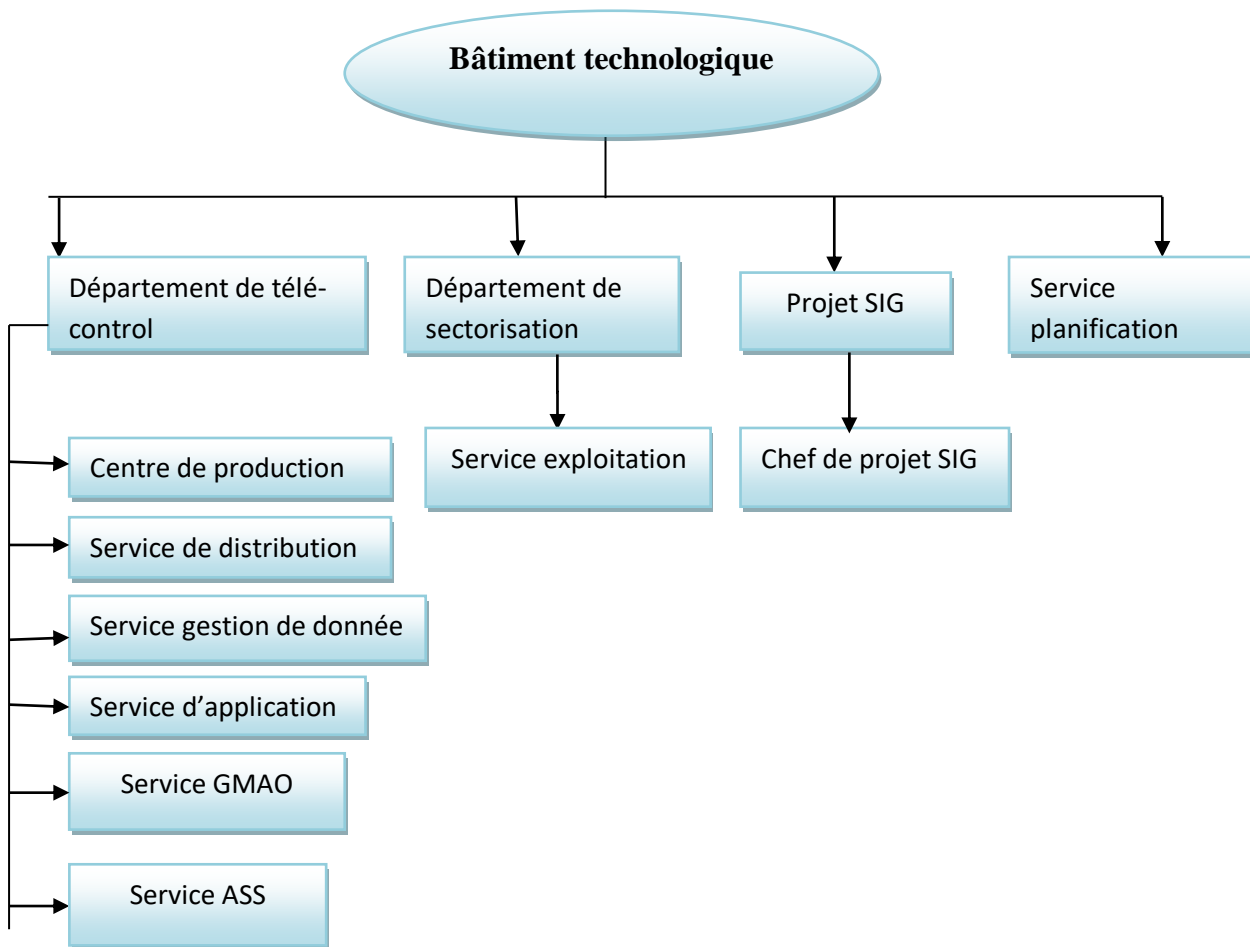


Figure II.8 : L'organigramme de différents départements du bâtiment technologique [29].

II.4 Pour le diagnostic du réseau d'AEP la wilaya d'Oran

II.4.1 Classification des pertes physiques sur réseau

Les pertes d'eau par les fuites se divisent en trois types, soit les fuites indétectables, les fuites non signalées et les fuites signalées. La définition et les méthodes d'interventions recommandées pour chaque type de fuite sont présentées à (Figure II.9).

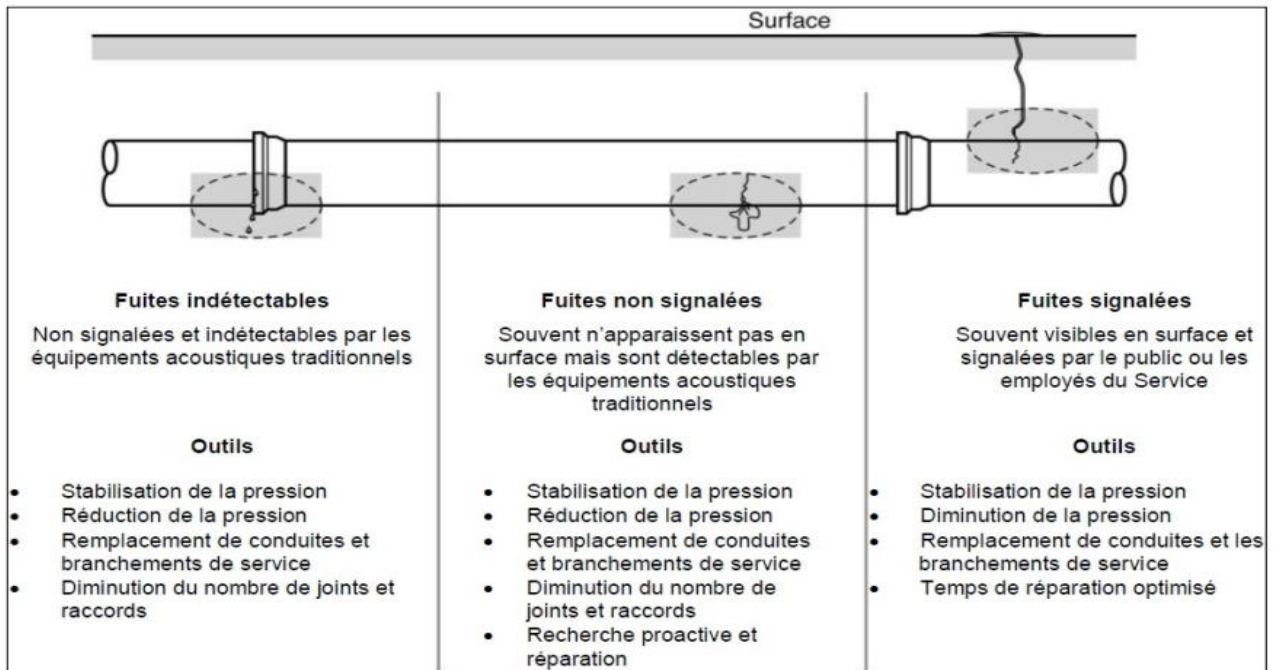


Figure II.9 : Types de pertes d'eau par les fuites et outils d'intervention associés [30].

De façon générale, plus la fuite est difficile à détecter, plus son débit sera faible et plus sa durée sera longue. Au fil du temps, il est probable que son débit augmente et qu'elle soit plus facile à détecter.

De plus, la durée d'une fuite sur un branchement de service pour les Services techniques n'est pas prioritaire et est généralement plus longue. Par ailleurs, les fuites importantes sur les conduites de grand diamètre sont difficiles à détecter étant donné que le son se propage moins sur les conduites de grand diamètre.

Les seules solutions complémentaires au remplacement (ou réhabilitation) de conduites et de branchements de service, pour réduire tous les types de pertes d'eau par les fuites sont la stabilisation et la réduction de la pression.

En effet, la pression d'un réseau de distribution d'eau potable influe sur le débit de fuite, sur la fréquence d'apparition de nouvelles fuites et sur la consommation [29].

II.4.2 Comportement des paramètres physiques du réseau durant une journée de distribution

Durant 24 heures de distribution, le débit et la pression varient inversement à travers le réseau de distribution (figure II.10).

En effet nous classifions la période de distribution en deux phases :

***Les heures de pointes :** Qui correspondent à la période durant laquelle les consommations sont maximales donc un débit de distribution maximal en entrée de secteur et une pression minimale à travers le réseau due à un tirage et des pertes de charges importantes. Le débit de fuite durant cette période est à son niveau le plus bas.

***Les heures creuses :** Qui correspondent à la période durant laquelle les consommations sont faibles, donc un débit minimal en entrée de secteur et une pression maximale à l'intérieure du secteur. Le débit de fuite est à son niveau le plus élevé pendant cette période.

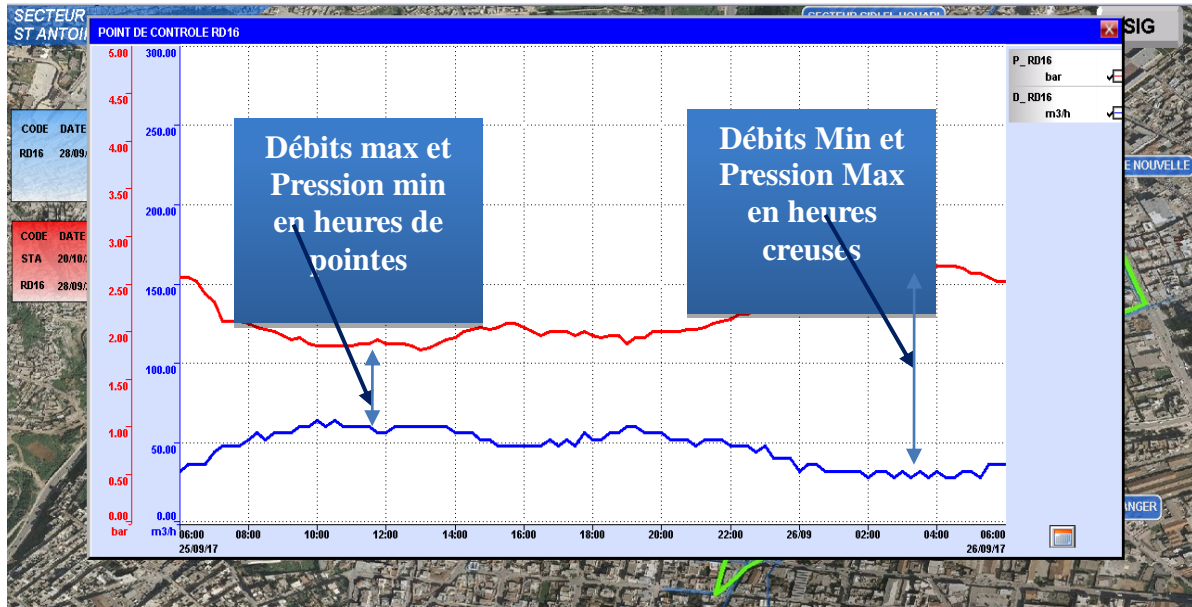


Figure II.10 : Courbes de débit et de pression durant 24h de distribution [29].

II.4.3 Composantes du débit minimum nocturne

Les débits mis en œuvre dans un réseau d'alimentation en eau potable sont liés à l'activité des usagers ainsi, classiquement les débits sont minimum la nuit et connaissent des pointes à la mi-journée et en soirée, exemple présenté à (la figure II.11).



Figure II.11 : Exemple de courbe de consommation d'un réseau « Secteur » hydraulique Maraval [29].

Chapitre II : Méthodes utilisées pour le diagnostic des réseaux d'eau potable

Le débit d'un réseau est composé de consommations et de fuites. La nuit, les consommations sont généralement faibles et le débit observé est largement constitué de fuites.

Bien souvent, le débit de consommation est négligé et les pertes sont alors directement considérées comme étant de l'ordre du débit de nuit. Cette approximation, utile par défaut, donne une première appréciation du volume des pertes mais pour une évaluation plus précise, le débit de nuit doit être décomposé de façon plus fine.

L'IWA propose une approche détaillée du débit de nuit. Toutefois, l'information usuellement disponible (chronique du débit global du secteur au pas de temps horaire) ne permettant pas de mesurer les différentes composantes du débit de nuit, il est nécessaire d'adopter une vision plus schématique Tableau II.1.

Tableau II.1 Composantes du débit de nuit [29].

Débit de nuit	Consommations nocturnes après compteur (usages et fuites)	Exceptionnelles	Consommations nocturnes exceptionnelles
		Courantes	Consommations nocturnes courantes
	Fuites (partie Service des Eaux)	Exceptionnelles	Fuites exceptionnelles non réparées
		Courantes	Fuites détectables non détectées
	Fuites difficilement détectables		

--- : Point de livraison

Les consommations nocturnes courantes représentent toutes les consommations légitimes auxquels sont additionnées les fuites dans les installations de plomberie sanitaire située après compteurs ;

Les fuites difficilement détectables sont les fuites indétectables de la figure ! et les deux autres composantes représentent les fuites détectées non réparées et les fuites détectables non détectées.

II.4.4 Les pertes réelles annuelles incompressibles (UARL)

Le concept d'Unavoidable Annual Real Losses (UARL) que l'on peut traduire par « pertes réelles annuelles incompressibles » découle de travaux menés notamment par Allan Lambert.

L'hypothèse centrale de ce concept est de considérer que pour tout réseau en bon état et exploité dans les règles de l'art, il existe un seuil minimal de pertes en dessous duquel on ne peut descendre dans des conditions économiquement acceptables.

Allan Lambert propose une méthode d'évaluation de l'UARL d'un réseau en fonction de la longueur des canalisations principales, du nombre et de la longueur des branchements et de la pression moyenne de service. Ce qui aboutit à la formulation suivante :

$UARL = (18 \times Lm + 0.8 \times Nc + 25 \times Lp) \times P$	<ul style="list-style-type: none"> - UARL, litres/jour - Lm, Longueur du réseau hors branchements, km - Nc, Nombre de branchements - Lp, Longueur des branchements de la voirie au compteur, km - P, Pression moyenne de service, mce
---	--

Ces débits de fuites étant obtenus expérimentalement avec une pression de référence de 5 bar ou 50 mètres de colonne d'eau. On peut adapter la relation suivante à n'importe quel réseau en introduisant les fuites à l'intérieur des domiciles après compteurs (figure II.12) [30]:

$$U_{ARL} = (35 L_m + 2,5 N_c + 1,5 L_p) P_{moy}$$

Ces débits étant exprimés en litres/jours.

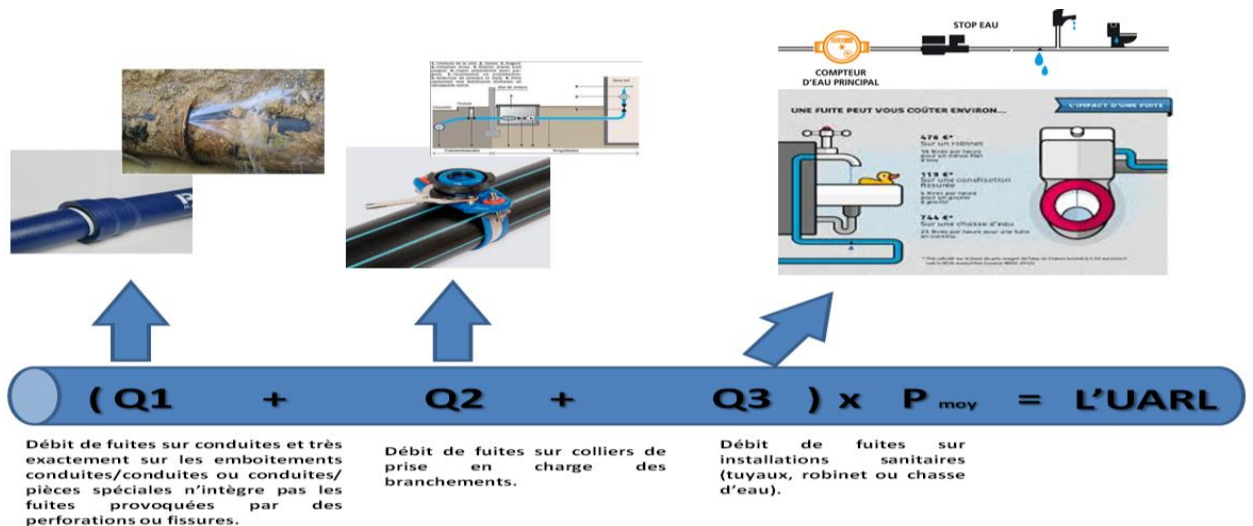


Figure II.12: Illustration de l'UARL [30].

II.4.6 Domaine d'utilisation des données du débit de fuite sur le diagnostic du réseau

La connaissance du débit de fuite que ce soit dans les domaines de l'exploitation ou du diagnostic réseau est un atout puissant pour le gestionnaire des réseaux d'eau potable car il permet non seulement la maîtrise des pertes physique par leurs mesures à partir de données réels, la planification des opérations de recherches de fuites, la hiérarchisation des actions de réhabilitation et de gestion des pressions et aussi le dimensionnement des équipements de régulation et de modulation de pression [30].

II.5 L'enquête menée au niveau de l'unité de Tlemcen

Les résultats de l'enquête menée au niveau de l'unité de distribution de l'eau de Tlemcen ; ont montré qu'aucune démarche structurée de gestion des informations relatives au réseau n'a été mis en œuvre et par conséquent la connaissance de leur patrimoine est très parcellaire.

L'ensemble des réseaux d'eau potable constitue aujourd'hui un maillage dense, de plus de 500 km sur l'ensemble du territoire de la ville de Tlemcen (figure II.13), permettant la desserte de la quasi-totalité de la population tlemcennienne.

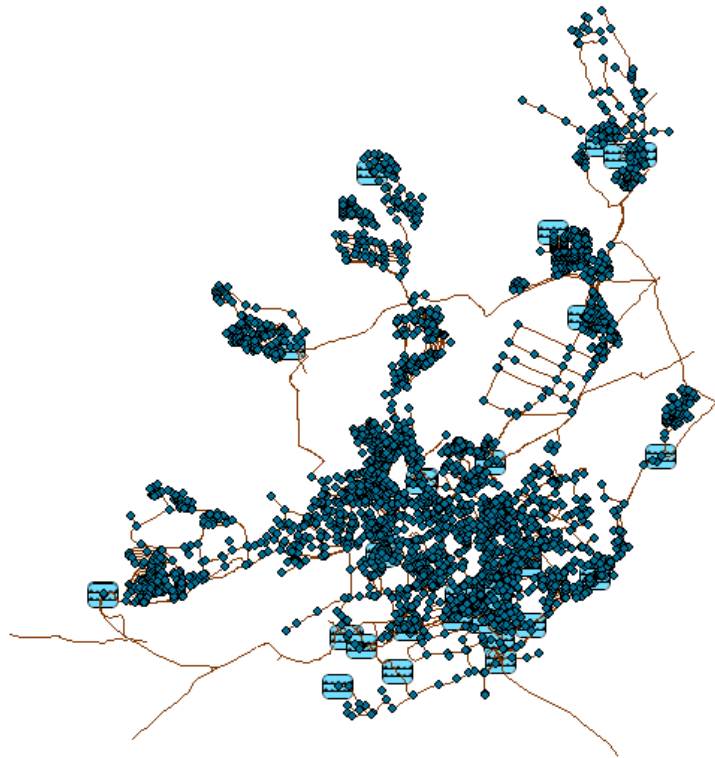


Figure II.13 : Vue d'ensemble système d'alimentation en eau G.U.Tlemcen [31].

Le réseau de distribution de l'eau du Groupement Urbain de Tlemcen est caractérisé par :

- ✓ 24 Zones d'alimentation et systèmes ramifiés ;
- ✓ Environ 600 m de différence de niveau ;
- ✓ 357Km de longueur totale des conduites ;
- ✓ 3720 Nœuds;
- ✓ 3882 Arcs.

