



Université Batna 2 – Mostefa Ben Boulaïd
Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique



Thèse

Préparée au sein du laboratoire de recherche en Hydraulique appliquée

Présentée pour l'obtention du diplôme de :
Doctorat en Sciences en Hydraulique
Option : Hydraulique

Sous le Thème :

**Identification et organisation des connaissances utiles pour
l'aide à la décision dans la gestion de la maintenance des
réseaux d'assainissement et des cours d'eau urbains**

Présentée par :

BEDJOU Abdelhamid

Soutenue le 10/09/2020

Devant le jury composé de :

M. TIRI Ammar	Prof.	Université de Batna 2	Président
M. MESSAID Belkacem	MCA	Université de Batna 2	Rapporteur
M. HOUICHI Larbi	Prof.	Université de Batna 2	Examineur
M. REMINI Boualem	Prof.	Université de Blida 1	Examineur
M. BERREKSI Ali	MCA	Université de Bejaïa	Examineur
M. SEKIOU Fateh	MCA	Université d'Oum El Bouaghi	Examineur

2019 - 2020

A la mémoire de mes parents

Que dieu leur accorde sa miséricorde

A ma chère femme et à mes six enfants

Amina Hamza Hiba Ryma Maroua et Mohamed Younes.

A Mes frères et sœurs et à toute ma famille.

REMERCIEMENTS

*M*es tous premiers remerciements au DIEU le tout puissant pour m'avoir donné le courage et la volonté pour aller au bout de cette thèse.

*J*e tiens à exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance à mon directeur de thèse, Monsieur **Belkacem MESSAID**, pour avoir accepté d'être mon Directeur de thèse. Je vous adresse mes remerciements les plus sincères pour votre disponibilité, vos conseils, vos encouragements sans oublier vos qualités humaines.

*M*es plus sincères remerciements s'adressent ensuite à Monsieur **Abderrahmane BOUDOUKHA**, en retraite méritée après tant d'années de dur labeur, de m'avoir proposé ce sujet de doctorat.

*J*e tiens à témoigner toute ma reconnaissance à Mr. **TIRI Ammar**, Professeur à l'université de Batna 2, qui m'a fait l'honneur d'avoir accepté de présider le jury.

*J*e tiens à témoigner toute ma reconnaissance à Mr. **HOUICHI Larbi**, Professeur à l'université de Batna 2, Mr. **REMINE Boualem**, Professeur à l'université de Blida 1, Mr. **BERREKSI Ali**, Maître de Conférences à l'université de Béjaia, et Mr. **SEKIOU Fateh**, Maître de Conférences à l'université d'Oum El Bouaghi, qui m'ont fait l'honneur d'avoir accepté d'examiner mon travail.

*J*e tiens également à exprimer mes sincères remerciements à Monsieur **Bert BOSSELER**, Professeur au laboratoire des infrastructures souterraines de Gelsenkirchen, pour m'avoir accueilli à IKT et pour la disponibilité qu'il a consacré à l'encadrement de ma thèse. Sa patience, ses remarques et sa méthodologie scientifique m'ont été d'un support inestimable pour structurer et améliorer la qualité de ce travail. Grâce à vous, j'ai énormément appris.

*J*e remercie très chaleureusement toute l'équipe, du laboratoire IKT, que j'ai eu le plaisir de côtoyer : le directeur Roland W. Waniek, Christoph Bennerscheidt, Elke Bersuck, Thomas Brüggemann, Barbara Döring, Markus Gillar, Sissis Kamarianakis et Vladislav Koutsenok.

*J*e ne saurais comment remercier mes amis et collègues des services de l'ONA et du ministère des ressources en eau, pour m'avoir facilité l'acquisition des bases de données sans oublier les débats et échanges scientifiques fructueux et appréciable pour les besoins de la thèse.

*J*e remercie également les enseignants du Département d'Hydraulique de l'Université Abderrahmane Mira de Bejaia, et, ceux du département d'Hydraulique de l'Université Mostefa ben Boulaïd de Batna, qui ont contribué positivement à l'achèvement de cette thèse.

*M*es grands remerciements à tous mes amis de prêt ou de loin, qui m'ont aidé et soutenu le long de cette magnifique expérience.

*J*e voudrais aussi remercier ma grande famille, ma petite famille pour leurs encouragements et leur souhait de me voir finir ce long travail de recherche.

Abdelhamid Bedjou

الملخص

لقد قامت الجزائر باستثمارات كبيرة لتنفيذ أنظمة الصرف الصحي، مما أدى إلى ارتفاع معدل ربط السكان بشبكات الصرف الصحي وزيادة عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تم إنجازها في جميع أنحاء الوطن. ولكن الملاحظ أنه قد تم تحقيق هذا التطور في فترة زمنية قصيرة نسبياً دون مراعاة جودة البنى التحتية الحضرية (عدم التنسيق) ودون الحفاظ على جودة الموارد الطبيعية والبيئة (عدم وجود لوائح كافية، وعدم وجود معايير فنية والوثائق الفنية التنظيمية، و تميميع المسؤوليات). وقد أدى ذلك إلى ظهور العديد من الثغرات والإخفاقات في عمل أنظمة الصرف الصحي في المناطق الحضرية، من ناحية، وتفاقت أيضاً بسبب النقص الكبير في المعارف الأساسية الواجب أخذها بعين الاعتبار من طرف مسيري القطاع، من ناحية أخرى، مما يؤدي إلى تخصيص مبالغ مالية إضافية كبيرة في المستقبل لصيانة وإعادة تأهيل شبكات الصرف الصحي المنجزة سابقاً.

الهدف من هذه الأطروحة هو تحديد وتنظيم المعارف اللازمة لإدارة صيانة شبكات الصرف الصحي والمجاري المائية في الجزائر. لقد تم اقتراح طريقة منهجية تقريبية مكونة من ثلاثة مستويات من أجل إنتاج وتطوير المعارف اللازمة لدعم وتوجيه صناع القرار في صيانة شبكات الصرف الصحي في المناطق الحضرية في ظل الظروف الحرجة: ندرة المعطيات وعدم الاستثمار في الصيانة. في الخطوة الأولى من المنهجية المقترحة، يتم عرض ومناقشة نتائج الدراسة التي أجريت مع خدمات الديوان الوطني للصرف الصحي في العديد من المدن الجزائرية حول معرفة تراث الصرف الصحي. تتناول المرحلة الثانية إنتاج مؤشري أداء اللذان يسمحان بتقييم كفاءة أنشطة الصيانة والمقارنة بين شبكات الصرف الصحي لمدينتين جزائريتين. أخيراً، تم توضيح السمات الرئيسية للنظام الجزائري الخاص بإدارة أصول الصرف الصحي، بالإضافة إلى تحديد الجهود المطلوبة لتحقيق توصيات معيار ISO-55000.

الكلمات المفتاحية: المعارف، المعطيات، الإدارة، المعلومات، الصيانة، شبكة الصرف الصحي.

Résumé

L'Algérie a entrepris des investissements considérables pour la réalisation des systèmes d'assainissement, qui se traduisent par le taux important de raccordement des populations aux réseaux d'assainissement et par le nombre croissant de stations d'épuration des eaux usées réalisées à travers tout le territoire national. Mais ce développement a été fait dans une période relativement courte sans la prise en compte de la qualité des infrastructures urbaines (absence de coordination) et sans la préservation de la qualité des ressources et de l'environnement naturels (réglementations insuffisantes, absence de normes techniques nationales et de documents techniques réglementaires, dilution des responsabilités). Cet état de fait a conduit à l'apparition de nombreuses lacunes et défaillances dans le fonctionnement des systèmes d'assainissement urbains, d'une part, et est accentué par le manque flagrant des connaissances utiles et leurs prises en charge par les gestionnaires du secteur d'assainissement, d'autre part, ce qui implique l'allocation de futures sommes d'argent encore plus importantes pour la maintenance et la réhabilitation des réseaux d'assainissement déjà réalisés.

L'objectif de cette thèse est de définir puis organiser les connaissances nécessaires pour la gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement et des cours d'eau urbains en Algérie. Une approche méthodologique en trois niveaux est proposée afin de produire et développer les connaissances utiles pour l'aide et l'orientation des décideurs en matière de maintenance des réseaux d'assainissement urbains dans des conditions critiques : rareté de données et manque d'investissements en maintenance. Dans la première étape de la méthodologie proposée, les résultats d'une enquête menée auprès des services de l'Office National de l'Assainissement dans plusieurs villes Algériennes, sur les connaissances du patrimoine d'assainissement sont présentés et discutés. La deuxième étape traite de la production de deux indicateurs de performance permettant l'évaluation de l'efficacité des activités de maintenance et la comparaison entre les réseaux d'assainissement de deux villes Algériennes. Enfin, une explication des principales caractéristiques du système Algérien de gestion des actifs d'assainissement est décrite, ainsi que les efforts requis pour atteindre les recommandations de la norme ISO-55000 sont identifiés.

Mots clés : *Connaissance, données, gestion, information, maintenance, réseau d'assainissement.*

Abstract

Algeria has undertaken considerable investments for the implementation of sanitation systems, which result in the high rate of connection of the population to sanitation networks and the increasing number of wastewater treatment plants carried out throughout the country. But this development has been achieved in a relatively short time period without taking into account the quality of urban infrastructures (absence of coordination) and without the preservation of the quality of natural resources and the environment (insufficient regulations, lack of technical standards and regulatory technical documents, dilution of responsibilities). This has led to the emergence of numerous gaps and failures in the functioning of urban sanitation systems, on the one hand, and is accentuated by the glaring lack of useful knowledge and their support by the managers of the sector, on the other hand, which implies the allocation of future money sums even more important for the maintenance and the rehabilitation of sanitation networks already realized.

The objective of this thesis is to define and then organize the knowledge necessary for the management of the maintenance of sanitation networks and urban watercourses in Algeria. A three-level methodological approach is proposed in order to produce and develop useful knowledge for the support and guidance of decision-makers in the maintenance of urban sanitation networks under critical conditions: scarcity of data and lack of investment in maintenance. In the first step of the proposed methodology, the results of a survey conducted with the services of the National Office of Sanitation in several Algerian cities, on the knowledge of the sanitation heritage are presented and discussed. The second step deals with the production of two performance indicators allowing the evaluation of the maintenance activities efficiency and the comparison between the sanitation networks of two Algerian cities. Finally, an explanation of the main features of the Algerian sanitation asset management system is described, as well as the efforts required to achieve the recommendations of the ISO-55000 standard are identified.

Key words: Knowledge, data, management, information, maintenance, sewer network.

Abstrakt

Algerien hat in den letzten zwei Jahrzehnten erhebliche Investitionen in den Bau von Abwassersystemen getätigt, was sich in der hohen Anschlussquote der Bevölkerung an die Abwassernetze und in der steigenden Zahl von Kläranlagen im gesamten Staatsgebiet widerspiegelt. Diese Entwicklung erfolgte jedoch in relativ kurzer Zeit, ohne die Qualität der städtischen Infrastruktur zu berücksichtigen (mangelnde Koordination) und ohne die Qualität der natürlichen Ressourcen und der natürlichen Umwelt zu erhalten (unzureichende Vorschriften, Fehlen nationaler technischer Normen und technischer Regulierungsdokumente, Verwässerung der Zuständigkeiten). Diese Situation hat einerseits zu vielen Lücken und Misserfolgen beim Funktionieren der städtischen Abwassersysteme geführt und wird andererseits durch den eklatanten Mangel an nützlichem Wissen und dessen Übernahme durch die Verantwortlichen des Abwassersektors noch verschärft, was künftig die Bereitstellung noch größerer Geldmengen für die Instandhaltung und Renovierung bereits vorhandener Abwassernetze erfordert.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, das notwendige Wissen für das Instandhaltungsmanagement von Abwassernetzen und städtischen Wasserläufen in Algerien zunächst zu definieren und dann zu organisieren. Es wird ein dreistufiger methodischer Ansatz vorgeschlagen, um Wissen zu produzieren und zu entwickeln, das für die Hilfe und Unterstützung von Entscheidungsträgern bei der Instandhaltung von städtischen Abwassernetzen unter kritischen Bedingungen, wie Datenknappheit und fehlende Investitionen in die Instandhaltung, nützlich ist. Im ersten Schritt der vorgeschlagenen Methodik werden die Ergebnisse einer Umfrage unter den Diensten des Nationalen Hygienebüros in mehreren algerischen Städten über die Vermögenskenntnisse im Abwasserbereich vorgestellt und diskutiert. Der zweite Schritt befasst sich mit der Erstellung von zwei Leistungsindikatoren, die eine Bewertung der Wirksamkeit von Instandhaltungsmaßnahmen und den Vergleich zwischen den Abwassernetzen zweier algerischer Städte ermöglichen. Schließlich wird eine Erläuterung der wichtigsten Merkmale des algerischen Managementsystems für Vermögenswerte im Abwasserbereich beschrieben, sowie die Anstrengungen, die erforderlich sind, um die Empfehlungen der Norm ISO-55000 zu erfüllen.

Schlüsselwörter: Wissen, Daten, Management, Informationen, Wartung, Instandhaltung, Abwassernetze.

Sommaire

Introduction générale	1
CHAPITRE I. Organisation de l'assainissement urbain en Algérie	4
I.1. Introduction	4
I.2. Contexte et enjeux de l'assainissement urbain dans la ville algérienne	4
I.2.1. Enjeux de l'assainissement urbain.....	4
I.2.2. Typologie des systèmes d'assainissement en Algérie (état des lieux)	6
I.3. Cadre conceptuel et institutionnel de l'assainissement urbain en Algérie	10
I.3.1. Organisation du secteur de l'eau	10
I.3.2. Structuration des organismes en charge de l'assainissement	11
I.3.3. Organisation des structures de formations.....	14
I.4. Contexte technique du secteur de l'assainissement en Algérie	16
I.4.1. Chronologie d'évolution du secteur	17
I.4.2. Performances actuelles et réalisations clés du secteur.....	19
I.5. Situation et problématique de l'assainissement urbain en Algérie	20
I.5.1. Pollution de l'environnement	21
I.5.2. Les inondations.....	22
I.5.3. La contamination humaine par les eaux usées.....	24
I.5.4. Les risques d'effondrement, le désordre en surface et l'insécurité humaine.....	24
I.6. Aspects freinant le développement du secteur de l'assainissement urbain en Algérie..	27
I.6.1. Instabilité au plan organisationnel et institutionnel	27
I.6.2. Des systèmes juridique et règlementaire inadaptés	27
I.6.3. Instruments financiers limités et absence d'autofinancement.....	28
I.6.4. Développement démographique rapide et urbanisation précipitée.....	29
I.6.5. Vulnérabilité aux changements climatiques et risques naturels	30
I.6.6. Non valorisation des compétences et limitation de moyens technologiques.....	31
I.6.7. Marginalisation des opérations de maintenance des actifs en infrastructures	32
I.7. Conclusion	33

Chapitre II. Problématique de la maintenance des réseaux d'assainissement urbain34

II.1. Introduction	34
II.2. La ville et son assainissement	34
II.2.1. Contexte de la ville.....	34
II.2.2. Contexte de l'assainissement urbain	36
II.2.3. La ville et la maîtrise de l'assainissement urbain.....	38
II.3. Connaissances sur le patrimoine « Réseau d'Assainissement Urbain (RAU) »	40
II.3.1. Le patrimoine « Réseau d'assainissement Urbain ».....	40
II.3.2. État de santé d'un réseau d'assainissement urbain.....	43
II.3.3. Analyse du cycle de vie d'un réseau d'assainissement urbain.....	50
II.4. La gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains.....	52
II.4.1. Concepts utiles en gestion patrimoniale.....	52
II.4.2. Aspects techniques en gestion patrimoniale des RAU	54
II.5. Problématiques de la gestion en maintenance des RAU	58
II.5.1. Problématique de la maintenance des RAU	58
II.5.2. Problématique d'aide à la décision en maintenance des RAU	63
II.5.3. Gestion de la maintenance des RAU.....	64
II.6. Problématique de la maintenance des RAU algériens.....	68
II.6.1. Pratiques de maintenance des RAU en Algérie	68
II.6.2. Contraintes et lacunes en maintenance des RAU en Algérie	73
II.7. Conclusion.....	74

Chapitre III. Méthodologie d'identification et d'organisation des connaissances en maintenance des réseaux d'assainissement urbains75

III.1. Introduction	75
III.2. La connaissance	75
III.2.1. Qu'est-ce que la connaissance ?	75
III.2.2. La connaissance et sa typologie.....	76
III.2.3. Connaissances – Informations – Données : Quelles relations ?	79
III.3. La Gestion des connaissances	84
III.3.1. Gestion des connaissances – système complexe.....	85
III.3.2. L'ingénierie des connaissances et le microscope des connaissances	86

III.4. Identification et organisation des connaissances en gestion des RAU	87
III.4.1. Approche par Objets	88
III.4.2. Approche par pratiques (Fonctions).....	89
III.4.3. Approche par phénomènes (Evolutions).....	90
III.4.4. Connaissances pour la gestion des réseaux d'assainissement urbains.....	91
III.5. Identification et organisation des connaissances en maintenance des RAU algériens	98
III.5.1. Contraintes liées à la gestion des réseaux d'assainissement en Algérie	98
III.5.2. Mise en œuvre d'une méthodologie d'identification des connaissances	98
III.5.3. Niveau opérationnel (connaissance du réseau).....	100
III.5.4. Niveau tactique – (Savoir-faire)	103
III.5.5. Niveau stratégique (Savoir-agir).....	106
III.6. Conclusion	109
Chapitre IV. Eléments de réponses pour l'aide à la gestion de la maintenance de RAU algériens	110
IV.1. Introduction.....	110
IV.2. Connaissances du niveau opérationnel : Connaissances du réseau	111
IV.2.1. Connaissances existantes	111
IV.2.2. Connaissances produites : état des réseaux d'assainissement	115
IV.2.3. Constats et recommandations	119
IV.3. Connaissances du niveau tactique : connaissances pour l'action	120
IV.3.1. Connaissances existantes : Indicateurs de Performance (IP).....	120
IV.3.2. Connaissances extraites de l'expérience.....	122
IV.3.3. Constats et recommandations	129
IV.4. Connaissances du niveau Stratégique : Connaissances pour l'orientation	130
IV.4.1. Connaissances existantes : Programmes d'orientation stratégiques.....	130
IV.4.2. Connaissances cibles : exigences de à la norme ISO 55000	131
IV.4.3. Constats et recommandations	134
IV.5. Conclusion	135
Conclusion générale	136
Références bibliographique.....	139
Annexes	
Production scientifique dans le cadre de la thèse	

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure I-1	Les modes de gestion de l'eau et d'assainissement en Algérie.....	12
Figure I-2	Degré de pollution des barrages Algériens.....	22
Figure I-3	Effondrement d'une voie de l'autoroute de Ben Aknoun – Zeralda.....	25
Figure I-4	Chantier de réhabilitation de l'effondrement d'une voie à Ben Aknoun (Alger)....	26
Figure I-5	Avaloir en nid de poule.....	26
Figure I-6	Regard sans tampon.....	26
Figure II-1	Cycle de l'eau en milieu urbain	36
Figure II-2	Relations entre la ville, l'environnement et l'assainissement	38
Figure II-3	Interactions entre éléments du système d'assainissement et leur environnement	45
Figure II-4	Le vieillissement du réseau d'assainissement	47
Figure II-5	L'obsolescence du réseau d'assainissement	48
Figure II-6	Types de dégradation du RAU	50
Figure II-7	Concept de base de la gestion patrimoniale des RAU	56
Figure II-8	Les niveaux de gestion des réseaux d'assainissement urbains	57
Figure II-9	Le système réseau assainissement : vision gestionnaire	59
Figure II-10	Les différents niveaux conceptuels de service	60
Figure II-11	Les différentes actions d'entretien des RAU	62
Figure II-12	Méthodologie de la gestion de la maintenance d'un patrimoine RAU	65
Figure II-13	Cycles de maintenance d'un réseau d'assainissement	69
Figure II-14	Phases des opérations de curage d'un réseau d'assainissement	70
Figure III-1	Cycle de conversion des connaissances	78
Figure III-2	Hierarchie de la connaissance – Modèle DIKW	80
Figure III-3	Le spectre du savoir – Classification des types de connaissances	81
Figure III-4	Simplification de la notion de donnée	82
Figure III-5	Simplification de la notion d'information	82
Figure III-6	Simplification de la notion de connaissance	83
Figure III-7	Processus standard de gestion des connaissances	84
Figure III-8	Le système d'information et le flux cognitifs	86
Figure III-9	Les trois axes du triangle systémique	87
Figure III-10	Les trois domaines de connaissance d'un système	88
Figure III-11	Interactions des objets (Infrastructures) avec les pratiques et phénomènes	89
Figure III-12	Interactions des objets (Services) avec les pratiques et phénomènes	89
Figure III-13	Interactions des pratiques avec les objets et phénomènes	90
Figure III-14	Interactions des phénomènes avec les objets et pratiques	91
Figure III-15	Esquisse de connaissances développées en gestion des RAU	92
Figure III-16	Cadre méthodologique suivi pour l'identification des connaissances	100
Figure III-17	Eléments clés d'évaluation de la gestion patrimoniale (Norme ISO55000)	108

Figure IV-1	Schéma d'organisation des connaissances utiles en maintenance des RAU	110
Figure IV-2	Distribution (%) des matériaux des canalisations de RAU	115
Figure IV-3	Distribution (%) des diamètres des canalisations (mm) des RAU	116
Figure IV-4	Répartition des profondeurs des regards d'assainissement urbain	117
Figure IV-5	<i>Encombrement et bouchage</i>	118
Figure IV-6	<i>Ecrasement de canalisation</i>	118
Figure IV-7	Variation du Taux de curage (%) des réseaux d'assainissement (TCR) des deux villes étudiées	125
Figure IV-8	Variation de l'indice de quantité de sédiments (m ³ /km.an.) des réseaux d'assainissement (IQS) des villes étudiées	126
Figure IV-9	Variation des deux indicateurs étudiés TCL et IQS pour la ville de Bejaia	127
Figure IV-10	Variation des deux indicateurs étudiés TCL et IQS pour la ville de Sétif	128

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau I-1	Indicateur sur le service d'assainissement en Algérie.....	20
Tableau I-2	Ampleur de la pollution au niveau des ports Algériens.....	21
Tableau I-3	Inventaire des inondations survenues en Algérie.....	23
Tableau II-1	Typologie des dysfonctionnements de RAU	44
Tableau II-2	Classification des modèles de dégradation des RAU	52
Tableau II-3	Fréquences des curages d'un réseau d'assainissement	70
Tableau II-4	Objets de maintenance et responsabilités	71
Tableau III-1	Type de fichiers de données renseignés par les unités de gestion de l'ONA	106
Tableau IV-1	Caractéristiques des agglomérations gérées par les unités questionnées	115
Tableau IV-2	Total des activités de maintenance réalisées en 2016 par les unités de l'ONA, au niveau national, sur les réseaux d'assainissement urbains	122
Tableau IV-3	Caractéristiques des deux villes étudiées en 2016	124
Tableau IV-4	Taux de curage des réseaux (TCR) de deux villes étudiées en (%)	125
Tableau IV-5	Indice de quantité de sédiment (IQS) de deux villes étudiées en (m ³ /km.an)	126

Le fait d'admettre que l'on ne sait pas tout
est le premier pas de notre voyage vers la
connaissance.

Socrate

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Aujourd'hui, toutes les villes, grandes ou petites, disposent d'un ensemble complexe d'infrastructures de services publics (routes, voies ferrées, réseaux d'eau potable et d'assainissement,...etc.), mais chaque ville a ses propres systèmes d'infrastructures spécifiques en termes d'âge, d'état, de performance des services et d'implantation de systèmes de gestion des actifs (Vitorino et al. 2014 ; Younis etd Knight 2014). Cependant, la grande proportion d'infrastructures civiles se trouve enterrée et constitue l'un des systèmes les plus complexes en raison de l'interconnexion des différents réseaux de services publics, de la longueur totale des réseaux et de leurs différentes sensibilités aux perturbations, du type de service public, des différents matériaux dont ils sont constitués et de leur âge (Rogers et al., 2014). De plus, il y a des défis majeurs dans la gestion de la performance de durabilité de ces services publics souterrains tels que le manque chronique de financement et de ressources, la croissance démographique, l'urbanisation, la dégradation écologique et autres contraintes (Haider et al. 2015 ; Hojjati et al. 2017).

La gestion des actifs d'infrastructure (Infrastructure Asset Management) des systèmes urbains d'eau est l'ensemble des processus dont les services publics ont besoin pour assurer la performance requise (Halfawy 2008 ; Too 2010). Cet ensemble de processus doit être réalisé à trois niveaux décisionnels différents : stratégique, tactique et opérationnel (Alegre et Coelho 2012 ; Gay et Sinha 2014 ; Van Hoten et Zhang 2010). Pour relever ces défis, il est plus qu'essentiel de concevoir et de mettre en œuvre des systèmes efficaces de gestion des infrastructures en adoptant les exigences clés des normes ISO 55000/55001/55002 sur la gestion des actifs (ISO 2014a, 2014b, 2014c).

Les réseaux d'assainissement urbains sont des infrastructures vitales, qui nécessitent une gestion appropriée des actifs pour préserver la viabilité et équilibrer la durée de vie utile et les coûts de réhabilitation (Van Riel et al. 2014, Vitorino et al. 2014). La mise en œuvre effective des pratiques de gestion des actifs dans les services d'assainissement en est encore à ses débuts (Younis et Knight 2014) et la prise de décision est intrinsèquement compliquée, car elle s'inscrit dans un système socio-technique complexe (Ferreira et al. 2011 ; Van Riel et al. 2014 ; Vahidi et al. 2016). Skambraks et ses collaborateurs (2017) ont souligné que les moteurs du changement de l'infrastructure d'assainissement urbain découlent principalement des exigences gouvernementales, des objectifs environnementaux et des besoins organisationnels. Cette question est plus critique dans les pays en développement en raison de plusieurs facteurs, dont les plus importants sont la limitation du financement des infrastructures et l'absence de données fiables pour suivre leurs performances (Rodriguez et al. 2013 ; Tafazolli et al. 2017).

L'Algérie a consenti, ces dernières années, d'importants investissements dans la construction des infrastructures urbaines. La gestion et l'exploitation de ces atouts restent un défi auquel les autorités locales doivent faire face afin de les préserver et les léguer aux futures générations (CNES 2007). Ainsi, la gestion des infrastructures urbaines s'opère, dans la majorité des cas, avec une démarche réactive et qui représente l'un des obstacles majeurs pour l'élaboration des plans de gestions adéquats.

En matière d'infrastructure d'assainissement urbain, l'Algérie a entrepris des investissements considérables pour la réalisation des systèmes, qui se traduisent par le taux important de raccordement des populations aux réseaux d'assainissement et par le nombre croissant de stations d'épuration des eaux usées réalisées à travers tout le territoire national. Mais ce développement a été réalisé dans une période relativement courte sans la prise en compte de la qualité des infrastructures urbaines (absences de coordination) et sans la préservation de la qualité des ressources et de l'environnement naturels (réglementations insuffisantes, absence de normes techniques nationales et de documents techniques réglementaires, dilution des responsabilités). Cet état de fait a conduit à l'apparition de nombreuses lacunes et défaillances dans le fonctionnement des systèmes d'assainissement urbains, d'une part, et est accentué par le manque flagrant des connaissances utiles et leurs prises en charge par les gestionnaires du secteur d'assainissement, d'autre part, ce qui implique l'allocation de sommes d'argent encore plus importantes, dans le futur, pour la maintenance et la réhabilitation des réseaux d'assainissement, déjà, réalisés.

L'objectif de cette thèse est de mettre en lumière les connaissances utiles pour l'aide et l'orientation des décideurs en matière de maintenance des réseaux d'assainissement urbains dans des conditions sévères à savoir : la rareté de données et d'informations de base en relation avec les réseaux et leurs gestions ainsi que l'insuffisance des investissements alloués aux opérations de maintenance de ces réseaux.

Pour atteindre cet objectif, une approche méthodologique, pour la capitalisation de différentes connaissances, a été menée sur trois parties distinctes correspondant aux trois niveaux de décision du système de gestion des actifs :

- Connaissances au niveau opérationnel : dans un premier temps, seront présentés les résultats d'une enquête menée auprès des services de l'Office National de l'Assainissement (O.N.A.) dans plusieurs villes algériennes, sur le patrimoine d'assainissement urbain. Au total, des informations relatives au réseau ont été recueillies : matériaux des conduites, âge, caractéristiques hydrauliques (longueurs, pentes, profondeurs,... etc.), nombre et type de regards, nature et fréquence des dommages et dysfonctionnements rencontrés lors des opérations.
- Connaissances au niveau tactique : dans la deuxième partie, deux indicateurs de performance ont été proposés pour évaluer l'efficacité des activités de maintenance. Les données et informations recueillies auprès des agences de l'ONA (banque de données) de deux villes algériennes, (Bejaia et Sétif) nous ont permis de faire une étude comparative sur la gestion de leurs réseaux.

- Connaissances au niveau stratégique : dans la troisième partie, une explication des principales caractéristiques des pratiques algériennes en matière de gestion des actifs d'assainissement est fournie et les efforts requis pour atteindre les recommandations de la norme ISO 55000 sont identifiés. Ces connaissances ont été valorisées grâce à un audit réalisé sur certaines agences de l'O.N.A. au cours des années 2015 et 2016.

Dans ce contexte, notre travail se décomposera en quatre chapitres. Le premier chapitre présente les enjeux et objectifs des réseaux d'assainissement urbains et leurs gestions dans le contexte de la ville algérienne ainsi qu'une revue des problèmes typiques que vivent ces systèmes d'assainissement en Algérie.

Le deuxième chapitre, présente les fondements théoriques et pratiques du domaine de la gestion des réseaux d'assainissement urbains algériens. Cherchant à être le plus exhaustif possible, un état de l'art nous instruit sur les principes de la gestion patrimoniale (Asset Management), les notions de la maintenance des réseaux d'assainissement urbains en Algérie et les problématiques de la prise de décision dans les opérations de maintenance de ces réseaux.

Le troisième chapitre, présente la méthodologie suivie pour la capitalisation des connaissances utiles pour l'aide à la décision en matière de maintenance des réseaux d'assainissement algériens. Cette démarche est basée sur la capitalisation de connaissances des trois niveaux de gestion (opérationnel, tactique et stratégique). Pour chacun de ces niveaux, une approche spécifique est suivie pour l'extraction des connaissances nécessaires.

Enfin, le quatrième chapitre concerne le développement et l'analyse des résultats obtenus après la mise en application de l'outil méthodologique sur un certain nombre d'unités de l'O.N.A. de certaines villes algériennes.

Chapitre I

ORGANISATION DE L'ASSAINISSEMENT URBAIN EN ALGERIE

CHAPITRE I. Organisation de l'assainissement urbain en Algérie	4
I.1. Introduction.....	4
I.2. Contexte et enjeux de l'assainissement urbain dans la ville algérienne	4
I.2.1. Enjeux de l'assainissement urbain	4
I.2.2. Typologie des systèmes d'assainissement en Algérie (état des lieux).....	6
I.3. Cadre conceptuel et institutionnel de l'assainissement urbain en Algérie.....	10
I.3.1. Organisation du secteur de l'eau.....	10
I.3.2. Structuration des organismes en charge de l'assainissement.....	11
I.3.3. Organisation des structures de formations	14
I.4. Contexte technique du secteur de l'assainissement en Algérie.....	16
I.4.1. Chronologie d'évolution du secteur	17
I.4.2. Performances actuelles et réalisations clés du secteur	19
I.5. Situation et problématique de l'assainissement urbain en Algérie	20
I.5.1. Pollution de l'environnement.....	21
I.5.2. Les inondations	22
I.5.3. La contamination humaine par les eaux usées	24
I.5.4. Les risques d'effondrement, le désordre en surface et l'insécurité humaine	24
I.6. Aspects freinant le développement du secteur de l'assainissement urbain en Algérie .	27
I.6.1. Instabilité au plan organisationnel et institutionnel	27
I.6.2. Des systèmes juridique et règlementaire inadaptés.....	27
I.6.3. Instruments financiers limités et absence d'autofinancement	28
I.6.4. Développement démographique rapide et urbanisation précipitée	29
I.6.5. Vulnérabilité aux changements climatiques et risques naturels.....	30
I.6.6. Non valorisation des compétences et limitation de moyens technologiques	31
I.6.7. Marginalisation des opérations de maintenance des actifs en infrastructures	32
I.7. Conclusion	33

CHAPITRE I. Organisation de l'assainissement urbain en Algérie

I.1. Introduction

La ville est le support de nombreux services pour l'homme (transport, énergie, assainissement, ...etc.) grâce à l'organisation technique du tissu complexe des infrastructures urbaines qui la forme, ce qui la place au cœur de nombreuses problématiques de recherche.

Faute d'une gestion durable de ses infrastructures, l'utilisation des ressources et le rejet de déchets confèrent à la ville une puissance destructrice sur son environnement et sur elle-même, par opposition à la capacité créatrice de la nature (consommation-dégradation-pollution).

L'assainissement peut être défini comme étant « l'ensemble des stratégies utilisées par les habitants des villes, responsables officiels ou non, pour essayer de répondre aux problèmes posés par la circulation urbaine de l'eau en excluant la production et la distribution d'eau potable ». Le réseau d'assainissement est la partie du système qui concerne le transfert des effluents. Elle comprend les canalisations et l'ensemble des ouvrages annexes. C'est la partie comprise entre les points de collecte et les stations d'épuration considérées comme exutoires.

Dans ce chapitre, les enjeux de l'assainissement sont passés en revue avant de broser un état des lieux de ce secteur en Algérie. Ainsi, un intérêt particulier sera porté sur le contexte technique et réglementaire de la gestion du domaine de l'assainissement urbain dans la ville algérienne.

I.2. Contexte et enjeux de l'assainissement urbain dans la ville algérienne

I.2.1. Enjeux de l'assainissement urbain

Il est connu aujourd'hui que les fonctions essentielles de l'assainissement urbain sont :

- Préserver la santé des citoyens ainsi que la commodité et la qualité de vie par la gestion des eaux usées et des eaux de ruissellement ;
- Limiter les risques liés aux inondations par la prise en compte de ce risque ;
- Préserver la ressource et les milieux aquatiques par la maîtrise des pollutions liées aux usages domestique et industriel des eaux ainsi que celles occasionnées par les pluies.

Les principaux enjeux de l'assainissement sont de réduire au maximum les risques sanitaires et environnementaux, qui ont des conséquences économiques non négligeables. L'assainissement des eaux usées doit être réfléchi en lien avec de nombreux autres secteurs : gestion des déchets solides, gestion des eaux de pluie, services urbains, ...etc. Enfin, les aspects culturels et sociologiques de l'assainissement sont des facettes primordiales à bien appréhender lorsque l'on veut développer des services d'assainissement adaptés.

Pour évaluer les enjeux de l'assainissement urbain en Algérie, il est fait référence aux principes et règles universels que doit assurer un système d'assainissement. Ce cadre renvoi aux enjeux suivants :

1) **Enjeu économique** : l'OMS, Organisation Mondiale de la Santé, (OMS, 2019) signale que l'investissement dans le secteur de l'eau et de l'assainissement produit des bénéfices économiques considérables. Et estime que le PIB mondial augmenterait de 1,5% et que le retour sur chaque dollar investi dans ces services serait de 4,3 dollars. Ces bénéfices proviennent de la baisse des dépenses de santé pour les personnes et la société, de l'augmentation de la productivité et de la plus grande implication au travail des personnes grâce à un meilleur accès aux installations. Dans son rapport de réunion de 2015 (OMS, 2015), l'OMS a déclaré, qu'après une enquête de terrain, près de 40 % des pays utilisaient moins de 75 % des capitaux nationaux engagés en faveur de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène. En d'autres termes, 25 % ou plus des fonds nationaux existants affectés à ce domaine n'étaient pas dépensés.

En Algérie, l'assainissement, à la différence des sphères foncièrement marchandes, est un besoin essentiel où le refus de mobilisation de la dépense publique, serait financièrement plus coûteux que l'affectation des ressources budgétaires appropriées. D'ailleurs, dans son bilan (ONA, 2015), l'ONA (Office Nationale de l'Assainissement) a fait la description de la situation financière détaillée du domaine de l'assainissement du pays et a signalé la priorisation de certaines spécificités :

- Le manque d'investissement en assainissement est néfaste à l'économie à raison des conséquences négatives engendrées comme les inondations, les maladies à transmission hydrique notamment et de la stagnation dans le sous-développement.
- L'assainissement est engagé dans le processus de sécurité alimentaire et sa contribution peut être à terme significative.
- L'assainissement, par la seconde vie qu'il donne à l'eau peut être un élément moteur dans la mise en œuvre de la politique d'économie de la ressource hydrique et de la nécessité de consolider le processus dissuasif, par un système de tarification approprié.
- L'assainissement serait selon des études récentes « une mine d'or ». On y trouve dans ses sous-produits, de l'or, de l'argent et des éléments rares comme le palladium, le vanadium et autres nano particules. C'est un dossier qu'il faut dans le long terme ouvrir et suivre.

Ce bilan (ONA, 2015) a conclu que toutes ces spécificités ont évidemment une traduction financière qu'il faudra construire et orienter sur un plan opérationnel en affûtant les outils d'évaluation tels que le bilan semestriel, les budgets par fonctions, la rationalisation des coûts et charges et une lecture systématique en amont et en aval de tous les plans d'action de l'établissement.

2) **Enjeu politique** : les réseaux d'égouts sont des équipements déterminants dans le choix des zones d'extension d'une agglomération. Lors de la réalisation d'un document d'urbanisme, il convient théoriquement d'élaborer un schéma d'assainissement cohérent

avec le zonage d'une part, et avec les finances locales d'autre part. Or l'estimation des équipements d'assainissement est en général très succincte dans les documents d'urbanisme du fait du caractère peu attractif de ces équipements pour les élus. Le grand boom de l'urbanisation a provoqué un sérieux retard dans l'équipement des infrastructures qui sont à l'heure actuelle en passe de constituer un goulot d'étranglement pour l'urbanisation future de nombreuses collectivités locales. Les vieux réseaux servent d'exutoire aux nouveaux et arrivent ainsi à saturation; les risques de débordements en centre-ville sont de plus en plus grands et mettent les pouvoirs politiques et l'Administration dans l'embarras (ONA, 2015).

Ainsi, des politiques sectorielles ont été mises en œuvre sur plusieurs plans stratégiques comme la sensibilisation environnementale, la préservation et de l'économie de l'eau, et l'Algérie possède un arsenal juridique important qui préconise la surveillance de l'environnement (eau, air, sol, ...etc.). D'ailleurs, en analysant les principes généraux de la loi sur l'eau énumérés dans le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, 2005), on constate qu'une importance capitale a été donnée pour la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers la collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ainsi que des eaux pluviales et de ruissellement dans les zones urbaines (PNUD, 2019).

3) **Enjeu écologique:** au début du siècle l'assainissement urbain consistait à évacuer le plus vite possible hors des zones agglomérées l'ensemble des eaux usées issues des diverses activités humaines pour des raisons d'hygiène et de confort. Depuis lors, le développement rapide des villes et des activités industrielles et agricoles, a conduit très vite à une dégradation du milieu naturel, les rivières ne pouvant plus digérer les effluents. Un effort considérable a été fait depuis 20 ans pour doter les agglomérations de stations d'épuration mais les résultats ne sont pas à la hauteur des investissements réalisés et cela en grande partie à cause de l'état dégradant des réseaux de collecte (ONA, 2017). De plus, on s'aperçoit aujourd'hui que les eaux de ruissellement sont également polluantes. La détérioration de la qualité des eaux est dénoncée d'autant plus fortement que se développe la pratique de loisirs reposant sur l'usage de l'eau. Le réseau d'assainissement est un maillon du cycle de l'eau dans la ville et il convient aujourd'hui de rechercher des moyens de lutte contre la pollution qu'il amène au milieu naturel. C'est pourquoi ce secteur s'est orienté vers la nouvelle fiscalité écologique (JORA, 2005) basée sur les principes de pollueur payeur, afin d'inciter à des comportements plus respectueux de l'environnement par l'utilisation rationnelle des ressources naturelles (PNUD, 2019).

I.2.2. Typologie des systèmes d'assainissement en Algérie (état des lieux)

Les systèmes d'assainissement occupent une place de plus en plus importante dans les préoccupations des collectivités locales urbaines (villes) du fait des différents enjeux qu'ils représentent: ce sont des infrastructures qui coûtent de plus en plus cher.

Le schéma d'assainissement de la ville algérienne est un schéma type et se présente comme suit : au cœur de la zone urbanisée se trouve la vieille ville, datant de l'époque coloniale et des constructions réalisées jusqu'à les années 80 ; celle-ci disposait de réseaux d'assainissement réalisés en normes. Les effluents des différentes cités sont canalisés dans de petits et moyens

diamètres avant de rejoindre des canalisations structurantes (collecteurs) parcourant l'intégralité de la ville. Cependant, une majorité de ces canalisations structurantes trouvent leurs exutoires en mer Méditerranée ou dans un Oued et seule une infime partie de celles-ci sont reliées à une station d'épuration (ONA, 2017).

Sur les périphéries de la ville, nous retrouvons des constructions plus récentes et pour une grande partie construites sans réels contrôles de l'état. Cette urbanisation non maîtrisée et très importante (fuite des campagnes vers les villes plus sécurisantes) n'a pas été accompagnée par le développement des infrastructures d'assainissement. Dès lors, nous retrouvons généralement sur ces périphéries un réseau d'assainissement de collecte par cité (quartier) le plus souvent développé par les habitants eux même et ne respectant aucune norme technique. Ces réseaux de collecte ne rejoignent cependant aucun collecteur structurant et se rejettent dans l'exutoire de surface le plus proche (Oued ou mer Méditerranée) sans aucun traitement. Parfois, lorsque les habitations sont mitoyennes avec un Oued, chaque habitation dispose de son propre rejet direct (ONA, 2017).

A travers les points suivants, une description des spécificités générales des systèmes urbains d'assainissement en Algérie a été réalisé (ONA, 2017) :

1) Système type : gravitaire – unitaire

Au cours de ces dernières décennies, le choix en matière d'assainissement s'avérait relativement simple pour les petites collectivités. En fonction de leurs critères techniques, urbanistiques, politiques et de leurs moyens financiers, elles pouvaient opter soit pour l'installation d'un égout collectif gravitaire, soit pour la mise en place d'un système autonome (individuel) d'assainissement (fosse septique). S'il existait toute une palette de systèmes d'assainissement individuels, le seul représentant du mode collectif restait en revanche l'égout gravitaire dont les quelques variantes (séparatif - unitaire, avec ou sans postes de relèvement) ne remettaient pas en cause son principe technique de fonctionnement ni ses conditions de mise en œuvre.

A. Accessibilité du réseau

La méconnaissance du réseau, problème critique en gestion patrimoniale est intimement liée avec une accessibilité parfois des plus limitées. En effet, bien qu'une grande partie des réseaux dispose de regards à des intervalles réguliers, nombreux sont ceux qui ne sont pas accessibles, causé par le recouvrement des regards par du bitume lors de la réfection de la chaussée. Une grande partie des réseaux (construits depuis la fin des années 80) ont été réalisés par les habitants eux-mêmes qui, conscient des problématiques de bouchages et de la nécessité d'avoir accès au réseau, construisaient des regards d'accès. Cependant, ceux-ci étaient souvent réalisés en maçonnerie ou en béton. Ces spécificités conduisent parfois à des longueurs importantes de réseaux sans accès visibles, avec des connexions invisibles.

B. Utilisation des « égouts »

La particularité majeure réside dans une pratique très répandue parmi la population qui cause d'énormes soucis, il s'agit de l'utilisation des canalisations d'assainissement comme évacuations des déchets. En effet, la pollution des Oueds par les eaux usées a entraîné une

non-considération de la part des habitants pour leurs cours d'eaux qu'ils voient comme des égouts à ciel ouvert. Ils s'en servent alors pour évacuer tous les déchets y compris les ordures ménagères. Cette habitude est tellement développée chez les algériens de manière générale que cela peut prendre des proportions dantesque.

Et vu l'urbanisation extraordinairement élevées suivies d'une prolifération de nouvelles constructions, les matériaux en surplus (sable, graviers) ou bien les déchets (chute de bois et de métal, gravats) sont jetés dans les réseaux d'assainissement pour qu'ils soient « évacués ». Il est aussi constaté un fort lessivage des dépôts de chantier par temps de pluie.

2) *Système séparé : réseau-station d'épuration*

La tendance historique et technico-administrative à séparer dans l'assainissement la question des réseaux d'égouts et celle de l'épuration, chacune étant devenue un problème en soi, traité de façon ni homogène ni simultanée. Or, avant les années 2000, les collectivités ont marginalisé (si ce n'est ignoré) les équipements d'épuration des eaux.

A. Une situation particulière de prolifération des rejets dans la ville

Sur la base du schéma type de ville avec une vieille ville, on trouve un système d'assainissement particulier, et non structurant si bien que quasiment chaque cité possède son exutoire relié directement à un Oued ou à la mer. Cette multitude de rejets est une situation encore plus épineuse qui aura des conséquences bien entendu sur la dégradation de l'environnement.

B. Problèmes d'eaux parasites

Comme partout dans le monde, on trouve plusieurs types d'eaux parasites dans les réseaux d'assainissement algériens, qui sont généralement issues de :

- mauvais branchements et raccordement au réseau d'eaux usées,
- précipitations collectées à cause d'un mauvais raccordement d'eaux pluviales sur un collecteur d'eaux usées.
- intrusions de l'eau présente dans le sol qui pénètre dans le réseau par les défauts d'étanchéité des collecteurs et des regards (joints non étanche, fissures, décalages des éléments, casses).

Ces eaux induisent une brusque variation du débit lors d'un évènement pluvieux et sont donc facilement identifiables par la métrologie et une corrélation entre le débit et la pluviométrie.

Et la particularité de ces eaux parasites réside dans le fait que :

- la quantité de mauvais branchement est extraordinairement élevée en Algérie car une grande partie des constructions réalisées avant les années 2000 dispose de « l'assainissement » en étant raccordée sur « la première canalisation d'eau trouvée ». En effet, les canalisations pluviales, comme d'eaux usées, rejoignent le milieu naturel sans traitement dans la majorité des cas. La réflexion des habitants lors de ces constructions était que de raccorder leurs assainissements sur l'une ou l'autre des conduites n'influençait en rien le résultat final.
- en général, les eaux claires parasites d'infiltration (ECPI) sont principalement issues des nappes souterraines et varient en fonction de la saison avec le niveau de ces

nappes, leurs quantités sont donc fortement variables en fonction de la saison, et de la profondeur des réseaux bien sûr. Or chez nous en Algérie, une des premières sources d'ECPI est en réalité les nombreuses fuites présentes sur les réseaux d'eau potable.

3) *Déséquilibre spatiale*

Les disparités socio-économiques de la ville algérienne, la croissance démographique, les changements climatiques, le mode anarchique d'occupation du sol, l'absence de contrôle du développement urbain de la part des pouvoirs publics ont généré d'énormes déficits en matière d'infrastructures collectives.

Le problème des eaux pluviales a certainement favorisé l'équipement des grandes agglomérations et occulté en partie les besoins des petites collectivités beaucoup plus orientés vers la collecte des eaux usées proprement dites (difficultés financières des collectivités locales). Une caractéristique essentielle, des moyennes villes algériennes (collectivité à historique coloniale), réside dans le fait qu'elles possèdent, actuellement, un réseau d'assainissement ancien focalisé sur le noyau de la ville (ancienne ville) et un réseau d'assainissement relativement nouveau construit avec les extensions non programmées de la ville.

A. Les risques de crues et des inondations

L'Algérie est confrontée aux phénomènes de crues et d'inondations qui sont plus fréquents en périodes de transition été-hiver. Ces phénomènes provoquent des catastrophes plus destructrices et occasionnent d'importants dégâts humains et matériels. Il n'existe pas de régions susceptibles d'être prémunies contre de tels risques en raison de leur caractère imprévisible. Au demeurant, les analyses faites à propos des crues et des inondations dans notre pays mettent en évidence leur violence et leur spontanéité ainsi que leur survenance brutale après une période de sécheresse (CNES, 2003).

S'appuyant sur des études scientifiques, les experts dans le domaine estiment que des pluies torrentielles et des orages comme ceux qui ont ravagé les régions de Bab El Oued, Ghardaïa ou Béchar seront de plus en plus fréquents. Il faut s'attendre à l'accentuation de ces phénomènes météorologiques, qui seront de plus en plus violents et dangereux (PNUD, 2009).

B. Gestion des oueds et ouvrages de collecte des eaux pluviales

Actuellement les responsabilités en matière de gestion des eaux pluviales sont mal définies et de fait, on observe souvent une confusion entre Oued naturel et ouvrage d'assainissement dans la mesure où les Oueds sont utilisés comme vecteurs de transport des effluents, sont parfois cuvelés et donc transformés en collecteurs, et pour certains raccordés à la STEP. Aussi de fortes interactions avec la gestion :

- de la collecte et de l'évacuation des déchets solides dans la mesure où les Oueds reçoivent souvent des ordures de tous types (déchets ménagers, de chantier, ...etc.),
- de l'entretien des cours d'eau et des berges où par endroits une végétation anarchique peut former obstacle au libre écoulement des eaux de pluie.

Les responsabilités en matière de gestion des eaux pluviales et d'exploitation des ouvrages afférents sont donc réparties de manière peu lisible entre les différents organismes à l'échelle municipale.

I.3. Cadre conceptuel et institutionnel de l'assainissement urbain en Algérie

I.3.1. Organisation du secteur de l'eau

Depuis le transfert du secteur de l'irrigation qui relevait du Ministère de l'Agriculture (Décret exécutif N° 2000-324 du 25 octobre 2000 fixant les attributions du Ministre des Ressources en eau), le Ministère des Ressources en Eau (MRE) est le principal responsable de la politique de l'eau dont il assure l'élaboration et la mise en œuvre. Sa compétence s'étend à l'ensemble des activités relatives à la recherche, l'exploitation, le stockage, la distribution de l'eau pour tous les usages et à l'assainissement. Il veille, avec les ministères chargés de l'Environnement et de la Santé, à la préservation de la qualité des ressources en eau (Benblidia, 2011).

Face à la situation de déficit chronique et de non satisfaction des besoins et malgré l'importance des investissements consentis, le secteur des ressources en eau n'a pas cessé d'entreprendre des refontes de son système d'organisation et de gestion reposant sur les principes suivants : Unicité de la ressource, Gestion intégrée à l'échelle du bassin hydrographique, Gestion concertée, économique et environnementale. Ces politiques de réorganisations s'inscrivent toutes dans le cadre de la loi sur l'eau de 2005 qui consacre le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous et définit les principes sur lesquels se fondent l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau (Benblidia, 2011) :

- le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous et le droit d'utilisation des ressources en eau pour tous dans les limites de l'intérêt général,
- la concertation et la participation de tous les acteurs pour la planification de la répartition et des aménagements dans le cadre d'unités hydrographiques naturelles,
- la systématisation des pratiques d'économie et de valorisation de l'eau par des procédés et des équipements appropriés ainsi que le comptage des eaux produites et consommées; pour lutter contre les pertes et le gaspillage,
- l'obligation d'élaborer un Plan National de l'Eau (PNE) et la planification de la gestion locale dans le cadre des bassins hydrographiques,
- l'établissement de règles régissant les systèmes de tarification de l'eau usages appuyés sur les coûts réels des services d'approvisionnement,
- la possibilité de concession ou de délégation du service public de l'eau à des personnes morales de droit public ou privé.

Ainsi, sur la base de ces principes et objectifs, l'organisation institutionnelle et stratégique du secteur de l'eau peut se présenter sur plusieurs niveaux :

1) Niveau national

Au niveau national, Le MRE a comme mission principale la définition de la politique générale et coordination des organismes locaux et régionaux en matière de ressources en eau et de leurs gestions. Le MRE assure ses missions en s'appuyant en particulier sur huit directions :

- La Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques (**DEAH**).
- La Direction de l'Alimentation en Eau Potable (**DAEP**).
- La Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement (**DAPE**).

- La Direction de la Mobilisation des Ressources en Eau (**DMRE**).
- La Direction de l'Hydraulique Agricole (**DHA**).
- La Direction des Ressources Humaines, de la Formation et de la Coopération (**DRHFC**).
- La Direction de la Planification et des Affaires Economiques (**DPAE**).
- La Direction du Budget, des Moyens et de la Réglementation (**DBMR**).

Il faut signaler que le secteur de l'eau, en Algérie, s'est doté de six Etablissements Publics à caractère Industriel et Commercial (EPIC) et à compétences nationales :

- L'Agence Nationale des Ressources Hydriques (**ANRH**).
- L'Agence Nationale des Barrages et Transferts (**ANBT**).
- L'Algérienne Des Eaux (**ADE**).
- L'Office National de l'Assainissement (**ONA**).
- L'Office National de l'Irrigation et Drainage (**ONID**).
- L'Agence de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (**AGIRE**).

2) Niveau régional

Les Agences de Bassins Hydrographiques (ABH), qui constituent un niveau régional de gestion des ressources en eau chargées de promouvoir la gestion intégrée de l'eau au niveau des unités hydrographiques naturelles, sont rattachées désormais à l'AGIRE. Au nombre de cinq, les agences de bassins sont situées dans cinq zones différentes et ce pour une meilleure couverture du territoire (Morgan et Ghosn, 2013) :

- Agence de Bassin Hydrographique Chelif Zahrez.
- Agence de Bassin Hydrographique Oranie- Chott Chergui.
- Agence de Bassin Hydrographique Algérois-Hodna-Soummam.
- Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybousse-Mellègue.
- Agence de Bassin Hydrographique Sahara.

Leurs missions principales portent sur l'évaluation des ressources, la surveillance de l'état de pollution des eaux, l'élaboration des plans directeurs d'aménagement et d'affectation des ressources, ainsi que l'information et la sensibilisation des usagers à l'utilisation rationnelle de l'eau (Morgan et Ghosn, 2013).

3) Niveau local

Au niveau local, dans chaque wilaya, les attributions du MRE sont exercées par la direction des ressources en eau (ex-Direction de l'Hydraulique de la Wilaya - DHW) sous l'autorité administrative du Wali. Ces directions travaillent en collaboration avec les directions locales de wilaya et les autres départements ministériels.

I.3.2. Structuration des organismes en charge de l'assainissement

Avant les années 2000, un seul mode de gestion des services de l'eau et d'assainissement existait en Algérie : gestion par la *régie* communale (exclusivement par les communes). Après 2001, deux agences ont été créées pour la gestion et l'exploitation des eaux urbaines (ADE pour l'eau potable et l'ONA pour l'assainissement) avec une mission principale la prise en charge par *concession* de la gestion des réseaux urbains en les transférant progressivement des communes vers ces agences. Une fois ces agences mises en place dans quelques villes pilotes,

une métamorphose du modèle de gestion des services de l'eau et d'assainissement a été observée sur le terrain et le problème du manque de compétences et d'expérience a été vite relevé, c'est pourquoi le gouvernement a décidé de mener l'expérience du Partenariat Public-Privé (PPP) en faisant appel à de grandes sociétés de gestion des infrastructures de l'eau par *délégation*, pour améliorer le service d'une part et faciliter le transfert de compétences et d'expériences, d'autre part (Bedjou et Boudoukha, 2014).