L'analyse rapide effectuée sur la structure de réseau a révélé beaucoup de d'anomalies ; parmi eux à citer :

- Données des nœuds incomplets (position et hauteur absentes);
- Raccordement des nœuds et des arcs absents (pas de numérotage) ;
- Raccordement des réservoirs et du réseau absent ;
- Potentiel des réservoirs pas connu.

A l'issue de ce constat plusieurs réunions ont été organisées avec les gestionnaires du réseau au niveau de l'unité de distribution de Tlemcen. Parmi les décisions qui ont été prise ; la réalisation d'un guide de méthodologie du diagnostic du système d'alimentation en eau potable pour l'unité de Tlemcen et qui peut être aussi utilisé dans d'autres unités de distribution de l'eau au niveau national.

Conclusion

Ces constatations nous conduisent à une première conclusion importante : compte tenu de la diversité des contextes de gestion des services, mais aussi de la diversité des objectifs pouvant être fixés au service par la collectivité autorité organisatrice, le contenu d'une politique de gestion du patrimoine ne peut pas être normé.

Toute politique de gestion patrimoniale doit donc se décider. Une fois définie la politique de gestion du patrimoine à conduire, sa mise en œuvre est d'abord une question d'outils, et enfin de travail et de savoir-faire pour les utiliser.

The page features a decorative graphic consisting of three overlapping circles in shades of blue, arranged vertically. Two thin blue lines intersect at the top left, forming a large 'V' shape that frames the central text. The circles are positioned in the upper right and lower right areas of the page.

CHAPITRE III : L'APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE DE DIAGNOSTIC D'UN SYSTÈME DU RÉSEAU D'AEP

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

Introduction

L'alimentation en eau potable des collectivités est le résultat de l'addition de composantes disparates qui concourent toutes à des échelles variables à la satisfaction de ce besoin primordial. Une étude-diagnostic du système AEP devra aborder toutes les composantes de ce système qui peuvent faire appel à plusieurs disciplines différentes.

L'alimentation en eau potable repose principalement sur :

- le captage de cette ressource naturelle, par puits, forage, source, barrage, prise d'eau ;
- le stockage ;
- les stations de pompage ;
- les conduites d'adduction et de distribution vers les usagers.

Le diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable devient un préalable indispensable à la définition de programmes d'actions cohérents permettant d'optimiser la gestion des réseaux et de palier aux éventuelles insuffisances de qualité, de quantité ou de sécurité d'approvisionnement des citoyens.

Une démarche en trois étapes est proposée : le recueil des informations, puis le stockage des informations et enfin l'exploitation des informations accumulées au fil du temps.

III.1 Recueil des informations

C'est tout d'abord, au recueil de cette somme d'informations que se propose de répondre les fiches d'enregistrement des défaillances qui sont décrites dans les paragraphes suivants. La démarche est envisagée tant au niveau des captages, des stations de pompage, des réservoirs, des canalisations et de la fontainerie du réseau que des branchements et de leurs accessoires.

Pour préciser la manière d'aborder ce diagnostic, un inventaire préalable de la documentation disponible est utile. Cependant, l'existence d'un document reste insuffisante; encore faut-il qu'il soit suffisamment fiable et actualisé pour les besoins exprimés et permette de répondre à l'attente du gestionnaire.

Une présentation sous forme de fiches individuelles permet à l'exploitant de disposer dans un seul document de l'ensemble des informations nécessaires à sa gestion.

III.1.1 Le contenu de la fiche

On trouvera une présentation de la fiche complète dans les pages ci-après. La plupart des informations recherchées sont à recueillir à partir de questions "fermées", c'est à dire qui propose une liste de réponses précises. Ce système de questions à deux intérêts. Tout d'abord il permet un gain de temps lors de son remplissage mais aussi lors de la mise en forme informatique de la fiche. Ensuite il empêche que les données recueillies puissent dépendre de la personne sur le terrain.

III.1.1.1 Concertation avec le personnel de terrain

La mise en œuvre de ces fiches demande au préalable une concertation entre les différentes personnes qui seront amenées soit à la remplir, soit à l'utiliser.

Tout d'abord il est essentiel que les personnes qui la rempliront puissent savoir de quelle façon cette fiche sera utilisée et avoir en retour des résultats globaux qui auront pu provenir de l'ensemble des enregistrements. Elles doivent également pouvoir accéder aux fiches qui auront été informatisées.

En effet, actuellement, lorsque cela est fait, ces fiches, conservées sur support papier, restent dans le service. La disparition de ces données sur support papier pourrait donner l'impression d'une perte d'information pour les personnes sur le terrain. Une démotivation pourrait causer le non ou le mauvais remplissage des fiches.

Une formation sur ces fiches, voire une définition commune, peut être utile pour la prise de conscience de l'importance de l'enregistrement des données. De même ce type de formation pourrait permettre de préciser les réponses concernant des questions à caractère qualitatif et d'éviter certaines ambiguïtés. C'est le cas par exemple du trafic, où un classement "faible"- "modéré"- "fort" peut faire appel à une trop grande subjectivité.

Une période de tests de remplissage de la fiche peut être envisagée afin de vérifier le temps de remplissage ainsi que la bonne utilisation de la fiche.

III.1.1.2 Le choix des questions

Le choix des questions doit être réalisé en fonction des spécificités du service et comme précédemment en concertation avec le personnel. Il dépendra des objectifs que l'entreprise de gestion de l'eau s'est fixés vis-à-vis de la réhabilitation du système de la distribution de l'eau, ainsi que de la taille du réseau et du personnel disponible.

Une analyse des composants du système d'alimentation en eau potable nous a conduits à élaborer six fiches d'enquêtes pour le recueil des informations. Ces fiches seront détaillées dans la suite de ce chapitre.

III.1.2 Les captages

Les captages sont les ouvrages qui permettent d'exploiter la ressource. Ils correspondent à :

- Des sources naturelles drainées et captées dans des collecteurs ;
- Des puits ou des forages forés à plus ou moins grande profondeur selon le contexte de la ressource;
- Des prises d'eau en rivière.

De leurs caractéristiques dépendront les débits exploitables, la pérennité de l'exploitation et en partie la qualité de l'eau.

Les captages font partie intégrante du système d'adduction et l'étude diagnostic doit proposer un état des lieux de l'existant et mettre en évidence les problèmes liés à ces ouvrages. Un historique peut être envisagé :

III.1.2.1 Les caractéristiques techniques des captages

III.1.2.2 Pour les sources

- Date de réalisation ;
- Date de mise en service ;

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

- Coupe technique ;
- Un schéma ou une coupe technique sont indispensables, dressés sur la base des informations recueillies et des observations faites lors d'une visite des sites;
- Etat général de la chambre de captage mais aussi des crépines ;
- Pérennité de la source ;
- Débit moyen à l'étiage ;
- Importance des fluctuations annuelles ;
- Temps de réponse entre la pluviométrie et les variations de débit.

Les principales informations que peuvent contenir une fiche de collecte des données pour les sources sont représentées dans la fiche ci-après

Source

date de réalisation

Débit :

Variation suivant les saisons : oui non

Assèchement en période d'étiage : oui non

- temps de réponse entre la pluviométrie et les variations de débit.

- débit moyen à l'étiage

Équipement de protection de la ressource :

État général de la chambre de captage

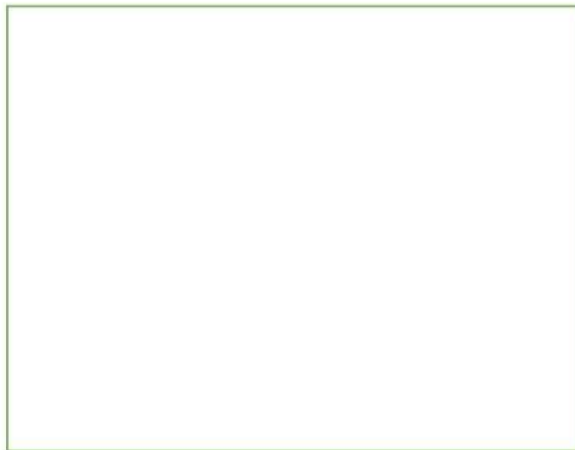
État général de la chambre des crépines

Type de pollution (latrines, ordures, animaux, fosses septiques) :

Mesure du volume produit : oui non

Méthode de comptage :

Coupe technique



1.2.3-Pour les puits et les forages.

- Date de réalisation ;
- Date de mise en service ;
- Un schéma ou une coupe technique ;
- Type de nappe ;
- Niveau statique ;
- Niveau dynamique ;
- Variation suivant les saisons ;
- Equipement de protection du forage ;
- Assèchement en période d'été ;
- Débit d'exploitation ;
- Diamètre ;
- Profondeur ;
- Débit ;
- Présence d'une pompe ;
- Environnement ;
- Type de pollution ;
- Mesure du volume produit ;
- Méthode de comptage.

Le contenu des informations collectées relatives au diagnostic des puits et des forages sont illustrés dans les fiches suivantes :

Puits

Nombre de puits : _____

Type de nappe : alluviale phréatique profonde

Type de puits : (description) _____

Niveau statique (cote de la nappe / terrain naturel) : _____

Niveau

dynamique : _____

Date de réalisation :

Variation suivant les saisons : oui non

Assèchement en période d'été : oui non

Diamètre :

Profondeur :

Débit :

Présence d'une pompe : oui non

Type de pompe :

Etat de marche :

Type d'amorçage :

Equipement de protection de la ressource:

Couverture sur le puits : oui non

Dalle bétonnée : oui non

Muret : oui non

Caniveau : oui non

Type de pollution (latrines, ordures, animaux) :

Mesure du volume produit : oui non

Méthode de comptage :

Forage

Nombre de forages :

Type de nappe : alluviale phréatique profonde

Niveau statique (cote de la nappe / terrain naturel) : _____

Niveau dynamique : _____

Variation suivant les saisons : oui non

Diamètre : _____

Profondeur : _____

Débit d'exploitation : _____

Nature du tubage : _____

Présence d'une pompe : oui non

Type de pompe : _____

Côte de calage de la pompe.

Etat de marche : oui non

Type d'amorçage : _____

Equipement de protection du forage :

Couverture : oui non

Dalle bétonnée : oui non

Muret : oui non

Caniveau : oui non

Environnement : forêt cultures rizières

(localiser sur une carte) élevage industries fosse septique

Type de pollution (latrines, ordures, animaux ; _____

Date de réalisation : _____

Date de mise en service : _____

Mesure du volume produit : oui non

Méthode de

comptage : _____

III.1.3 Stations de pompage

Les stations de pompage sont situées à l'amont des réservoirs et du réseau de conduites de distribution. Une station de pompage est constituée de quatre parties :

III.1.3.1 Caractéristiques

Ce volet doit contenir les informations suivantes :

- Type d'installation ;
- Coordonnées ;
- Capacité de pompage ;
- Élévation des pompes ;
- Année de construction ;
- Année de mise en service.

III.1.3.2 Equipements

Les stations de pompage sont composées de deux parties : partie arrivée et partie départ.

Les appareils de pompages sont généralement composés :

- De pompes ;
- De vannes ;
- De clapets anti-retours ;
- De tuyauterie ;
- De chaudières anti-béliers ;
- De manomètre ;
- De compteur ;
- De vanne de régulation de pression.

L'absence ou la panne d'un de ces éléments principaux nuit à leur bon fonctionnement.

III.1.3.3 Génie civil

La partie génie civil doit regrouper plusieurs éléments dont le local technique, la réserve d'eau pouvant se présenter sous la forme d'une cuve. Ainsi parmi les informations nécessaires pour réaliser le diagnostic :

- Les dimensions chambre;
- La sécurité des lieux;
- Les trappes d'accès à l'ouvrage.

III.1.3.4 Aménagement

L'ouvrage doit bénéficier d'un aménagement adéquat qui garantit sa sécurité et son bon fonctionnement ; à commencer par la clôture du terrain et un accès selon les normes.

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

Fiche d'inspection

Station de pompage

Caractéristiques :

Type d'installation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Coordonnées(m) x :	<input type="text"/>	y :	<input type="text"/>
Capacité de pompage (l/s) :	<input type="text"/>		élévation des pompes (m) :	<input type="text"/>		
Année de construction :	<input type="text"/>		ID photo de référence :	<input type="text"/>		
Remarque :	<input type="text"/>					

Equipement :

Appréciation général

Arrivée :	DN	Matériau	Départ :	DN	Matériau	
Tuyauterie :	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tuyauterie :	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Vanne :	DN	Etat	Vanne :	DN	Etat	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Clapet non retour :	Présent ou non	Etat	Clapet non retour :	Présent ou non	Etat	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Manomètre	Présent ou non	Etat	Manomètre :	Présent ou non	Etat	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Compteur :	Présent ou non	Etat	Compteur :	Présent ou non	Etat	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Remarque :	<input type="text"/>			Remarque :	<input type="text"/>	
Vanne de régulation :	Présent ou non	Etat				
	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
	Pression ajustements					
	<input type="text"/>					
Génératrice :	Présent ou non	Etat				
	<input type="text"/>	<input type="text"/>				

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

<p>Philosophie de pompage :</p> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 100%;"></div>	<p>Pompe :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 20%;">Marque</th> <th style="width: 20%;">Modèle</th> <th style="width: 15%;">HP</th> <th style="width: 30%;">Etat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Pompe N°1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pompe N°2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pompe N°3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pompe N°4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pompe N°5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pompe N°6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pompe N°7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pompe N°8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Marque	Modèle	HP	Etat	Pompe N°1					Pompe N°2					Pompe N°3					Pompe N°4					Pompe N°5					Pompe N°6					Pompe N°7					Pompe N°8				
	Marque	Modèle	HP	Etat																																										
Pompe N°1																																														
Pompe N°2																																														
Pompe N°3																																														
Pompe N°4																																														
Pompe N°5																																														
Pompe N°6																																														
Pompe N°7																																														
Pompe N°8																																														
<p>Remarque : <input style="width: 90%;" type="text"/></p>																																														
<p>Génie Civil Appréciation général <input style="width: 100px;" type="text"/></p>																																														
<p>Dimension chambre (si requis) :</p> <p>Longueur : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Largeur : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Hauteur : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Béton : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Peinture extérieur : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Echelle métallique: <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Trappes d'accès : <input style="width: 100px;" type="text"/></p>																																														
<p>Sécurité : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Nettoyage requis : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Adéquat <input style="width: 100px;" type="text"/> interv requis <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Adéquat <input style="width: 100px;" type="text"/> interv requis <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Adéquat <input style="width: 100px;" type="text"/> interv requis <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Adéquat <input style="width: 100px;" type="text"/> interv requis <input style="width: 100px;" type="text"/></p>																																														
<p>Adéquate/inadéquate <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Oui/Non <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Remarque : <div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 100%;"></div></p>																																														
<p>Aménagements : Appréciation général <input style="width: 100px;" type="text"/></p>																																														
<p>oui Non</p> <p>Terrain clôturé : <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/></p> <p>Type de clôture : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Clôture et portails : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Etat</p> <p>Accès (inter/ext) : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Facile/ difficile/ très dif</p> <p>Sécurité du site : <input style="width: 100px;" type="text"/></p>	<p>Schéma :</p> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div>																																													

III.1.4 Les réservoirs

Les réservoirs sont situés à l'amont du réseau de conduites de distribution.

Les réservoirs permettent une gestion des volumes nécessaires par un stockage provisoire avant restitution au réseau. Le temps de séjour de l'eau dans les cuves dépend du volume du réservoir et de son niveau de remplissage. La fluctuation des niveaux d'eau

(« Marnage ») se mesure en mettant en place dans le réservoir une sonde de pression couplée à une centrale d'acquisition automatique.

Les éléments nécessaires pour effectuer un diagnostic des réservoirs sont résumés ci-dessous :

Nombre de réservoirs et localisation géographique, sur une carte à une échelle adaptée, synoptique simplifié de fonctionnement.

Position par rapport au réseau et lien avec le système d'alimentation en eau : ressources alimentant les réservoirs, destination de l'eau issue des réservoirs.

- Age ;
- Plan schématique coté des réservoirs ;
- Matériaux ;
- Trop-plein ;
- Ventouse ;
- Reniflard ;
- Vanne flotteur (arrêt arrivée) ;
- Echelle métallique ;
- Trappes d'accès ;
- Aérateur ;
- Type et âge du compteur et chloration ;
- Nombre de cuves et volumes associés, dont volume réservé pour l'incendie ;
- Identification du volume qui part en trop-plein.

Le principe de fonctionnement de la réserve incendie sera examiné pour déterminer s'il est compatible avec le maintien de la qualité de l'eau (stagnation d'une partie du volume stocké par exemple).

Si le plan n'existe pas, il devra être réalisé, au moins schématiquement.


Le contenu des informations collectées relatives au diagnostic du réservoir est illustré dans la fiche ci-après.

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

Fiche d'inspection					
Réservoir					
Caractéristique :					
Type de construction	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
Volume utile	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
Année de construction :	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
Coordonnées (m) :	x : <input style="width: 50px;" type="text"/>	y : <input style="width: 50px;" type="text"/>	Hauteur utile (m) :	<input style="width: 50px;" type="text"/>	
Elévation du radier (m) :	<input style="width: 100%;" type="text"/>		Diamètre intérieur (m) :	<input style="width: 50px;" type="text"/>	
Elévation du trop-plein (m) :	<input style="width: 100%;" type="text"/>		Superficie intérieur (m ²) :	<input style="width: 50px;" type="text"/>	
Remarque :	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
Equipements :					
Arrivé :		Départ :			
Tuyauterie :	DN <input style="width: 50px;" type="text"/>	Matériau <input style="width: 50px;" type="text"/>	Tuyauterie :	DN <input style="width: 50px;" type="text"/>	Matériau <input style="width: 50px;" type="text"/>
Vanne :	DN <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>	Vanne :	DN <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>
Clapet non retour :	Présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>	Clapet non retour :	Présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>
Manomètre :	Présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	Manomètre :	Présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>
Compteur :	Présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>	Compteur :	Présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>
Remarque :	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
Trop-plein :	DN <input style="width: 50px;" type="text"/>	Matériau <input style="width: 50px;" type="text"/>	Reniflard :	présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>
Ventouse :	Présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>	Vanne flotteur (arrêt arrivée) :	présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>
Chloration :	Présent ou non <input style="width: 50px;" type="text"/>	Etat <input style="width: 50px;" type="text"/>	Remarque : <input style="width: 100%;" type="text"/>		
Génie civil :					
Béton :	Adéquat <input style="width: 50px;" type="text"/>	interv requis <input style="width: 50px;" type="text"/>	Sécurité :	Adéquat/ inadéquate <input style="width: 100%;" type="text"/>	
Peinture intérieure :	Adéquat <input style="width: 50px;" type="text"/>	interv requis <input style="width: 50px;" type="text"/>	Nettoyage : <input style="width: 100%;" type="text"/>		
Peinture extérieure :	Adéquat <input style="width: 50px;" type="text"/>	interv requis <input style="width: 50px;" type="text"/>			
Echelle métallique :	Adéquat <input style="width: 50px;" type="text"/>	interv requis <input style="width: 50px;" type="text"/>	Remarque : <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>		
Trappes d'accès :	Adéquat <input style="width: 50px;" type="text"/>	interv requis <input style="width: 50px;" type="text"/>			
Aérateur :	Adéquat <input style="width: 50px;" type="text"/>	interv requis <input style="width: 50px;" type="text"/>			

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

Aménagement :

Terrain clôturé :	Oui <input type="text"/>	Non <input type="text"/>	schéma : 
Type de clôture :	<input type="text"/>		
Clôture et portails :	Etat <input type="text"/>		
Accès(intér/ext) :	Facile/difficile/ très dif <input type="text"/>		
Sécurité du site :	Adéquate / Inadéquate <input type="text"/>		
Remarque :	<input type="text"/>		

III.1.5 Conduites d'adduction et de distribution

Les conduites d'adduction et de distribution sont les vecteurs de transport qui permettent de relier la production aux zones de consommation. Elles constituent le cœur du réseau matériel et leur bonne connaissance est la base d'une bonne gestion.