Actuellement, les principales structures en charge de la gestion de l'assainissement en Algérie sont donc, les assemblées populaires communales, l'office national de l'assainissement et les entreprises publiques/privées. Le schéma ci-dessous (Figure I-1) donne un aperçu du mode de gestion actuel en Algérie :

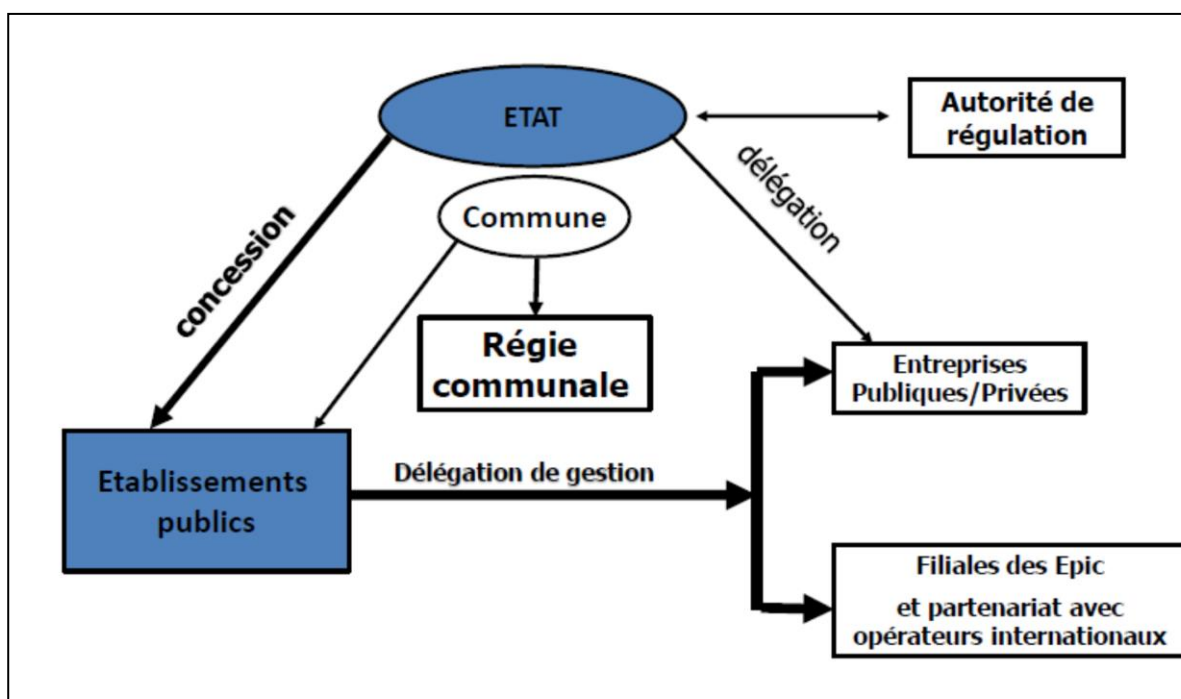


Figure I-1 : Les modes de gestion de l'eau et d'assainissement en Algérie (Djelouah, 2018)

1) Les Assemblées Populaires Communales (APC) [Gestion par la régie]

Dans les localités non encore transférées à l'ONA, l'Assemblée Populaire Communale est, par l'intermédiaire de son service de voirie urbaine, en charge de la gestion de l'assainissement. Ainsi, ces municipalités ont la responsabilité explicite d'assurer l'alimentation en eau potable et l'assainissement des eaux usées. Elles assuraient jusque-là ces services, selon les cas, via leurs propres moyens humains, en les confiant à des régies ou en les déléguant à des établissements publics régionaux.

2) *L'Office National de l'Assainissement [Gestion par concession]*

Le paragraphe qui suit est tiré du site officiel de l'Office National de l'assainissement (ONA, 2019).

Placé sous la tutelle du ministère de ressources en eau, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n° : 01-102 du 21 Avril 2001. L'ONA se substitue à l'ensemble des établissements et organismes publics, nationaux, régionaux et locaux en charge du service public de l'assainissement, notamment :

- L'Agence Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (AGEP).
- Les établissements publics nationaux à compétence régionale de gestion de l'assainissement.
- Les EPEDEMIAs de wilaya ; les régies et services communaux de gestion des systèmes d'assainissement.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale de l'assainissement, l'ONA est chargé sur le territoire national, de l'exploitation, de la maintenance, du renouvellement, de l'extension et de la construction des ouvrages et des infrastructures d'assainissement. Ainsi, il assure :

- la protection et la sauvegarde des ressources et environnement hydrique,
- la lutte contre toutes les sources de pollution hydrique,
- la préservation de la santé publique.

L'ONA assure également pour le compte de l'Etat, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'études, de réalisation de réhabilitation, de diagnostics des stations d'épuration, des réseaux d'assainissement et de collecte de l'eau pluviale ainsi que des stations de relevage.

L'ONA est aussi chargé de :

- proposer au ministère de tutelle les mesures d'encouragement de l'état ou les incitations à caractère technique ou financière dans le domaine de l'assainissement,
- entreprendre toutes actions de sensibilisation, d'éducation, de formation ou d'étude et de recherche dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique,
- prendre en charge, éventuellement, les installations d'évacuation des eaux pluviales dans ses zones d'intervention pour le compte des collectivités locales,
- réaliser des projets nouveaux financés par l'état ou les collectivités locales,
- L'office étudie et propose à l'autorité de tutelle la politique de tarification et de redevances dans le domaine de l'assainissement et veille à son application.

Enfin, l'office est chargé des missions opérationnelles suivantes :

- établir le cadastre des infrastructures de l'assainissement et en assurer sa mise à jour,
- élaborer les schémas directeurs de développement des infrastructures d'assainissement relevant de son domaine d'activité,
- élaborer et mettre en œuvre la politique de promotion des sous-produits de l'assainissement.

L'ONA dispose d'un laboratoire central dont les missions comprennent :

- suivi et contrôle du process des stations d'épuration;
- assistance technique aux laboratoires des STEP;
- études de valorisation des eaux épurées et des boues;
- prestations de services au profit des tiers.

3) *Les sociétés par actions (SPA)*

C'est en vertu de la loi 05-12 du 04 août 2005 relative à l'eau et notamment les articles 100-104-105 et 106 que l'EP ADE et l'ONA ont confié à des opérateurs privés, la gestion des services publics de l'eau et de l'assainissement des Wilaya d'Alger, Oran, d'Annaba-Tarf et de Constantine (ONA, 2015).

Le 1er opérateur qui a inauguré le contrat de management pour la Wilaya d'Alger est Suez Environnement qui a, au préalable signé avec ADE/ONA un protocole d'accord dans l'attente de l'approbation (obtenue ultérieurement) du conseil des ministres pour conclure un contrat de gré à gré. Ainsi, l'assainissement sur l'ensemble de la wilaya d'Alger est géré par la **SEAAL**.

Pour les autres opérateurs, et avec l'appui de la banque mondiale, le MRE a conduit de nouvelles expériences pilotes de délégation de services publics dans plusieurs grandes villes mais la démarche a été tout autre. Elle a emprunté la voie de l'appel à la concurrence internationale sur la base d'un cahier des charges, élaboré par un expert de la banque mondiale (ONA, 2015) :

- Société des Eaux et de l'Assainissement d'Oran (SEOR), à capitaux espagnols (Agua de Barcelona) [**SEOR-AGBAR**].
- Société des Eaux et de l'Assainissement de Constantine (SEACO), à capitaux français (Société des Eaux de Marseille) [**SEACO-SEM**].
- Société des Eaux et de l'Assainissement d'Annaba et El Tarf (SEATA), à capitaux allemands (Gelsen Wasser), dont le contrat a été résilié en avril 2011.

I.3.3. Organisation des structures de formations

Les structures de formation du domaine de l'assainissement sont de deux types : Les formations d'enseignement supérieur et de recherche scientifiques et les formations d'enseignement professionnel. Les centres de formation (professionnels et universitaires) destinés aux disciplines de gestion des infrastructures urbaines (ingénieurs et techniciens) manquent cruellement, en outre, le nombre de documents publiés dans le domaine de

l'environnement par les chercheurs algériens est trop faible par rapport à ceux des autres pays de la région (Zyoud et al., 2017).

1) Le système d'enseignement supérieur et de recherche scientifiques

Les programmes d'enseignement universitaire destinés à la gestion des réseaux d'assainissement sont quasi inexistantes, à l'exception des formations d'ordre général en Hydraulique des réseaux dans certaines universités du pays. Et en matière de recherche scientifique, le faible taux de production scientifique reflète le manque d'intérêt de la communauté universitaire en ce domaine.

Le développement du pays a englouti plusieurs milliards d'euros dans les infrastructures hydrauliques, réalisés en majorité par des entreprises étrangères, mais les gouvernants ont oublié d'investir dans les capacités humaines et techniques d'accompagnement. Malheureusement, ce type d'erreur endémique aux pays en voie de développement, se reproduit systématiquement dans tous les secteurs d'activités. L'enjeu est de taille, car il conditionne notre souveraineté et l'avenir des futures générations.

Une cause fut l'ignorance des sciences de l'eau

2) Le système national de formations et d'enseignement professionnels

Le développement qualitatif des métiers de l'eau est une nécessité. L'amélioration des compétences de la main-d'œuvre concernée, à tous les niveaux, assure un impact sur l'amélioration des prestations du service public de l'eau et de l'assainissement, notamment :

- la planification et la gestion des ressources en eau ;
- la gestion des eaux usées ;
- l'exploitation et la maintenance des stations d'épuration.

Plus largement, le système national de formation professionnelle en Algérie comprend quatre réseaux d'établissements distincts et indépendants, mais développant des synergies dans le cadre de l'action étatique de régulation :

- le réseau des institutions publiques de formation professionnelle ;
- le réseau des établissements privés agréés ;
- le réseau des institutions publiques de formation professionnelle hors ministère de la formation et de l'enseignement professionnels ;
- le réseau des structures de formation professionnelle en entreprise.

Le MRE ayant établi le développement des ressources humaines comme une priorité face à l'urgence de mettre en place un « dispositif structurant de formation dans le domaine de l'eau et de l'assainissement ». Ainsi, deux institutions sont créées (ONA, 2017) :

- L'Ecole Supérieure de Management des Ressources en Eau (ESMRE)

L'Ecole Supérieure de Management des Ressources en eau, d'Oran, est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en eau et a pour mission de contribuer, par la formation continue, au développement des capacités managériales et techniques en matière de gestion des ressources en eau. L'article 5 du décret précise que l'Ecole Supérieure de Management des Ressources en Eau (ESMRE) est

chargée notamment d'assurer des formations qualifiantes adaptées aux besoins des organismes gestionnaires des ressources en eau et d'autres organismes qui ont exprimé leurs besoins, d'assurer la formation de formateurs dans les différentes spécialités requises par la modernisation du secteur, de participer à la vulgarisation des techniques modernes de gestion des ressources en eau, de contribuer au développement des activités de recherche et d'ingénierie dans le domaine des ressources en eau, et d'organiser des séminaires et ateliers techniques. L'ESMRE est appelée dans le cadre de ses missions à conclure des conventions de partenariat avec des organismes, écoles ou instituts, nationaux ou internationaux.

- ***Le Centre de Formation aux Métiers de l'Assainissement (CFMA)***

La formation occupe une place de choix dans la stratégie de développement de l'ONA. L'on ne peut parler d'évolution dans un domaine précis sans mettre en place une politique de perfectionnement du personnel. Le Centre de Formation aux Métiers de l'Assainissement (CFMA) de l'ONA, créé en 2004 et sis à Boumerdès, a pour tâche principale de combler l'écart entre les compétences disponibles sur le marché de l'emploi et les exigences spécifiques de l'activité « Assainissement » (ONA, 2019).

Le CFMA a pour tâche principale de combler l'écart entre les compétences disponibles sur le marché de l'emploi et les exigences spécifiques de l'activité de l'ONA. Les enseignements délivrés au CFMA sont axés particulièrement sur les règles de base des différents métiers de l'assainissement, dont notamment (ONA, 2019) :

- sécurité des interventions sur les réseaux d'assainissement,
- connaissance du réseau d'assainissement (cartographie),
- visite, auscultation et curage du réseau d'assainissement,
- exploitation des STEP (règles de base et normes du métier),
- maintenance électromécanique des équipements des stations d'épuration et des stations de relevage,
- laboratoire assainissement/environnement : analyses de base en épuration, contrôle de la conformité des rejets, ...etc.

I.4. Contexte technique du secteur de l'assainissement en Algérie

L'Algérie fait face à des problèmes importants dans le domaine de l'assainissement dont les conséquences sur la santé de la population et sur l'environnement peuvent être sérieuses (maladies hydriques transmissibles comme la typhoïde, la dysenterie récurrente, fermeture des plages autour des grandes villes à la baignade, eaux impropres à l'arrosage de cultures,...etc.). Le gouvernement n'a cessé de renforcer le secteur de l'eau et s'est engagé dans un programme ambitieux de mise à niveau de l'assainissement. Si la restructuration opérée répond au développement futur du secteur de l'assainissement, les structures créées nécessitent un renforcement significatif qui s'avérera crucial dans la réussite du programme gouvernemental à travers le temps.

I.4.1. Chronologie d'évolution du secteur

1) *Période postindépendance (de 1962 jusqu'au début de 1980)* : C'est une période caractérisée par une croissance et expansion considérables, grâce à la montée des prix des hydrocarbures dont l'état algérien est le propriétaire depuis 1973. De ce fait, l'Etat a investi, a aménagé et a réalisé de grands projets.

Au lendemain de l'indépendance, le gouvernement algérien a reconduit les grandes lignes de la politique coloniale, caractérisée par de forts investissements en direction des centres urbains au détriment des villes moyennes et de l'intérieur du pays. Cette distinction spatiale dans la distribution des budgets se retrouve au sein même de ces grandes villes, avec des quartiers totalement dépourvus de réseaux d'eau potable et d'assainissement et d'autres assez bien desservis (Benzerra, 2016). Ainsi, de 1962 à 1970, la gestion des services d'eau et d'assainissement était assurée par les régies communales en majorité, par certains opérateurs intercommunaux et par quelques sociétés privées (Alger, Oran, Villes du Sud, ...etc.) (Boukhari, 2018).

Avec la création en 1970 d'un secrétariat d'état à l'hydraulique, la politique nationale de l'eau apparaît, d'abord, à travers une refonte des structures de tutelles héritées de l'époque coloniale. Mais ce secteur n'a bénéficié que de faibles dotations financières malgré les objectifs ambitieux qui étaient inscrits dans le quadriennal (1970-1974). Ce plan a donné la priorité à la satisfaction des besoins en eau de l'agriculture. Le second plan quadriennal (1974-1977) a accordé la priorité à la satisfaction des besoins en eau et d'assainissement des villes et des industries naissantes (Benzerra, 2016).

2) *Période de crise (de 1980 à 2000)* : Cette période est caractérisée par deux facteurs majeurs à savoir : la baisse brutale des prix des hydrocarbures depuis le début des années quatre-vingts et la confrontation du pays au problème du terrorisme durant la décennie noire des années quatre-vingt-dix. Ces deux facteurs ont une répercussion directe dans le ralentissement et même l'arrêt des investissements en général ainsi que l'augmentation de la dette extérieure du pays.

La décennie (1980-1990) a connu la relance de la politique hydraulique, en donnant des compétences élargies au ministère et en accordant des crédits importants. Durant cette période, plusieurs services d'hydraulique ont été créés, comme : Le Contrôle Technique et des constructions Hydrauliques (CTH), l'Agence Nationale des Barrages (ANB), l'Agence Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (ANEPA) et l'Agence Nationale de l'Irrigation et de Drainage (ANID).

Boukhari (Boukhari, 2018) a souligné qu'en 1987, une nouvelle réorganisation du secteur a réduit le nombre d'entreprises régionales à 9 placées sous tutelle du Ministère de l'Hydraulique et a créé 26 entreprises de Wilaya sous tutelle du Ministère de l'Intérieur. En revanche le service d'assainissement restait à la charge des 950 régies communales d'assainissement. Toutefois la multiplicité des organismes de gestion, la diversité de leurs statuts et tutelles, et surtout leurs grandes différences de moyens et de capacités rendaient très difficiles le contrôle et la régulation du secteur (Boukhari, 2018).

Ainsi, en 1992, il a été procédé à la modification du statut des établissements de l'eau (passage du statut d'entreprise publique EPE à celui d'Entreprise Publique à caractère Industriel et Commercial EPIC). Mais les réseaux d'assainissement sont rarement pris en charge par les établissements de l'eau et demeurent les prérogatives des collectivités locales (communes). Malgré les coûteux investissements consentis en trente années par l'Etat, la satisfaction des besoins en eau, l'évacuation des eaux urbaines et la protection de l'environnement n'étaient pas assurées de façon satisfaisante.

Benzerra (Benzerra, 2016) a indiqué que le Ministère algérien de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire (Chargé de l'Hydraulique) a commencé à élaborer, dès 1993, les bases de la nouvelle politique de l'eau, et a engagé une vaste campagne de sensibilisation et de concertation avec l'ensemble des partenaires (Agriculture, Industrie, Collectivités Locales, Universités, Associations d'usagers, Associations de protection de l'environnement, ...etc.). Ceci a abouti, fin 1995, à la tenue d'Assises Nationales de l'Eau, au cours desquelles ont été adoptés les principes, évoqués plus haut, de la nouvelle politique de l'eau. L'idée d'un amendement au Code de l'Eau, promulgué en 1983, a été retenue, de même que celle de la création de structures régionales, chargées de promouvoir la gestion intégrée de l'eau à l'échelle des grands bassins hydrographiques. Dès Juin 1996, le Code de l'Eau est modifié, introduisant notamment la possibilité, pour les maîtres d'ouvrages de concéder leurs installations d'eau potable ou d'assainissement à des opérateurs privés. Fin Août 1996, cinq Agences de Bassins Hydrographiques et cinq Comités de Bassin sont créés, couvrant la totalité du territoire national.

- 3) **Période de relance et de développement (depuis 2000)** : Suite à la remontée des prix du pétrole et la stabilité de la situation sécuritaire, l'Algérie a connu un niveau élevé de croissance depuis 2000. C'est aujourd'hui un vaste chantier. On a construit et on construit encore partout et les sommes injectées sont colossales (plus 200 milliards de dollars en quelques années) et les dettes extérieures du pays sont pratiquement honorées. Quant à l'eau, avec la construction de barrages, les transferts d'une région à une autre et les usines de dessalement, elle ne constitue plus le problème dramatique d'il y a quelques années. Cependant, la dépendance du pays vis-à-vis des exportations d'hydrocarbures demeure.

Les profondes restructurations dans le secteur de l'eau se sont poursuivies. En effet, le 21 avril 2001, le pouvoir public a procédé à la création de l'Office National de l'Assainissement (ONA) par le décret exécutif n°: 01-102. C'est un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) placé sous la tutelle du ministère de ressources en eau. Il se substitue à l'ensemble des établissements et organismes publics, nationaux, régionaux et locaux en charge du service public de l'assainissement, notamment : l'agence nationale de l'eau potable et de l'assainissement, les établissements publics nationaux à compétence régionale de gestion de l'assainissement, les régies et services communaux de gestion des réseaux d'assainissement et ses infrastructures annexes (Benzerra, 2016).

Dans le cadre du plan quinquennal 2010-2014, il est prévu la réalisation de 40 autres STEP dans les wilayas des Hauts-Plateaux et du Grand Sud qui seront d'un appoint

important, puisqu'elles permettront d'améliorer nettement le taux de traitement qui avoisinera les 70% (ONA, 2015). Si 85 % de la population sont raccordés au réseau d'assainissement, en cette période, seulement 7 % étaient effectivement raccordés au réseau des 18 STEP en exploitation. Les quantités d'eau traitées sont malheureusement rejetées en mer ou ailleurs, faute d'utilisation par le secteur agricole ou autre. De plus, les anciennes STEP ont un rendement insuffisant et posent un certain nombre de problèmes parmi lesquels on peut citer :

- la variété des procédés d'exploitation qui complique la définition de la qualification des opérateurs au demeurant manquant parfois de formation,
- l'obsolescence ou la faible qualité des manuels d'exploitation,
- l'insuffisance des moyens financiers comme des moyens d'intervention.

D'autre part, les réseaux d'assainissement, souvent vétustes et mal connus, sont rarement au niveau de performance requis et les quantifications du rejet des eaux usées sont déterminées par les services locaux sans que les données communiquées puissent être validées.

Actuellement, l'ONA dispose d'un laboratoire central d'analyse à Alger, d'un Centre de Formation aux Métiers de l'Assainissement et d'une cellule de management de l'environnement. Elle prend en charge la gestion de 1141 communes sur les 1541 existantes, soit 74,04 % du réseau national, correspondant à un linéaire de 52 881 km. Le reste du réseau est géré soit par les régies communales en attendant le transfert de ces dernières à l'ONA, soit par les sociétés par actions créées dans le cadre de la gestion déléguée du service public de l'eau et de l'assainissement (ONA, 2019).

I.4.2. Performances actuelles et réalisations clés du secteur

Dans son dernier rapport, le Comité Interministériel, chargé du suivi de la mise en œuvre des Objectifs du Développement Durable (PNUD, 2019), a indiqué que l'Algérie a engagé depuis les deux dernières décennies, un programme de développement de l'assainissement important sur l'ensemble du territoire national, visant l'amélioration du taux d'accès à l'assainissement et la protection des écosystèmes liés à l'eau et de l'environnement. Elle a dans cette optique :

- réalisé, une importante avancée en matière d'infrastructures de bases : en 2019 le parc des stations d'épuration est passé de 45 stations en 2000, à 177 en 2016 pour atteindre 199 stations en exploitation en 2019. Il reste actuellement l'achèvement d'un programme en cours de 66 stations, devant permettre à l'Algérie d'atteindre à l'horizon 2022 une capacité épuratoire de plus de 1 milliards de m³. Ces stations qui ont pour objectifs de prendre en charge les rejets d'eaux usées pour la protection des citoyens contre les risques des maladies à transmission hydrique, permettent également de supprimer graduellement les rejets en mer et la protection des écosystèmes contre toutes formes de pollution.
- nettement amélioré les indicateurs nationaux en matière d'accès à l'assainissement : alors qu'en 1970, seulement 35% de la population totale algérienne, estimée à 14.7 millions d'habitants, étaient raccordés à un réseau public d'assainissement, ce taux a

atteint 91% en 2019, avec un taux d'accès à l'assainissement de 95% en comptabilisant l'assainissement autonome et individuel pour une population totale qui s'élève à 40 millions d'habitants.

- mis en place une stratégie nationale de lutte et de prévention contre les risques d'inondation, ayant identifié près de 700 sites, et se traduit par des actions déjà engagées en matière d'aménagements dans les bassins versants, de mise en place d'un système de prévision et d'alerte, d'un Plan de Prévision des Risques d'inondation, de curage des Oueds dont ceux traversant des agglomérations urbaines, en plus de leur entretien.

Le tableau I-1 ci-dessous résume les exploits du pays en matière d'infrastructure d'assainissement urbain.

Tableau I-1 : Indicateurs sur le service d'assainissement en Algérie (PNUD, 2019)

Evolution	1962	1999	2009	2012	2016
Nombre de station	1	45	68	70	177
Capacité des stations (hm³/an)	3	90	665	700	860
Taux de raccordement (%)	20	72	86	87	90

En résumé, les réalisations clés du secteur de l'assainissement sont :

- 199 STEP en exploitation.
- 66 STEP en cours de réalisation.
- 52 000 km de réseau d'assainissement.
- 860 million de m³ de capacité d'épuration.

I.5. Situation et problématique de l'assainissement urbain en Algérie

D'après les chiffres et analyses exposés aux paragraphes précédents, l'Algérie dispose de systèmes d'assainissement performants et nous porte à croire que nos villes algériennes sont dans une situation comparable aux villes des pays développés à quelques exceptions près. Mais la situation réelle et les problèmes récurrents que subissent les populations dénotent un autre état de santé de ses systèmes. Les principaux problèmes se situent à trois niveaux (Cherrared *et al.*, 2007) :

- ✓ pollution des milieux naturels (littoral, retenues de barrages, Oueds) due aux rejets directs ou indirects d'effluents évacués par les réseaux ;
- ✓ inondations fréquentes par temps de pluie dues au non-respect des normes et des règles de conception d'une part et au manque d'entretien des réseaux d'autre part ;
- ✓ les risques de contamination humaine par les eaux usées (à travers les eaux de consommation) ont augmenté paradoxalement avec l'augmentation des taux de raccordement de la population aux réseaux d'eau potable et d'assainissement

I.5.1. Pollution de l'environnement

En Algérie, le taux de raccordement au réseau d'assainissement est élevé mais la qualité du service demeure faible avec de nombreuses conduites obstruées ou trop petites par rapport aux besoins de la population. En outre, la plupart des stations d'épuration des eaux usées du pays ne sont pas opérationnelles. Les eaux usées collectées sont alors déversées sans traitement adéquat dans les vallées et dans la mer, ce qui n'est pas sans danger pour la santé publique. Il s'avère difficile de chiffrer en volume les pertes de ressources imputables aux pollutions, car celles-ci entraînent plutôt des surcoûts de production (traitements supplémentaires nécessaires) que des « mises hors d'usage » (P.N.U.E-P.A.M., 2009).

La pollution des milieux naturels par les rejets directs ou indirects provenant de l'assainissement urbain (eaux pluviales et eaux usées) ou par les activités industrielles commence à devenir très inquiétante. Dans les villes côtières, le potentiel piscicole des eaux de mer commence à diminuer d'une façon alarmante (Benzerra, 2016). Les eaux souterraines sont soumises, de plus en plus intensivement, aux rejets volontaires d'effluents polluants, eaux usées ou eau de ruissellement pluvial en milieu urbanisé (Boualla *et al.*, 2011b).

Conformément au Journal Officiel de la République Algérienne (23 avril 2006) concernant les valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur, les valeurs limites générales des rejets sont respectivement : pH : 6,5 à 8,5 ; DBO5: 35 mg/l ; DCO : 120 mg/l ; MES : 35 mg/l ; PO4 -2 : 02 mg/l. Il est constaté que les eaux usées traitées rejetées présentent des valeurs en paramètres physico-chimiques (pH, DCO, DBO5 MES et PO4 -2) majeurs de pollution qui dépassent les valeurs prescrites, ce qui représente un risque de pollution environnementale (Boualla *et al.*, 2011b).

Le tableau I-2 montre l'importance de cette pollution au niveau des ports algériens (Benzerra, 2016).

Tableau I-2 : Ampleur de la pollution au niveau des ports Algériens (CNES, 2000)

Port	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	N total (mg/l)	P total (mg/l)	MES (mg/l)
Ghazaouet	1 050	2 100	175	52	1 225
Oran	30 800	58 315	5 488	1 029	24 012
Arzew	3 522	6 457	578	117	3 815
Bethioua	856	1 570	143	21	990
Mostaganem	6 900	12 775	1 570	230	9 200
Ténès	1 700	3 460	315	63	1 730
Alger	140 000	280 000	27 000	5 100	168 000
Bejaia	3 750	9 375	876	188	5 000
Jijel	4 824	24 797	850	170	6 720
Skikda	7 445	13 455	1 275	245	7 790
Annaba	17 665	34 209	3 595	822	22 806

Dans de nombreux cas, même les retenues des barrages (Benzerra, 2016) sont touchées avec un taux de pollution de 24% des (Figure I-2).