Installées souvent depuis des décennies, leur détérioration entraîne des pertes et des dysfonctionnements dans l'approvisionnement.

Les conduites d'eau potable sont des infrastructures enterrées. Il est difficile et coûteux de recueillir les données les concernant, que ce soit des données descriptives ou des données environnementales. Si une politique volontariste de recherche et de recueil des données associée à la mise en place d'un système d'information géographique n'a pas été mise en place.

Le recueil systématique des données sera utilement réalisé à l'occasion de chaque intervention sur le réseau.

III.1.5.1 Description de l'état de la conduite et du branchement

Cette partie correspond à une approche plus précise de la conduite et permet de se faire directement une idée précise de son état physique, interne ou externe. Elle peut alerter sur l'urgence de travaux à réaliser.

Les informations contenues dans cette partie consistent en un examen visuel de la conduite. Cet examen peut concerner soit la partie de la conduite retirée, si c'est le cas d'une réparation, soit la conduite encore en place. Selon les réparations, comme par exemple la pose rapide d'un manchon de réparation, l'examen de la partie interne de la conduite ne sera pas forcément possible. Ces informations pourront être utiles lors du choix de réhabilitation de la conduite car elles pourront donner une idée de l'état interne et externe de l'état de la conduite [32].

Outre les informations communément utilisées, la date de pose du tronçon est proposée. Cette donnée est demandée car elle est très souvent absente dans les bases de données, et notamment pour les canalisations les plus anciennes. Il peut sembler difficile de définir une date de pose de conduite avec un unique examen visuel. Cependant l'expérience des personnes sur le terrain, ou même l'utilisation en vue de la réparation de dossiers papiers indiquant cette date, peut permettre sa définition. Une date approximative (à 10 ou 15 ans près) peut être suffisante et de toutes façons plus informative qu'une date inconnue.

- Description de la conduite et de son environnement

Cette partie permet de préciser des données concernant la conduite. Ces précisions permettent de mieux comprendre et appréhender, le mécanisme entraînant la défaillance. Elle donne des renseignements sur la conduite, inconnus a priori, et qui ne peuvent être connus qu'à l'occasion de l'ouverture de la tranchée.

Une partie des données concerne des informations plus précises sur les conduites et qui ont pu ne pas être conservées lors de la pose. Elles pourront également permettre une analyse plus précise en fonction des différents éléments disponibles. Si les données existent déjà, il ne sera bien sûr pas utile de les recueillir. Les autres informations caractérisent l'environnement des canalisations en lien avec le risque d'apparition de défaillances, lié à la corrosion (nature du terrain, état du sol, environnement électrique) ou aux risques de mouvement de sol (terrain, trafic, densité d'équipement). Il sera également important de bien définir certaines réponses qualitatives, comme le trafic. Pour cette variable, l'information ne sera pas nécessaire, si elle est déjà disponible par ailleurs.

III.1.5.2 Localisation de la défaillance Description de l'intervention

Elles correspondent aux informations minimales nécessaires qui permettront de réaliser des statistiques générales mais aussi de pointer géographiquement les tronçons à problème. Selon le type d'élément défaillant, une description est proposée avant de vérifier si les informations existantes sont confirmées.

Cette partie consiste à décrire la défaillance, ainsi que le travail effectué par l'équipe pour réparer. Il s'agit d'apporter les informations nécessaires à une meilleure connaissance de la défaillance et de ses causes. Il est important de bien définir les différents types d'intervention. Par exemple l'origine de l'intervention donnera une indication sur la défaillance (fuite ou casse). En effet une fuite localisée à la suite d'une campagne de recherche de fuites concernera a priori une fuite ordinaire plutôt qu'une casse nette de canalisation.

De même, la définition précise de la défaillance permettra une analyse plus fine, car les causes sont en général différentes selon les fuites. Une partie est consacrée aux conséquences de la défaillance, que ce soit en termes de perte d'eau, d'impact sur les abonnés ou sur l'environnement. L'intérêt d'enregistrer ces données est de mieux connaître les conséquences des défaillances voire d'en évaluer des coûts indirects, liés à la restriction d'eau ou aux dommages éventuels.

III.1.5.3 Défaillance sur fontainerie

Ces équipements sont en général d'accès plus facile et peuvent donc être fréquemment examinés visuellement. Cependant une connaissance précise de leur nature, de leur localisation ainsi que de leurs défaillances permettra une meilleure analyse et pourra finir des pistes dans la décision de remplacement ou de réhabilitation de ces équipements.

III.1.5.4 Défaillance sur la robinetterie

Les branchements sont dans une proportion importante à l'origine de pertes d'eau (on constate environ 80 % des interventions sur les branchements, représentant près de 50 % du volume des fuites). Leur constitution en fait souvent les véritables maillons faibles du réseau, du fait notamment du nombre de pièces de raccord, des métaux différents en contact, et aussi des conditions de pose et d'entretien souvent moins soignées que les canalisations. Il est important de bien connaître leur constitution et leur état, ainsi que la nature des interventions qui y sont faites. C'est ce que permet la fiche proposée [33]. La connaissance de leurs défaillances conduira à une évaluation précise de leur état et de leur pathologie, constituant ainsi une aide à la décision importante. La décision de remplacement ou de réhabilitation des branchements et de leur robinetterie pourra d'ailleurs être indépendante de la décision de renouvellement des conduites principales.

Elle donne également des renseignements "administratifs" sur l'intervention, qui permettront entre autre de déterminer son coût, ainsi que sur son impact sur les abonnés (coupure) et l'environnement de la conduite (inondation par exemple).

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

Fiche d'inspection

Conduite

1/Localisation de la défaillance

Commune date

Rue (ou lieu- dit) N° dans la rue

si pas de n° distance (m) par rapport à(schéma)

Partie de réseau concernée

Branchement

Canalisation principale

Fontainerie de réseau

2/ Défaillance sur canalisation :

2.1- description générale de la canalisation

Diamètre du tronçon (mm) matériau de la conduite :

Code SIG du tronçon

Date de pose du tronçon

(Même approximative)

Acier Fonte grise

Amiante-ciment Polyéthylène

Fonte PVC

Béton Autre

Schéma de localisation du tronçon et de la défaillance (indiquer code SIG. Nom de la rue, n° dans la rue, diamètre,..)

2.2- Description de l'intervention :

N° de l'intervention :		
Origine de l'intervention	<input type="checkbox"/> Fuite visible <input type="checkbox"/> Fuite localisée suite à plainte <input type="checkbox"/> Fuite localisée par campagne recherche	Durée intervention (h) :
<p>Type de défaillance (plusieurs choix possible)</p> <input type="checkbox"/> Casse nette <input type="checkbox"/> Casse longitudinale <input type="checkbox"/> Fissure <input type="checkbox"/> Déboitement <input type="checkbox"/> Trou(s) <p>Nombre(s) : Diamètre : <input type="checkbox"/> Joint <input type="checkbox"/> Autre</p>	<p>Cause présumée de la défaillance (plusieurs choix possible)</p> <input type="checkbox"/> Non déterminée <input type="checkbox"/> Tiers <input type="checkbox"/> Corrosion interne <input type="checkbox"/> Corrosion externe <input type="checkbox"/> Mouvement du terrain <input type="checkbox"/> Surpression <input type="checkbox"/> Autre	<p>Type de réparation (plusieurs choix possible)</p> <input type="checkbox"/> 2 joints + tuyaut : Matériau Longueur (m)..... <input type="checkbox"/> Manchon de réparation <input type="checkbox"/> Changement joint <input type="checkbox"/> Rematage joint <input type="checkbox"/> Autre
<p>Perte en eau : <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> modérées <input type="checkbox"/> importante</p> <p>Durée d'arrêt d'eau : Nombre d'abonnés touchés : Coût de l'intervention :</p>		

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

Echantillon prélevé : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> Non		longueur (m) :	
Photographie : <input type="checkbox"/>			
Dommages éventuels (inondation, perturbation trafic.....) :			
2.3- Description de la conduite et de son environnement :			
La conduite :			
Protection intérieur : <input type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Ciment <input type="checkbox"/> Epoxy <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Bitumineux <input type="checkbox"/> Autre	Protection extérieure : <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/> Polyéthylène/ polypropylène <input type="checkbox"/> Zinc <input type="checkbox"/> Bitumineux <input type="checkbox"/> Cathodique <input type="checkbox"/> Autre	Type de joint : <input type="checkbox"/> Joint au plomb <input type="checkbox"/> Joint mécanique <input type="checkbox"/> Joint collé <input type="checkbox"/> Joint soudé <input type="checkbox"/> Joint automatique <input type="checkbox"/> Joint caoutchouc <input type="checkbox"/> Manchon	
Profondeur (m)	Emplacement de la conduite : <input type="checkbox"/> Sous trottoir <input type="checkbox"/> sous chaussée <input type="checkbox"/> Autre :	
Environnement de la conduite :			
Lit de pose : <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Calc. Concassé <input type="checkbox"/> Terre <input type="checkbox"/> Pierre. Cailloux <input type="checkbox"/> Autre	Nature du terrain : <input type="checkbox"/> Roche <input type="checkbox"/> Sable, graviers <input type="checkbox"/> Argile <input type="checkbox"/> Limon, tourbe <input type="checkbox"/> Remblais <input type="checkbox"/> Marne <input type="checkbox"/> Autre	Etat du sol : <input type="checkbox"/> Nappe <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Humide <input type="checkbox"/> Détrempé <input type="checkbox"/> Gelé <input type="checkbox"/> Dégel <input type="checkbox"/> Autre	Trafic : <input type="checkbox"/> Nul <input type="checkbox"/> Faible (voie de desserte) <input type="checkbox"/> Modéré (voies principales) <input type="checkbox"/> Important (axe routier, poids lourds, ligne de bus)
Autre conduites découvertes et distance :	<input type="checkbox"/> Eau <input type="checkbox"/> Assainissement <input type="checkbox"/> Gaz <input type="checkbox"/> Ligne électrifiée <input type="checkbox"/> Autre	Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m).....	
Environnement électrique :	<input type="checkbox"/> SNCF <input type="checkbox"/> Ligne Haute Tension <input type="checkbox"/> Tramway	<input type="checkbox"/> Protection sur réseau voisin <input type="checkbox"/> Autre	

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

2.4- Description de l'état de la conduite :

Etat interne :

Si revêtement existant, état global : <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Existant sur toute la surface interne <input type="checkbox"/> Inexistant à certains endroits <input type="checkbox"/> Inexistant	Dépôt de corrosion <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Peut <input type="checkbox"/> Beaucoup Nature du dépôt : <input type="checkbox"/> Calcaire <input type="checkbox"/> Ferreux <input type="checkbox"/> Autre
--	--

Etat externe :

Si revêtement, Etat du revêtement : <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais	<input type="checkbox"/> Corrosion localisé <input type="checkbox"/> Corrosion généralisé <input type="checkbox"/> Pas de corrosion
--	---

Défaillance sur fontainerie :

Localisation <input type="checkbox"/> Vanne <input type="checkbox"/> Régulateur de pression <input type="checkbox"/> Ventouse <input type="checkbox"/> Vidange <input type="checkbox"/> Bouche de lavage <input type="checkbox"/> Bouche d'arrosage <input type="checkbox"/> S. anti-bélier <input type="checkbox"/> Borne fontaine <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/> Non connue	Cause <input type="checkbox"/> Presse étoupe <input type="checkbox"/> Purge <input type="checkbox"/> Non étanche <input type="checkbox"/> Appareil détruit accidentellement <input type="checkbox"/> Ouvert anormalement <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre Réparation <input type="checkbox"/> Remplacement Réparation Description
---	---

4.1- Sur canalisation du branchement :

Matériau : <input type="checkbox"/> Fonte <input type="checkbox"/> Polyéthylène <input type="checkbox"/> Plomb <input type="checkbox"/> Acier galvanisé	Diamètre : <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Autre :
--	---

Cause	
<input type="checkbox"/> Casse franche	<input type="checkbox"/> Joint
<input type="checkbox"/> Corrosion	<input type="checkbox"/> Conduite déboîtée
<input type="checkbox"/> Fissure	<input type="checkbox"/> Ancien branchement
<input type="checkbox"/> Poinçonnement	<input type="checkbox"/> Non connue

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

Type de réparation	
<input type="checkbox"/> Remplacement (longueur :.....)	<input type="checkbox"/> Réparation
Description :.....	

4.2- Sur robinetterie du branchement :

Matériau :	Diamètre :.....
Localisation	Cause
<input type="checkbox"/> Collier de prise en charge	<input type="checkbox"/> Presse étoupe
<input type="checkbox"/> Té	<input type="checkbox"/> Purge
<input type="checkbox"/> Robinet de prise en charge	<input type="checkbox"/> Non étanche
<input type="checkbox"/> Réducteur de pression	<input type="checkbox"/> Appareil détruit
<input type="checkbox"/> Douille purgeuse	<input type="checkbox"/> Autre
<input type="checkbox"/> Compteur	<input type="checkbox"/> Non connue
<input type="checkbox"/> Robinet d'arrêt	
<input type="checkbox"/> Autre	
<input type="checkbox"/> Non connue	

III.2 Le stockage et l'analyse des informations

Ces fiches peuvent être remplies sur le terrain soit sur support papier, soit directement électroniquement par l'intermédiaire d'un boîtier électronique décollecte de données. Ensuite, dans un cas comme dans l'autre, les données doivent être stockées dans une base de données informatisée, simple ou intégrée à un système d'information géographique.

L'idée de mettre en place des systèmes d'information géographique pour la gestion des réseaux date du début des années 90 pour certaines grandes collectivités. L'objectif recherché est de répondre à tout ou partie des exigences suivantes :

- Connaître le tracé du réseau (c'est la fonction DAO du SIG) ;
- Avoir une description du patrimoine (ce sont les bases de données des canalisations, des vannes...);
- Détenir une base de données de l'état de ces ouvrages (pour planifier leur entretien) ;
- Constituer une base de données des défaillances constatées et des interventions réalisées.

Certaines bases de données spécialisées, couplées à des systèmes d'information géographique, existent. Elles sont simplifiées et peuvent permettre l'enregistrement des données par une personne peu habituée à l'utilisation de l'informatique. C'est le cas, entre autres, de l'applicative eau potable de Cart@jour de G2C environnement qui intègre un module d'archivage des défaillances des réseaux (Figure III.1) [41].

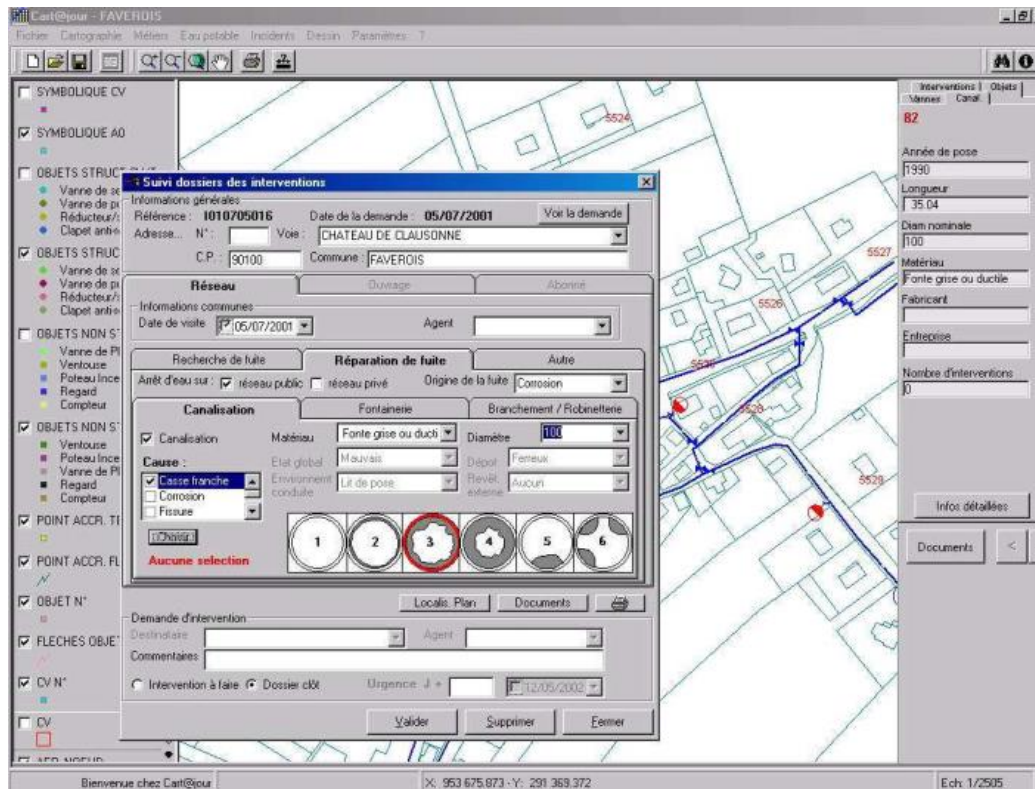


Figure III.1: Exemple de fenêtre de saisie du logiciel Cart@jour [33].

III.2.1 Système d'informations géographiques

Un SIG permet d'organiser, gérer, combiner et analyser des informations de diverses sources, associées à des objets localisés géographiquement. Cette fonction première du Systèmes d'information géographique (SIG) est le support technologique nécessaire au fondement d'une stratégie de gestion patrimoniale : la maîtrise de la connaissance [19].

Le déploiement des SIG dans les collectivités territoriales s'inscrit dans le contexte du développement des technologies numériques et de l'Internet. Beaucoup de personnes assimilent un SIG à un logiciel alors que ce dernier n'est que l'une des composantes d'un ensemble incluant les dimensions suivantes (figure III.2) :

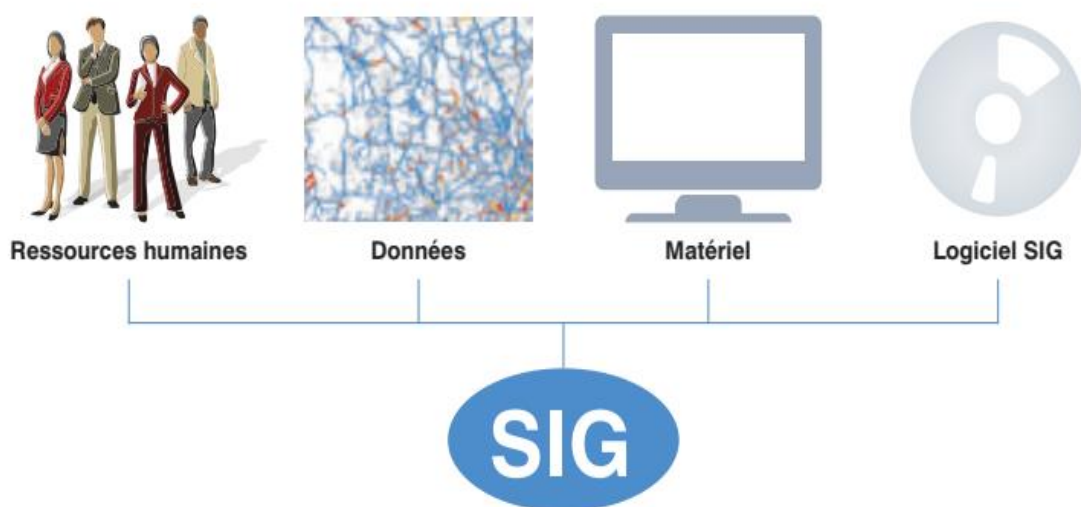


Figure III.2 : Les 4 composantes d'un SIG [33].