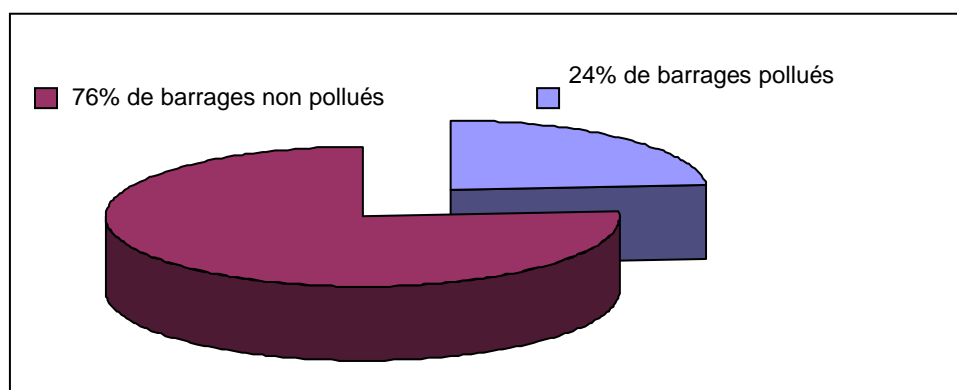


Figure I-2: Degré de pollution des barrages Algériens (CNES, 2000)

I.5.2. Les inondations

Une inondation correspond à la submersion ponctuelle d'une zone habituellement sèche, par des eaux douces ou salées. Cette inondation peut être un phénomène régulier ou catastrophique et peut se produire lentement ou très rapidement. Yahiaoui (Yahiaoui, 2012) a donné une description intéressante pour les inondations dans le milieu urbain, il confirme que les cumuls de précipitations exceptionnels (400 mm et plus) pendant de courtes périodes ont réveillé des petits bassins versants qui ne fonctionnent de façon catastrophique que tous les 50 ou 100 ans. Du fait, de la faible taille de ces bassins, le temps de réponse des cours d'eau est très court et la pointe de crue se cale pratiquement sur le pic d'intensité pluviométrique. Dans les secteurs urbanisés, des crues constituées dans l'espace rural ou périurbain se heurtent à la sous-capacité du réseau d'évacuation des eaux pluviales (calibré en général pour des pluies décennales), et à la désorganisation du réseau hydrographique naturel, l'eau emprunte donc les rues qui se transforment en torrents.

Benzerra (Benzerra, 2016) a indiqué que les inondations urbaines constituent une préoccupation majeure en Algérie, puisque plusieurs villes ont été la scène d'inondations importantes. Bab El Oued (Alger) en 2001, Bejaia en 2007, Jijel en 2010, pour ne citer que ces quelques exemples, ont été envahies par de fortes inondations causant ainsi plusieurs pertes humaines et des dégâts matériels considérables.

Des inventaires sommaires, sur les inondations catastrophiques en Algérie, ont été réalisés par certains auteurs et institutions étatiques, mais des contradictions notables ont été constatées entre les statistiques accumulées, notamment sur les dégâts en perte humaines. Dans le tableau I-3, sont présentées les caractéristiques des inondations survenues en Algérie depuis 1971 (Yahiaoui, 2012 ; Benzerra, 2016 ; Friuoi-Ziani, 2018).

Tableau I-3 : Inventaire des inondations survenues en Algérie

Date	Lieu	Hauteur de la pluie (mm)	Dégâts
12/10/1971	Commune d'Azzazga (TO)	182,6 mm (pluie journalière)	40 morts et des centaines d'habitations détruites
28/03/1974	Alger et Tizi Ouzou	688 mm en 4 jours et 381 mm en une journée	52 morts, 4570 maisons détruites, 130 villages isolés, 18000 sinistrés, 13 ponts détruits, et plus
01/09/1980	El Eulma	/	44 morts, 50 blessés et 365 familles sinistrées
11/08/1983	Commune de Birrine (W de Djelfa)	/	10 morts, 10 blessés et 200 habitations détruites.
03/02 et 29/12 1984	Wilayas de l'Est Algérien : Jijel, Constantine, Skikda, Guelma et El Tarf	120 mm en 3 jours 250 mm en 4 jours	20 morts et 03 disparus Plus de 2500 familles sinistrées et 8114 habitations envahies par les eaux ;
05/07/1987	Batna	Pluie journalière de 57 mm	2 morts, une dizaine de familles sinistrées
21/09/1989	M'Sila et Biskra	/	une personne disparue, plus de 200 familles sinistrées.
03/06/1991	Ghardaia	8 mm en 3 heures	9 morts et plusieurs dégâts en infrastructures (ponts, digues, chaussées et réseau d'assainissement)
26/01/1992	Wilayas de centre : Alger, Blida Tipaza, Chlef, Ain Defla, Medea	/	des morts, plusieurs blessés, 637 familles sinistrées et plusieurs infrastructures routières dégradées
20/10/1993	Oued R'hiou (Relizane)	-	22 morts, plusieurs blessés, des dizaines de familles sinistrées et plusieurs dégâts matériels.
23/09/1994	Bordj Bou Arréridj, M'Sila, Djelfa, Bouira Ain Defla, Tiaret,	-	27 morts, 84 blessés et 941 familles sinistrées
04/04/1996	Annaba et El Taref	-	5 morts, 10 blessés et plusieurs infrastructures endommagées
14/01/1999	Adrar	74 mm en 24 heures	12 morts, plusieurs disparus et 174 habitations endommagées
10/11/2001	Bab El Oued (Alger)	262 mm en 24 heures	750 morts, 311 blessés, 115 disparus, 10000 sans-abris, plus de 1500 habitations endommagées
18 et 19/04/ 2007	Sidi Bel Abbas	/	07 morts et 109 familles sinistrées
1 et 2/10/2008	Ghardaia	/	50 morts et des milliers de sans abris
01/10/2011	El Bayadh	/	10 morts et 600 Milliards de cts de dégâts
Août 2018	Tamanrasset	/	05 morts

La vulnérabilité de ces villes est assez inquiétante du fait que chaque averse orageuse provoque des débordements dans les réseaux d'assainissement. Cette situation est souvent le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs tels que :

- le débordement direct d'un cours d'eau dans son lit majeur, suite à des épisodes de fortes précipitations ou à la fonte des neiges hivernales (ce sont les crues) ;
- le débordement indirect d'une réserve d'eau (de surface ou souterraine) suite à la remontée des nappes phréatiques ou bien d'eaux à travers les canalisations ;
- surcharge du réseau d'assainissement suite à des raccordements anarchiques d'extensions urbaines à l'amont, et la construction dans les zones inondables ;
- insuffisance dans l'évacuation de l'eau pluviale liée à l'encrassement des conduites et le manque d'opérations de curage et de contrôle des ouvrages d'assainissement ;

- L'accumulation des eaux de ruissellement suite à des précipitations abondantes. Il se peut en effet que les capacités de drainage et d'infiltration d'une zone soient insuffisantes pour évacuer les eaux reçues, qui s'accumulent alors. Ce phénomène est accru lorsqu'il y a eu une imperméabilisation des sols (urbanisation) sans création d'un réseau d'évacuation suffisant ;
- La rupture d'un ouvrage de génie civil, comme un barrage ou une digue. Un défaut de conception, un manque d'entretien ou tout simplement un volume d'eau trop important peuvent créer une brèche puis une rupture d'un ouvrage de protection. Les conséquences sont en général catastrophiques car le flux d'eau est soudain et très puissant ;
- ...etc.

I.5.3. La contamination humaine par les eaux usées

En matière de santé publique, la manifestation des pollutions dues aux eaux usées couvre en gros les maladies infectieuses d'origine bactérienne ou virale (maladies à transmission hydrique - MTH) tels que la dysenterie, le choléra, la typhoïde, ...etc. (Benzerra, 2016). Faute de station d'épuration, les eaux usées se déversent dans les Oueds, irriguant les vallées agricoles. Les risques d'épidémies de maladies à transmission hydrique sont devenus énormes et se produisent en hiver. Une analyse réalisée sur l'eau de mer de Skikda a révélé que celle-ci contenait du mercure avec un taux de 1000 fois la norme internationale (Boualla *et al.*, 2011a).

Les incidences des pollutions sur les conditions d'alimentation en eau potable sont très dispersées et différenciées, mais n'en sont pas moins certaines : baisse de qualité des eaux utilisées, croissance des difficultés et des coûts de potabilité ou changement de source d'approvisionnement. Ces incidences de pollution tendent à accroître les inégalités d'accès à des eaux saines. C'est le cas par exemple pour la teneur en nitrates (PNUE-PAM, 2009). Benzerra (Benzerra, 2016) a cité les pics d'infection qui ont été enregistrés dans la période de 1971 à 1986 avec 8008 cas cliniques de Choléra confirmés dont 450 décès ont été enregistrés. Une telle situation qualifiée de catastrophe épidémiologique nationale qui coïncide, paradoxalement, avec l'augmentation du taux de raccordement national en matière d'alimentation en eau potable et d'assainissement. Ce même auteur a signalé les principales causes de ce problème, comme :

- les interconnexions entre réseaux d'alimentation en eau potable et d'assainissement ;
- les vides sanitaires inondés ;
- les contaminations des réseaux d'eau potable et des différents points d'eaux par les infiltrations des eaux usées de surface ou de fosses perdues.

I.5.4. Les risques d'effondrement, le désordre en surface et l'insécurité humaine

L'affaissement et l'effondrement de sol sont issus, la plupart du temps, de la casse d'un réseau d'évacuation enterré ou d'un réseau d'alimentation d'eau provoquant un trou dans la terre. Ces réseaux peuvent se dégrader au fil du temps et engendrer des évacuations d'eau dans le sol.

Cette dégradation se décompose en trois étapes. Tout d'abord l'un des réseaux d'eau s'effondre laissant alors couler l'eau présente dans le tuyau à l'intérieur de la terre. Puis la présence de l'eau dans la terre crée un effondrement de la terre sous la structure provoquant un trou dans le sol. Par la suite, cet effondrement provoque le mouvement du sol de la structure. Enfin, les fondations ainsi que les façades de la structure sont impactées et ne résistent plus au mouvement du sol finissant par s'effondrer.

En Algérie, ce risque doit être pris en charge sérieusement du fait que l'état des réseaux enterrés est vraiment catastrophique. L'exemple vivant, est l'affaissement de terrain survenu, le vendredi 18/11/2016 (soir), sur une voie de l'autoroute Ben Aknoun - Zéralda (Alger). Quatorze (14) personnes ont été blessées suite à la chute de cinq voitures dans un profond fossé (Figure I-3).



Figure I-3 : Effondrement d'une voie de l'autoroute Ben Aknoun – Zéralda (Alger)

Source (Presse Algérie)

Cet affaissement a entraîné la rupture du collecteur des eaux usées. Un immense cratère s'est formé d'une profondeur de 4 mètres et d'une largeur de six (06) mètres (Figure I-4).



Figure I-4 : Chantier de réhabilitation de l'effondrement d'une voie à Ben Aknoun (Alger)

Source (Presse Algérie)

Benzerra (Benzerra, 2016) a signalé que dans les réseaux d'assainissement, les regards et les avaloirs de rue forment les ouvrages essentiels qui permettent la liaison des réseaux avec la surface des bassins versants. Pour des raisons de confort et de sécurité évidentes, ils doivent être finis et conçus au même niveau (à la même côte) que la voirie. Malheureusement, dans beaucoup de cas, cette norme de conception n'est pas respectée en Algérie (Figure I-5). Il est constaté souvent l'absence de tampon de regard ou de grilles d'avaloirs, du fait des vols de ce type d'équipement (Figure I-6), et d'autres cassés probablement à cause de la qualité des tampons qui ne résistent pas au trafic routier.



Figure I-5 : Avaloir en nid de poule
Source (Benzerra, 2016)



Figure I-6 : Regard sans tampon
Source (Benzerra, 2016)

I.6. Aspects freinant le développement du secteur de l'assainissement urbain en Algérie

Il est clair que le portrait tracé de la situation du secteur de l'assainissement urbain algérien, à travers les paragraphes précédents, n'est pas souriant. Si l'Algérie a beaucoup avancé dans le domaine de l'accès à l'assainissement et beaucoup d'effort consentis ont permis de réduire le risque de maladies à transmission hydrique, les problèmes de sécurité humaine (Inondations) et la pollution de l'environnement sont des risques sérieux qui freinent le développement de ce secteur et du pays en même temps. Ainsi, l'assainissement urbain des villes algériennes fait face à différentes contraintes. Ces contraintes mettent la question sur la performance des services d'assainissement, d'une part, et la fiabilité de ses infrastructures, d'autre part. Parmi ces contraintes, on trouve essentiellement :

- Instabilité au plan organisationnel et institutionnel ;
- des systèmes juridiques et réglementaire inadaptés ;
- instruments financiers limités et absence d'autofinancement ;
- développement démographique rapide et urbanisation précipitée ;
- vulnérabilité aux changements climatiques et risques naturels ;
- non valorisation des compétences et limitation de moyens technologiques ;
- marginalisation des opérations de maintenance des infrastructures (fiabilité).

I.6.1. Instabilité au plan organisationnel et institutionnel

Les réseaux d'assainissement ont toujours été gérés par une multitude d'organismes dont la diversité des statuts, des tutelles et des dimensions constituent un véritable « magma » organisationnel qui favorise la dilution des responsabilités et une insuffisante prise en charge des aspects techniques. La gestion des systèmes d'assainissement a été longtemps du ressort des communes qui n'ont ni le statut ni les capacités nécessaires pour une gestion efficace. Les communes ne peuvent donc pas assumer cette tâche par faute de moyens financiers et d'encadrement et en raison même du poids des prérogatives multiples que le principe de décentralisation leur a octroyé (Benzerra, 2016). Si pour les pays développés, la gestion intégrée des infrastructures urbaines (Route, Eau potable, Assainissement, ...etc.) est une priorité et un atout absolu pour atteindre une efficacité optimale des ressources et moyens de la ville, en Algérie la gestion de chaque service urbain est un défi en soit, et penser pour une collaboration entre service reste un idéal très difficile à concrétiser.

I.6.2. Des systèmes juridique et réglementaire inadaptés

De 1962 à ce jour, plusieurs lois, décrets et textes d'application : arrêtés et circulaires ont vu le jour. Ces instruments ont été mis en place, modifiés, complétés ou abrogés lors de suppressions des structures ou de changement des responsables (Benzerra, 2016).

La gestion du secteur de l'assainissement en Algérie s'organise principalement dans le cadre de la loi relative à l'eau (loi 0512 du 4 Août 2005). Instrument juridique à double finalité, normative et de politique sectorielle, cette loi fondamentale est issue du Code de l'eau de 1983. Celui-ci a subi des modifications successives pour prendre en compte les évolutions économiques du pays et pour adopter les principes et règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale (Benblidia, 2011).

Les textes élaborés, au fur et à mesure de la création des structures, n'ont joué aucun rôle pratique sur le terrain, et ont contribué par leur foisonnement à rendre complexes et difficiles le fonctionnement et l'organisation des services concernés. On est donc loin d'un système législatif et réglementaire complet, claire et objectif étayé par des mécanismes efficaces de contrôles technique et judiciaire (Boukhari, 2012).

Globalement, le cadre réglementaire et juridique est déficient. Les mécanismes réglementaires sont peu appliqués avec de faibles moyens d'exercice de la puissance publique.

I.6.3. Instruments financiers limités et absence d'autofinancement

L'assainissement a par le passé (dans les années 70) connu une cessation d'activité, en particulier des stations d'épuration qui, faute de ressources financières minimales pour couvrir l'exploitation, s'est vu « précipité » dans une réforme précoce des équipements qui venaient d'être réceptionnés. Concrètement une quarantaine de STEP ont été simplement abandonnées.

Après la création des deux agences responsables de la gestion de l'eau potable et de l'assainissement, le problème de leurs financements s'est posé. En effet, si le problème des finances est relativement réglé pour le cas de l'ADE, il n'est pas de même pour l'ONA. En effet, la dépendance de l'activité assainissement de celle de l'eau, au regard de la facturation et du recouvrement, mettait « de facto » l'organisme (EP ADE) dans l'impossibilité de reverser le tarif assainissement alors que celui-ci n'était qu'en détention pour compte. L'auto-utilisation partielle de ce compte par l'EP ADE n'était pas réglementaire et a créé une tension entre les 2 organismes concernés (ONA, 2015).

L'un des plus grands défis de l'ONA est sans doute son financement. Même si, dans l'état actuel, l'accomplissement de ses tâches peut être réalisé, l'obtention d'une indépendance financière reste fondamentale pour la survie et le développement de l'ONA (Benzerra, 2016). Cette situation pour le moins complexe, aggravée par des réticences non avouées de l'autorité en charge des finances à honorer les « droits » compensatoires, devenait ingérable et plaçait l'ONA dans l'incapacité de poursuivre le développement horizontal et le processus de mécanisation qui, avec un management avisé, devaient le distinguer du mode de gestion pratiqué par les autorités locales. Et ce n'est qu'en 2011, et après la présentation d'un plan 2011-2014 pour la mobilisation des ressources compensatoires stipulées dans le décret de sa création, que l'ONA a pu accéder à un budget global de 24,9 milliards DA réparti en quatre années de gestion (ONA, 2015). Les gestionnaires de l'ONA estiment que le montant des frais d'exploitation, qu'ils arrivent à obtenir, ne suffit pas actuellement pour couvrir toutes les exigences que nécessite une gestion durable des systèmes d'assainissement.

Les taxes standard en l'Algérie, notamment le droit de déverser les eaux usées dans un réseau public, ne sont pas encore définies en fonction du coût réel d'exploitation. Par rapport au pouvoir d'achat du dinar algérien, ces taxes représentent moins de 10% des charges d'exploitation nettes. En effet, leur montant est déterminé par les directives sociopolitiques et non pas par la prestation de service de l'élimination des eaux usées (GTZ, 2004). Tant que la réglementation n'agit pas afin de parvenir à un financement qui couvre les frais de gestion des systèmes d'assainissement, l'adaptation des aides de l'Etat et les taxes, par étapes et par

rapport à un standard technique plus élevé, représenterait une des tâches les plus urgentes de l'ONA (Benzerra, 2016).

I.6.4. Développement démographique rapide et urbanisation précipitée

La gestion des systèmes d'assainissement a été une des victimes d'une urbanisation caractérisée par l'urgence. En effet, l'objectif des pouvoirs publics, suite à la pression démographique et l'exode rural, étaient, de façon constante, le rattrapage des besoins essentiels de la population en terme de logements, de réseaux urbains, d'infrastructures, ...etc. (Benzerra, 2016).

La démographie de l'Algérie a connu une croissance significative ces dernières décennies. La population est passée de presque 30 millions en 1998 à plus de 37 millions en 2013. Une croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide et anarchique. Parallèlement, l'exode rural a été fort durant ces deux dernières décennies. On est passé d'une population plutôt rurale les années 70 (plus de 60 % de la population était en milieu rural) à une population plutôt urbaine (Plus de 70 % de la population est aujourd'hui urbaine) (Boukhari, 2012).

L'absence de mise en œuvre d'une politique d'aménagement du territoire effective, faute de sanctions à la mesure du développement urbain et pour n'avoir pas su ou pu maîtriser le processus d'urbanisation et le canaliser vers des sites appropriés répondant aux normes, nous engendre des problèmes aigus, porteurs de graves dangers, non seulement ceux du fait accompli, mais bien plus encore ceux qui vont advenir. Cette situation trouve-t-elle son explication dans la seule difficulté d'appliquer la législation et la réglementation en vigueur ou ne faut-il pas la chercher dans un urbanisme assujéti au couple « autorisation-interdiction » mal assumé ? Et donc dans une bureaucratie qui, au fil des ans, a modelé et/ou modulé des comportements, incitant les citoyens, pressés de résoudre leurs problèmes, à se prendre en charge, en organisant et en développant un marché informel du foncier et du logement ? (CNES, 2003).

De ce fait, l'urbanisme mis en œuvre à travers une multitude d'instruments : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU), Plan d'Occupation des Sols (POS) visait principalement la programmation, la quantification des besoins et leur localisation spatiale. Les villes se sont construites peu à peu par des extensions de lotissements privés auxquels il faudrait ajouter les formes d'aide à la construction (auto-construction) et les programmes spécifiques de logements OPGI, EPLF, communes, ...etc. Chacune de ces institutions réalisent des réseaux d'assainissement pour les cités construites, sans aucune coordination entre elles et, le plus souvent, sans le respect des normes en matière de conception et de réalisation. Cette démarche, si elle a permis de répondre à certains besoins de la population (logements, équipements), a généré des problématiques complexes rendant la gestion des réseaux d'assainissement urbains et leur mode de gouvernance local extrêmement aléatoire et difficile (Benzerra, 2016).

I.6.5. Vulnérabilité aux changements climatiques et risques naturels

Le changement climatique a des répercussions notables sur la pérennité des ressources hydriques, sur la santé publique ainsi que sur la durabilité des systèmes d'assainissement. Les spécialistes en matière d'assainissement essaient de mieux comprendre les liens entre changement climatique et assainissement, incluant les questions de santé et d'hygiène. S'appuyant sur des études scientifiques, les experts dans le domaine estiment que des pluies torrentielles et des orages comme ceux qui ont ravagé les régions de Bab El Oued, Ghardaïa ou Béchar seront de plus en plus fréquents. Il faut s'attendre à l'accentuation de ces phénomènes météorologiques, qui seront de plus en plus violents et dangereux (PNUE/PAM, 2009).

La sécheresse intense et persistante observée en Algérie durant les dernières décennies, caractérisée par un déficit pluviométrique évalué à 10%, a eu un impact négatif sur les régimes d'écoulement des cours d'eau, le niveau de remplissage des réservoirs de barrages et l'alimentation des nappes souterraines, entraînant des conséquences graves sur l'ensemble des activités socio-économiques du pays. Les premières estimations quantitatives, encore très approximatives, situent la réduction des débits d'Oueds à une valeur moyenne de 15% à l'horizon 2030 (Benblidia et Thivet, 2010).

Un autre facteur plus dangereux pour le développement du secteur de l'assainissement, et même les autres secteurs, réside dans l'avènement des risques et catastrophes. Qu'ils soient naturels ou industriels, les risques s'appliquent à des phénomènes qui se manifestent généralement sous deux formes principales (CNES, 2003) :

- ✓ des événements brutaux, extrêmement violents qui se produisent en un temps très court, provoqués par des ruptures d'équilibres sismologiques géomorphologiques, hydrologiques ou hydro-géomorphologiques, climatologiques ou industriels. Les inondations de Bab El-oued à Alger, en novembre 2001, appartient à cette catégorie d'événements ;
- ✓ une dégradation progressive sur une longue période et dont le point d'aboutissement est comparable à une rupture brutale par ses dégâts finaux. L'effondrement du collecteur d'assainissement sous la voie d'autoroute de Ben Aknoun à Alger est un exemple.

Ces deux types de processus peuvent se combiner, en un mouvement lent et continu à son début et accéléré brusquement en une discontinuité cataclysmique. Et lorsque de tels événements se produisent dans des zones habitées, dans des villes ou dans des sites stratégiques, ils se transforment en catastrophes humaines, économiques ou environnementales (CNES, 2003).

Ces aléas peuvent présenter une menace grave pour les zones habitées, gravissime si l'on tient compte des extensions urbaines incontrôlées autour d'importantes zones industrielles et pétrochimiques, telles qu'à Alger, Skikda, Arzew, Bejaia ou Hassi Messaoud (CNES, 2003). L'évaluation plus précise des impacts prévisibles du changement climatique sur les ressources en eau et l'élaboration de stratégies d'adaptation requièrent une approche non seulement

nationale, mais également maghrébine ou plus largement méditerranéenne (Benblidia, 2010). C'est pourquoi il est plus qu'urgent et primordial de tenir compte des impacts prévisibles du changement climatique des risques naturels dans les études et stratégies de développement du pays et de la nécessité de mettre en place des mesures d'atténuation et d'adaptation.

I.6.6. Non valorisation des compétences et limitation de moyens technologiques

Les métiers de l'eau exige, aujourd'hui, des compétences bien précises et de plus en plus qualifiées. Il est important que l'ensemble des personnels soit bien formé tant au niveau de la formation initiale que professionnelle par une formation continue. Les grands investissements consentis par l'état en infrastructures hydrauliques, sont réalisés en majorité par des entreprises étrangères sans associer les capacités humaines et techniques d'accompagnement du pays. Cette situation a engendré la problématique de dépendance à l'assistance technique étrangère et l'absence de l'engineering de l'eau propre au pays (PNUD, 2019).

Les programmes d'investissement colossaux consentis par les autorités, depuis 2000 n'ont pas associés ces outils de télécommunication (comme le monitoring des réservoirs, le contrôle à distance des barrages et des crues des Oueds, les vidéos surveillances, les compteurs à distance, des mesureurs numérisés des paramètres physico-chimiques des eaux, réseaux de bases de données, l'utilisation généralisée de la télédétection satellitaire, ...etc.), malgré que ces techniques sont totalement à la portée des techniciens algériens.

Les centres de formation (professionnels et universitaires) destinés aux disciplines de gestion des infrastructures urbaines (ingénieurs et techniciens) manquent cruellement, en outre, le nombre de documents publiés dans le domaine de l'environnement par les chercheurs algériens est trop faible par rapport à ceux des autres pays de la région de la méditerranéen (Bedjou *et al.*, 2019). Benzerra (Benzerra, 2016) a soulevé le problème d'accès à l'information et aux données à la gestion des réseaux d'assainissement algériens qui pose de nombreuses difficultés, il estime que ce constat peut être attribué à divers points :

- plusieurs travaux, conduits dans le secteur de l'assainissement, sont inaccessibles du fait de leur non publication ;
- les structures responsables de la production des données ne disposent pas d'un système d'information structuré. Globalement, les données sont stockées sous format papier ;
- absence de règles d'échange clairement établies entre les différents niveaux des services de gestion de l'assainissement et les chercheurs en la matière ;
- l'information, si elle existe, revient généralement à un processus de collecte ad hoc plutôt que systématique. Elle est souvent issue de missions ponctuelles ou de projets liés à des considérations sanitaires ou environnementales. Cela conduit à des duplications des efforts de collecte par de nombreuses initiatives ainsi qu'à d'énormes dépenses financières ;
- crainte des responsables des services de gestion de l'assainissement de divulguer des données confidentielles ou erronées pouvant nuire à l'image de leur entreprise ;
- faible pratique de la gestion de l'information et de la pérennisation de l'acquisition des données.

I.6.7. Marginalisation des opérations de maintenance des actifs en infrastructures

Les opérations de maintenance des systèmes d'assainissement représentent l'ensemble des processus nécessaires pour répondre aux exigences, et pour mettre en œuvre les actions prévues, ainsi que les plans de gestion des actifs par les actions corrective et préventive. Ces processus doivent être mis en œuvre et contrôlés par les services de gestion, en tenant compte des changements prévus et en examinant les conséquences involontaires des changements, afin d'atténuer tout effet négatif, le cas échéant.