III.2.1.1 Principes et concepts généraux d'un SIG

-Un SIG apporte une dimension visuelle ;

-Le SIG permet de mettre en relation des données spatiales et des données alphanumériques structurées en base de données et de les restituer sous forme de carte. Ce type de visualisation est beaucoup plus intuitif et spontané quel que soit le domaine concerné, et d'autant plus lorsqu'il s'agit de gestion d'infrastructures à grande échelle [19] ;

-Le SIG gère des objets de manière individuelle dans l'espace – comme l'emprise de l'objet sur la carte (par exemple le tracé d'une canalisation), quelle que soit l'échelle choisie et gère les informations associées à cet objet ;

-Le SIG permet surtout une gestion unique de l'information qui peut ensuite être représentée de différentes manières ou dans plusieurs « cartes thématiques » sans duplication ;

-Un SIG gère des bases de données ;

-Le SIG permet de stocker et structurer une grande quantité et diversité d'informations sur les objets qu'il contient. Une ou plusieurs cartes ne permettraient pas d'apporter un tel

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

niveau d'informations. La structuration des données est un élément fondamental qui permet d'assurer l'homogénéité et la pérennité de l'information.

Ces informations peuvent concerner l'identité des objets, leurs caractéristiques, des documents associés et même l'historique des événements qui concernent l'objet. Par exemple, pour une canalisation, il pourra s'agir de son identifiant, son diamètre, son matériau, sa date de pose, un plan de récolement attaché, l'historique des fuites et des réparations.

De plus, ces informations sont relationnelles, c'est-à-dire qu'elles peuvent être utilisées dans des requêtes ou calculs. Un exemple simple : « sommer les longueurs des canalisations derrière un compteur donné »

-Un SIG gère les informations en couches ;

Le principe de couches (ou calques ou layers) permet de regrouper sur un même « niveau » des informations de même nature. Par exemple, on pourra trouver des couches (Figure III.3) [20] :

- Canalisations ;
- Accessoires ;
- Bâti ;
- Cadastre ;
- Zonages divers (PLU, Occupation des sols...) ;
- Ortho-photo-plan ;
- Scan IGN .

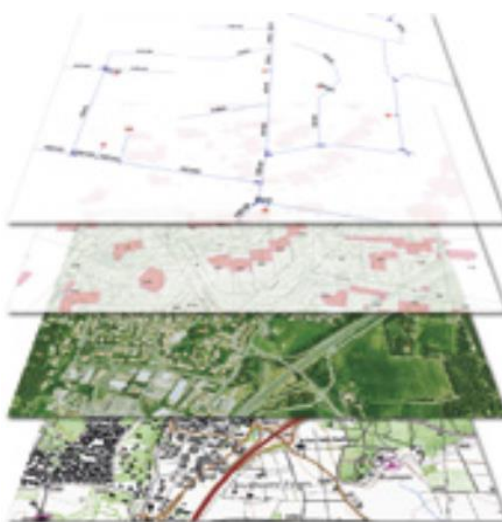


Figure III.3 : les différentes couches élaborées sous SIG [19].

Cette organisation permet une gestion personnalisée de l'affichage/de la création de cartes :
Afficher ou masquer certaines couches en fonction de l'affichage souhaité;

- Gérer l'apparence des différentes couches;

Zoomer et naviguer aisément dans la carte et grâce au contrôle de l'affichage/ masquage des couches/objets en fonction de l'échelle à laquelle on se trouve (c'est ce qu'on appelle la plage d'affichage). Par exemple, il ne sert à rien de voir des vannes quand on regarde une carte à l'échelle d'un département.

Il est donc possible déstocker et manipuler un très grand nombre d'informations toute ayant un affichage à l'écran ou à l'impression maîtrisé et lisible.

III.2.1.2 Un SIG est un outil dynamique

Il permet la mise à jour constante des informations de base qu'il contient, par exemple celles du réseau en cas d'extension sous renforcement du réseau l'ouverture/fermeture de vannes la mise hors service de certains tronçons.

III.2.1.3 Un SIG est un outil d'analyse

Il permet d'interroger la base de données avec des critères génériques ou des critères spatiaux, ce qui apporte un fort potentiel d'analyse et de croisement d'informations (par exemple : «Calculer le linéaire total de canalisations de diamètre inférieur à 60 mm dans le secteur sud-est du territoire » ; ou encore : « dresser la carte des fuites sur canalisations pour les 3 dernières années »).

III.2.1.4 Un SIG apporte des fonctionnalités avancées

En plus des fonctions de base (visualisation, impression de plans, requêtes), il offre des fonctionnalités avancées [19] :

- Intégration dans les processus métier : génération de courriers ou ordres de service ;
- Archivage des interventions ;
- Interface avec les bases de données clientèle, interface avec la télégestion, interface avec des outils de modélisation.

Un SIG facilite les échanges de données entre différentes bases et permet leur visualisation dans la même interface.

De manière synthétique, l'usage d'un SIG peut se représenter ainsi :



Figure III.4 : différentes étapes d'usage d'un SIG [19].

Un SIG « métier » doit s'accompagner de fiches d'interventions et procédures adaptées au fonctionnement et au quotidien du service d'eau afin de servir les équipes sur le terrain mais aussi de faire remonter le maximum d'informations dans le système.

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

La base de connaissance est alors constamment alimentée et mise à jour et le degré de connaissance patrimoniale progresse (figure III.5).

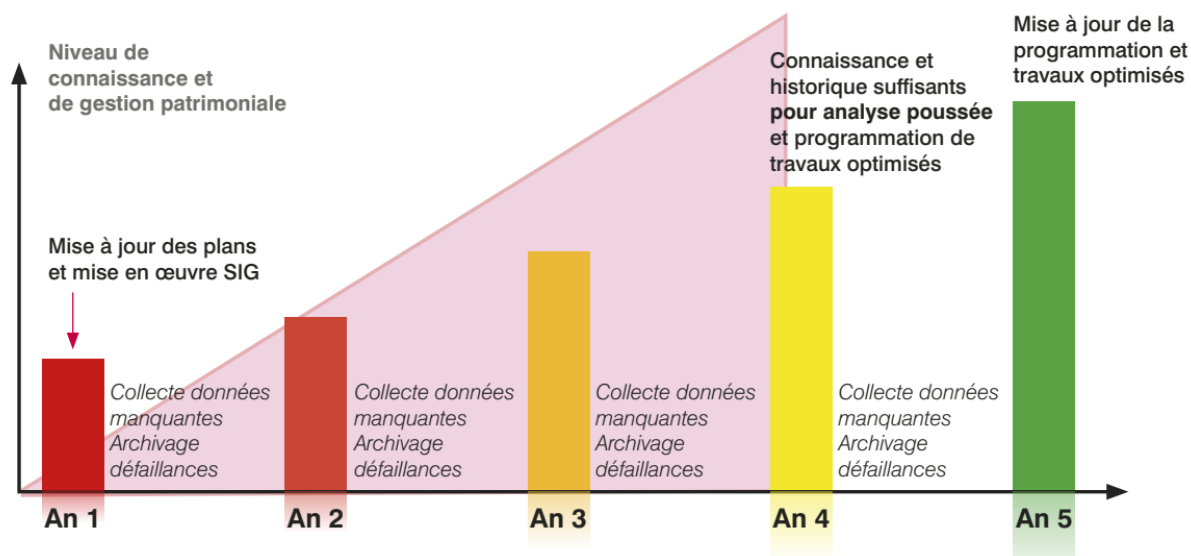


Figure III.5 : Montée en charge de la connaissance et de la gestion patrimoniale suite à la mise en place du « socle » SIG © G2C ingénierie [19].

Les ressources humaines sont un élément clef de la réussite pour la mise en œuvre et la pérennité du SIG.

Les facteurs clef de succès du déploiement d'un SIG sont :

- La formation du personnel ;
- L'adhésion des utilisateurs ;
- Le maintien à jour des données ;
- La pérennité de son administration.

2.1.5-Usage des SIG dans les réseaux hydrauliques :

L'élément clé de la réussite d'un projet de construction d'un SIG dans les réseaux hydrauliques est la base de données. Elle doit être conçue de telle façon à assurer le passage des données du SIG vers le logiciel de calcul pour la simulation des calculs hydrauliques (exemple : Epanet etc.), puis le retour des résultats vers SIG pour leur analyse et leur interprétation [33].

2.2-Structure de la base de données

Pour chaque élément du réseau d'AEP une approche de la structure de la base de données est donnée. Les SIG englobent en général quatre sous-systèmes (figure III.6) [32].

- Un sous-système pour l'acquisition des données géographiques qui peuvent être d'origines diverses (environnement de la conduite avec les caractéristiques des sols, la géologie, la sismique...);
- Un sous-système de gestion de données pour le stockage, l'organisation et la recherche de données;
- Un sous-système d'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation des données géographiques;

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

- Et enfin un système de présentation des résultats soit sous forme de carte par l'affichage graphique à l'écran ou par sorties cartographiques sur papier, soit sous forme de listes ou de tableaux.

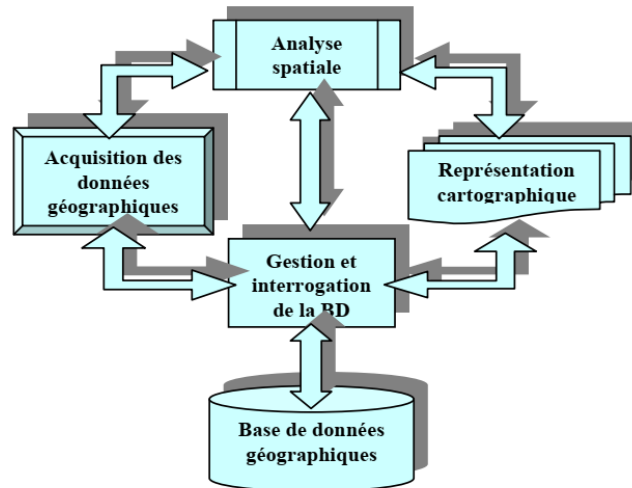


Figure III.6 : Structure d'un Système d'Information Géographique [32].

III.2.3 La table « Sources »

- Date de réalisation;
- Coupe technique ;
- Un schéma ou une coupe technique sont indispensables, dressés sur la base des informations recueillies et des observations faites lors d'une visite des sites ;
- Etat général de la chambre de captage mais aussi des crépines.

III.2.3.1 pérennité de la source

- Débit moyen à l'étiage ;
- Importance des fluctuations annuelles ;
- Temps de réponse entre la pluviométrie et les variations de débit.

III.2.4 La table « Puits et Forages »

- ID_ Forage ;
- Caractéristiques techniques des captages ;
- Date de réalisation ;
- Un schéma ou une coupe technique ;
- Type de nappe ;
- Niveau statique ;
- Niveau dynamique ;
- Variation suivant les saisons ;

- Equipement de protection du forage ;
- Assèchement en période d'étiage ;
- Débit d'exploitation ;
- Diamètre ;
- Profondeur ;
- Débit ;
- Présence d'une pompe ;
- Date de mise en service ;
- Côte de calage de la pompe.

III.2.5 La table « Réservoirs »

- ID_ réservoirs;
- Année de réalisation;
- Capacité de stockage en m³ ;
- Altitude du radier en m ;
- Altitude trop-plein.

III.2.6 La table « conduite »

La structure de la base de données est la suivante :

- ID_ tuyau ou ID_ conduite ;
- Longueur réelle en m ;
- Diamètre en mm ;
- Type du matériau ;
- Année de pose ;
- Nombre de fuites sur cette conduite ;
- Maître d'ouvrage ;
- Maître d'œuvre ;
- Entreprise de réalisation ;
- Position de la conduite ;
- Observation.

III.2.7 La table « Nœuds »

La structure de sa base de données est la suivante :

- ID_ Nœuds ;
- Côte : altitude en m.

III.3 L'exploitation des données stockées

Enfin sera abordée la question de l'exploitation de ces données, qui augmentent la connaissance du réseau et de sa vie et qui outre le diagnostic en site réel et temps réel,

peuvent permettre d'alimenter des modèles de vieillissement, développés essentiellement au niveau de la conduite, et des outils d'aide à la décision du renouvellement. A l'issue de l'opération de collecte des données représentant les caractéristiques du système d'alimentation en eau potable, le stockage et l'analyse ; deux types de diagnostics peuvent être abordée en guise de l'exploitation de ces données :

III.3.1 Les diagnostics fonctionnels

Les diagnostics fonctionnels cherchent à décrire le comportement hydraulique des différents dispositifs du réseau.

III.3.1.1 Le suivi des volumes

Le suivi des volumes produits, mis en distribution et consommés à l'échelle du secteur de distribution fait partie intégrante des diagnostics fonctionnels du système d'alimentation en eau potable [34].

Le suivi quotidien de ces différents volumes, en particulier les débits nocturnes permet de suspecter rapidement des anomalies et lorsqu'elles sont confirmées (persistance des débits anormaux, élimination des autres causes possibles de variations de débits) de déclencher des mesures correctives. Ce suivi des volumes peut également servir à mesurer les résultats de la gestion patrimoniale mise en place.

Ponctuellement, il est possible d'affiner ce suivi par îlotage. Il s'agit de mesurer le débit introduit dans les différents îlots de la zone du réseau étudiée. L'îlotage est généralement réalisé de nuit lorsque les consommations sont minimales et l'impact pour les usagers limités ce qui permet d'assimiler les débits mesurés aux pertes de l'îlot.

Entre la production et la consommation, se trouve la distribution. Au cours de la distribution, peuvent enregistrer des pertes de diverses origines qu'il est nécessaire de quantifier et d'analyser. Ces pertes seront caractérisées d'une part par certains chiffres du rendement et d'autre part par une analyse spécifique nécessitant des investigations complémentaires.

Le rendement d'un réseau permet de caractériser son efficacité et les problèmes existants. Ces chiffres caractéristiques sont issus de la comparaison entre la production, la distribution et la consommation. Ils sont donnés de manière globale ou de manière sectorielle, comme pour les données elles-mêmes.

A partir de ces différentes catégories de données et des caractéristiques du réseau, seront calculés les rendements (R) et indices habituels, comme les rendements primaires (Rp) et rendements net (Rn), les indices linéaires de pertes (ILP) en distribution ou en réparation [35],[36].

Il peut également être intéressant d'avoir une idée des principales lignes piézométriques à différentes périodes, de connaître l'évolution des caractéristiques de l'eau, de même que de réaliser périodiquement des analyses de débit sur les compteurs des différents secteurs de distribution.

III.3.2 La modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique d'un réseau d'eau potable correspond à la représentation du fonctionnement du réseau et de ses composants principaux dans l'espace et dans le temps au sein d'un logiciel dédié. Une modélisation hydraulique permet de simuler des scénarios, afin de tester les réponses du réseau (débits et pressions) dans différents contextes (période de pointe, incendie, défaillance d'un ou plusieurs organes du réseau).

L'intérêt de la modélisation est donc multiple, elle permet :

- * D'appréhender le fonctionnement hydraulique du réseau et donc de déceler les points d'amélioration potentielle : zone de pressions extrêmes (basse ou haute), temps de séjour en certains points du réseau;
- * De diagnostiquer et d'optimiser le fonctionnement des ouvrages: temps de fonctionnement des pompes, marnage de réservoir;
- * De tester le fonctionnement du réseau dans des conditions inhabituelles: défense incendie, rupture de conduite;
- * D'estimer le potentiel d'évolution du réseau face à une augmentation ou une réduction des besoins en eau: urbanisation, vente d'eau en gros, inter connexion de secours;
- * De dimensionner les futurs ouvrages en tenant compte des évolutions de la demande: canalisations, stations de pompage, réservoirs.

III.3.2.1 Les types de modélisation

On distingue plusieurs types de modèles [37]:

- Modèle pour le dimensionnement du réseau :

Le modèle permet de vérifier pour une configuration donnée du réseau, la satisfaction des exigences des abonnés en termes de pression et de débit. L'intérêt est de dimensionner les conduites et dispositifs hydrauliques. L'état des conduites et la demande sont supposés connus. Le niveau de détail est important, toutes les conduites sont représentées.

- Modèle pour l'analyse du fonctionnement hydraulique et diagnostic :

Dans ce cas, le modèle cherche à décrire le fonctionnement d'un réseau existant, par la détermination de l'état des conduites à travers la mesure de la rugosité des conduites et la demande des abonnés. Pour un réseau, des données liées à la topologie du réseau, les types des conduites, la typologie des consommateurs ainsi que des mesures de pression et débits en des points du réseau sont supposés connus. Un calage du modèle permet de déterminer certains paramètres inconnus : rugosité, consommation afin de s'approcher le plus possible du fonctionnement réel du réseau.

-Modèle pour la gestion du réseau :

Dans ce cas le modèle servira à décrire le comportement des sources d'approvisionnement, des zones de stockage et des stations de pompage. L'intérêt de ce type de modèle est d'optimiser l'exploitation des sources d'eau et de minimiser les coûts d'exploitation du réseau en régulant le pompage et le stockage de l'eau dans la journée. Ce modèle ne retient que les conduites de grand diamètre servant au transport et à la distribution de l'eau.

-Modèle pour la mesure de la qualité de l'eau :

Dans ce cas le modèle cherche à décrire les temps de séjour (stagnation de l'eau) de l'eau dans le réseau. En effet des temps de séjour important altèrent la qualité de l'eau dans le réseau. L'objet du modèle est de mesurer l'évolution d'un produit à titre d'exemple le chlore dans le réseau et d'en mesurer les concentrations à des points précis du réseau.

III.3.2.2 Précision du modèle et représentation du réseau d'AEP

La modélisation du fonctionnement du réseau doit décrire le comportement réel du réseau. En fonction de l'utilisation du modèle, un niveau de détail doit être défini. Le modèle ne considérera que certaines conduites du réseau et certains abonnés seront

rassemblés sur des nœuds afin de simplifier la modélisation. Il n'existe pas de règles précises pour la simplification de réseau, mais certaines sont fréquemment utilisées :

- Suppression des conduites de petits diamètres ou de petites longueurs ;
- Suppression des conduites en antenne ;
- Suppression des nœuds intermédiaires ;
- Agglomération de plusieurs abonnés en un même nœud ;
- Enchaînement de conduites de même diamètre et même matériau ;
- Distinction entre abonnés de nature différente : domestique, industriel, autres.

La pertinence d'un modèle est naturellement liée à la qualité des données servant à sa construction. Plus les données de base (demande des usagers, diamètre intérieur, longueur, Matériau, rugosité, courbes de pompage, volumes des réservoirs...) seront précises et fiables Plus la modélisation sera fidèle. Afin de vérifier la validité d'un modèle il est également Nécessaire d'effectuer un calage. Il s'agit de confronter les résultats de la modélisation à des Mesures réalisées sur le terrain.

III.3.3 Les diagnostics structurels

Les diagnostics structurels des canalisations s'inspirent fortement des techniques utilisées pour évaluer l'état d'ouvrages en superstructure. Les différences résident principalement en l'accessibilité de la zone à diagnostiquer. Selon les techniques l'accès à une canalisation enterrée peut nécessiter la réalisation de fouilles (mesure par l'extérieur ou prélèvement d'échantillon) ou l'accès à l'intérieur de la conduite ce qui entraîne l'arrêt ou la dégradation du service (pression, quantité) [38].

L'enregistrement des défaillances pourra être traité tout d'abord globalement. Le nombre total de défaillances (ou le taux de défaillance) par catégorie de conduite, par zone ou pour la totalité du réseau pourra être utilisé afin de contrôler leur évolution dans le temps.(Figure III.7).

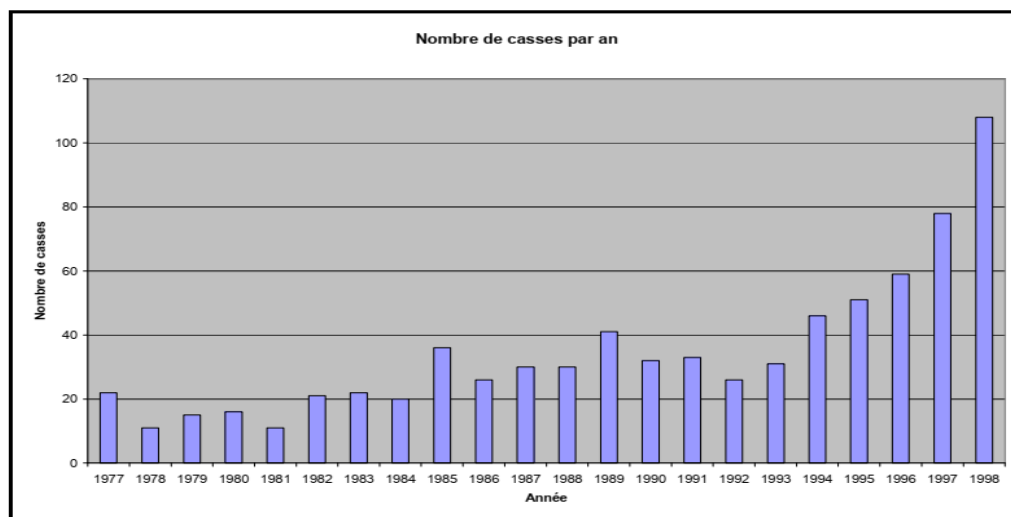


Figure III.3.7: Exemple d'évolution des défaillances sur un réseau européen [32].

Les défaillances pourront également être traitées conduite par conduite. Un nombre toujours croissant de défaillances pour un tronçon de canalisations est en effet significatif de sa détérioration. Certains services se fixent d'ailleurs un nombre de défaillances maximum sur une certaine période, comme par exemple 5 défaillances sur 3 ans, au-dessus duquel il est décidé de réhabiliter le tronçon.

Si l'historique de défaillances est suffisant (5 ans minimum), une analyse statistique plus précise peut permettre de mieux connaître le phénomène d'apparition des défaillances. Grâce aux informations liées au trafic ou au sol, il peut alors être possible de calculer l'influence de ces variables sur les défaillances. Il est également possible d'estimer des fonctions d'apparition de défaillance, qui peuvent permettre de faire une prévision des défaillances à divers horizons. Ces méthodes statistiques s'appuient sur des régressions simples ou des analyses qui permettent de prendre en compte la variable "temps". C'est le cas, par exemple, des analyses de survie (Figure III.3.8) ou de la régression de Poisson [32].

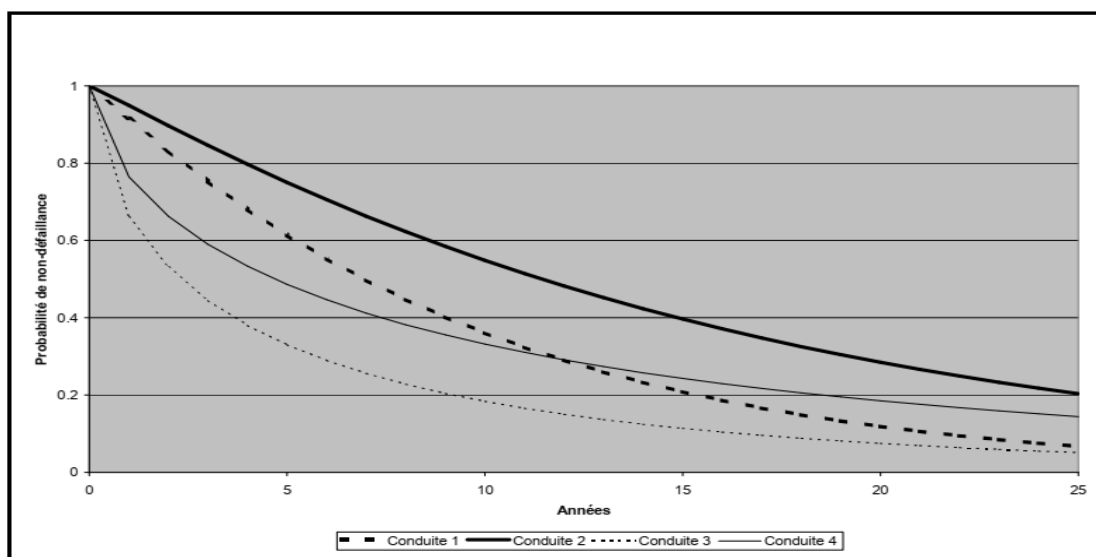


Figure III.3.8 : Fonctions de non-défaillance calculées par analyse de survie [32].

Les modèles obtenus à la suite de ces analyses qui dépendent des variables qui auront été déterminées comme significativement influentes sur les conduites, permettent de faire des prévisions et de classer les tronçons ou les catégories de tronçons en fonction d'un nombre ou d'un taux prévu de défaillances à un horizon fixé. Ce type d'analyse peut être défini comme préventif comparé aux premières analyses, qui sont plutôt à caractère.

Le même type d'analyse peut également être réalisé sur les branchements ou les équipements de fontainerie, même si leur durée de vie est a priori plus courte que celle d'une conduite principale [39].

Conclusion :

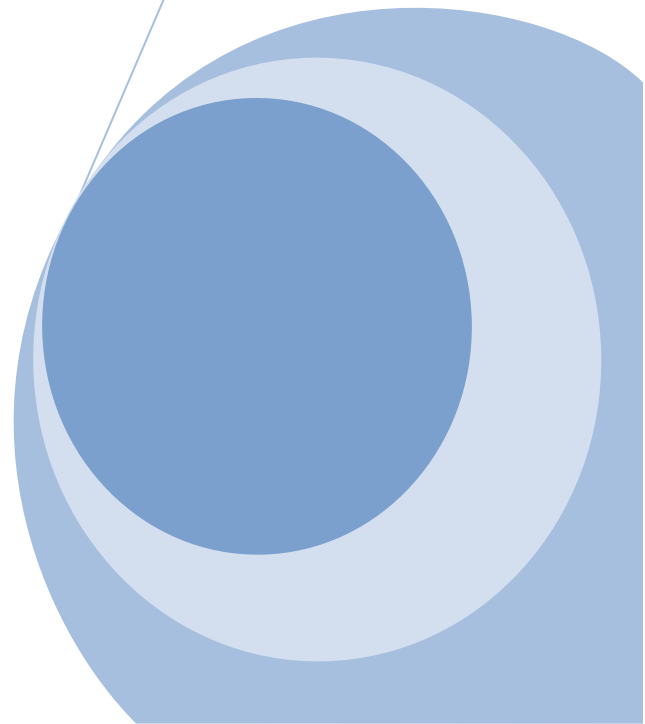
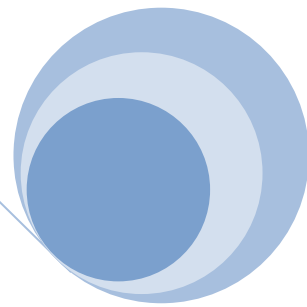
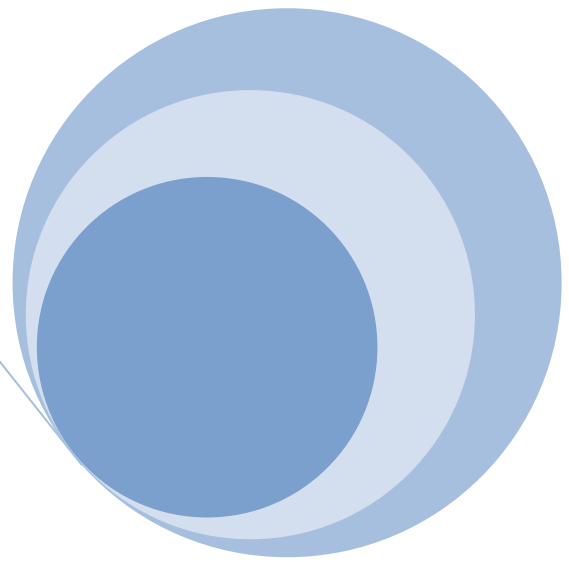
Il est prioritaire de généraliser les outils permettant la collecte et le stockage des données relatives aux facteurs déterminant l'état du réseau.

Ces outils ne doivent pas contenir seulement des données techniques sur les conduites et leurs milieux environnants mais aussi des données aussi précises que possible sur

Chapitre III : l'approche méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'AEP

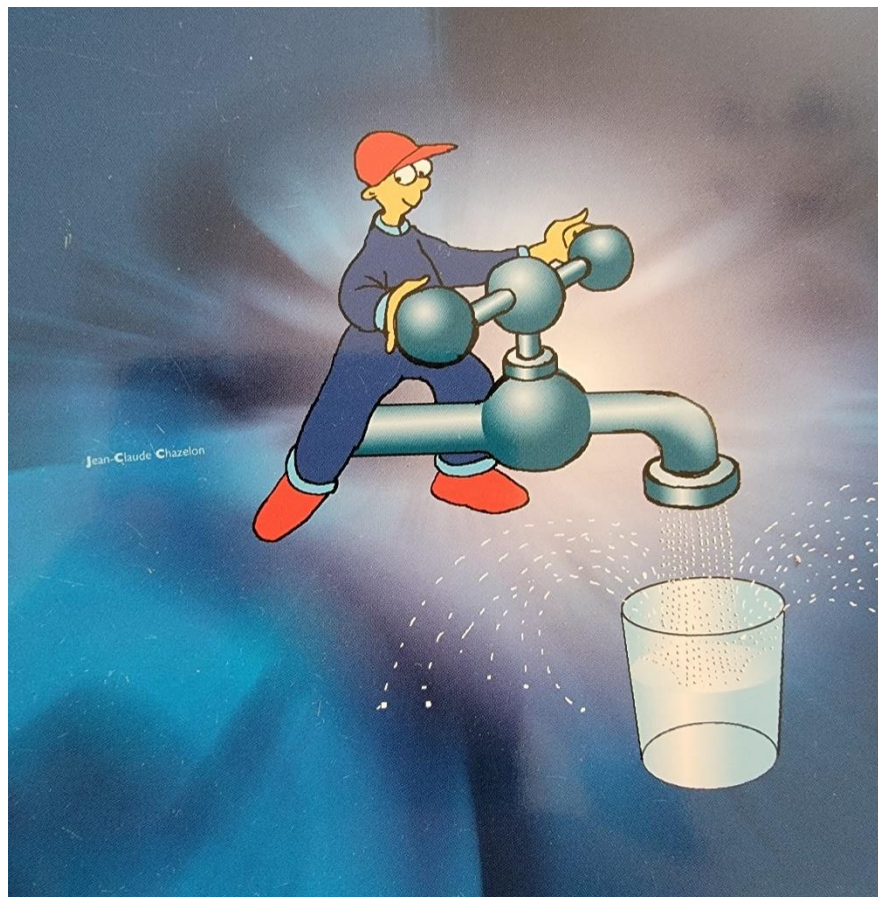
l'historique des interventions de premier établissement, d'entretien, de réparation ou de renouvellement.

La réalisation d'un diagnostic de réseau nécessite la mise en place d'une démarche progressive et organisée. Le diagnostic de réseau peut s'inscrire dans un contexte plus global d'étude du système d'alimentation en eau potable incluant, par exemple, la modélisation, le schéma directeur ou l'amélioration de la gestion des installations.



**CHAPITRE IV GUIDE MÉTHODOLOGIQUE
DE DIAGNOSTIC D'UN SYSTÈME DU
RÉSEAU D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE**

Guide méthodologique de diagnostic d'un système du réseau d'Alimentation en Eau Potable



La fonction première du système d'alimentation en eau potable est de délivrer une eau potable au robinet de chaque consommateur. Des limites et des références de qualité doivent être respectées pour un certain nombre de substances physico-chimiques et de caractéristiques microbiologiques.

À ces obligations réglementaires s'ajoute la prise en considération du confort des usagers. Afin de limiter les désagréments liés à certains paramètres physico-chimiques, le service d'eau se fixe parfois des seuils plus exigeants que les limites et références de qualité. Par exemple, la présence de fer, même en dessous des seuils réglementaires peut provoquer des désagréments pour les usagers du service.

Une gestion patrimoniale axée sur la continuité du service débute dès la conception du réseau, par le choix de canalisations adaptées à l'environnement, aux conditions d'exploitation et à la qualité d'eau.

Afin d'améliorer la continuité du service, le plan d'actions comprend :

- Le diagnostic des facteurs de dégradation du patrimoine et le suivi des défaillances ;
- La mise en place de mesures de protection contre les facteurs de défaillance ;
- Mise en place de protection cathodique sur les canalisations métalliques et béton âme tôle ;
 - Adaptation de la qualité d'eau (pouvoir entartrant, concentration et type de désinfectant utilisé) ;
 - Gestion de la pression par régulation ou modulation ;
 - L'optimisation des renouvellements des canalisations présentant une probabilité de défaillance élevée et des conséquences potentielles graves à la survenue d'une défaillance. Ainsi, les canalisations à renouveler en priorité seront par exemple celles qui, en cas de rupture, priveraient d'eau des abonnés sensibles et/ou durablement un nombre important d'habitants ;
 - La minimisation des conséquences d'une défaillance ;
 - Par l'augmentation du maillage du réseau, voire en doublant les canalisations stratégiques. Cette action peut avoir un impact négatif sur l'axe qualité de l'eau en augmentant les temps de séjour ;
 - Par la mise en place d'un plan de maintenance des vannes, afin de disposer d'une manière certaine d'équipements de sectorisation fiables ;
 - Par la mise en place d'organes de surveillance (capteurs) ou de protection (vannes de survitesse, soupapes de décharge) ;

Ainsi, une gestion patrimoniale axée principalement sur la continuité de service tendra à mettre en place un niveau élevé de sécurisation de son réseau

Toutes les données descriptives du réseau et de son fonctionnement doivent être scrupuleusement actualisées lors de modifications ou d'interventions sur les conduites ou les branchements. Selon l'organisation du service des eaux, des procédures adéquates seront mises en place de façon à garantir la transcription précise des modifications réalisées sur le terrain.

Le suivi des comptages et l'analyse des indices de perte peuvent conduire l'exploitant du réseau à réaliser des campagnes d'investigations temporaires sur un secteur donné.

Pour ce faire, on utilise les moyens habituels des campagnes de mesure : appareils de comptage (éventuellement provisoires), enregistreurs de données.

Le présent guide prescrit, de disposer de :

- Plans détaillés permettant la localisation de tous les équipements: vannes, ventouses, vidanges, clapets anti-retour, organes de régulation (réducteurs de pression par exemple), poteaux et bouches incendie, points de comptage, détecteurs de fuites fixes;
- Les caractéristiques principales des ouvrages: les volumes des réservoirs, les cotes radiers et de trop-plein des réservoirs, les débits et hauteurs manométriques totales des systèmes de pompage et de surpression;
- La localisation des canalisations hors service;
- à défaut de meilleure précision la localisation de la conduite sous la chaussée (côté pair, impair, centre) ou sous trottoir (pair ou impair);
- La localisation des servitudes qui est une donnée essentielle à la planification des interventions sur le réseau. Elle permet, par exemple, d'intervenir en urgence sur un terrain privé sans avoir obtenu l'autorisation du propriétaire.

Dès ce niveau, il est également prescrit de gérer sur support informatique l'ensemble des plans afin d'en faciliter les modifications, mises à jour et reproductions.

Des synoptiques planimétrique et altimétrique des ouvrages sont également nécessaires à la bonne compréhension du fonctionnement du réseau et donc à son optimisation. Les interconnexions avec les réseaux voisins (existantes ou envisageables) doivent y être représentées.

Concernant les canalisations, il est nécessaire à ce stade de recenser diverses informations telles la fonction (adduction d'eau brute, adduction d'eau potable ou distribution d'eau), la profondeur, l'altimétrie du terrain naturel, le type de joints, la date et le motif de l'abandon...

Enfin, une attention toute particulière doit être apportée à la gestion et à l'archivage des données sur les défaillances afin de pouvoir mettre en œuvre des outils d'aide à la décision. Ces informations doivent être datées, localisées et doivent préciser le type de la défaillance, sa cause probable, la méthode de détection mise en œuvre. Pour être exploitées dans les modèles prédictifs de défaillances, ces informations doivent être conservées même si les canalisations sont été renouvelées au cours du temps.

La réparation de ces défaillances est également l'occasion de contrôler ou d'enrichir les données descriptives du patrimoine.

L'alimentation en eau potable repose principalement sur :

- Le captage de cette ressource naturelle, par puits, forage, source, barrage, prise d'eau ;
- Le stockage ;
- Les stations de pompage ;
- Les conduites d'adduction et de distribution vers les usagers.

Le diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable devient un préalable indispensable à la définition de programmes d'actions cohérents permettant d'optimiser la gestion des réseaux et de palier aux éventuelles insuffisances de qualité, de quantité ou de sécurité d'approvisionnement des citoyens.

Une démarche en trois étapes est proposée : le recueil des informations, puis le stockage des informations et enfin l'exploitation des informations accumulées au fil du temps.

Une présentation sous forme de fiches individuelles permet à l'exploitant de disposer dans un seul document de l'ensemble des informations nécessaires à sa gestion.

Le contenu de la fiche

La plupart des informations recherchées sont à recueillir à partir de questions "fermées", c'est à dire qui proposent une liste de réponses précises. Ce système de questions à deux intérêts. Tout d'abord il permet un gain de temps lors de son remplissage mais aussi lors de la mise en forme informatique de la fiche. Ensuite il empêche que les données recueillies puissent dépendre de la personne sur le terrain.

Une analyse des composants d'un système d'alimentation en eau potable nous a conduit à élaborer six fiches d'enquêtes pour le recueil des informations.

Ce guide est pensé et rédigé comme une référence technique de qualité, S'adressant à toutes les services de distribution de l'eau, quelles que soient leur taille et leurs organisations, et ne concerne pas seulement les plus grands services.

Tous les services de distribution de l'eau sont confrontés au défi de fournir un niveau de service d'eau satisfaisant aux citoyens. Ce guide viendra en aide, en particulier, aux municipalités ayant des ressources limitées afin qu'elles réussissent à relever ce défi de taille. L'utilisation de ce guide permettra de faire le suivi des travaux en respectant les bonnes pratiques du milieu et aidera les services dans l'atteinte de leurs objectifs.

Etape I

Recueil des informations

- 7 -

conduite et de son

2.4 - Description de l'état de la conduite

ETAT INTERNE

Si revêtement existant, état global :

Bon
 Moyen
 Mauvais
 Existant sur toute la surface interne
 Inexistant à certains endroits
 Inexistant

Entourer la conduite la plus ressemblante :

ETAT EXTERNE

Si revêtement, état du revêtement :

Bon
 Moyen
 Mauvais

Entourer la conduite la plus ressemblante :

Emplacement du percement

Depuis

Type de joint :

Joint au plomb
 Joint mécanique
 Joint colle
 Joint soudé
 Joint caoutchouc
 Manchon

de la conduite :

sous chaussée Autre :

Etat du sol

Nappes
 Sec
 Humide
 Détrempé
 Gelé
 Autre :

Trafic :

Nil
 Faible (voie de desserte)
 Modéré (voies principales)
 Important (axe routier, poids lourds, ligne de bus)

Distance (m) :
 Distance (m) :
 Distance (m) :
 Distance (m) :

Protection sur réseau voisin
 Autres :

Dépôt de corrosion

Aucun Peu Beaucoup

Nature du Dépôt :

Calcaire
 Ferreux
 Autre

Corrosion localisée
 Corrosion généralisée
 Pas de corrosion

2.2 La fiche de renseignements sur les défaillances

Remarque : Une défaillance est une fuite ou une casse de conduite (recherchée ou non) entraînant une

1 - LOCALISATION DE LA DEFAILLANCE

Commune Date

Rue (ou lieu-dit) N° dans la rue

Côté pair
 Côté impair

Si pas de n°, Distance (m) par rapport à (schéma)

2 - DEFAILLANCE SUR CANALISATION

2.1 - Description générale de la canalisation

Diamètre du tronçon (mm) :

Code SIG/BdT du tronçon :

Date de pose du tronçon (même approximative) :

Matériau de la conduite :

Acier Fonte grise
 Amiante-Ciment Poly-éthylène
 Fonte ductile PVC
 Béton Autre :

2.2 - Description de l'ir

N° de l'intervention:

Origine de l'intervention

Fuite visib
 Fuite loca
 Fuite loca

Type de défaillance (plusieurs choix possibles)

Casse nette
 Casse longitudinale
 Fissure
 Déboîtement
 Trou(s)
 Nombres :
 Diamètres :
 Joint
 Autre :

Ca
déf
 ch
 M
 T
 C
 C
 C
 M
 S
 A

Pertes en eau :

Durée d'arrêt d'eau:

Coût de l'intervention:

Schéma de localisation du tronçon et de la défaillance (indiquer code SIG-BdT, Noms de rue, n° dans la rue, diamètre, ...)