En Algérie, les opérations de maintenance des infrastructures sont généralement effectuées uniquement en cas de pannes et dysfonctionnements, ce qui signifie que le risque n'est pas pris en considération (Opérations curatives et non préventives). Aucun plan de maintenance n'est suivi. De plus, le manque d'outils technologiques adéquats pour mener à bien ces tâches et la faiblesse du budget alloué pour répondre à tous les besoins d'exploitation et de maintenance des réseaux constituent les principaux obstacles au maintien d'un système en bon état de fonctionnement (Bedjou *et al.*, 2019). Cette situation a des conséquences néfastes sur la pérennité des infrastructures. Un exemple dans le domaine industriel est mieux explicatif : Vaux mieux avoir un ancien véhicule avec un bon entretien qu'avoir un nouveau véhicule sans entretien. Le manque de maintenance des systèmes d'assainissement en Algérie, peut s'expliquer par plusieurs raisons :

- le manque de connaissance des systèmes eux-mêmes ;
- l'inexistence de moyens technologiques adéquats (nouvelles techniques) ;
- marginalisation du secteur d'assainissement (non visible et non rentable) devant les autres secteurs ;
- réticence de la main d'œuvre et des compétences pour travailler dans le secteur.

A ce stade, il est légitime de se poser les questions fondamentales suivantes : Que savons-nous faire correctement ? Que maîtrisons-nous ? Que mesurons-nous avec fiabilité ? Contrôlons-nous suffisamment nos systèmes ? Qui sont les décideurs (élus, administrations, ministères, syndicats, société civile, médias, ...etc.) ? Ont-ils les données et les compétences ? Connaissent-ils les enjeux ? Qui défend nos intérêts communs ? Où nous conduisent-ils ? Le savent-ils ?

I.7. Conclusion

Ce premier chapitre nous a permis de prendre en compte le contexte général de la gestion des systèmes d'assainissement en Algérie.

En premier lieu, nous avons pensé qu'il était nécessaire d'exposer les enjeux de l'assainissement urbain dans le contexte de la ville algérienne. Cette tâche nous semble indispensable afin d'identifier les points relevant de la gestion dans ce domaine. Puis nous avons présenté les divers concepts techniques et réglementaires régissant le domaine de l'assainissement en Algérie à travers une chronologie historique depuis l'indépendance du pays.

Dans un second temps, nous avons présenté la situation et la problématique du secteur d'assainissement actuel. Les problèmes de pollution de l'environnement, d'inondation des villes et de risques de contamination humaine, ont été relatés.

En dernier lieu, nous avons pensé qu'il était nécessaire de cibler les aspects freinant le développement du secteur d'assainissement. Cette tâche nous semble indispensable afin d'identifier les points négatifs de la gestion de ce domaine et permettre ainsi de proposer des approches et solutions futures.

L'objectif poursuivi, dans la suite de notre recherche, est de mettre en lumière les connaissances utiles pour l'aide et l'orientation des décideurs en matière de maintenance des réseaux d'assainissement urbains dans des conditions sévères à savoir : la rareté de données et d'informations de base en relation avec les réseaux et leurs gestions ainsi que l'insuffisance des investissements alloués aux opérations de maintenance de ces réseaux

CHAPITRE II

PROBLEMATIQUE DE LA MAINTENANCE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT URBAIN

Chapitre II. Problématique de la maintenance des réseaux d'assainissement urbain	34
<i>II.1. Introduction.....</i>	<i>34</i>
<i>II.2. La ville et son assainissement.....</i>	<i>34</i>
II.2.1. Contexte de la ville.....	34
II.2.2. Contexte de l'assainissement urbain	36
II.2.3. La ville et la maîtrise de l'assainissement urbain.....	38
<i>II.3. Connaissances sur le patrimoine « Réseau d'Assainissement Urbain (RAU) »</i>	<i>40</i>
II.3.1. Le patrimoine « Réseau d'assainissement Urbain ».....	40
II.3.2. État de santé d'un réseau d'assainissement urbain	43
II.3.3. Analyse du cycle de vie d'un réseau d'assainissement urbain	50
<i>II.4. La gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains</i>	<i>52</i>
II.4.1. Concepts utiles en gestion patrimoniale	52
II.4.2. Aspects techniques en gestion patrimoniale des RAU	54
<i>II.5. Problématiques de la gestion en maintenance des RAU.....</i>	<i>58</i>
II.5.1. Problématique de la maintenance des RAU	58
II.5.2. Problématique d'aide à la décision en maintenance des RAU	63
II.5.3. Gestion de la maintenance des RAU	64
<i>II.6. Problématique de la maintenance des RAU algériens.....</i>	<i>68</i>
II.6.1. Pratiques de maintenance des RAU en Algérie	68
II.6.2. Contraintes et lacunes en maintenance des RAU en Algérie.....	73
<i>II.7. Conclusion.....</i>	<i>74</i>

Chapitre II. Problématique de la maintenance des réseaux d'assainissement urbain

II.1. Introduction

La mission principale du gestionnaire d'un réseau d'assainissement est de prendre les bonnes décisions vis-à-vis de situations critiques pour réaliser des objectifs prédéfinis, ainsi il cherche à assurer un service acceptable (bon fonctionnement) et garantir la pérennité de son réseau (durée de vie) avec les moyens matériels et humains existants.

Ce chapitre est consacré à la présentation des connaissances générales en matière de gestion de l'assainissement urbain. Cette gestion englobe plusieurs définitions en fonction des objectifs tracés au préalable. Ce chapitre se décompose en deux parties. La première présente l'état des connaissances relatives aux différentes formes de gestion des réseaux d'assainissement urbains en exposant, en premier lieu, les caractéristiques des actions de maintenance des réseaux d'assainissement, et en définissant les principes essentiels de la gestion patrimoniale et, en second lieu, nous étalerons les fondements de base de la gestion des actifs. La deuxième et dernière partie se terminera par la description des différentes pratiques recommandées pour la gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement urbains en Algérie.

II.2. La ville et son assainissement

II.2.1. Contexte de la ville

Afin de comprendre le rôle des villes dans la gestion de l'assainissement, il est essentiel de définir en premier lieu ce qu'est une ville. La plupart des gens s'accordent à dire que les villes sont des lieux où un grand nombre de personnes vivent et travaillent (densément peuplés) ; elles sont des centres de gouvernement, d'affaire et d'activité (ONU, 2016).

La ville, en concentrant la créativité, peut être perçue comme un laboratoire d'expérimentation. L'État a toujours été un élément moteur dans les expériences urbaines. Outre les grandes orientations, l'État fournit surtout des finances aux communes pour réaliser les équipements publics. L'intervention de l'État ne se limite donc pas au domaine législatif (Bonierbale, 2004). Le monde de demain se dessine dans les villes. Face à la pression démographique, leur développement équilibré sera, coûte que coûte, placé au cœur des politiques publiques. De la qualité et de l'intensité des réponses aux demandes croissantes en infrastructures, en services essentiels comme en participation citoyenne, dépendra la capacité des villes à constituer l'atout capital dans les dynamiques sociétales, plutôt que de cristalliser les frustrations nées d'inégalités sociales grandissantes.

Ainsi, la ville est au cœur de nombreuses problématiques de recherche. Grâce à son organisation technique, la ville est le support de nombreux services pour l'homme (transport, énergie, assainissement, logement, ...etc.). Mais, en contrepartie, ce développement de

l'écosystème urbain implique des désordres sur son environnement. L'utilisation des ressources (nourriture, eau propre, combustibles ...etc.) et le rejet de déchets (eaux usées, déchets solides, polluants atmosphériques) confèrent à la ville une puissance destructrice sur son environnement et sur elle-même, par opposition à la capacité créatrice de la nature (Bonierbale, 2004).

II.2.1.1. Les infrastructures urbaines

Un des éléments qui caractérise la ville, de notre époque, est le système dense et structuré de ses infrastructures urbaines, formant un réseau et desservant des communautés entières, destinées à être maintenues indéfiniment à un niveau de service potentiel particulier par le remplacement et la remise à neuf continu de ses composants.

Aujourd'hui, toutes les villes, grandes ou petites, disposent d'un ensemble complexe d'infrastructures de services publics (routes, voies ferrées, réseaux d'eau potable et d'égouts ...etc.) (Bedjou *et al.*, 2019) mais chaque ville a ses propres systèmes d'infrastructure spécifiques en termes d'âge, d'état, de performance de service et de mise en œuvre de systèmes de gestion des actifs (Vitorino *et al.*, 2014 ; Younis et Knight, 2014). Cependant, la grande partie de l'infrastructure urbaine est enterrée et constitue l'un des systèmes les plus complexes en raison de l'interconnexion des différents réseaux de services publics, de la longueur totale des réseaux et de leurs différentes sensibilités aux perturbations, du type de service public, des différents matériaux dont ils sont faits et de leurs différents âges (Rogers *et al.*, 2014). En outre, la gestion des performances de ces services souterrains en matière de durabilité pose des problèmes majeurs, tels que le manque chronique de financement et de ressources, la croissance démographique, l'urbanisation, la dégradation écologique et d'autres contraintes (Haider *et al.*, 2015 ; Hojjati *et al.*, 2017 ; Bedjou *et al.*, 2019).

II.2.1.2. Les cycles de l'eau et la ville

Depuis les cités antiques jusqu'à la naissance récente de l'hydrologie urbaine, les usages de l'eau dans nos villes (mobilisation, alimentation et évacuation) ont été établis au sein d'un cycle hydrologique naturel préexistant. En raison des activités dans les zones urbaines et de l'agencement spatial de ces zones (par exemple la construction dans des zones inondables), les villes font l'objet de préoccupations environnementales (Bonierbale, 2004). Ainsi, la dynamique de l'eau est souvent décrite au travers de modèles représentant son parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau. Ainsi, on distingue le cycle naturel (grand cycle) et le cycle urbain de l'eau (petit cycle). Le grand cycle de l'eau traduit les échanges entre les grands réservoirs d'eau, solides, gazeux ou liquides présents sur terre, c'est le cycle naturel de l'eau sans début ni fin. Cela se traduit par la préservation de la ressource naturelle et la protection des milieux récepteurs. Par opposition, le cycle court de l'eau renvoie aux usages urbains et commence par le captage de l'eau du milieu naturel (eau souterraine ou superficielle) et se termine par sa restitution au milieu naturel. Les principaux éléments que comporte un cycle urbain de l'eau sont étudiés en deux parties bien distinctes dans la discipline de l'hydraulique urbaine, l'Alimentation en eau potable et l'assainissement.

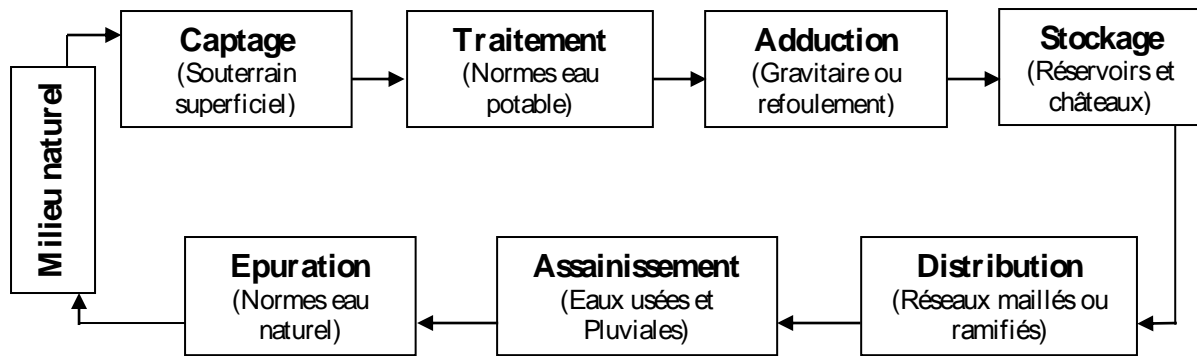


Figure II-1: Cycle de l'eau en milieu urbain

Ces éléments (Figure II-1) sont :

- **Captage** : opération qui consiste à recueillir soit des eaux souterraines (sources, nappes), soit des eaux de surface (rivières, lacs).
- **Traitement des eaux** : ensemble de procédés utilisés pour rendre l'eau captée (brute) potable.
- **Adduction** : opération de transfert des eaux traitées vers les réservoirs de stockage. Ce transfert peut se faire soit par gravité (Adduction gravitaire) ou par refoulement (Adduction avec pompage).
- **Stockage** : accumulation des eaux sur des ouvrages spécifiques pour leurs utilisations rationnelles.
- **Distribution** : desservir les utilisateurs en eau potable via des réseaux de canalisations.
- **Assainissement** : opération de collecte et d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales vers les stations d'épurations.
- **Épuration des eaux usées** : ensemble des opérations de dépollution des eaux usées pour les restituer au milieu naturel.

Pour chaque ville, les premiers liens entre les réseaux d'assainissement ou d'eau potable, et le développement urbain différent en fonction du développement de la ville, mais surtout des volontés politiques et techniques.

II.2.2. Contexte de l'assainissement urbain

Le système « ville » peut être décomposé en plusieurs sous-systèmes primaires (transport, télécommunication, santé, énergie, assainissement,...etc) à l'image des organes vitaux d'un organisme vivant (cerveau, cœur, foie, rein, pancréas, ...etc). Le système d'assainissement, système parmi les systèmes urbains, peut encore être décomposé en d'autres sous-systèmes (système de collecte, système de traitement, système de transport,...etc). On comprend alors qu'il existe une hiérarchie avec des niveaux de systèmes et des approches différentes qui dépend en grande partie de ce que le modélisateur souhaite rendre intelligible (Bonierbale, 2004).

Les réseaux d'eau urbains permettent de connecter, le plus possible, physiquement les bâtiments (personnes), les espaces urbains (imperméabilisés) et les ressources, à collecter et évacuer les eaux le plus rapidement possible en aval pour les rejeter au milieu naturel. Dans le cas particulier de la gestion de l'eau en ville, les réseaux d'assainissement ont permis d'améliorer grandement l'hygiène dans les habitations et de réduire les épidémies. Ces

réseaux se sont donc développés avec la ville et son urbanisation, comme support indispensable de la vie en ville. Mais l'eau qui traverse le système urbain souffre à la fois de l'altération de sa qualité (pollution) et de son volume (exportation sur de grandes distances). Ces modifications qualitatives et quantitatives, entre l'entrée et la sortie, doivent être, autant que possible, diminuées. Cela peut se faire par une épuration correcte et complète des eaux usées et par un guidage adéquat des flux d'eau.

II.2.2.1. Les composants du système d'assainissement urbain

Le système d'assainissement représente l'ensemble des composants artificiels (physiques) et des composants organisationnels qui ont pour rôle la gestion des eaux usées et des eaux de pluie en ville. En général, le réseau de collecte, l'unité de traitement et les eaux réceptrices étaient considérés de manière séparée dans la gestion de l'assainissement. La prise en compte des interactions entre ces sous-systèmes permet de considérer les modélisations analytiques indépendantes de ces sous-systèmes. Ces modélisations traitent du contrôle d'ensemble d'éléments disjoints de l'environnement dans lequel ils se trouvent. La modélisation analytique, en fermant le système, néglige toute évolution et consent à une réduction simplificatrice des objets et des actions (Bonierbale, 1994).

Il apparaît pourtant que l'assainissement ne résulte pas uniquement de l'arrangement linéaire des infrastructures, mais d'une articulation d'une part des infrastructures et d'autre part de composants organisationnels (Bonierbal, 2004, Le Moigne, 1998).

- *Le système opérant* symbolise le domaine des opérations tangibles. Il est composé par l'ensemble des ouvrages qui assure les finalités du système d'assainissement (réseau, station d'épuration, infrastructures de stockage ...etc.). Les personnes qui construisent, exploitent et entretiennent les ouvrages font partie intégrante du système opérant.
- *Le système pilotant* (système de décision) imagine, conçoit et coordonne les décisions. L'ensemble des personnes prenant part à l'élaboration du projet forme ce niveau (maître d'œuvre, maître d'ouvrage, gestionnaire ...etc.). Le système décisionnel est missionné par la sphère sociale dont il est censé représenter les intérêts en ce qui concerne l'assainissement. Il pilote le système opérant.
- *Le système d'information* est à l'interface du système de décision et du système opérant. Il renseigne les décideurs sur l'état des produits qui constituent le système opérant. C'est l'ensemble des outils de recueil, de traitement et de transmission de l'information relative au système opérant.

II.2.2.2. Aspects relationnel entre l'assainissement urbain, la ville et l'environnement

Le système d'assainissement urbain est décrit comme l'ensemble des processus utilisés pour recycler et restituer l'eau prélevée à son milieu naturel. Leur étude montre que les évolutions sont le fruit d'une amélioration des connaissances et des techniques dans le domaine. Néanmoins, ces points faibles et leur résolution sont fortement dépendants de l'environnement et surtout du caractère multidimensionnel du système (Bonierbale, 2004).

Mais les principes fonctionnels des réseaux d'assainissement sont aujourd'hui mis en question sous l'effet, notamment, de la montée des préoccupations environnementales. À la circulation linéaire des flux favorisée par les réseaux (prélèvement de la ressource, approvisionnement

des zones peuplées, puis évacuation des déchets) est désormais préférée une circulation (re)bouclée des flux d'eau (recyclage, réutilisation).

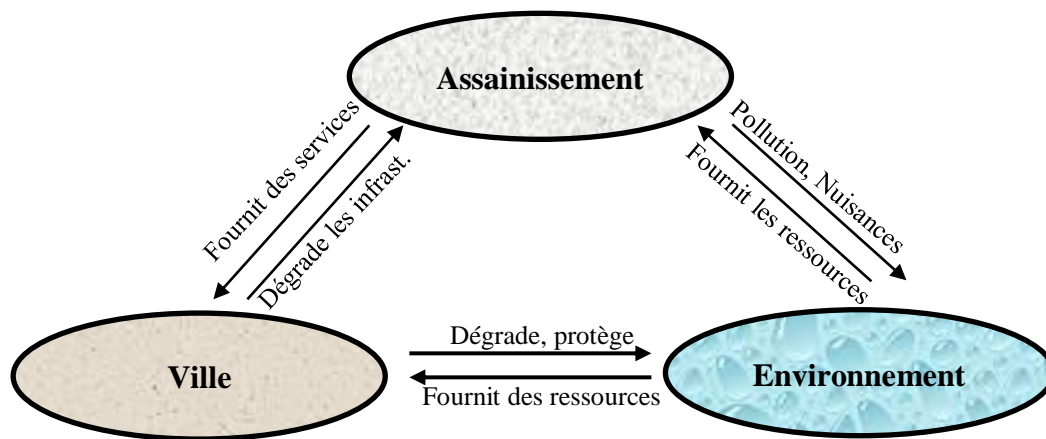


Figure II-2 : Relations entre la ville, l'environnement et l'assainissement (Bonierbale, 2004)

Le système d'assainissement interagit avec son environnement et sa ville suivant les trois processus expliqués précédemment (systèmes opérants, pilotant et d'information). De manière à assurer ses fonctions vis-à-vis de la ville (fourniture de service), le système utilise les ressources de l'environnement et en retour agit sur ce même environnement (pollution). Aussi de sa part, la ville utilise les ressources de l'environnement via les infrastructures de l'assainissement qui se dégradent dans le temps. La figure (II-2) ci-dessous illustre les sollicitations et réactions entre la ville, le système d'assainissement et l'environnement :

II.2.3. La ville et la maîtrise de l'assainissement urbain

Vu l'importance des infrastructures d'Assainissement dans la ville et son environnement, et vu leurs caractères spécifiques, leur propriétaire doit être l'Etat (dans la plupart des cas). Cela découle du monopole qui est susceptible d'émerger dans les grands investissements à haute spécificité. De plus, comme ces infrastructures sont des biens publics, le gouvernement ne peut pas refuser l'accès à leurs services, et tout le monde dans la société est autorisé à les utiliser. En raison de ces aspects, il est difficile pour une organisation non gouvernementale de gérer les infrastructures d'Assainissement. Ainsi, le rôle principal de l'État en matière de management de l'assainissement est d'assurer le fonctionnement optimal des systèmes d'assainissement, et d'en organiser l'évolution dans le cadre de la réglementation et d'une politique à long terme cohérente avec les projets de développement de la ville.

L'ouvrage « La ville et son assainissement » indique que l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique de l'assainissement, pour la bonne maîtrise d'ouvrage et de management, passent par les points essentiels suivants (CERTU, 2003) :

II.2.3.1. L'appropriation des connaissances de base

En préalable à toute action, la maîtrise d'ouvrage doit s'approprier les connaissances de base qui conditionnent l'assainissement. Cette acquisition des informations, des données et des

savoirs, requiert la mise sur pied d'un processus d'organisation. La première étape est donc la définition et la saisie du système physique qui permettra l'élaboration du « modèle général de la collectivité ». Ces connaissances, indispensables à la conception stratégique du système d'assainissement, sont appropriées, maintenues et enrichies en permanence, notamment par les résultats de l'auto-surveillance.

- **Compétence des différentes collectivités** : le bassin versant dans son ensemble d'une part, et le système technique d'autre part, couvre deux territoires qui, le plus souvent, ne correspondent pas aux limites administratives. Une connaissance précise des différentes collectivités concernées et de leurs compétences respectives est indispensable pour la recherche de la meilleure organisation de la gestion de l'ensemble du système.
- **Connaissance du territoire** : un premier aspect de ces connaissances de base est lié au territoire, tant dans ces aspects stables (topographie, hydrographie ...etc.) que dans ses aspects plus évolutifs concernant essentiellement l'occupation des sols (urbanisation, imperméabilisation ou couvert végétal, usages ...etc.) ou la qualité des milieux aquatiques.
- **Connaissance du système d'assainissement** : le deuxième aspect de ces connaissances de base est lié au système technique dont les caractéristiques doivent être conservées et mises à jour grâce à la modélisation.
- **Pérennisation des connaissances** : la mise à jour de ces connaissances, introduites dans le « modèle général de la collectivité », a pour but de disposer d'un outil actualisé, permettant de préciser ou de faire évoluer les résultats des études antérieures en fonction de l'évolution des besoins, et notamment de l'urbanisme. Cette mise à jour de la connaissance du système s'appuie essentiellement sur le service qui l'exploite.

II.2.3.2. La délimitation des zonages d'assainissement

En préalable à la conception du programme d'assainissement, la collectivité doit délimiter les zonages d'assainissement collectif et non collectif. Les zones d'assainissement non collectif sont délimitées selon des critères économiques, qui sont liés au type d'urbanisation et donc à la planification urbaine, et des critères environnementaux qui sont liés à la topographie, à la géologie et aux milieux aquatiques.

La délimitation des zones d'assainissement collectif détermine le contour du périmètre urbain concerné par le programme d'assainissement pour ce qui concerne les eaux usées au moins. Les autres zonages concernant les eaux pluviales sont indissociables de l'étude du programme d'assainissement. En effet, ils concernent la maîtrise du débit des eaux de ruissellement dont une partie au moins est très généralement collectée par le système d'assainissement. Ils délimitent aussi les zones devant être équipées d'ouvrage de collecte, de stockage, et éventuellement de traitement de ces eaux.

II.2.3.3. La conception du programme d'assainissement

Le programme d'assainissement est un ensemble cohérent de mesures destinées à donner satisfaction aux habitants tout en assurant la préservation des milieux aquatiques. Ce programme concerne la collecte, le traitement des eaux usées et la réduction des flux de pollution. À ce titre, il concerne aussi les eaux pluviales lorsqu'elles pénètrent dans le système d'Assainissement, perturbent le fonctionnement des ouvrages d'épuration ou provoquent des rejets directs. L'élaboration de ce programme nécessite une démarche adaptée de la part de la maîtrise d'ouvrage, à savoir :

- un diagnostic ;
- une recherche des opportunités ;
- l'élaboration d'un « programme d'assainissement » global et intégré.

II.3. Connaissances sur le patrimoine « Réseau d'Assainissement Urbain (RAU) »

Le patrimoine désigne toute immobilisation au sens comptable qui est exploitée par une organisation (service public ou privé, administration, entreprise, collectivité, autres) afin de rendre un service, de réaliser une tâche ou un produit donné. Il peut être isolé ou connecté à d'autres patrimoines, similaires ou différents, formant ainsi un système qui peut se présenter sous la forme d'un réseau : réseau de distribution d'eau, réseau téléphonique, réseau électrique, réseau de gaz, réseaux ferrés. Le patrimoine peut être visible ou invisible. L'opposition se situe dans le fait que le patrimoine peut être enterré ou non enterré (en surface). Ceci influence sa gestion pour deux raisons :

- le patrimoine visible tend à être prioritaire dans le cas d'arbitrages politiques ou financiers car il façonne généralement l'espace public (voirie, mobilier urbain, réseaux divers, bâtiments, ponts). Le patrimoine est observé, voire utilisé directement par la population (mobilier urbain, routes, transports, bâtiments) ;
- le fait que le patrimoine soit enterré rend son diagnostic plus complexe en raison de son inaccessibilité.

Un patrimoine est caractérisé par une durée de vie pendant laquelle il est exploité. La connaissance de ce patrimoine constitue le point de départ du processus de décision.

II.3.1. Le patrimoine « Réseau d'assainissement Urbain »

II.3.1.1. Caractéristiques générales

Les réseaux d'assainissement sont des infrastructures urbaines destinés à l'évacuation des eaux usées et pluviales de la ville. Ils sont constitués d'un ensemble d'éléments physiques comprenant des conduits, des regards, des puits, des stations de pompage et d'épuration, des bassins de rétention et de nombreux ouvrages de contrôle. Le rôle principal des réseaux d'assainissement est donc la collecte et l'évacuation :

- des eaux usées vers une usine d'épuration ou un milieu récepteur pour assurer l'hygiène publique tout en évitant la pollution des milieux naturels ;

- des eaux pluviales d'une façon adéquate afin d'empêcher l'inondation des zones urbaines et assurer ainsi le confort et la sécurité des populations.

Le patrimoine « Réseau assainissement urbain (RAU) » est principalement constitué des éléments suivants (GRET, 2018) :

• **De canalisations collectives :**

- qui sont le plus fréquemment en matière plastique (généralement PVC, polypropylène, polyester renforcé à la fibre de verre, polychlorure de vinyle), en béton, en fonte ou en grès ;
- dont les diamètres varient en fonction des quantités d'eaux usées collectées et sont généralement compris entre 100 mm et jusqu'à plus de 2 m pour les plus grands collecteurs unitaires dans le cas des réseaux dits conventionnels. Pour les mini-réseaux, dont il est fait mention ci-dessous, ces diamètres peuvent diminuer ;
- dont la pente doit être de préférence supérieure à 1 cm/m afin d'assurer l'écoulement gravitaire de l'eau et un entraînement des matières solides ;
- qui fonctionnent, dans la grande majorité des cas, sous un mode « d'hydraulique à surface libre », c'est-à-dire que les canalisations ne sont pas « en charge » et que l'écoulement y est gravitaire (autrement dit, les canalisations ne sont pas « pleines »).

• **D'ouvrages de génie civil** placés sur le réseau, qui permettent une observation visuelle et une intervention dans le réseau (cas des « regards ») ainsi qu'une régulation des débits (cas des « déversoirs d'orage » qui, afin de protéger une zone située en aval, déclenche le déversement des eaux usées à un endroit stratégique lorsque le niveau d'eau atteint une limite maximale).

• **D'accessoires de réseau**, comme les vannes, qui ont pour but d'ouvrir ou de fermer des portions du réseau (afin de procéder à des travaux).

• **De postes de relevage** qui ont pour but de « relever » le niveau des eaux usées, c'est-à-dire de ramener les canalisations à une profondeur moins importante tout en gardant une pente suffisante. Le relevage est aussi utilisé pour les zones basses afin d'atteindre le réseau situé plus haut. Ces postes de relevage sont des points sensibles du réseau. En effet, les pompes sont des équipements électromécaniques, sujets à des pannes, qui nécessitent un entretien régulier. Toute interruption d'un poste de relevage risque d'occasionner, par remontée des effluents, un débordement d'eaux usées au niveau du poste lui-même ou en amont, dans la canalisation (et donc potentiellement dans les habitations), ce qui représente un risque sanitaire.