Les captages

Les captages sont les ouvrages qui permettent d'exploiter la ressource. Ils correspondent à :

- Des sources naturelles drainées et captées dans des collecteurs;
- Des puits ou des forages forés à plus ou moins grande profondeur selon le contexte de la ressource;
- Des prises d'eau en rivière.

Les caractéristiques techniques des captages :

Pour les sources.

- Date de réalisation ;
- Date de mise en service ;
- Coupe technique ;
- Un schéma ou une coupe technique sont indispensables, dressés sur la base des informations recueillies et des observations faites lors d'une visite des sites ;
- Etat général de la chambre de captage mais aussi des crépines ;
- Pérennité de la source ;
- Débit moyen à l'étiage ;
- Importance des fluctuations annuelles ;
- Temps de réponse entre la pluviométrie et les variations de débit.

Les principales informations que peuvent contenir une fiche de collecte des données pour les sources sont représentées dans la fiche ci-après.

Source

date de réalisation

Débit :

Variation suivant les saisons : oui non

Assèchement en période d'été : oui non

- temps de réponse entre la pluviométrie et les variations de débit.

- débit moyen à l'été

Equipement de protection de la ressource :

Etat général de la chambre de captage

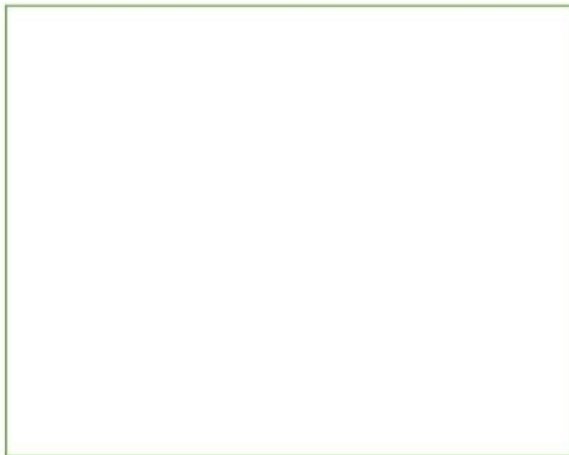
Etat général de la chambre des crépines

Type de pollution (latrines, ordures, animaux, fosses septiques) :

Mesure du volume produit : oui non

Méthode de comptage :

Coupe technique



Pour les puits et les forages.

- Date de réalisation ;
- Date de mise en service ;
- Un schéma ou une coupe technique ;
- Type de nappe ;
- Niveau statique ;
- Niveau dynamique ;
- Variation suivant les saisons ;
- Equipement de protection du forage ;
- Assèchement en période d'été ;
- Débit d'exploitation ;
- Diamètre ;
- Profondeur ;
- Débit ;
- Présence d'une pompe ;
- Type de pollution ;
- Mesure du volume produit ;
- Méthode de comptage.

Le contenu des informations collectés relatives au diagnostic des puits et des forages sont illustrés dans les figures suivantes :

Puits

Nombre de puits : _____

Type de nappe : alluviale phréatique profonde

Type de puits : (description) _____

Niveau statique (cote de la nappe / terrain naturel) : _____

Niveau

dynamique : _____

Date de réalisation :

Variation suivant les saisons : oui non

Assèchement en période d'été : oui non

Diamètre :

Profondeur :

Débit :

Présence d'une pompe : oui non

Type de pompe :

Etat de marche :

Type d'amorçage :

Equipement de protection de la ressource:

Couverture sur le puits : oui non

Dalle bétonnée : oui non

Muret : oui non

Caniveau : oui non

Type de pollution (latrines, ordures, animaux) :

Mesure du volume produit : oui non

Méthode de comptage :

Forage : Mansourah I

Nombre de forages : 01

Type de nappe : alluviale phréatique profonde

Niveau statique (cote de la nappe / terrain naturel) : _46,2(m).

Niveau dynamique : __27 (m).

Variation suivant les saisons : oui non

Diamètre : 221 (mm).

Profondeur : _51 (m).

Débit d'exploitation : 4 (l/s).

Nature du tubage : _____

Présence d'une pompe : oui non

Type de pompe : Caprari.

Côte de calage de la pompe : 112 (m).

Etat de marche : oui non

Type d'amorçage : _____

Equipement de protection du forage :

Couverture : oui non

Dalle bétonnée : oui non

Muret : oui non

Caniveau : oui non

Environnement : forêt cultures rizières

(Localiser sur une carte) élevage industries fosse septique

Type de pollution (latrines, ordures, animaux ; _____

Date de réalisation : 1984.

Date de mise en service : 1984.

Mesure du volume produit : oui non

Méthode de comptage : débitmètre

Forage : Benzerdjeb

Nombre de forages : 01

Type de nappe : alluviale phréatique profonde

Niveau statique (cote de la nappe / terrain naturel) : 7.47 (m).

Niveau dynamique : 11 (m).

Variation suivant les saisons : oui non

Diamètre : 325 (mm).

Profondeur : 179 (m).

Débit d'exploitation : 5 (l/s).

Nature du tubage : _____

Présence d'une pompe : oui non

Type de pompe : _____

Côte de calage de la pompe : 33 (m).

Etat de marche : oui non

Type d'amorçage : _____

Equipement de protection du forage :

Couverture : oui non

Dalle bétonnée : oui non

Muret : oui non

Caniveau : oui non

Environnement : forêt cultures rizières

(Localiser sur une carte) élevage industries fosse septique

Type de pollution (latrines, ordures, animaux ; _____

Date de réalisation : 1994.

Date de mise en service : 1995.

Mesure du volume produit : oui non

Méthode de comptage : débit mètre.

Stations de pompage

Les stations de pompage sont situées à l'amont des réservoirs et du réseau de conduites de distribution.

Une station de pompage est constituée de quatre parties :

Caractéristiques

Ce volet doit contenir les informations suivantes :

- Type d'installation ;
- Coordonnées ;
- Capacité de pompage ;
- Élévation des pompes ;
- Année de construction ;
- Année de mise en service.

Equipements

Les stations de pompage sont composées de deux parties : partie arrivée et partie départ.

Les appareils de pompages sont généralement composés :

- De pompes ;
- De vannes ;
- De clapets anti-retours ;
- De tuyauterie ;
- De chaudières anti-béliers ;
- De manomètre ;
- De compteur ;
- De vanne de régulation de pression.

Génie civil

La partie génie civil doit regrouper plusieurs éléments dont le local technique, la réserve d'eau pouvant se présenter sous la forme d'une cuve. Ainsi parmi les informations nécessaires pour réaliser le diagnostic :

- Les dimensions chambre ;
- La sécurité des lieux ;
- Les trappes d'accès à l'ouvrage.

Aménagement

L'ouvrage doit bénéficier d'un aménagement adéquat qui garantit sa sécurité et son bon fonctionnement ; à commencer par la clôture du terrain et un accès selon les normes.

Fiche d'inspection

Station de pompage - SP3 KOUDIA

Caractéristiques :

Type d'installation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Coordonnées(m) x :	<input type="text"/>	y :	<input type="text"/>
Capacité de pompage :	<input type="text" value="800 M<sup>3</sup>/H"/>		élévation des pompes (m) :	<input type="text"/>		
Année de construction :	<input type="text"/>		ID photo de référence :	<input type="text"/>		
Remarque :	<input type="text"/>					

Equipement :

Appréciation général

Arrivée :	DN	Matériau	Départ :	DN	Matériau
Tuyauterie :	<input type="text" value="800"/>	<input type="text" value="AE"/>	Tuyauterie :	<input type="text" value="800"/>	<input type="text" value="AE"/>
Vanne :	DN	Etat	Vanne :	DN	Etat
	<input type="text" value="800"/>	<input type="text" value="Normal"/>		<input type="text" value="800"/>	<input type="text" value="Neuf"/>
Clapet non retour :	Présent ou non	Etat	Clapet non retour :	Présent ou non	Etat
	<input type="text" value="N"/>	<input type="text"/>		<input type="text" value="P"/>	<input type="text" value="Neuf"/>
Manomètre	Présent ou non	Etat	Manomètre :	Présent ou non	Etat
	<input type="text" value="N"/>	<input type="text"/>		<input type="text" value="P"/>	<input type="text" value="Neuf"/>
Compteur :	Présent ou non	Etat	Compteur :	Présent ou non	Etat
	<input type="text" value="N"/>	<input type="text"/>		<input type="text" value="Présent"/>	<input type="text"/>
Remarque :	<input type="text"/>		Remarque :	<input type="text" value="Clapet+ manomètre au niveau des pompes"/>	
Vanne de régulation :	Présent ou non	Etat			
	<input type="text" value="P"/>	<input type="text" value="Normal"/>			
	Pression ajustements				
	<input type="text"/>				
Génératrice :	Présent ou non	Etat			
	<input type="text"/>	<input type="text"/>			

Philosophie de pompage :

Avec télé gestion

Pompe :

Bonne

	Marque	Modèle	HP	Etat
Pompe N°1	PME GOURDIN	AEX HOR	270	Moyen
Pompe N°2	PME GOURDIN	AEX HOR	270	Moyen
Pompe N°3				
Pompe N°4				
Pompe N°5				
Pompe N°6				
Pompe N°7				
Pompe N°8				

Remarque :

Génie Civil

Appréciation général

Dimension chambre (si requis) :

Longueur :

Sécurité :

Adéquate/inadéquate

Adéquate

Largeur :

Hauteur :

Nettoyage requis :

Oui/Non

Oui

Béton :

Adéquat

interv requis

Remarque :

Peinture extérieur :

Adéquat

interv requis

Echelle métallique :

Adéquat

interv requis

Trappes d'accès :

Adéquat

interv requis

Aménagements :

Appréciation général

bonne

Terrain clôturé : oui Non

Type de clôture :

Etat

Clôture et portails :

Accès (inter/ext) :

Facile/ difficile/ très dif

Sécurité du site :

Facile/ difficile/ très dif

Remarque :

Schéma :

Fiche d'inspection

Station de pompage - SP3 MANSOURAH

Caractéristiques :

Type d'installation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Coordonnées(m) x :	<input type="text"/>	y :	<input type="text"/>
Capacité de pompage :	<input type="text" value="100(l/s)"/>	élévation des pompes (m) :	<input type="text"/>			
Année de construction :	<input type="text"/>	ID photo de référence :	<input type="text"/>			
Remarque :	<input type="text" value="Pompage vers SP4 et reservoir MANSOURAH"/>					

Equipement :

Appréciation général

Bonne

Arrivée :		Départ :	
Tuyauterie :	DN <input type="text" value="160/500/400/250"/> Matériau <input type="text" value="AE"/>	Tuyauterie :	DN <input type="text" value="400"/> Matériau <input type="text" value="AE"/>
Vanne :	DN <input type="text" value="500"/> Etat <input type="text" value="BON"/>	Vanne :	DN <input type="text" value="800"/> Etat <input type="text" value="BON"/>
Clapet non retour :	Présent ou non <input type="text"/> Etat <input type="text"/>	Clapet non retour :	Présent ou non <input type="text" value="P"/> Etat <input type="text" value="Neuf"/>
Manomètre	Présent ou non <input type="text"/> Etat <input type="text"/>	Manomètre :	Présent ou non <input type="text"/> Etat <input type="text"/>
Compteur :	Présent ou non <input type="text"/> Etat <input type="text"/>	Compteur :	Présent ou non <input type="text"/> Etat <input type="text"/>
Remarque :	<input type="text"/>	Remarque :	<input type="text" value="Vanne, Clapet, manomètre au niveau des pompes voir le schéma"/>
Vanne de régulation :	Présent ou non <input type="text" value="P"/> Etat <input type="text" value="Normal"/>		
	Pression ajustements <input type="text"/>		
Génératrice :	Présent ou non <input type="text"/> Etat <input type="text"/>		

Philosophie de pompage :

Système de sondes(niveau haut et niveau bas)

Pompe :

Médiocre

	Marque	Modèle	HP	Etat
Pompe N°1	IDEAL B	Horizontal	80	Fuyard
Pompe N°2	IDEAL B	Horizontal	80	Fuyard
Pompe N°3	IDEAL B	Horizontal	80	Arrêt
Pompe N°4	IDEAL B	Horizontal	80	Fuyard
Pompe N°5				
Pompe N°6				
Pompe N°7				
Pompe N°8				

Remarque :

Génie Civil

Appréciation général

Dimension chambre (si requis) :

Longueur :

Sécurité :

Adéquate/inadéquate

Adéquate

Largeur :

Oui/Non

Hauteur :

Nettoyage requis :

Oui

Adéquat

interv requis

Béton :

Adéquat

interv requis

Remarque :

Peinture extérieur :

Adéquat

interv requis

Echelle métallique:

Adéquat

interv requis

Trappes d'accès :

Adéquat

interv requis

Aménagements :

Appréciation général

Médiocre

Schéma :

Terrain clôturé : oui Non
 Type de clôture :
 Clôture et portails :
 Accès (inter/ext) :
 Sécurité du site :
 Remarque :

Schéma :

Les réservoirs

Les réservoirs sont situés à l'amont du réseau de conduites de distribution.

Les éléments nécessaires pour effectuer un diagnostic des réservoirs sont résumés ci-dessous :

- Age ;
- Plan schématique coté des réservoirs ;
- Matériaux ;
- Trop-plein ;
- Ventouse ;
- Reniflard ;
- Vanne flotteur (arrêt arrivée) ;
- échelle métallique ;
- Trappes d'accès ;
- Aérateur ;
- Type et âge du compteur et chloration ;
- Nombre de cuves et volumes associés, dont volume réservé pour l'incendie ;
- Identification du volume qui part en trop-plein.

Fiche d'inspection

Réservoir BIROUANA

Caractéristique :

Type de construction	Réservoir circulaire semi-enterré en béton armé				
Volume utile	1500 m ³		Hauteur utile (m) :	6	
Année de construction :	1978		Diamètre intérieur (m) :	8.92	
Coordonnées (m) : x :	655160.17	y :	3859487.47	Superficie intérieure (m ²) :	250
Elévation du radier (m) :	533			ID photo de référence :	
Elévation du trop-plein (m) :	944				
Remarque :					

Equipements :

Appréciation général

Moyen

Arrivé :

Départ :

	DN	Matériau		DN	Matériau
Tuyauterie :	200	A G	Tuyauterie :	250	A G
	DN	Etat		DN	Etat
Vanne :	200	B	Vanne :	250	B
	Présent ou non	Etat		Présent ou non	Etat
Clapet non retour :	N		Clapet non retour :	N	
	Présent ou non	Etat		Présent ou non	Etat
Manomètre :	N		Manomètre :	N	
	Présent ou non	Etat		Présent ou non	Etat
Compteur :	P	B	Compteur :		
Remarque :			Remarque :		
	DN	Matériau		présent ou non	Etat
Trop-plein :	150	AG	Reniflard :	P	
	Présent ou non	Etat		présent ou non	Etat
Ventouse :	N		Vanne flotteur (arrêt arrivée) :	N	
	Présent ou non	Etat		présent ou non	Etat
Chloration :	N			présent ou non	Etat
Remarque :					


Génie civil :

	Adéquat	interv requis	
Béton :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sécurité :
	Adéquat	interv requis	<input type="checkbox"/>
Peinture intérieure :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Adéquat	interv requis	
Peinture extérieure :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nettoyage :
	Adéquat	interv requis	<input type="checkbox"/>
Echelle métallique :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Remarque :
	Adéquat	interv requis	Revêtement de la dalle du réservoir conseillé
Trappes d'accès :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Adéquat	interv requis	
Aérateur :	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Aménagement :

Appréciation général

Moyen

Terrain clôturé :	Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	schéma : 
Type de clôture :	Mur en brique		
Clôture et portails :	Etat B		
Accès(intér/ext) :	Facile/difficile/ très dif Facile		
Sécurité du site :	Adéquate / Inadéquate Adéquate		
Remarque :	Manque de nettoyage autours du réservoir		

Fiche d'inspection

Réservoir Ain El Houtdz

Caractéristique :

Réservoir circulaire semi-enterré en béton armé			
Type de construction			
Volume utile	500 m ³		Hauteur utile (m) :
Année de construction :	1978		Diamètre intérieur (m) :
Coordonnées (m) : x :	652646.75	y : 386670.03	Superficie intérieure (m ²) :
Elévation du radier (m) :	553		ID photo de référence :
Elévation du trop-plein (m) :	556		
Remarque :			

Equipements :

Appréciation général

Médiocre

Arrivé :

Départ :

Arrivé :		Départ :	
	DN	Matériau	
Tuyauterie :	125	A E	Tuyauterie :
	DN	Etat	
Vanne :	125	FUYARD	Vanne :
	Présent ou non	Etat	
Clapet non retour :	N		Clapet non retour :
	Présent ou non	Etat	
Manomètre :	N		Manomètre :
	Présent ou non	Etat	
Compteur :	N		Compteur :
Remarque :			Remarque :
	DN	Matériau	
Trop-plein :	100	AF	Reniflard :
	Présent ou non	Etat	
Ventouse :	N		Vanne flotteur (arrêt arrivée) :
	Présent ou non	Etat	
Chloration :	P		
Remarque :			

Génie civil :

Béton :	Adéquat	interv requis	Sécurité :	Adéquat/ inadéquate
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Peinture intérieure :	Adéquat	interv requis		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Peinture extérieure :	Adéquat	interv requis	Nettoyage :	oui/non
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Echelle métallique :	Adéquat	interv requis	Remarque :	Stagnation des eaux (vanne fuyards).
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Trappes d'accès :	Adéquat	interv requis		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Aérateur :	Adéquat	interv requis		
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Aménagement :

Appréciation général

Moyen

Terrain clôturé : Oui Non

Type de clôture :

Clôture et portails : Etat

Accès(intér/ext) : Facile/difficile/ très dif

Sécurité du site : Adéquate / Inadéquate

Remarque : Manque de nettoyage autours du réservoir

schéma :



Conduites d'adduction et de distribution

Les conduites d'adduction et de distribution sont les vecteurs de transport qui permettent de relier la production aux zones de consommation. Elles constituent le cœur du réseau matériel et leur bonne connaissance est la base d'une bonne gestion.

Installées souvent de puis des décennies, leur détérioration entraîne des pertes et des dysfonctionnements dans l'approvisionnement.

Les conduites d'eau potable sont des infrastructures enterrées. Il est difficile et coûteux de recueillir les données les concernant, que ce soit des données descriptives ou des données environnementales. Si une politique volontariste de recherche et de recueil des données associée à la mise en place d'un système d'information géographique n'a pas été mise en place, le recueil systématique des données sera utilement réalisé à l'occasion de chaque intervention sur le réseau.