• Parfois, **d'équipements de mesure** placés sur le réseau afin de connaître certains paramètres comme le niveau qu'atteint l'eau à un endroit, le débit instantané, la nature des eaux usées ou encore la teneur en sulfure d'hydrogène (H₂S).

II.3.1.2. Typologie des réseaux d'assainissement urbains

En fonction des contextes, des contraintes techniques, sociales, économiques et environnementales, des pratiques d'urbanisation, des avancées techniques et scientifiques, la configuration des réseaux d'égouts a été envisagée différemment dans le temps et dans

l'espace (GRET, 2018). Ainsi, on distingue plusieurs classifications des réseaux d'assainissement. Parmi les plus importantes, on peut citer :

- **Classification selon l'effluent évacué**

On distingue trois principales configurations dans ce cas (Satin et Selmi, 2007) :

- **Le réseau unitaire** : l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales par unique réseau, généralement pourvu de déversoirs permettant, en cas d'orage, le rejet d'une partie des eaux, par surverse, directement dans le milieu naturel.
- **Le réseau séparatif** : qui consiste à affecter un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques (et avec réserve, certains effluents industriels), alors que l'évacuation des eaux pluviales est assurée par un autre réseau.
- **Le réseau mixte (ou pseudo-séparatif)** : qui est constitué, selon les zones d'habitations, en partie en réseau unitaire et en partie en réseau séparatif.

- **Classification selon le gabarit**

Il existe des réseaux d'assainissement de formes et de diamètre différents. En fonction du diamètre du collecteur, on distingue :

- **Les réseaux visitables** : Un réseau est considéré comme visitable, s'il permet l'entrée, le déplacement dans le réseau, en toute sécurité, du personnel qualifié nécessaire à une intervention ou une maintenance. Les réglementations nationales ou l'autorité compétente peuvent spécifier des exigences sur les circonstances dans lesquelles l'intervention peut être effectuée dans des conditions sécuritaires. En Algérie, il est préconisé de considérer un collecteur comme visitable lorsque l'ouvrage a une hauteur intérieure supérieure ou égale à 1,6 m (DAPE, 2016). Dans cette catégorie, on trouve :
 - les collecteurs principaux comme exutoires de sous bassins versants ;
 - les émissaires pour transporter les eaux usées vers la STEP ;
 - les galeries (fermées) pour transporter les eaux pluviales vers les milieux naturels ;
 - les cours d'eau urbains (ouverts) destinés exclusivement pour le transport des eaux pluviales.
- **Les réseaux non visitables** : formés par des canalisations de diamètres inférieures à 1,6 m. Ces réseaux représentent la plus grosse part du linéaire du réseau d'assainissement de la ville et sont formés de :
 - canalisations tertiaires et secondaires reliant les habitations aux réseaux principaux ;
 - canalisations principales collectant les eaux d'un sous-bassin versant important.

II.3.2. État de santé d'un réseau d'assainissement urbain

II.3.2.1. Phénoménologie de la dégradation des RAU

À travers une similitude entre le domaine de la médecine et le domaine du génie urbain, en particulier la pratique de l'assainissement, nous pouvons facilement dégager ce qui suit :

- **Le médecin** : la fonction du médecin dans le domaine de l'assainissement peut être représentée par les usagers, les riverains et les techniciens d'exploitation.
- **Le patient (malade)** : peut-être assimilé au réseau d'assainissement.
- **Les symptômes** : toute marque intérieure au réseau physique, comme les fissures, les déboitements, les effritements de l'enduit,...etc. (*Dégradation*).
- **Les signes** : les manifestations extérieures au réseau physique : les plaintes des riverains et usagers, les effondrements de chaussées,...etc. (*Dysfonctionnements*)
- **Les maladies** : sont les *pannes* ou *défaillances*.

1) **Dégradation d'une conduite – les défauts** : c'est une modification des propriétés et/ou de la géométrie de cette conduite par rapport à ses propriétés et/ou sa géométrie initiales. Une dégradation est caractérisée par un **phénomène** et un **état** de dégradation (Talon, 2006).

Les défauts caractérisent l'état physique des ouvrages. Ce sont des écarts par rapport aux règles de l'art, qui seraient éventuellement inadmissibles en réception d'ouvrages neufs, mais qui peuvent n'avoir guère de conséquences pratiques sur des ouvrages en service. Les défauts sont en général observables par ITV (Le Gauffre, 2004). Les défauts structurels comprennent des fissures, des fractures, des casses, des déformations, des effondrements, des déplacements communs, et les articulations ouvertes. Les défauts de service comprennent l'intrusion des racines des arbres, les obstructions, les débris et les incrustations.

Les défauts de tuyaux peuvent également être classés selon qu'ils sont des défauts de la surface interne de la conduite (sédiments, les débris et les racines), un défaut de la paroi du tube (creux de tuyaux et de flèches, des fosses et des vides, la corrosion et la perte de métal, joints hors-jeu, les fissures de tuyaux, câbles précontraints brisés, mur épaisseur, les connexions de service et isolation détériorée), une fuite, ou un défaut d'alignement.

2) **Dysfonctionnement (d'une fonction)** : il correspond à un niveau de performance particulier d'une fonction, égal ou inférieur à son seuil de dysfonctionnement (Talon, 2006).

Le dysfonctionnement d'un réseau d'assainissement est une perturbation du service rendu, sans son arrêt, entraînant une désorganisation de l'un ou plusieurs de ses environnements. (Bou Nader, 1998), ces dysfonctionnements ont à leurs origines des dégradations structurelles ou fonctionnelles, d'un ou de plusieurs ouvrages constituant le système d'assainissement, et plus particulièrement les tronçons. Les dysfonctionnements sont les conséquences de défauts sur le fonctionnement des ouvrages. Certains dysfonctionnements sont également observables (Tableau II-1) par inspection télévisée (ITV), sous réserve éventuellement que le contexte s'y prête (Le Gauffre, 2004).

Tableau I-1 : Typologie des dysfonctionnements de RAU (Le Gauffre, 2004)

Code	Dysfonctionnement	Code	Dysfonctionnement
INF	Infiltration	DSC	Déstabilisation du complexe sol-conduite
EXF	Exfiltration	ATC	Attaque chimique
HYD	Diminution de la capacité hydraulique	RAC	Intrusion de racines
DEB	Débordement (inondation)	ABR	Abrasion
DEV	Déversements anormaux	EFF	Risque d'effondrement
ENS	Ensablement		
BOU	Bouchage		

3) **Défaillance (d'une entité constructive)** : une entité constructive est défailante lorsqu'au moins une ou une combinaison de ses fonctions principales atteint son seuil de défaillance (Talon, 2006).

La défaillance d'un réseau est une rupture nette du service, entraînant des désordres, et même des arrêts de fonction dans certains environnements. La défaillance est l'accomplissement final d'un dysfonctionnement. Les impacts traduisent le caractère plus ou moins nocif des dysfonctionnements en fonction du contexte. Les éléments du contexte pris en compte pour évaluer les impacts sont quant à eux appelés « facteurs de vulnérabilité » (Le Gauffre, 2004).

Pour les réseaux d'assainissement, la notion de défaillance ou de dysfonctionnement est généralement difficile à définir et à caractériser, et ce pour deux raisons principales (Bou Nader, 1998) :

- les usagers sont à l'amont d'un réseau qui fonctionne de façon gravitaire, et les défauts ne produisent pas (sauf dans des cas extrêmes d'effondrement) de désordres observables en surface ;
- la caractérisation d'un dysfonctionnement qui produirait des impacts sur le niveau de service (débordement, inondation) ou sur le milieu récepteur (pollution) ne peut se faire qu'au niveau de l'ensemble du réseau ou d'un sous-système au moins : c'est un réseau ou un sous-système qui produit ce type de dysfonctionnement.

II.3.2.2. Aspects relationnels de la dégradation des RAU

Deux aspects relationnels peuvent être considérés pour étudier la dégradation des RAU :

- interaction des éléments du RAU et leur environnement ;
- association de la variabilité de l'état du RAU et les pratiques de gestion.

1. Interaction des éléments du RAU et son environnement

Bou Nader (1998) a considéré l'interaction entre l'élément « tronçon », le réseau d'assainissement urbain et le système d'assainissement et leur environnement qui est le système urbain ou la ville pour étudier la dégradation. Ces différentes interactions peuvent être schématisées comme suit (Figure II-3).

À partir de ce schéma, Bou Nader (1998) a défini deux types de relations génériques :

- le tronçon, sa structure et son fonctionnement (interne : relations 1 et 2) ;
- le tronçon et ses environnements (externe : relations 3 à 12).

1.1. Le tronçon, sa structure et son fonctionnement (relations 1 et 2)

Le vieillissement d'un tronçon et la vulnérabilité de ce tronçon sont deux notions intimement liées. L'existence de défauts - résultats du vieillissement - (fissures importantes, trous ...etc.) favorise les phénomènes d'infiltration ou d'exfiltration, qui peuvent amplifier la formation des désordres. Ces défauts doivent donc être vus également comme des facteurs de vulnérabilité, favorisant le vieillissement. D'autres facteurs de vulnérabilité, propres au tronçon, peuvent être définis :

- caractéristiques du tronçon (géométrie, matériaux ...etc.) ;
- période de construction (âge) ;
- fonctionnement hydraulique (capacité, vitesse, type d'effluent,...etc.) ;
- mécanismes de corrosion et risques de H₂S.

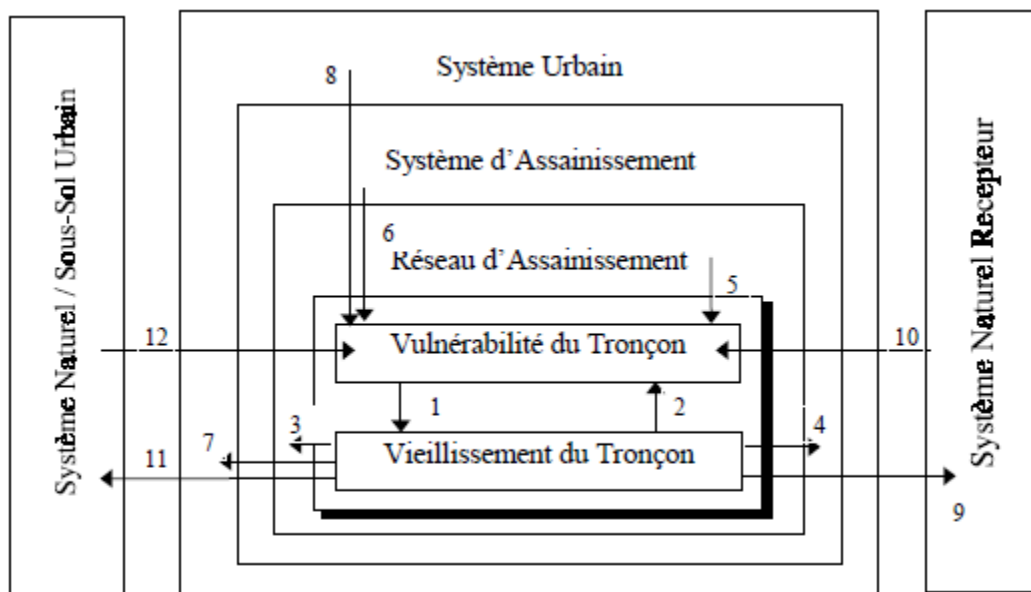


Figure II-3 : Interactions entre éléments du système d'assainissement et leur environnement
(Bou Nader, 1998)

1.2. Le Tronçon et ses Environnements

Sont considérés comme environnements d'un tronçon, les éléments suivants :

- le réseau d'assainissement, perturbateur et vulnérable ;
- le système d'assainissement, perturbateur et vulnérable ;
- le système urbain, perturbateur et vulnérable ;
- le milieu naturel / récepteur, vulnérable ;
- le milieu naturel / sous-sol urbain, perturbateur et vulnérable.

Ainsi, que ce soit au niveau du tronçon, ou de l'un des éléments quelconques de ses environnements, plus un élément est vulnérable, plus il risque d'être perturbateur et vice versa.

1.2.1. Réseau d'Assainissement et Système d'Assainissement (relations 3, 4, 5 et 6)

Les environnements réseau d'assainissement et système d'assainissement interagissent avec le tronçon du point de vue fonctionnel, plus que du point de vue structurel. En effet, un réseau faiblement maillé, mal conçu, mal mis en œuvre, ou tout simplement mal raccordé, peut être sujet à des mises en charge, à de l'ensablement,...etc., et donc à un mauvais fonctionnement global du système (déversoirs d'orage, station d'épuration ...etc.) ; et, par suite, entraîner un vieillissement et des dégradations prématurés de ses éléments, notamment les tronçons.

Si parmi les dégradations, un nombre important de fissures se manifeste, ce qui est généralement le cas, nous pouvons avoir un risque élevé d'infiltration, ce qui entraînera inévitablement des surcharges d'eau claire - dite parasite - au niveau des tronçons aval, ainsi qu'au niveau de la station d'épuration. Les interactions entre un tronçon et son réseau ou son système d'assainissement sont donc principalement fonctionnelles ; les dégradations structurelles peuvent en être des conséquences, et même les aggraver.

1.2.2. Le Système Urbain (relations 7 et 8)

Le réseau d'assainissement, et plus particulièrement un tronçon, fait partie d'un système, urbain ou rural, qui lui a donné naissance, et a ainsi créé une dépendance mutuelle. D'autre part, le système évolue, les usages en surface sont modifiés, et le tronçon, élément du système d'assainissement, peut ne plus répondre aux nouveaux besoins du système dans lequel il se trouve : il devient *obsolète*.

La première interaction est d'ordre social, puisque les usagers de l'espace urbain tolèrent de moins en moins les débordements des réseaux d'assainissement, les odeurs au niveau de certains regards de visite, et même les chantiers prévus pour améliorer le service, qui, par ailleurs, peuvent perturber la vie urbaine en gênant les accès aux commerces ...etc. Face à ce poids social, les élus et par suite les gestionnaires repoussent les interventions, ce qui fait que le réseau est de plus en plus dégradé, et, est de plus en plus vulnérable. De plus, la dégradation des tronçons du réseau d'assainissement peut induire des perturbations de la vie urbaine : déformation ou même effondrement de voirie, perturbation des services d'autres réseaux techniques par inondations (centrales téléphoniques,...etc.) ...etc.

1.2.3. Le Milieu Naturel Récepteur (relations 9 et 10)

Généralement, l'impact sur le milieu naturel n'est considéré qu'au niveau des exutoires du système d'assainissement, que cela soit au niveau des stations d'épuration ou non, et ne concerne donc que le milieu naturel de surface. Même si cet impact reste le plus important point de vue considéré dans la gestion du système d'assainissement, le mauvais état, structurel et fonctionnel, des éléments du réseau d'assainissement peut entraîner des impacts importants sur la nappe (par exfiltration,...etc.), et sur le milieu aquatique de surface (par mauvais fonctionnement des déversoirs d'orage,...etc.).

1.2.4. Le Sous-Sol Urbain (relations 11 et 12)

En complétant ce qui a été présenté précédemment, c'est aussi le contexte géologique du sous-sol urbain qui interagit avec les tronçons d'un réseau d'assainissement. Même si le sous-

sol urbain reste généralement très peu, ou mal connu, les principaux phénomènes géotechniques sont le tassement de l'assise et l'entraînement hydrodynamique.

2. Association de la variabilité de l'état du RAU et les pratiques de gestion

Prost (1999) associe deux relations intéressantes de la dégradation aux pratiques de gestion qu'il faut entreprendre pour les corriger. Tout réseau évoluant dans la durée est soumis à deux processus distincts dont les effets variables dans le temps et dans l'espace affectent de façon différentielle les organes, les tronçons ou les sous-systèmes du réseau : le vieillissement et l'obsolescence. Ces deux processus sont associés immédiatement à des pratiques, respectivement la maintenance et l'investissement (Prost, 1999).

2.1. Le couple vieillissement/maintenance

Ce couple commande l'état du réseau par rapport à un état de référence défini par conception. Lorsque le réseau vieillit, il se met à ne plus assurer certaines fonctions définies dans un cadre de référence (Figure II-4).

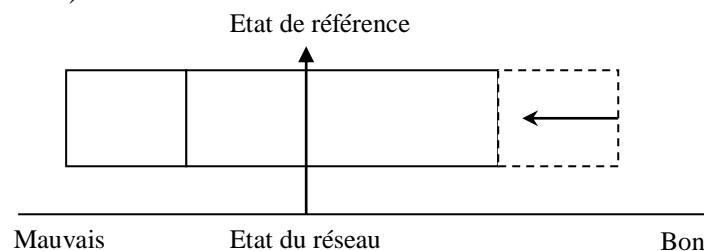


Figure II-4 : Le vieillissement du réseau d'assainissement (Prost, 1999)

Le processus de vieillissement est conditionné par :

- des phénomènes externes d'agressions du milieu extérieur environnant ;
- des phénomènes liés au fonctionnement du réseau et aux flux qu'il achemine ;
- des phénomènes internes liés à la vulnérabilité de la structure elle-même.

La maintenance désigne l'ensemble des actions visant à maintenir les fonctions par rapport à l'état de référence donné. Elle peut être :

- curative, si elle agit sur les dégradations ;
- préventives, si elle prévient les dégradations ;
- corrective, si elle agit sur les causes de dégradation.

Le processus de vieillissement est, par nature, continu et confère un caractère continu à cette différenciation : un même réseau peut ainsi se présenter, selon les tronçons ou les organes considérés, dans tous les états. Concevoir une démarche de maintenance appropriée reviendra donc à fixer des seuils, définir des critères et optimiser des ressources (Prost, 1999).

2.2. Le couple obsolescence/investissement

Ce couple commande le déplacement de l'état de référence du réseau vers un état plus exigeant. Lorsque le réseau devient obsolète, il se trouve dans l'incapacité à remplir une fonction nouvelle ou une exigence nouvelle ou supérieure (Figure II-5). L'investissement désigne l'ensemble des actions visant à conformer le réseau au nouvel état de référence :

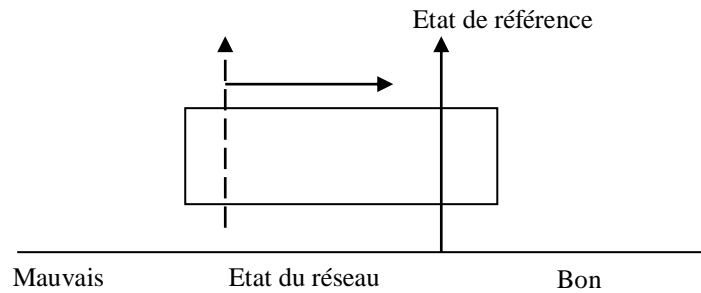


Figure II-5 : L'obsolescence du réseau d'assainissement

Le processus d'obsolescence est conditionné par :

- une rigueur des normes (réglementations) régissant les entrées ou sorties du réseau ;
- une indisponibilité des ressources matérielles, techniques ou humaines nécessaires à l'entretien ou la maintenance ;
- l'introduction d'une exigence ou d'une fonction supplémentaire, une extension du réseau par exemple ;
- la disponibilité d'une innovation.

L'obsolescence et les pratiques d'investissement qui lui sont liées produisent elles aussi une différenciation entre organes ou sous-systèmes du réseau. Le déplacement de l'état de référence est un processus, par nature, discontinu dans la mesure où il correspond à l'entrée en vigueur d'une nouvelle norme, au raccordement d'un sous-système ou à la disponibilité d'une innovation particulière. La différenciation ainsi produite est elle aussi discontinue (ou discrète) et est à l'origine des typologies dans les constituants du réseau : typologie par nature, par type de matériau, par dimensions, par pratiques de maintenance ...etc. (Prost, 1999).

II.3.2.3. Problématique de la dégradation des RAU et la notion de risque

Il est reconnu que la problématique de la dégradation est intimement liée aux risques de dysfonctionnement. Aflak (1994) confirme que les dysfonctionnements de l'assainissement ne constituent pas un domaine dont les contours sont véritablement cernés, puisque les types de défaillances sont multiples et les facteurs et conséquences des risques sont de natures différentes et interconnectées.

1. La notion de risque en RAU

La notion de risque prend des significations (Aflak, 1994) différentes dans la gestion des RAU :

- l'intervention d'un élément perturbateur sur un élément ou système vulnérable ;
- la probabilité de l'occurrence d'un évènement indésirable ;
- l'importance des conséquences ;
- l'imprévisible et l'incontrôlable ;
- la probabilité de prendre une décision mal adaptée ;
- l'incertitude sur le degré de précision d'information ou de prévision ;
- la potentialité de défaillance d'un système ;

- le sentiment du péril et de l'insécurité.

Les risques, en général, se subdivisent en risques intrinsèques et extrinsèques. Aflak (1994) a défini six catégories de vulnérabilités qui sont susceptibles d'être engendrées dans le RAU et qui sont source de risques de leur dysfonctionnement :

- possibilité de dégradation du « service-réseau » (Qualité de service non satisfaisante) ;
- potentialité de détérioration du « réseau-support » (Intégrité du réseau) ;
- survenance des relations d'action et d'impact inadéquat entre le réseau et ses milieux environnants ;
- processus de prise de décision mal adapté ou non pertinent ;
- dépendances du fonctionnement et de la gestion du réseau par rapport à un système informationnel sensible aux perturbations ;
- fragilité du réseau face aux phénomènes majeurs.

Ses catégories de vulnérabilités sont dépendantes les unes des autres, en donnant l'exemple : la détérioration d'un égout collecteur (le réseau-support) entraîne la perte des fonctions stabilité et étanchéités) du réseau et la dégradation de la qualité du service rendu (Aflak, 1994).

2. L'état de dégradation

Aflak (1994) a proposé la définition de l'état de dégradation suivante : *la situation du réseau technique paraît dégradé lorsque les différences deviennent, ou risquent de devenir, inacceptables entre les performances réelles des fonctions de ce réseau et les objectifs souhaités de son service dans le contexte d'une époque donnée.*

L'analyse des six catégories de vulnérabilité, fait ressortir deux sources de risques, d'une part le réseau en fonctionnement et en interaction avec son environnement, et d'autre part, le gestionnaire agissant sur les performances du fonctionnement. Ainsi, deux familles de risques sont identifiées :

- les risques de dégradation fonctionnelle dans l'infrastructure, le service ou le milieu environnant. Ils se traduisent par une défaillance, de caractères locaux ou globaux, graduels ou brutaux et temporaires ou permanents du réseau, dans l'accomplissement d'une ou plusieurs de ses fonctions prévues ;
- les risques décisionnels de gestion. Dans ce cas le réseau conserve ses conditions physiques et fonctionnelles dans des niveaux conçus, mais soit celles-ci sont mal anticipées (problème de conception ou de construction), soit sont mal utilisées (problèmes de gestion et d'exploitation).

Sur ces constatations, l'état de dégradation peut être présenté simultanément par une *pathologie* des ouvrages décrivant la santé des fonctions du réseau vis-à-vis des trois aspects caractéristiques, à savoir : structurel, hydraulique, et environnemental et par une *évaluation* des objectifs non atteints (Aflak, 1994).

La figure (II-6) récapitule les différents types de dégradation d'un RAU :

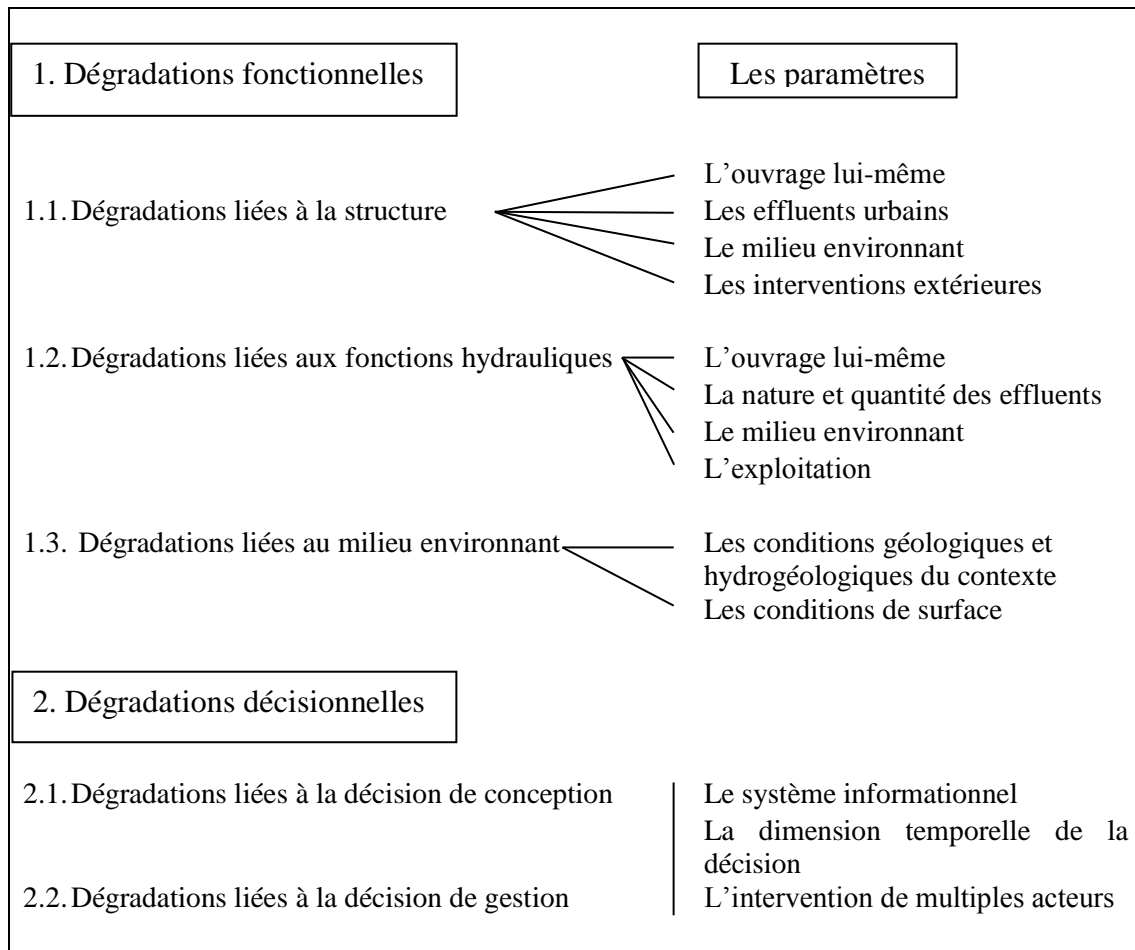


Figure II-6 : Types de dégradation du RAU (Aflak, 1994)

II.3.3. Analyse du cycle de vie d'un réseau d'assainissement urbain

L'analyse du cycle de vie d'un réseau d'assainissement, processus indispensable dans la prise de décision, nécessite le métissage de plusieurs connaissances et outils. Cette analyse consiste en l'évaluation de son état de santé actuel (opérations de diagnostics) et la prédiction (modélisation) de cet état aux échelles spatiales et temporelles.

II.3.3.1. Opérations de diagnostic des RAU

Les opérations de diagnostic sont réalisées pour faire le point, tout simplement " savoir où l'on en est" et "répondre aux problèmes rencontrés". On entreprend une étude de diagnostic pour mieux comprendre l'origine des désordres ou anomalies et trouver des remèdes, mieux cibler les actions de maintenance et réhabilitations et mieux préparer le développement futur.

En général, les études de diagnostics se décomposent en deux parties distinctes : un diagnostic structural, pour déterminer, par auscultations et investigations, les anomalies et défauts physiques des canalisations du réseau, et un diagnostic fonctionnel, pour comprendre et expliquer les défaillances et dysfonctionnements du réseau en utilisant des systèmes métrologiques.

Les difficultés essentielles du diagnostic des dégradations des RAU tiennent à (Bou Nader, 1998) :

- l'hétérogénéité très grande du patrimoine, si le linéaire non visitable est constitué de composants préfabriqués, il n'en est pas de même pour une bonne partie du linéaire visitable : on a affaire à de véritables ouvrages construits en place et qui ont été en outre, au fil du temps, réparés, modifiés, renforcés,...etc. la diversité structurelle du parc est quasi infini ;
- l'importance des linéaires de réseaux, et le coût des observations puis éventuellement des auscultations ou essais plus approfondis : il est indispensable de disposer d'indicateurs de **présomption** pour orienter et focaliser progressivement le diagnostic sur les tronçons les plus dégradés ;
- la connaissance précise des dégradations étant difficile et coûteuse à obtenir, la démarche de présomption s'appuiera également sur une capacité à interpréter des données **symptomatiques**.

Pour mener à bien les opérations de diagnostics des RAU, la norme EN13508-2 représente un outil d'aide à l'évaluation de l'état de santé. Cette norme a été rédigée par le comité technique « ingénierie des eaux usées » du comité européen de normalisation (CEN/TC 165) (AFNOR, 2003). Cette norme fait suite à la norme EN752-5 qui demandait d'utiliser un système de codage uniforme permettant de comparer les résultats obtenus lors d'ITV (Dorchies, 2005). La partie 2 de la norme 13508 définit un système pour enregistrer de manière objective les informations visuelles de l'inspection (ASTEE, 2004). La norme européenne est applicable depuis septembre 2006 pour toutes les nouvelles inspections. Elle reprend 19 familles de défauts et 70 types de défauts sont utilisés (Mazen, 2008).

II.3.3.2. Modélisation de l'état des RAU

Les campagnes de diagnostics des RAU nécessitent la mobilisation de moyens et ressources considérables, vu leurs importances en termes de linéaire, de composant et de situation. C'est pourquoi il est indispensable de construire des outils et modèles de prévision de la dégradation, dans le temps et l'espace, de ces réseaux.

L'histoire des réseaux et plus spécifiquement de chaque tronçon de conduite est un élément clef de prédiction de leur état : date de pose, mais également matériau constitutif, diamètre, localisation (sous chaussée,...etc.), profondeur. De nombreuses études ont montré l'importance primordiale de ces données pour estimer l'état actuel de détérioration des conduites et prédire leur dégradation (Davis *et al.*, 2013 ; Ahmadi *et al.*, 2014).

Ana et Bauwens (2010) ont classé les modèles de détériorations des RAU en trois catégories (Tableau II-2) :

- les modèles physiques : développés sur la base de la compréhension des mécanismes physiques qui régissent la détérioration des conduites. La modélisation par cette approche est très difficile, car les mécanismes physiques qui conduisent à la dégradation de la conduite sont souvent très complexes et pas complètement.
- les modèles basés sur l'intelligence artificielle : qui imitent la remarquable capacité de l'esprit humain à raisonner et d'apprendre dans un contexte d'incertitude et imprécision. Ainsi, l'approche de ces méthodes est capable de traiter des problèmes complexes, qui ne peuvent être décrits par des modèles analytiques et précis, tels que les modèles physiques.

- les modèles statistiques : qui peuvent encore être subdivisés en deux groupes: les modèles de groupe de tuyaux et les modèles au niveau des tuyaux. Modèles du groupe tuyaux considèrent les réseaux entiers ou des cohortes, cette dernière étant une partie du réseau de la même période de construction et partage des caractéristiques similaires, par exemple, matériel, la taille et le type de litière du sol, qui sont censé influencer leur détérioration. D'autre part, les modèles de niveau tuyaux prennent directement les propriétés individuelles ou caractéristiques des tuyaux en compte, comme variables pour prédire leur détérioration individuelle.

Le tableau (II-2) résume les différentes techniques de modélisation de la détérioration des RAU.

Tableau II-2 : Classification des modèles de dégradation des RAU (Ana et Bauwens, 2010)

Modèles Physiques	Modèles d'Intelligence Artificielle	Modèles statistiques
ExtCor (corrosion)	Réseau de neurones Logique floue Simulation basée sur règles Systèmes experts	Modèle de survie des cohortes Chaînes de Markov Semi Markov Analyses de régression logistiques Analyses discriminantes multiples

II.4. La gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains

II.4.1. Concepts utiles en gestion patrimoniale

La gestion patrimoniale ou d'actif n'est pas un concept nouveau. Son usage est répandu depuis de nombreuses années dans l'immobilier, la gestion immobilière, la finance, la fabrication, la technologie de l'information et certains autres domaines du secteur privé, et connu beaucoup plus sous son appellation anglaise « *Asset Management* ». Cependant, il est dans ce cas habituellement plus facile de convertir l'actif en un montant d'argent et sa durée de vie prévue est plus courte que celle des infrastructures municipales. C'est ordinairement le profit qui motive les entreprises privées, tandis que la prestation de services au public a toujours été le principal domaine d'intervention des municipalités. Néanmoins, les concepts fondamentaux de la gestion de l'actif sont toujours pertinents aux infrastructures municipales (C.N.R.C., 2004)

Il existe de nombreuses définitions du concept de "gestion d'actifs" ; il dépend du contexte de l'organisation qui le pratique. Avant de donner les définitions les plus courantes dans la littérature de ce concept, il y a lieu de donner les différentes définitions de l'actif ou le patrimoine :

II.4.1.1. Le patrimoine ou l'actif

L'institut anglais (Institute of Asset Management - IAM) a défini l'actif comme étant un élément physique d'une installation qui a de la valeur et permet de fournir des services et a une durée de vie économique supérieure à 12 mois. Les actifs dynamiques ont quelques

parties mobiles, tandis que les actifs passifs n'en ont aucune (*A physical component of a facility which has value enables services to be provided and has an economic life greater than 12 months. Dynamic assets have some moving parts, while passive assets have none*), (I.A.M., 2008).

Dans sa version finale, la norme ISO55000 donne la définition suivante pour l'actif : Élément, objet ou entité qui ont une valeur potentielle ou réelle pour une organisation (*Item, things or entity that has potential or actual value to an organisation*). (I.S.O., 2014).

Et selon la norme ISO55000, on peut lire que :

- la valeur peut être tangible ou intangible, financière ou non financière, et comprend la prise en compte des risques et des responsabilités. Elle peut être positive ou négative à différents stades de la vie de l'actif ;
- les actifs physiques désignent généralement les équipements, les stocks et les biens appartenant à l'organisation ;
- les actifs physiques sont à l'opposé des actifs incorporels, qui sont des actifs non physiques tels que les baux, les marques, les actifs numériques, les droits d'utilisation, les licences, les droits de propriété intellectuelle, la réputation ou les accords.

1.4.1.2. Le concept de « gestion patrimoniale »

Dans le monde des transports, la gestion patrimoniale est définie comme un processus systématique d'exploitation, d'entretien et de modernisation des actifs de transport de manière rentables. Elle combine des analyses techniques et mathématiques avec des pratiques commerciales et une théorie économique solides. Le concept de gestion globale des actifs élargit la portée des systèmes conventionnels de gestion des infrastructures en prenant en compte l'élément humain et les autres actifs de soutien ainsi que les installations physiques (par exemple, les autoroutes, les systèmes de transport en commun, les aéroports, etc.) Les systèmes de gestion des actifs sont axés sur les objectifs et, comme le processus de planification traditionnel, comprennent des éléments de collecte de données, d'évaluation des stratégies, d'élaboration de programmes et de retour d'information. Le modèle de gestion des actifs aborde explicitement l'intégration des décisions prises dans tous les domaines du programme. Son but est simple : maximiser les avantages d'un programme de transport pour ses clients et ses utilisateurs, sur la base d'objectifs bien définis et avec les ressources disponibles (FHWA, 1999).

Le standard anglais PAS-55 (Publically Available Specification 55), élaboré par l'institut de gestion des actifs (Institute of Asset Management - IAM) en collaboration avec l'institut britannique des standards (British Standards Institute - BSI), définit la gestion des actifs comme l'ensemble des activités et des pratiques systématiques et coordonnées par lesquelles une organisation gère de manière optimale et durable ses actifs et ses systèmes d'actifs, leurs performances, les risques et les dépenses associés tout au long de leur cycle de vie, dans le but de réaliser son plan stratégique organisationnel (*Asset management is the systematic and coordinated activities and practices through which an organisation optimally and sustainably manages its assets and asset systems, their associated performance, risks and expenditures over their life cycles for the purpose of achieving its organisational strategic plan*). (I.A.M., 2008 ; Hooper et al., 2009)

Selon l'agence américaine de protection de l'environnement (U.S. Environmental Protection Agency) la gestion des actifs consiste à maintenir un niveau de service souhaité pour ce que vous voulez que vos actifs fournissent au coût du cycle de vie le plus bas. Le coût du cycle de vie le plus bas désigne le coût le plus approprié pour la réhabilitation, la réparation ou le remplacement d'un actif. La gestion patrimoniale est mise en œuvre par un programme de gestion des actifs et comprend généralement un plan écrit (U.S.E.P.A., 2008).

La norme ISO5500 (I.S.O., 2014) définit la gestion patrimoniale comme l'ensemble des activités coordonnées d'une organisation pour réaliser la valeur du cycle de vie de ses actifs dans la réalisation de ses objectifs. Ce qui constitue une valeur qui dépendra de ces objectifs, de la nature et de la finalité de l'organisation ainsi que des besoins et des attentes de ses parties prenantes. La gestion des actifs favorise la réalisation de la valeur tout en équilibrant les coûts financiers, environnementaux et sociaux, le risque, la qualité du service et les performances liées aux actifs. Autrement dit, la gestion patrimoniale traduit les objectifs de l'organisation en décisions, plans et activités liées aux actifs, en utilisant une approche basée sur le risque (*Asset management translates the organization's objectives into asset-related decisions, plans and activities, using a risk based approach*).

Cette dernière définition de la norme ISO55000 est une version affinée de la définition de la spécification PAS55 citée plus haut. La norme ISO est consacrée à l'explication et à l'application de la gestion stratégique et globale des actifs. Elle évite l'utilisation du terme "optimisation" et se concentre sur l'équilibre entre les objectifs et les dépenses par le biais d'une approche systémique très large. Cette approche ouvre la porte à un nouveau niveau de gestion, impliquant tous les types et toutes les catégories d'actifs, et introduit des solutions autres que les actifs.

II.4.2. Aspects techniques en gestion patrimoniale des RAU

II.4.2.1. Principes et objectifs

La gestion du *service d'assainissement*, à l'échelle d'une localité, doit garantir son bon fonctionnement et sa pérennité. Elle concerne aussi bien la gestion technique (assurer le fonctionnement des infrastructures d'assainissement, réaliser les réparations nécessaires, ...etc.) que la gestion administrative et financière (suivre les demandes des usagers, recouvrer le paiement des factures, etc.). Ainsi cette gestion doit répondre aux objectifs suivants (G.R.E.T., 2018) :

- Offrir aux usagers un service de qualité, respectueux des normes techniques et sanitaires adaptées au contexte local ;
- Définir les rôles et responsabilités des différents acteurs du service ;
- Garantir le fonctionnement en continu du service à des tarifs abordables ;
- S'assurer qu'un maximum d'usagers ait recours au service selon des pratiques favorisant le maintien en bon état des infrastructures et équipements ;
- Réaliser un suivi ainsi qu'un contrôle du service afin de garantir son fonctionnement et de pouvoir en rendre compte aux usagers.

La gestion d'un service d'assainissement implique d'effectuer au quotidien les tâches administratives, techniques et financières permettant d'assurer le suivi interne du service et de garantir une bonne relation avec les usagers. Des outils de gestion peuvent être mobilisés pour que chaque tâche soit réalisée dans le respect des bonnes pratiques prédéfinies, et dans la durée.

Pour le domaine qui nous concerne (« Réseau Assainissement Urbain »), le concept d'une gestion patrimoniale est très récent et renvoi à la tâche de la gestion technique. Cette gestion technique a comme objet principal (Bourrier, 2008) :

- la pérennité des ouvrages par des opérations de conservation,
- l'entretien courant des réseaux et des organes mécaniques par les interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance,
- l'exploitation pour la régulation des débits et la synchronisation: collecte, transfert et traitement"...

Ainsi, la gestion patrimoniale d'un RAU correspond à l'ensemble des opérations concourant le maintien dans le temps des conditions optimum de fonctionnement du réseau, conformément aux objectifs pour lesquels il est conçu (collecte, transport, traitement des eaux urbaines). Ces opérations sont constituées d'actions visant :

- la prolongation de la longévité du réseau (par exemple empêcher sa détérioration),
- l'entretien des canalisations ainsi que celui des ouvrages spéciaux (leur maintien en bon état de fonctionnement),
- la régulation des débits donc la maîtrise des apports, écoulements et rejets en quantité et en qualité afin d'optimiser son fonctionnement.

Les interrogations sur la pérennité du patrimoine « RAU » se trouvent renforcées dans un contexte de crise des finances publiques, de fin de l'ingénierie publique et de concurrence entre gestion publique et privée. Le discours d'une nécessaire rationalisation de la gestion des infrastructures semble bien traverser l'ensemble des domaines. C'est à cet ensemble de défis que doit répondre une gestion patrimoniale.

Ainsi, la gestion patrimoniale des RAU représente l'ensemble des activités visant à mieux déployer les ressources disponibles afin de réaliser des buts (attentes de l'utilisateur). Elle répond à des demandes croissantes d'un environnement, de vieillissement de système, et de ressources limitées. Elle fournit également la capacité de montrer comment, quand, et pourquoi des ressources ont été affectées (Alegre et al., 2012).

La figure (II-7) illustre le concept d'une gestion patrimoniale efficace des RAU qui se traduit par une approche globale qui assure (équilibre) la performance souhaitée à un niveau de risque acceptable, en prenant en considération les coûts de construction, d'exploitation, d'entretien et d'élimination des immobilisations au cours de leur cycle de vie.

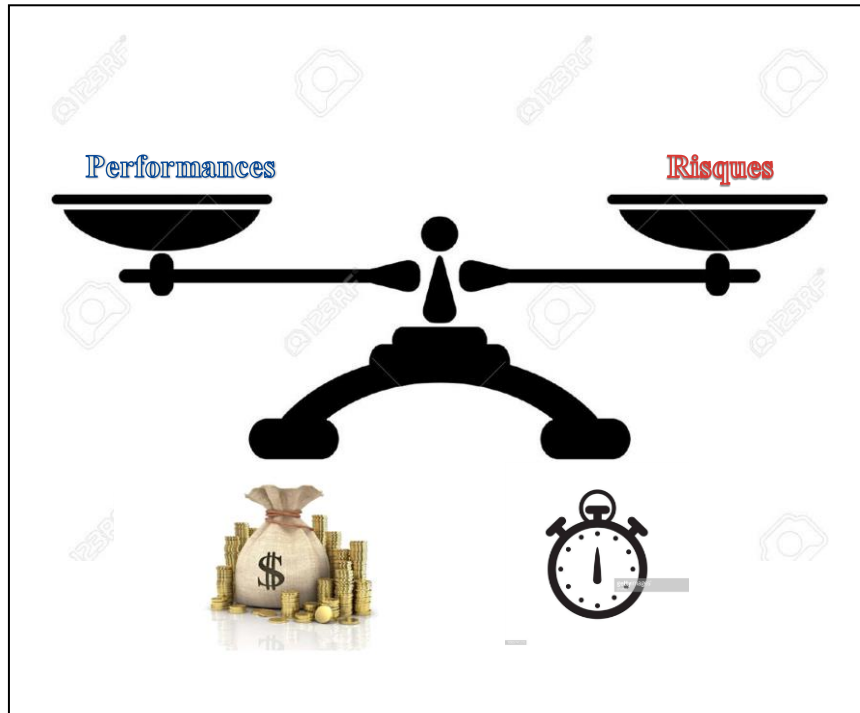


Figure II-7 : Concept de base de la gestion patrimoniale des RAU

Cette approche tient expressément compte du fait qu'une infrastructure en réseau ne peut être traitée de la même manière que d'autres ensembles de biens physiques : elle a un comportement de système dominant (c'est-à-dire que les biens individuels ne sont pas indépendants les uns des autres) et, dans son ensemble, elle n'a pas une durée de vie finie et elle ne peut être remplacée dans son intégralité seulement de manière fragmentaire (Alegre et al., 2012).

II.4.2.2. La prise de décision en gestion patrimoniale des RAU

La gestion patrimoniale des RAU est essentiellement basée sur une prise de décision efficace pour l'évaluation et la comparaison des alternatives d'intervention du point de vue des performances, des coûts et des risques sur le ou les horizons d'analyse, en tenant compte des objectifs et des cibles définis. Ainsi, l'objectif d'une telle approche est d'aider les services d'assainissement à mieux maîtriser les notions essentielles suivantes :

- Connaissances sur le service offert.
- Connaissance actuelles du patrimoine en infrastructures.
- Prévisions futures sur le service et l'état des infrastructures.
- Moyens pour la réalisation des objectifs.

De multiples acteurs locaux sont impliqués dans cette gestion : le maître d'ouvrage, les opérateurs de service et les usagers. Les rôles et responsabilités de chacun, ainsi que les mesures de renforcement de leurs capacités, sont définis selon trois niveaux de gestion : Stratégique, Tactique et opérationnel (Figure II-8).

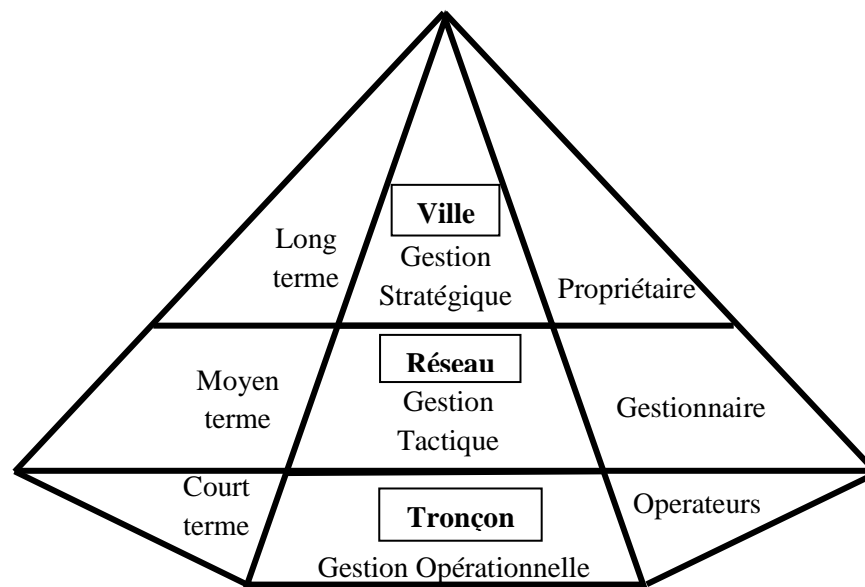


Figure II-8 : Les niveaux de gestion des réseaux d'assainissement urbains (Horizons et intervenant)

1. Gestion Stratégique : le Management

Représente le sommet de la hiérarchie (Leadership). A ce niveau, sont fixés les objectifs et orientations de la politique de l'organisation pour *le long terme*. Une stratégie globale de gestion est alors mise en œuvre par *le Propriétaire* du réseau urbain (exemple de la commune) en prenant en considération les autres réseaux constituant *la ville*. L'objectif de l'élaboration de stratégies efficaces de gestion des réseaux est de garantir un développement durable de la ville (Economie, Social et Environnement).

2. Gestion tactique : gestion et planification

La gestion tactique d'un réseau représente le noyau de la gestion patrimoniale des RAU. En d'autres termes, il s'agit de réhabiliter le bon tronçon, au bon moment, en utilisant la bonne technique de réhabilitation, pour un coût total à minimiser, et ce avant que des problèmes sérieux n'adviennent. Ainsi, la décision de renouveler ou de réhabiliter un réseau intervient quand ce dernier a atteint une limite de vétusté. Cette limite de vétusté peut faire intervenir plusieurs causes :

- Techniques : le réseau ne répond plus aux critères de performance demandés ;
- Economiques : quand le coût d'exploitation dû à la vétusté dépasse le coût du renouvellement ;
- Technologiques : quand des progrès techniques permettent d'obtenir les mêmes performances à moindre coût ou de meilleures performances pour un coût similaire ;
- Sociales ou réglementaires : dues par exemple à l'augmentation réglementaire des performances des stations d'épuration qui est empêchée par les eaux claires parasites pénétrant un réseau vétuste ;

- Contractuelles : quand le prestataire gérant le réseau s'est engagé à renouveler certains équipements au-delà d'un certain âge.

A ce niveau, *le gestionnaire du réseau* établit un plan d'intervention des opérations (Inventaire, diagnostic, maintenance et réhabilitation) sur son *réseau* pour *le moyen terme*, en tenant compte du *système d'assainissement général* (Ouvrage de collecte, réseau d'évacuation et station d'épuration). Ce plan tient compte des priorités établies en commun avec les orientations et objectifs de la stratégie du propriétaire. Réussir l'exécution du plan de gestion du réseau assure la fiabilité de ce réseau et garantit l'efficacité des ressources mobilisées.

3. Le niveau opérationnel : Exploitation

Représente le socle fondamental de toute la hiérarchie. Les opérations planifiées par le gestionnaire sont exécutées sur un *court terme* par des *opérateurs* spécialistes en utilisant les technologies adaptées pour des *parties du réseau (Tronçons)*. L'efficacité des interventions exécutées est estimée par le degré de qualité obtenue et la quantité de travaux réalisés.

II.5. Problématiques de la gestion en maintenance des RAU

II.5.1. Problématique de la maintenance des RAU

Il faut souligner que l'autonomie, l'organisation et le fonctionnement de la ville vis-à-vis des problèmes de l'eau à travers des fonctions de régulation (capacités des ouvrages de répondre aux besoins en évacuation des effluents urbains sans engendrer des risques de débordement) et d'adaptation assumée par l'efficacité, tant conceptuelle (forme de l'égout par rapport aux débits du temps sec, niveaux des déversoirs d'orage,...etc.) que gestionnaire (interventions extérieures de maintenance), du réseau d'assainissement.

Les performances fonctionnelles reposent alors sur l'aptitude du réseau à s'adapter, à évoluer et à se transformer dans son contexte actif. L'insuffisance de la capacité technique des ouvrages du réseau à répondre d'une façon performante et autonome aux conditions de la réalisation des fonctions, pour lesquelles sont conçus et gérés, entraîne la nécessité de recourir à une intervention extérieure sur la situation déficiente, afin d'y remédier et assurer le bon fonctionnement.

Les interventions destinées à remettre en état les conditions structurelles ou hydrauliques du réseau et à réduire leurs vulnérabilités vis-à-vis de leur contexte et des objectifs de l'assainissement constituent les actions de la maintenance.

Dans la pratique, la question qui se pose aux gestionnaires du réseau est : comment identifier le besoin de recourir à une action de maintenance ? C'est donc cette question qu'il faut aborder en se concentrant sur la définition de l'état de dégradation qui demande une action de maintenance.

II.5.1.1. Qualité de service et besoins en maintenance

Du point de vue du gestionnaire, le réseau d'assainissement est perçu comme un système destiné à traiter les entrées d'eaux afin de rendre une qualité de service. Pour ce faire, le système assure des fonctions et réagit à des actions. Ce fonctionnement est soumis à des contraintes multiples (Figure II-9).

Quand le réseau fonctionne dans son environnement actif, en recevant les effluents urbains pour assurer les finalités d'assainissement, il se maintient et se transforme. Du fait de cette transformation, la situation de dégradation se manifeste lorsque les différences entre les performances réelles des fonctions du réseau et les objectifs souhaités de son service apparaissent inacceptables dans le contexte d'une époque donnée.

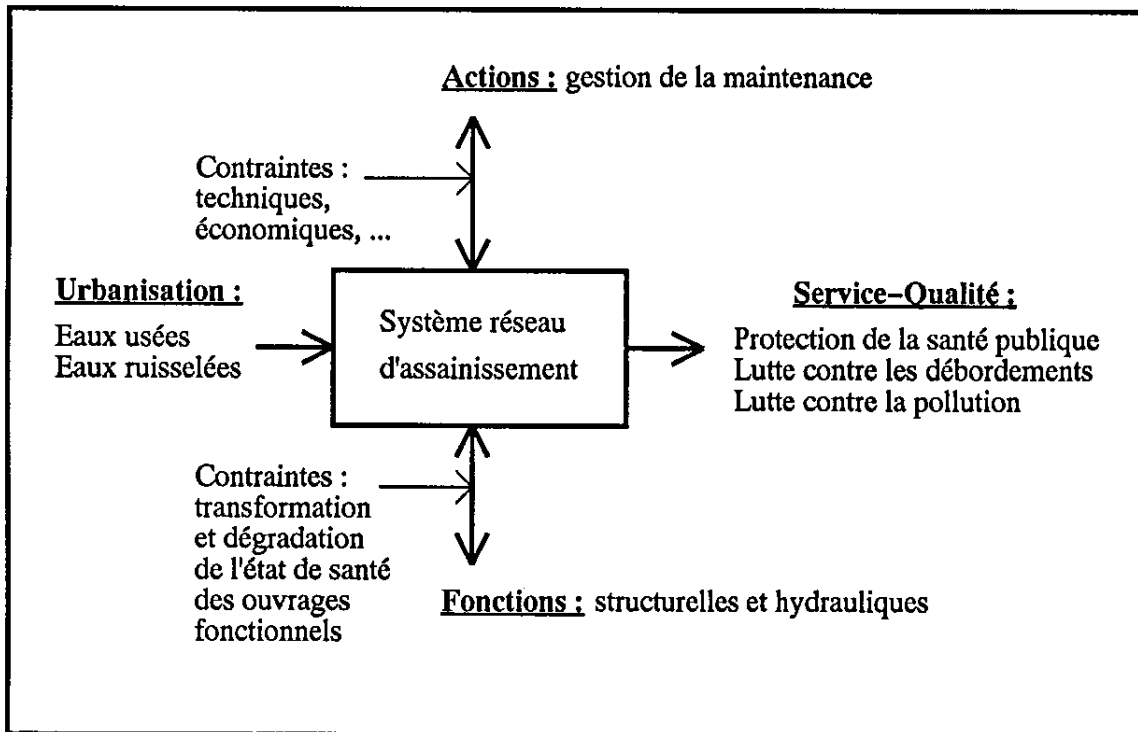


Figure II-9 : Le système réseau assainissement : vision gestionnaire (Aflak, 1994)

Selon cette représentation, pour qu'une action de maintenance sur le réseau soit réalisable, elle doit tout d'abord pouvoir assurer ou rétablir les conditions nécessaires pour les fonctions du système réseau, et ensuite vérifier les diverses contraintes qui s'exercent sur l'action elle-même et sur l'évaluation des conséquences par rapport à la qualité voulue au rendu du service.

En définissant la situation de dégradation par rapport à une perception du niveau de la qualité du service rendu, il convient d'étudier comment déterminer ce niveau, qui est effectivement lié à une notion variable et relative, déterminée par des acteurs et par des critères de gestion du réseau d'assainissement.

En effet, les performances du réseau peuvent être représentées sur différents niveaux, à savoir :

- A- Un niveau prévu : correspond à une qualité du fonctionnement, pour laquelle le réseau est conçu et géré ;
- B- Un niveau acceptable : la qualité du service rendu est moins que prévue, à cause des anomalies de fonctionnement, mais l'écart des performances ne menace pas les

objectifs principaux de l'assainissement. Ce niveau marque les préférences d'un gestionnaire du réseau ;

- C- Un niveau anormal : déclenche un processus de dégradation sensible et incontrôlable par la régulation et la capacité technique des ouvrages, ce qui implique une action sur l'état du réseau pour maîtriser les risques encourus.

Par une illustration schématique de ces trois niveaux conceptuels en matière de performances d'assainissement, nous pouvons présenter (figure II-10) la relation de celles-ci avec l'évolution temporelle par deux zones. La première est limitée par les deux niveaux : prévu (souhaité) et acceptable (selon le gestionnaire du réseau). En fait, la qualité du service rendu doit être dans cette zone pour ne pas créer des désordres fonctionnels et des nuisances à l'environnement. La deuxième zone se trouve au-dessous des performances acceptables. Elle représente la situation à risque ou la détérioration qui implique un traitement de maintenance.

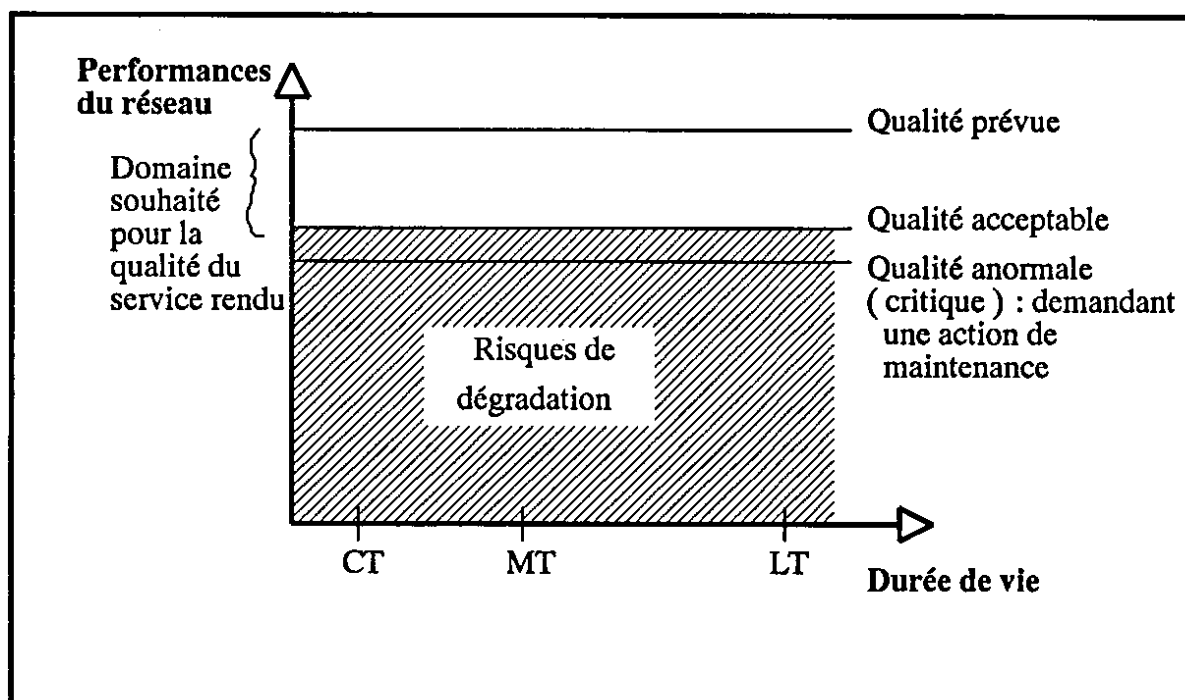


Figure II-10 : Les différents niveaux conceptuels de service (Aflak, 1994)

La définition de la qualité du service peut s'appuyer sur un double processus, d'une part, de reconnaissance et de diagnostic du fonctionnement réel du réseau dans son environnement et, d'autre part, de décision comparant les objectifs désirés, qui doivent traduire (représenter) les besoins de la vie urbaine et les souhaits des usagers, avec le niveau de service rendu. Les différences de performances entre les qualités, prévue et réalisée, peuvent être la synthèse d'appréciation des dégradations constatées sur les aspects d'ouvrages qui ont trait à la structure, au fonctionnement hydraulique et au milieu environnant.

Le simple fait d'énoncer le besoin en maintenance selon cette distinction entre les niveaux, ne signifie pas que le gestionnaire peut attendre la dégradation de la situation jusqu'à un niveau critique pour mener une action rétroactive, curative, de maintenance. En effet, la gestion de la maintenance doit anticiper les risques de dégradation, par la surveillance et le contrôle de l'état du réseau, afin d'intervenir au bon moment et avec un coût financier acceptable.

Ces considérations nous amènent à la problématique de l'aide à la décision qui consiste a priori à cerner les opportunités d'intervention selon les performances de l'état des ouvrages gérés et à choisir entre différentes possibilités d'action, cela dans un double souci principal de minimiser les risques de dysfonction et d'optimiser la qualité du service et la durée de vie des ouvrages.

II.5.1.2. Aspects de la problématique de la maintenance des RAU

En vue des éléments présentés dans le paragraphe précédent, la fonction maintenance est donc amenée à considérer essentiellement :

- L'état de santé des ouvrages existants et son évolution ;
- Les pathologies de défaillances ;
- L'articulation des objectifs de l'assainissement selon les caractéristiques du milieu desservi ;
- Le contexte urbain du réseau et son évolution à différents horizons temporels ;
- Les valeurs socio-économiques de ce contexte ;
- Les débits du temps sec et du temps de pluie, ainsi que les caractéristiques de ceux-ci ;
- Les techniques et contraintes de gestion du réseau à une époque déterminée ;
- La gestion globale des risques en milieu urbain.

Nous distinguons, ainsi, deux aspects principaux caractérisant la problématique de la maintenance :

- Aspect cognitif : basé sur la reconnaissance de l'état du réseau dans ses éléments constitutifs par rapport à leurs dimensions structurelles, hydrauliques et environnementales ;
- Aspect décisionnel : intégrant le diagnostic du réseau dans un processus de traitement multicritère à la définition des besoins de maintenance, et de type, temps et coût d'actions nécessaires.

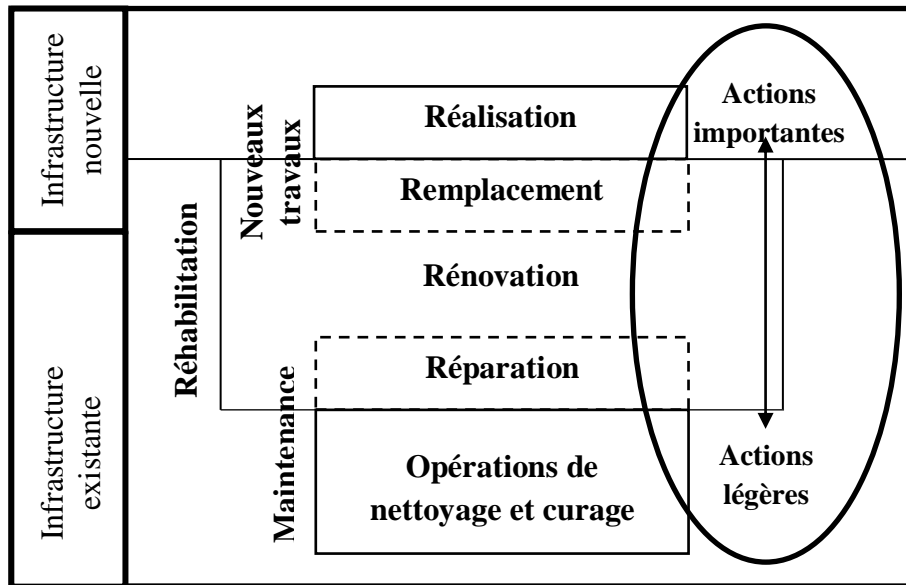
Ces deux aspects ont des caractères dynamiques, c'est-à-dire évolutifs avec le temps : d'une part, évolution de l'état du réseau et de son environnement physique et, d'autre part, évolution des critères et stratégies de décision.

II.5.1.3. Actions de la maintenance des RAU

Dans le domaine de gestion des réseaux d'assainissement, différents vocables sont utilisés pour représenter les opérations et les activités destinées à éviter ou à réduire les dysfonctionnements, tels : maintenance, exploitation, réhabilitation, renouvellement, réparation, restauration, restructuration, ... etc.

Le vocable « *Entretien* » semble couvrir toutes les actions nécessaires au bon fonctionnement du réseau et au rendu du service selon le niveau déterminé de la qualité.

L'entretien est l'ensemble des opérations visant à assurer le fonctionnement du réseau et à préserver le patrimoine ; « c'est la gestion de l'ensemble des ouvrages, avec pour objectif de les maintenir en état ». Il est important d'expliquer les frontières entre les différents concepts ou actions sur le réseau. La figure (II-11) présente les différents concepts ainsi que leurs relations. De cette figure, il apparaît que l'entretien des réseaux d'assainissement peut être divisé en deux grands ensembles d'actions : la maintenance et la réhabilitation (Figure II-11).



*Figure II-11 : Les différentes actions d'entretien des RAU
(Adapté d'Ibrahim, 2008)*

Il existe un certain nombre de questions réglementaires pertinentes dans le contexte de la maintenance des réseaux d'assainissement (I.K.T., 2015). En Europe, la norme EN 752 (2008) est la référence dans ce domaine, en Allemagne c'est la référence ATV-DVWK-M 143-1 (2004) et en Algérie, on trouve la norme NA 17999 (D.A.P.E., 2016). L'ensemble de ces normes, semble définir la même terminologie en matière d'actions d'entretien du réseau d'assainissement :

- La maintenance regroupe l'ensemble des opérations d'exploitation afin de garantir les exigences fonctionnelles du réseau d'assainissement. Elle comprend les actions de :
 - curage et élimination des sédiments, obstructions,...etc. pour restaurer la capacité hydraulique,
 - réparation locale ou remplacement local des canalisations ou autres structures endommagées afin de maintenir le fonctionnement,
 - maintenance des installations mécaniques (par ex. Pompes).
- La réhabilitation englobe toutes les mesures visant à restaurer ou à améliorer les performances des systèmes d'assainissement existants. Ces mesures sont regroupées en trois catégories :
 - Travaux de réparation : Mesures visant à rectifier les défauts et dommages localisés ;

- Travaux de rénovation : Mesures visant à améliorer la performance (fonctionnalité) actuelle des canalisations et des égouts tout en incorporant totalement ou partiellement leur substance (ouvrage) d'origine ;
- Travaux de renouvellement : Construction sans tranchées de nouveaux collecteurs (ou branchement), sur l'emplacement d'une canalisation existante (ou branchement existant). La fonction du nouvel élément adopte celle de l'origine.

II.5.2. Problématique d'aide à la décision en maintenance des RAU

II.5.2.1. Formulation de la problématique

L'aide à la décision peut être définie comme étant « l'activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponses aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision et normalement à prescrire, ou simplement à favoriser, un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service desquels cet intervenant se trouve placé d'autre part (Roy, 1985).

De cette définition, trois éléments sont caractérisés :

- Le rôle des acteurs qui interviennent dans le processus de décision ;
- Le modèle et l'évolution de ce processus ;
- Les modèles sur lesquels les analyses, les raisonnements et les jugements de ces acteurs prennent appui.

II.5.2.1. Aide à la décision en maintenance des RAU

La problématique de l'aide à la décision tient à la constitution des conditions rationnelles qui permettent à la gestion de la maintenance d'atteindre certaine pertinence dans la prise de ses actions.

Cette gestion, qui est par nature multicritère, se déroule avec l'intervention des acteurs différents, et donc des confrontations de leurs objectifs et de leurs systèmes de valeurs. Ce qui rend les phases d'évolution du processus de décision finalisées en fonction des effets de ces acteurs.

Dans la problématique d'aide à la décision de la maintenance, qui est caractérisée par des aspects et critères multiples, deux natures de données sont à intégrer et à exploiter pour définir ce qu'il faut faire :

- Des données mesurées ou quantifiées (certaines ou incertaines) : comme, par exemple, la hauteur des dépôts dans les égouts, l'ouverture en mm des fissures structurelles, les débits, la masse de matières polluantes, les coûts, ...etc.
- Des données qualitatives ou de valeur : envasement acceptable, état bon, action préférables, ...etc. Ces propositions ou jugements, qui peuvent être codifiés sur une échelle proposée, se fondent sur l'expérience et le savoir-faire des décideurs et sur les valeurs socio-politiques dans le contexte de gestion du réseau d'assainissement.

Ces données seront traitées de façon à présenter dans le processus de décision, des éléments et des informations ayant trait au fonctionnement du réseau et au domaine de la décision.

II.5.3. Gestion de la maintenance des RAU

II.5.3.1. Objectifs

Aflak (1994) définit la gestion de la maintenance comme étant l'ensemble des actions qui permettent au réseau de remplir ses fonctions prévues, afin d'atteindre les objectifs d'assainissement dans les meilleures conditions techniques et économiques d'une époque donnée.

Et selon les deux problématiques exposées dans les paragraphes précédents, problématique de la maintenance des RAU et celle de l'aide à la décision, on peut faire ressortir les objectifs principaux suivants pour la gestion de la maintenance du réseau d'assainissement urbain :

- Conserver et établir l'état structural et le fonctionnement continu du réseau dans des conditions normales et avec un niveau de qualité acceptable au moindre coût ;
- Prévoir et contrôler les risques de défaillances ;
- Assurer, voire prolonger, la durée de vie des ouvrages.

En d'autres termes, et vu les deux aspects cognitifs et décisionnels qui caractérisent la problématique de maintenance, la gestion de cette fonction consiste à répondre à deux questions essentielles :

- Quelles méthodologies pour la reconnaissance et le diagnostic des états structurels et fonctionnels des ouvrages gérés ?
- Quelle approche décisionnelle pour dégager et hiérarchiser les actions à effectuer afin de maintenir le bon fonctionnement et la pérennité des réseaux ?

II.5.3.2. Méthodologie de la gestion de la maintenance des RAU

Les éléments clefs de la gestion technique d'un patrimoine sont : connaître, évaluer, planifier, exécuter et contrôler (avec enregistrement de toutes les informations).

Les gestionnaires de patrimoine développent leurs stratégies d'intervention à partir de quatre thèmes :

- Connaissance de la quantité et la qualité de l'information contenue dans les inventaires ;
- Méthodes d'évaluation de « l'état de santé » des ouvrages ;
- Méthodes d'aide à la décision pouvant être monocritère ou multicritère ;
- Méthodes de prédiction de l'évolution du niveau de services des ouvrages.

La figure (II-12) présente les différentes composantes (hiérarchie entre les différents niveaux) d'une gestion patrimoniale des infrastructures ainsi que leurs relations :

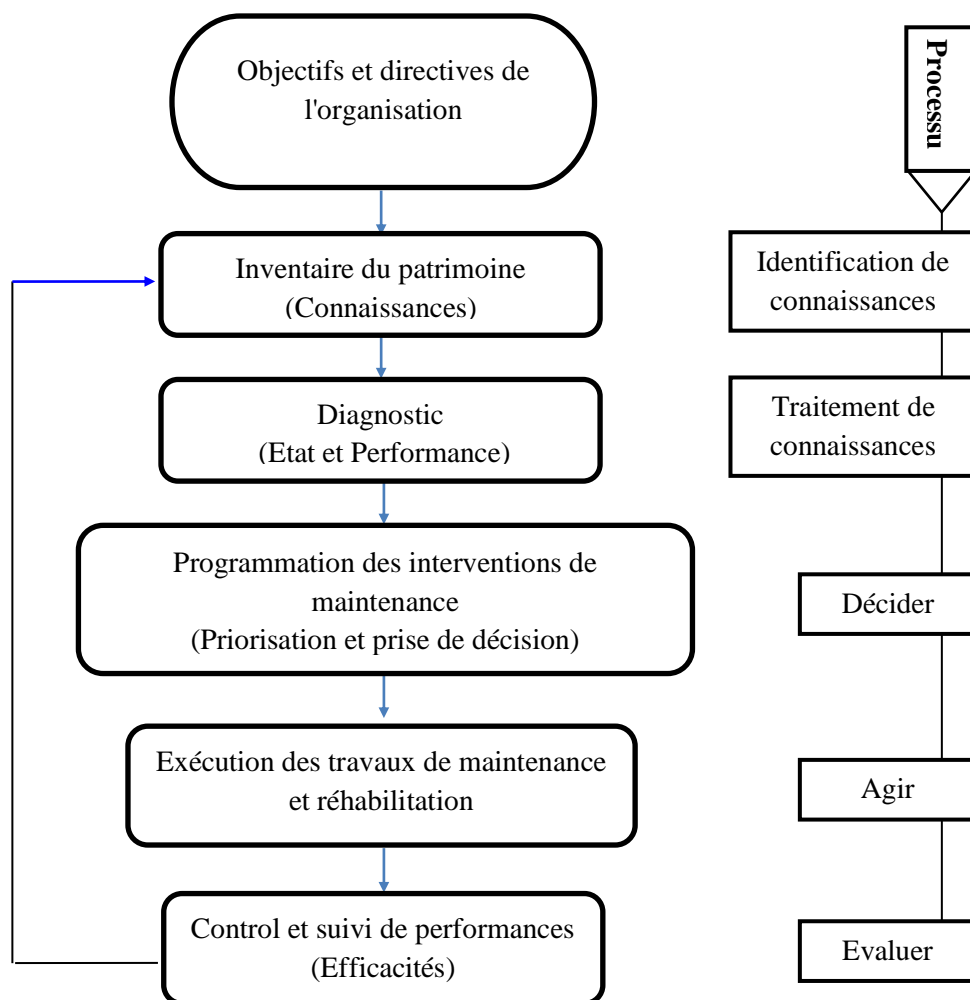


Figure II-12 : Méthodologie de la gestion de la maintenance d'un patrimoine RAU

1. Inventaire

Pour connaître le patrimoine, il est important de définir ce que l'on souhaite gérer et de déterminer un vocabulaire commun aux acteurs de la gestion.

Au niveau de cette mission on doit répondre aux questions :

- Que possède-t-on et où cela se trouve-t-il?
- Combien cela vaut-il? (Coût et taux de remplacement)

Actuellement, les moyens informatiques et les outils numériques d'acquisition et d'exploitation de données et d'informations facilitent d'une manière significative la gestion des réseaux. Le recours à l'utilisation des systèmes d'information géographiques est une nécessité absolue, vu la complexité et l'étendu des infrastructures à gérer.

2. Diagnostic

Evaluer le patrimoine consiste à déterminer l'état et la performance des ouvrages à gérer, et la question principale est :

- *Quels en sont l'état et la durée de vie restante prévue?*

Cette performance doit refléter les objectifs et synthétiser l'état du patrimoine sous la forme d'indicateurs ou critères. Cela implique d'acquérir, de sauvegarder et d'analyser les informations relatives à l'état du patrimoine, à ses dysfonctionnements et aux impacts socio-économiques induits. Ces informations sont des connaissances de diagnostic établies par comparaison entre la qualité de service observée et les objectifs et les attentes vis-à-vis de la performance. Les impacts sociaux sont les conséquences des dysfonctionnements compte tenu de la sensibilité de l'environnement et des usages.

3. Programmation des interventions

Planifier consiste à définir des priorités d'interventions sur les ouvrages selon les objectifs fixés en intégrant les coûts de ces interventions. Autrement dit :

- *Que doit-on faire?*
- *Quand doit-on le faire?*
- *Combien cela coûtera-t-il?*

Afin d'être réellement utilisés et mis à jour par le personnel de terrain, les outils de gestion doivent rester simples. Un outil efficace est un outil facilement appropriable et qui fait gagner du temps, il clarifie les tâches liées à l'exploitation quotidienne d'un réseau d'assainissement.

Il doit permettre d'élaborer et d'utiliser des outils garantissant le bon fonctionnement des infrastructures et leur entretien.

4. Exécution des travaux puis contrôle et suivi de la performance

Exécuter consiste à mettre en pratique les opérations (décisions) planifiées et contrôler la performance consiste à évaluer l'efficacité des opérations exécutées.

II.5.3.3. Les modes de maintenance

Ibrahim (2008) a présenté les différents modes de la maintenance suivant :

- La maintenance peut prendre plusieurs formes. Elle est **corrective** lorsqu'on exécute un ensemble d'activités de maintenance après détection d'une défaillance, pour remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. Les activités de cette maintenance sont à dominante technique, elles comportent la localisation des défaillances et le diagnostic, la remise en état, le contrôle de bon fonctionnement. Elle est **palliative** si elle est à caractère provisoire et elle est **curative** si elle est à caractère permanent.
- La maintenance est **préventive** lorsque les activités de maintenance ont pour but de réduire des situations à risque d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'usage (maintenance **systématique**) ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance **conditionnelle**). La maintenance conditionnelle comprend toutes les tâches de restauration de matériels ou de composants non défaillants, entreprises en application d'une évaluation d'état et de la comparaison avec un critère d'acceptation fixé par les normes.

- La maintenance **prévisionnelle** est une maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien permettant de retarder et de planifier les interventions. En d'autres termes, elle permet d'anticiper les besoins à venir, pour éventuellement lisser les investissements sur le long terme.

II.5.3.4. Méthodes de maintenance des RAU

Bou Nader (1998) regroupe les méthodes de maintenance des RAU en deux grandes familles : une famille de méthodes par classification et hiérarchisation des éléments, ou tronçons constitutifs du réseau ; et une famille de méthodes orientées aide à la décision en matière de stratégies de réhabilitation.

- L'approche par Hiérarchisation

C'est une vision par tronçon. En premier lieu, le but est de construire une base de données générale sur le réseau (âge, matériau de construction, diamètre, ... etc.), mais surtout de traduire son état actuel, en notant les dégradations et les dysfonctionnements : en d'autres termes, le but est la construction d'un SIG (Système d'Informations Géographique) regroupant et superposant les différentes informations utiles à la gestion du patrimoine. Ceci peut se faire au cours de visites de maintenance courante, ou en effectuant des visites ou des télé-visites prévues et organisées à cet effet.

- L'approche par Optimisation Economique

C'est une vision générale du réseau, et surtout de sa maintenance. En fait, c'est une approche plutôt récente, puisque nous trouvons, dans les présentations des différentes méthodes qui la caractérisent, des critiques et des reproches concernant la tendance classique de hiérarchisation, que nous avons appelée "la tendance française", encore largement utilisée aux Etats Unis d'Amérique.

Se basant sur des calculs de probabilité, cette approche cherche à mieux utiliser les fonds financiers disponibles : si un euro est disponible, comment devons-nous le dépenser, pour mieux le rentabiliser ?

Les premières méthodes sont les plus anciennes, et les plus utilisées à travers le monde, même si parfois elles ne donnent pas pleine satisfaction au niveau de la gestion des dépenses. La deuxième famille de méthodes commence à prendre de l'importance, après la prise de conscience des sommes d'argent en jeu, et de la nécessité de limiter les dépenses (Bou Nader, 1998).

II.6. Problématique de la maintenance des RAU algériens

La maintenance des infrastructures dépend de la disponibilité des ressources, de la capacité des organisations qui les gèrent et des motivations du personnel. Ces facteurs déterminent si l'Algérie est en mesure de fournir des services d'infrastructure durables. Il n'existe pas de solution miracle pour garantir que ces trois facteurs sont en place pour une bonne gestion des actifs. Au contraire, une série d'initiatives et de réformes sont nécessaires pour la fourniture efficace de services. Une planification minutieuse de la fourniture de services aux zones locales, tant urbaines que rurales, et une collaboration entre les fournisseurs de services sont également nécessaires si le pays veut atteindre les objectifs du Millénaire pour le développement.

II.6.1. Pratiques de maintenance des RAU en Algérie

Après avoir étudié, en général, les pratiques existantes en matière de maintenance des réseaux d'assainissement, nous nous attardons dans cette partie sur les pratiques algériennes existantes. Deux guides (manuels) ont retenu notre attention. Ils tracent les lignes directrices pour aider les gestionnaires des réseaux dans la prise de décision en matière de maintenance de leurs réseaux. Il s'agit du manuel de la gestion de l'assainissement algérien (ONA, 2004) et du guide technique réglementaire pour les projets de pose et réhabilitation des réseaux d'assainissement (DAPE, 2016).

1. Manuel de la gestion de l'assainissement algérien

Ce manuel est établi par la Direction générale de l'ONA en 2004, avec la collaboration de la société allemande pour la coopération technique (G.T.Z - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit). Ce manuel est destiné essentiellement à :

- toutes les installations sous la responsabilité ;
- toutes les unités de l'ONA.
- toutes les Directions régionales de l'ONA.
- toutes les directions centrales de la Direction générale de l'ONA.

Les principales recommandations de ce manuel portent sur les axes suivants :

- les responsabilités et tâches locales ;
- le suivi des usagers et la gestion des dérangements ;
- les tâches opérationnelles (maintenance) ;
- la réhabilitation ;
- la sécurité du travail et la gestion de la qualité ;
- la gestion des stocks et approvisionnements et le système de rapports.

Ce manuel stipule que les tâches opérationnelles dans le réseau supposent une exacte connaissance de l'ensemble des installations existantes. L'inventaire et la maintenance des installations actuelles forment la base de travail pour la planification, l'exploitation ainsi que pour les intérêts commerciaux. Des données erronées ou incomplètes sont source d'erreurs dans la gestion de l'exploitation ou causent des états de fonctionnement non souhaitables. Ces tâches seront effectuées en fonction du schéma (Figure II-13) suivant :

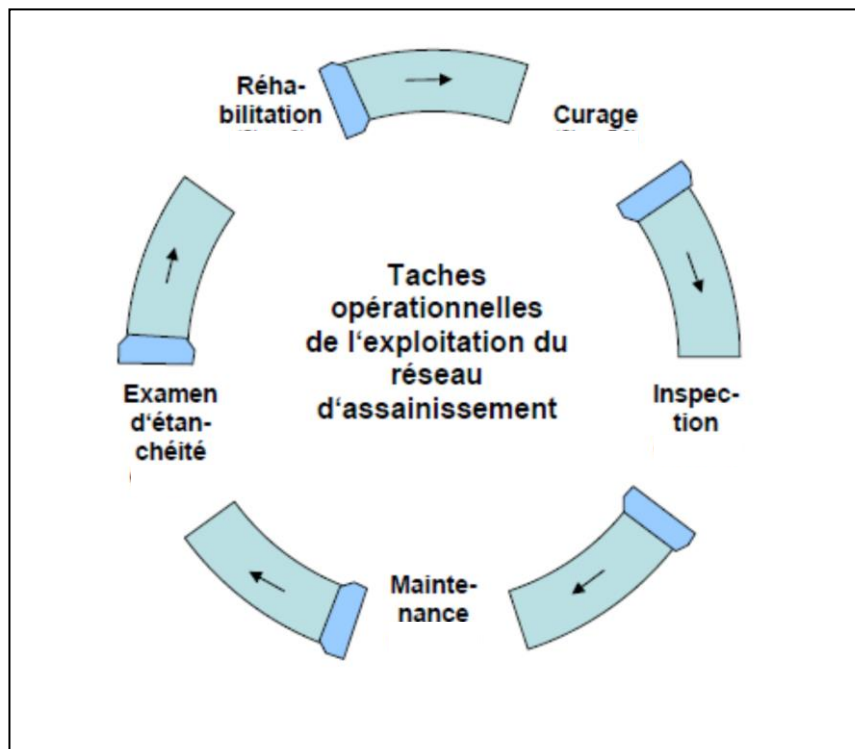


Figure II-13 : Cycles de maintenance d'un réseau d'assainissement (ONA, 2004)

On distingue, à travers la figure II-13 trois mesures différentes :

- les mesures de suivis : Inspection et examen d'