Fiche d'inspection

Conduite

1/ Localisation de la défaillance

Commune	Tlemcen	date	17/09/2022
Rue (ou lieu- dit)	Abou Techfine	N° dans la rue	grand artère

Partie de réseau concernée	
<input type="checkbox"/>	Branchement
<input checked="" type="checkbox"/>	Canalisation principale
<input type="checkbox"/>	Fontainerie de réseau

si pas de n° distance (m) par rapport à(schéma)

2/ Défaillance sur canalisation :

2.1- description générale de la canalisation

Diamètre du tronçon (mm)	150	matériau de la conduite :
Code SIG du tronçon		
Date de pose du tronçon	2007	

(Même approximative)

<input type="checkbox"/>	Acier	<input type="checkbox"/>	Fonte grise
<input type="checkbox"/>	Amiante-ciment	<input type="checkbox"/>	Polyéthylène
<input checked="" type="checkbox"/>	Fonte	<input type="checkbox"/>	PVC
<input type="checkbox"/>	Béton	<input type="checkbox"/>	Autre

Schéma de localisation du tronçon et de la défaillance (indiquer code SIG. Nom de la rue, n° dans la rue, diamètre,..)

2.2- Description de l'intervention :

N° de l'intervention :		
Origine de l'intervention <input type="checkbox"/> Fuite visible <input type="checkbox"/> Fuite localisée suite à plainte <input type="checkbox"/> Fuite localisée par campagne recherche		Durée intervention (h) :7.....
Type de défaillance (plusieurs choix possible) <input type="checkbox"/> Casse nette <input type="checkbox"/> Casse longitudinale <input type="checkbox"/> Fissure <input checked="" type="checkbox"/> Déboitement <input type="checkbox"/> Trou(s) Nombres : Diamètre : <input type="checkbox"/> Joint <input type="checkbox"/> Autre	Cause présumée de la défaillance (plusieurs choix possible) <input checked="" type="checkbox"/> Non déterminée <input type="checkbox"/> Tiers <input type="checkbox"/> Corrosion interne <input type="checkbox"/> Corrosion externe <input type="checkbox"/> Mouvement du terrain <input type="checkbox"/> Surpression <input type="checkbox"/> Autre	Type de réparation (plusieurs choix possible) <input type="checkbox"/> 2 joints + tuyaut : Matériau Longueur (m)..... <input checked="" type="checkbox"/> Manchon de réparation <input checked="" type="checkbox"/> Changement joint <input type="checkbox"/> Rematage joint <input type="checkbox"/> Autre
Perte en eau : <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> modérées <input checked="" type="checkbox"/> importante		
Durée d'arrêt d'eau : Nombre d'abonnés touchés : Coût de l'intervention :		

Echantillon prélevé :	<input type="checkbox"/> Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Longueur (m) :
Photographie :	<input type="checkbox"/>		
Dommages éventuels (inondation, perturbation trafic.....) :			

2.3- Description de la conduite et de son environnement :

La conduite :

Protection intérieur : <input type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Ciment <input type="checkbox"/> Epoxy <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Bitumineux <input checked="" type="checkbox"/> Autre	Protection extérieure : <input type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Polyéthylène/ polypropylène <input type="checkbox"/> Zinc <input type="checkbox"/> Bitumineux <input type="checkbox"/> Cathodique <input checked="" type="checkbox"/> Autre	Type de joint : <input type="checkbox"/> Joint au plomb <input type="checkbox"/> Joint mécanique <input type="checkbox"/> Joint collé <input type="checkbox"/> Joint soudé <input type="checkbox"/> Joint automatique <input checked="" type="checkbox"/> Joint caoutchouc <input type="checkbox"/> Manchon
Profondeur (m)155.....	Emplacement de la conduite : <input type="checkbox"/> Sous trottoir <input checked="" type="checkbox"/> sous chaussée <input type="checkbox"/> Autre :	

Environnement de la conduite :

Lit de pose : <input type="checkbox"/> Aucun <input checked="" type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Calc. Concassé <input type="checkbox"/> Terre <input type="checkbox"/> Pierre. Cailloux <input type="checkbox"/> Autre	Nature du terrain : <input type="checkbox"/> Roche <input checked="" type="checkbox"/> Sable, graviers <input type="checkbox"/> Argile <input type="checkbox"/> Limon, tourbe <input type="checkbox"/> Remblais <input type="checkbox"/> Marne <input type="checkbox"/> Autre	Etat du sol : <input type="checkbox"/> Nappe <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Humide <input type="checkbox"/> Détémpé <input type="checkbox"/> Gelé <input type="checkbox"/> Dégel <input checked="" type="checkbox"/> Autre	Trafic : <input type="checkbox"/> Nul <input type="checkbox"/> Faible (voie de desserte) <input type="checkbox"/> Modéré (voies principales) <input checked="" type="checkbox"/> Important (axe routier, poids lourds, ligne de bus)
Autre conduites découvertes et distance :	<input type="checkbox"/> Eau <input type="checkbox"/> Assainissement <input type="checkbox"/> Gaz <input type="checkbox"/> Ligne électrifiée <input type="checkbox"/> Autre	Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m).....	
Environnement électrique :	<input type="checkbox"/> SNCF <input type="checkbox"/> Ligne Haute Tension <input type="checkbox"/> Tramway	<input type="checkbox"/> Protection sur réseau voisin <input type="checkbox"/> Autre	

2.4- Description de l'état de la conduite :

Etat interne :

<p>Si revêtement existant, état global :</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Bon</p> <p><input type="checkbox"/> Moyen</p> <p><input type="checkbox"/> Mauvais</p> <p><input type="checkbox"/> Existant sur toute la surface interne</p> <p><input type="checkbox"/> Inexistant à certains endroits</p> <p><input type="checkbox"/> Inexistant</p>	<p>Dépôt de corrosion</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Peut <input type="checkbox"/> Beaucoup</p> <p>Nature du dépôt :</p> <p><input type="checkbox"/> Calcaire</p> <p><input type="checkbox"/> Ferreux</p> <p><input type="checkbox"/> Autre</p>
--	--

Etat externe :

<p>Si revêtement, Etat du revêtement :</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Bon</p> <p><input type="checkbox"/> Moyen</p> <p><input type="checkbox"/> Mauvais</p>	<p><input type="checkbox"/> Corrosion localisé</p> <p><input type="checkbox"/> Corrosion généralisé</p> <p><input type="checkbox"/> Pas de corrosion</p>
--	--

Défaillance sur fontainerie :

<p>Localisation</p> <p><input type="checkbox"/> Vanne</p> <p><input type="checkbox"/> Régulateur de pression</p> <p><input type="checkbox"/> Ventouse</p> <p><input type="checkbox"/> Vidange</p> <p><input type="checkbox"/> Bouche de lavage</p> <p><input type="checkbox"/> Bouche d'arrosage</p> <p><input type="checkbox"/> S. anti-bélier</p> <p><input type="checkbox"/> Borne fontaine</p> <p><input type="checkbox"/> Autre</p> <p><input type="checkbox"/> Non connue</p>	<p>Cause</p> <p><input type="checkbox"/> Presse étoupe</p> <p><input type="checkbox"/> Purge</p> <p><input type="checkbox"/> Non étanche</p> <p><input type="checkbox"/> Appareil détruit accidentellement</p> <p><input type="checkbox"/> Ouvert anormalement</p> <p><input type="checkbox"/> Corrosion</p> <p><input type="checkbox"/> Autre</p> <p>Réparation</p> <p><input type="checkbox"/> Remplacement Réparation</p> <p>Description</p>
--	--

4.1- Sur canalisation du branchement :

<p>Matériau :</p> <p><input type="checkbox"/> Fonte <input type="checkbox"/> Polyéthylène <input type="checkbox"/> PVC</p> <p><input type="checkbox"/> Plomb <input type="checkbox"/> Acier galvanisé <input type="checkbox"/> Autre :</p>	<p>Diamètre :</p>
---	--------------------------------

<p>Cause</p> <p><input type="checkbox"/> Casse franche</p> <p><input type="checkbox"/> Corrosion</p> <p><input type="checkbox"/> Fissure</p> <p><input type="checkbox"/> Poinçonnement</p>	<p><input type="checkbox"/> Joint</p> <p><input type="checkbox"/> Conduite déboîtée</p> <p><input type="checkbox"/> Ancien branchement</p> <p><input type="checkbox"/> Non connue</p>
---	---

Type de réparation	
<input type="checkbox"/> Remplacement (longueur :.....)	<input type="checkbox"/> Réparation
	Description :.....

4.2- Sur robinetterie du branchement :

Matériau :	Diamètre :.....
Localisation	Cause
<input type="checkbox"/> Collier de prise en charge	<input type="checkbox"/> Presse étoupe
<input type="checkbox"/> Té	<input type="checkbox"/> Purge
<input type="checkbox"/> Robinet de prise en charge	<input type="checkbox"/> Non étanche
<input type="checkbox"/> Réducteur de pression	<input type="checkbox"/> Appareil détruit
<input type="checkbox"/> Douille purgeuse	<input type="checkbox"/> Autre
<input type="checkbox"/> Compteur	<input type="checkbox"/> Non connue
<input type="checkbox"/> Robinet d'arrêt	
<input type="checkbox"/> Autre	
<input type="checkbox"/> Non connue	

Fiche d'inspection

Conduite

1/ Localisation de la défaillance

Commune	Tiencen	date	03/08/2022
Rue (ou lieu- dit)	Les oliviers	N° dans la rue	Grand artère

Partie de réseau concernée	
<input type="checkbox"/>	Branchement
<input checked="" type="checkbox"/>	Canalisation principale
<input type="checkbox"/>	Fontainerie de réseau

Si pas de n° distance (m) par rapport à(schéma)

2/ Défaillance sur canalisation :

2.1- description générale de la canalisation

Diamètre du tronçon (mm)	200
Code SIG du tronçon	
Date de pose du tronçon	1982

(Même approximative)

matériau de la conduite :

<input checked="" type="checkbox"/>	Acier	<input type="checkbox"/>	Fonte grise
<input type="checkbox"/>	Amiante-ciment	<input type="checkbox"/>	Polyéthylène
<input type="checkbox"/>	Fonte	<input type="checkbox"/>	PVC
<input type="checkbox"/>	Béton	<input type="checkbox"/>	Autre

Schéma de localisation du tronçon et de la défaillance (indiquer code SIG. Nom de la rue, n° dans la rue, diamètre,..)

2.2- Description de l'intervention :

N° de l'intervention :		Durée intervention (h) :9.....
Origine de l'intervention	<input checked="" type="checkbox"/> Fuite visible <input type="checkbox"/> Fuite localisée suite à plainte <input type="checkbox"/> Fuite localisée par campagne recherche	
Type de défaillance (plusieurs choix possible) <input type="checkbox"/> Casse nette <input type="checkbox"/> Casse longitudinale <input type="checkbox"/> Fissure <input type="checkbox"/> Déboitement <input checked="" type="checkbox"/> Trou(s) Nombres :03 Diamètre :02 mm <input type="checkbox"/> Joint <input type="checkbox"/> Autre	Cause présumée de la défaillance (plusieurs choix possible) <input type="checkbox"/> Non déterminée <input type="checkbox"/> Tiers <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion interne <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion externe <input type="checkbox"/> Mouvement du terrain <input type="checkbox"/> Surpression <input type="checkbox"/> Autre	Type de réparation (plusieurs choix possible) <input type="checkbox"/> 2 joints + tuyaut : Matériau Longueur (m)..... <input checked="" type="checkbox"/> Manchon de réparation <input checked="" type="checkbox"/> Changement joint <input type="checkbox"/> Rematage joint <input type="checkbox"/> Autre
Perte en eau : <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> modérées <input checked="" type="checkbox"/> importante		
Durée d'arrêt d'eau : Nombre d'abonnés touchés : Cout de l'intervention :		

Echantillon prélevé : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	Longueur (m) :
Photographie : <input checked="" type="checkbox"/>	
Dommages éventuels (inondation, perturbation trafic.....) :	

2.3- Description de la conduite et de son environnement :

La conduite :

Protection intérieur : <input checked="" type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Ciment <input type="checkbox"/> Epoxy <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Bitumineux <input type="checkbox"/> Autre	Protection extérieure : <input checked="" type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Polyéthylène/ polypropylène <input type="checkbox"/> Zinc <input type="checkbox"/> Bitumineux <input type="checkbox"/> Cathodique <input type="checkbox"/> Autre	Type de joint : <input type="checkbox"/> Joint au plomb <input type="checkbox"/> Joint mécanique <input type="checkbox"/> Joint collé <input type="checkbox"/> Joint soudé <input type="checkbox"/> Joint automatique <input type="checkbox"/> Joint caoutchouc <input type="checkbox"/> Manchon
Profondeur (m) 	1,10.....	Emplacement de la conduite : <input type="checkbox"/> Sous trottoir <input checked="" type="checkbox"/> sous chaussée <input type="checkbox"/> Autre :

Environnement de la conduite :

Lit de pose : <input type="checkbox"/> Aucun <input checked="" type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Calc. Concassé <input type="checkbox"/> Terre <input type="checkbox"/> Pierre. Cailloux <input type="checkbox"/> Autre	Nature du terrain : <input type="checkbox"/> Roche <input checked="" type="checkbox"/> Sable, graviers <input type="checkbox"/> Argile <input type="checkbox"/> Limon, tourbe <input type="checkbox"/> Remblais <input type="checkbox"/> Marne <input type="checkbox"/> Autre	Etat du sol : <input type="checkbox"/> Nappe <input type="checkbox"/> Sec <input type="checkbox"/> Humide <input type="checkbox"/> Détrempe <input type="checkbox"/> Gelé <input type="checkbox"/> Dégel <input checked="" type="checkbox"/> Autre	Trafic : <input type="checkbox"/> Nul <input type="checkbox"/> Faible (voie de desserte) <input checked="" type="checkbox"/> Modéré (voies principales) <input type="checkbox"/> Important (axe routier, poids lourds, ligne de bus)
Autre conduites découvertes et distance : 	<input type="checkbox"/> Eau <input type="checkbox"/> Assainissement <input type="checkbox"/> Gaz <input type="checkbox"/> Ligne électrifiée <input type="checkbox"/> Autre	Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m)..... Distance (m).....	
Environnement électrique : 	<input type="checkbox"/> SNCF <input type="checkbox"/> Ligne Haute Tension <input type="checkbox"/> Tramway	<input type="checkbox"/> Protection sur réseau voisin <input type="checkbox"/> Autre	

2.4- Description de l'état de la conduite :

Etat interne :

<p>Si revêtement existant, état global :</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Existant sur toute la surface interne <input type="checkbox"/> Inexistant à certains endroits <input checked="" type="checkbox"/> Inexistant	<p>Dépôt de corrosion</p> <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Peut <input checked="" type="checkbox"/> Beaucoup
	<p>Nature du dépôt :</p> <input type="checkbox"/> Calcaire <input checked="" type="checkbox"/> Ferreux <input type="checkbox"/> Autre

Etat externe :

<p>Si revêtement, Etat du revêtement :</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais	<input type="checkbox"/> Corrosion localisé <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion généralisé <input type="checkbox"/> Pas de corrosion
--	--

Défaillance sur fontainerie :

<p>Localisation</p> <input type="checkbox"/> Vanne <input type="checkbox"/> Régulateur de pression <input type="checkbox"/> Ventouse <input type="checkbox"/> Vidange <input type="checkbox"/> Bouche de lavage <input type="checkbox"/> Bouche d'arrosage <input type="checkbox"/> S. anti-bélier <input type="checkbox"/> Borne fontaine <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/> Non connue	<p>Cause</p> <input type="checkbox"/> Presse étoupe <input type="checkbox"/> Purge <input type="checkbox"/> Non étanche <input type="checkbox"/> Appareil détruit accidentellement <input type="checkbox"/> Ouvert anormalement <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre
	<p>Réparation</p> <input type="checkbox"/> Remplacement Réparation Description

4.1- Sur canalisation du branchement :

<p>Matériau :</p> <input type="checkbox"/> Fonte <input type="checkbox"/> Polyéthylène <input type="checkbox"/> Plomb <input type="checkbox"/> Acier galvanisé	<p>Diamètre :</p> <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Autre :
--	---

<p>Cause</p> <input type="checkbox"/> Casse franche <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Fissure <input type="checkbox"/> Poinçonnement	<input type="checkbox"/> Joint <input type="checkbox"/> Conduite déboîtée <input type="checkbox"/> Ancien branchement <input type="checkbox"/> Non connue
--	--

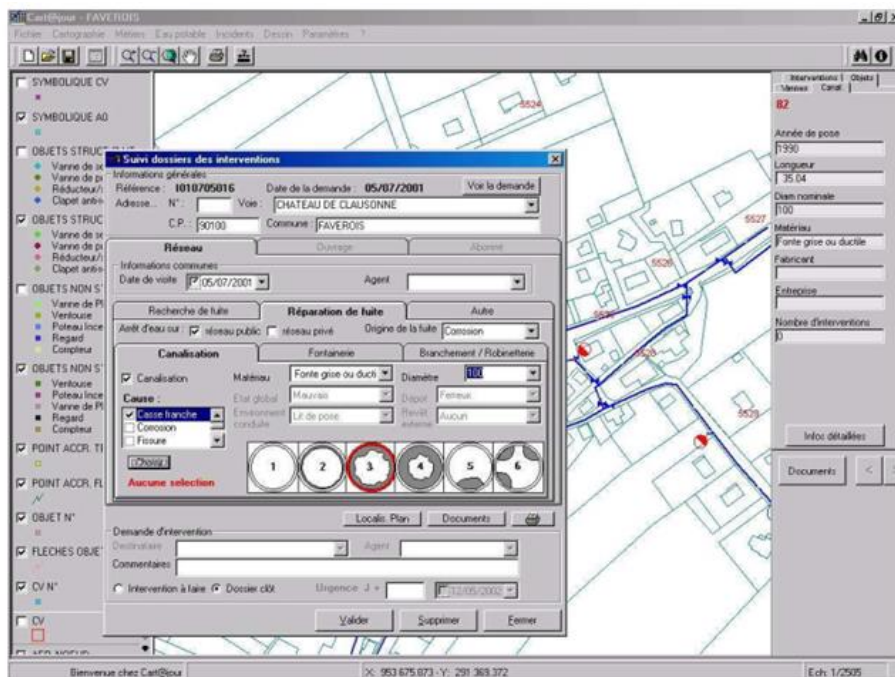
Type de réparation	
<input type="checkbox"/> Remplacement (longueur :.....)	<input type="checkbox"/> Réparation
Description :.....	

4.2- Sur robinetterie du branchement :

Matériau :	Diamètre :.....
Localisation	Cause
<input type="checkbox"/> Collier de prise en charge	<input type="checkbox"/> Presse étoupe
<input type="checkbox"/> Té	<input type="checkbox"/> Purge
<input type="checkbox"/> Robinet de prise en charge	<input type="checkbox"/> Non étanche
<input type="checkbox"/> Réducteur de pression	<input type="checkbox"/> Appareil détruit
<input type="checkbox"/> Douille purgeuse	<input type="checkbox"/> Autre
<input type="checkbox"/> Compteur	<input type="checkbox"/> Non connue
<input type="checkbox"/> Robinet d'arrêt	
<input type="checkbox"/> Autre	
<input type="checkbox"/> Non connue	

Etape II

LE STOCKAGE ET L'ANALYSE DES INFORMATIONS



Le stockage et l'analyse des informations

Ces fiches peuvent être remplies sur le terrain soit sur support papier, soit directement électroniquement par l'intermédiaire d'un boîtier électronique de collecte de données. Ensuite, dans un cas comme dans l'autre, les données doivent être stockées dans une base de données informatisée, simple ou intégrée à un système d'information géographique.

Un SIG «métier» doit s'accompagner de fiches d'interventions et procédures adaptées au fonctionnement et au quotidien du service d'eau afin de mieux servir les équipes sur le terrain mais aussi de faire remonter le maximum d'informations dans le système. La base de connaissance est alors constamment alimentée et mise à jour et le degré de connaissance patrimoniale progresse.

Les ressources humaines sont un élément clef de la réussite pour la mise en œuvre et la pérennité du SIG.

Les facteurs clef de succès du déploiement d'un SIG sont :

- La formation du personnel;
- L'adhésion des utilisateurs ;
- Le maintien à jour des données;
- La pérennité de son administration.

Pour chaque élément du réseau d'AEP une approche de la structure de la base de données est donnée.

La table « Sources »

- Date de réalisation ;
- Coupe technique ;

Un schéma ou une coupe technique sont indispensables, dressés sur la base des informations recueillies et des observations faites lors d'une visite des sites.

Etat général de la chambre de captage mais aussi des crépines

Pérennité de la source ;

- Débit moyen à l'étiage ;
- Importance des fluctuations annuelles;
- Temps de réponse entre la pluviométrie et les variations de débit.

La table « Puits et Forages »

- ID_ Forage ;
- Caractéristiques techniques des captages :
- Date de réalisation ;
- Un schéma ou une coupe technique ;
- Type de nappe ;
- Niveau statique ;
- Niveau dynamique ;

- Variation suivant les saisons;
- Equipement de protection du forage;
- Assèchement en période d'été;
- Débit d'exploitation ;
- Diamètre ;
- Profondeur ;
- Débit ;
- Présence d'une pompe ;
- Date de mise en service ;
- Côte de calage de la pompe.

• **La table « Réservoirs »**

- ID_ réservoirs;
- Année de réalisation;
- Capacité de stockage en m³ ;
- Altitude du radier en m;
- Altitude trop-plein.

• **La table « conduite »**

La structure de la base de données est la suivante :

- ID_ tuyau ou ID_ conduite;
- Longueur réelle en m;
- Diamètre en mm;
- Type du matériau;
- Année de pose;
- Nombre de fuites sur cette conduite;
- Maître d'ouvrage;
- Maître d'œuvre;
- Entreprise de réalisation;
- Position de la conduite;
- Observation.

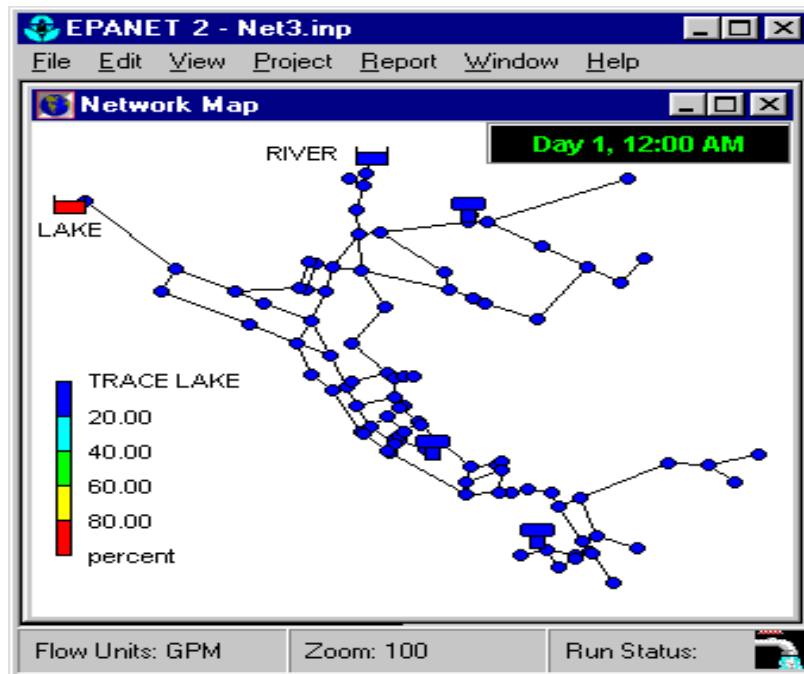
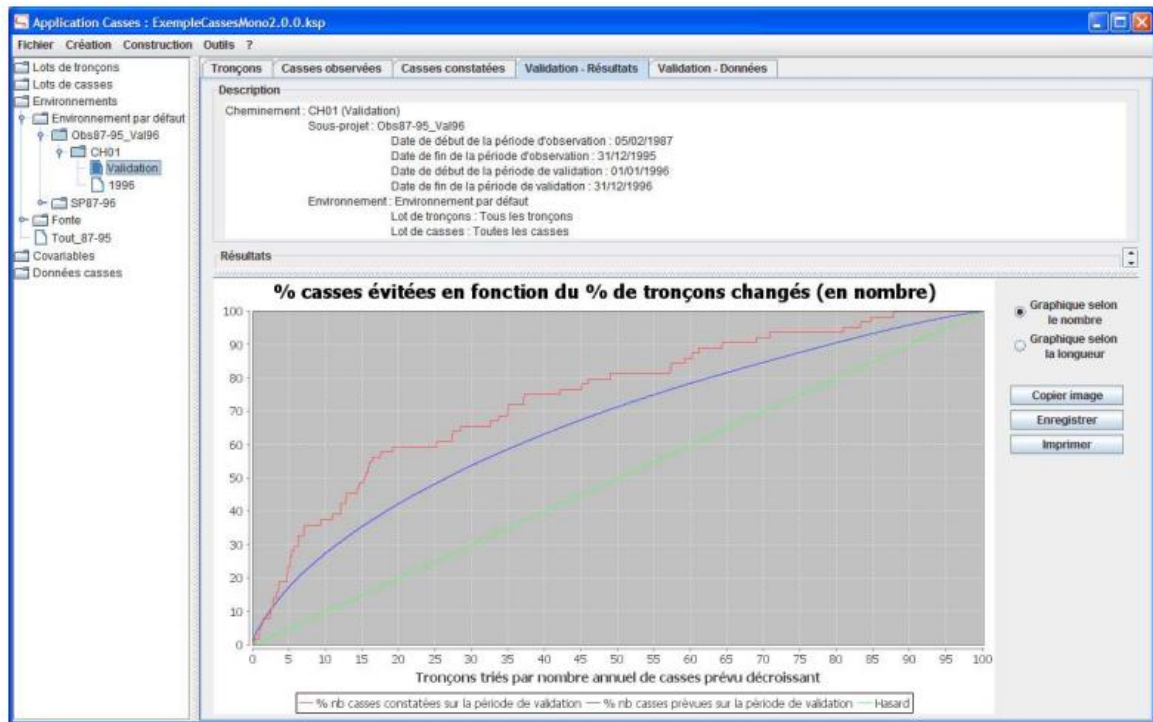
• **La table « Nœuds »**

La structure de sa base de données est la suivante :

- ID_ Nœuds ;
- Côte : altitude en m.

Etape III

L'ANALYSE DES INFORMATIONS



L'exploitation des données stockées

Enfin sera abordée la question de l'exploitation de ces données, qui augmentent la connaissance du réseau et de sa vie et qui, outre le diagnostic en site réel et temps réel, peuvent permettre d'alimenter des modèles de vieillissement, développés essentiellement au niveau de la conduite, et des outils d'aide à la décision du renouvellement.

L'enregistrement des défaillances pourra être traité tout d'abord globalement. Le nombre total de défaillances (ou le taux de défaillance) par catégorie de conduite, par zone ou pour la totalité du réseau pourra être utilisé afin de contrôler leur évolution dans le temps.

Si l'historique de défaillances est suffisant (5 ans minimum), une analyse statistique plus précise peut permettre de mieux connaître le phénomène d'apparition des défaillances. Grâce aux informations liées au trafic ou au sol, il peut alors être possible de calculer l'influence de ces variables sur les défaillances. Il est également possible d'estimer des fonctions d'apparition de défaillance, qui peuvent permettre de faire une prévision des défaillances à divers horizons.

Ces méthodes statistiques s'appuient sur des régressions simples ou des analyses qui permettent de prendre en compte la variable "temps". C'est le cas, par exemple, des analyses de survie ou de la régression de Poisson.

Les modèles obtenus à la suite de ces analyses qui dépendent des variables qui auront été déterminées comme significativement influentes sur les conduites, permettent de faire des prévisions et de classer les tronçons ou les catégories de tronçons en fonction d'un nombre ou d'un taux prévu de défaillances à un horizon fixé. Ce type d'analyse peut être défini comme préventif comparé aux premières analyses, qui sont plutôt à caractère.

The page features a decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes, each with a darker blue center and a lighter blue outer ring. These circles are arranged in a vertical line, with the largest at the top and bottom, and a smaller one in the middle. Two thin blue lines intersect at a point between the top and middle circles, forming a V-shape that points downwards. The text 'CONCLUSION GÉNÉRALE' is centered horizontally and positioned between the middle and bottom circles.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Conclusion générale

Le réseau d'alimentation en eau potable constitue un patrimoine sur lequel les gestionnaires doivent agir pour adapter le service proposé aux attentes des abonnés, de plus en plus inquiets et exigeants, et aux contraintes réglementaires, de plus en plus fortes.

Mettre à niveau le fonctionnement de l'infrastructure demande d'intervenir sur ses composants. Les conduites de distribution d'eau, qui représentent en grande valeur des réseaux se trouvent donc au centre d'une problématique de gestion technique dont les enjeux stratégiques, financiers et fonctionnels sont très importants.

Par ailleurs, les pertes d'eau par les fuites sont pratiquement inévitables dans les réseaux de distribution d'eau potable. Pour les gestionnaires, réduire ces pertes à un niveau optimal devient donc une priorité pour contribuer à la gestion durable et intégrée des ressources en eau et pour fournir l'eau à un coût abordable. Dans un contexte de croissance démographique, limiter le stress sur les ressources en eau, par l'optimisation plutôt que par le surdimensionnement et la construction de nouveaux ouvrages, est d'autant plus nécessaire.

En Algérie une dégradation des performances des réseaux signifiait à la fois une mise en péril des systèmes AEP par rapport à la disponibilité de la ressource localement (dans le contexte du changement climatique) et une chute de la rentabilité. Une situation aggravée par un manque de méthodologie de diagnostic des systèmes d'AEP permettant l'amélioration de la connaissance du patrimoine est la mise en place de modèles et de démarches permettant de simuler ou de surveiller les évolutions de critères tels que les pertes d'eau, la continuité du service, la préservation du cadre urbain, la capacité hydraulique ou encore la qualité de l'eau en réseau.

Pour apporter une solution à ce problème ; une proposition d'une méthodologie de diagnostic d'un système d'AEP, dans le contexte algérien, a été proposé.

Cette démarche s'articule autour des points suivants :

- ✚ Collecte et saisi des données relatives au système d'alimentation en eau potable en utilisant les fiches techniques élaborées dans le chapitre trois ;
- ✚ Le stockage des informations sera ensuite abordé, à travers l'utilisation de systèmes d'information géographique spécialisés et de bases de données.
- ✚ Mettre à jour les plans existants ;
- ✚ Enfin sera abordée la question de l'exploitation de ces données, qui augmentent la connaissance du réseau et de sa vie et qui, outre le diagnostic en site réel et temps réel.

Il est important qu'un service d'eau ne se limite pas à la seule acquisition des données de défaillances physiques des conduites (casse, fissure, déboîtement...) mais entreprenne de collecter également les données de défaillances liées à la qualité d'eau et du service en général (goût, odeur, coloration, manque d'eau ou de pression...). D'une manière générale, toutes les interventions (renouvellement, réparation, réhabilitation, inspection...) doivent être historiées afin de compléter les bases de données patrimoniales.

Il conviendra de systématiser la collecte des informations, mais aussi de les partager entre décideur et opérateur au sein du même service, tout comme d'un service d'eau à l'autre. La connaissance ne pourra progresser que par partage et capitalisation des données et des savoirs.

Conclusion générale

Le travail est achevé par la présentation d'un guide pratique résumant les différentes étapes du diagnostic d'un système d'alimentation en eau potable.

Ce guide est pensé et rédigé comme une référence technique de qualité, S'adressant à toutes les services de distribution de l'eau, quelles que soient leur taille et leurs organisations, et ne concerne pas seulement les plus grands services.

Tous les services de distribution de l'eau sont confrontés au défi de fournir un niveau de service d'eau satisfaisant aux citoyens. Ce guide viendra en aide aux municipalités ayant des ressources limitées afin qu'elles réussissent à relever ce défi de taille.

L'utilisation de ce guide permettra de faire le suivi des travaux en respectant les bonnes pratiques du milieu et aidera les services dans l'atteinte de leurs objectifs.

The page features a decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes, each with a darker blue center and a lighter blue outer ring. These circles are arranged vertically, with the largest at the top and bottom, and a smaller one in the middle. Two thin blue lines intersect at the center of the middle circle, forming a V-shape that points downwards. The text 'RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIE' is centered horizontally across the page.

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIE

Référence bibliographique

Référence bibliographique

[1] <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Feau.seineetmarne.fr%2Ffonctionnementdeladistribution&psig=AOvVaw3TOINiSLfPlsPmeD1pSFaR&ust=1652133485276000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjRxqFwoTCMi7woHz0PcCFQAAAAAdAAAAABAD> consulté le : 05/03/2022

[2] http://sciencepasteur.pbworks.com/f/1320617473/Schema-Station-Traitement_Eau_2.jpg.jpg consulté le : 05/03/2022

[3] <https://ihome.techexpertolux.com/vodosnabzhenie/oborudovanie-i-komplektuusie-dla-vodosnabzenia> consulté le : 05/03/2022

[4] <https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/traitement-eauadoucisseur/filtration-purification-traitementeau/#:~:text=La%20filtration%20de%20l'eau,des%20bouts%20de%20chanvre%20etc.> consulté le : 08/03/2022

[5] https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9servoir_d%27eau#:~:text=Un%20r%C3%A9servoir%20d'eau%20est,comme%20un%20r%C3%A9servoir%20d'eau

Consulté le : 08/03/2022

[6] https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9servoir_d%27eau#:~:text=Un%20r%C3%A9servoir%20d'eau%20est,comme%20un%20r%C3%A9servoir%20d'eau consulté le : 10/02/2022

[7] Dupont A (1979) : “Hydraulique urbaine”, Tome I « Ouvrages de transport – Elévation et distribution des eaux », Editions Eyrolles Paris, 484p.

[8] Dupont A (1979) : “Hydraulique urbaine”, Tome II « Ouvrages de transport – Elévation et distribution des eaux », Editions Eyrolles Paris, 484p.

[9] Dupont A (1979) : “Hydraulique urbaine”, Tome III « Ouvrages de transport – Elévation et distribution des eaux », Editions Eyrolles Paris, 484p.

[10] Guide technique de l'eau potable : https://www.montpellier3.m.fr/sites/default/files/downloads/files/guide_technique_aep_3m.pdf date : 10/04/2022

[11] <https://www.google.com/search?q=guide+technique+de+l%27eau+potable&oq=guide+technique+de+l%27eau+potable&aqs=chrome..69i57.10052j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8> date : 10/04/2022

[12] <https://www.journaldunet.com/ebusiness/internet-mobile/1493249-iot-protéger-et-optimiser-le-reseau-d-eau-en-connectant-les-poteaux-de-defense-incendie> consulté le : 15/05/2022

[13] <https://www.smmi-borne-incendie.fr/poteau-incendie> consulté le : 18/05/2022

[14] Igor Blindu (2004) : Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques. Sciences de l'environnement. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; Université Jean Monnet - Saint-Etienne.

[15] https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSo2tZwIh7JM2N7yasma_Gj_a3pV3FhJev1o8bRwT1GoTiF9Z1cv8MET5toquti4J7DmCZc&usqp=CAU consulté le : 20/05/2022

Référence bibliographique

- [16] <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fjspbas.com%2Fwpcontent%2Fuploads%2F2018%2F10%2Fles-besoins-en-eau.pdf&psig=AOvVaw3MoZGy6o1gnIE4smMSvaL7&ust=1652145180894000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjRxqFwoTCLCuwdOe0fcCFQAAAAAdAAAAABAM>.consulté le : 25/05/2022
- [17] <http://www.hqe.guidenr.fr/images/schema-reseau-reacteur.jpg> consulté le:02/06/2022
- [18] <https://www.oryxeleven.com/adduction-eau-potable/recherche-detection-fuite-eau/> consulté le: 08/06/2022
- [19] Onema, Astee, AITF, MEDDE (2016) : Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. Optimiser ses pratiques pour un service durable et performant Volume II (Mai 2016) .
- [20] Office internationale de l'eau (OI Eau) (2005) : La gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable : enjeux et recommandations. Etude réalisée par l'Office International de l'Eau pour le compte du Syndicat Professionnel des Entreprises de Services d'Eau et d'Assainissement (SPDE). Service « Etudes et Actions Internationales » 41 pages.
- [21] Amélie Blanchet (2015) : Diagnostic du système d'alimentation en eau potable, commune de Garrebourg. Sciences de la Terre. fffal-01827443ff.
- [22] HAUTE SAVOIE (1986) : Régie département d'assistance ; présentation de la division Etudes-Diagnostics ; Etude diag. AEP.
- [23] http://photos.wikimapia.org/p/00/04/52/85/59_big.jpg consulté le : 10/06/2022
- [24] La commission locale de l'eau du sage nappe profondes de gironde.(2004) : Economie d'eau et maîtrise de la consommation France (Avril 2004).
- [25] Valeurs de références de l'indice linéaire de pertes des réseaux d'alimentation en eau potable Application dans le contexte du SAGE Nappes Profondes de Gironde créé par mr. Eddy Renaud.
- [26] <http://dspace.univtlemcen.dz/bitstream/112/14864/1/Ms.Hyd.Medjahdi%2BMedjdoub.pdf> consulté le : 12/07/2022
- [27] <http://dspace.univtlemcen.dz/bitstream/112/14864/1/Ms.Hyd.Medjahdi%2BMedjdoub.pdf> consulté le : 15/07/2022
- [28] Brachemi Nabil (2020) : Evaluation des débits de fuites par secteur hydraulique (octobre 2020). Réalisé en coordination par les départements de Sectorisation et Télé-contrôle.
- [29] SMAALI Sofiane et FOUNAS Massinissa (2020) : PFE analyse des courbes hydrauliques obtenu a partir de la sectorisation associée au télécontrôle.pdf Université des Sciences et de la Technologie d'Oran -Mohamed Boudiaf- (Novembre 2020)127 pages.
- [30] Tardelli Filho (2006) citée dans AWWA (2009)
- [31] experco.2007 (rapport d'expertise 2007) : L'étude de faisabilité de la réhabilitation du système d'alimentation en eau potable du groupement urbain Tlemcen. Rapport d'expertise 57 pages.
- [32] Eisenbeis P, Wery Ch., Laplaud Ch. (2002) : « L'enregistrement des défaillances pour améliorer la connaissance des réseaux d'eau potable », TSM n°6, , p. 42 –54.
- [33] LauriniR.,Françoise M.-R. (1993) : «Les bases de données en géomatique », Paris : Edition Hermes, 340p.

Référence bibliographique

- [34] TARFAYA CHAFAI (2012) : Approche méthodologie pour le diagnostic des réseaux d'eau. Mémoire de Magistère en Hydraulique ; Université Hadj Lakhdar- BATNA. 165 pages
- [35] Astee, Onema, AITF, FNCCR (2014) : Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable, Politiques d'investissements et gestion des immobilisations : cadre et bonnes pratiques – Une vision à la croisée des approches techniques, comptables et financières, juillet 2014.
- [36] Techniques, Sciences et Méthodes (TSM) n°4 bis (1990) : « Rendement des réseaux d'eau potable ».
- [37] Demassue J.L (1996) : «Measuring water distribution system performance » Journal Water Supply, vol 14 n°1, pp. 35-43.
- [38] NAFI A. (2006). La programmation pluriannuelle du renouvellement des réseaux D'eau potable. Thèse de doctorat Université Louis Pasteur, Strasbourg
- [39] Onema, Irstea (2012) : Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable (Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et l'évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable).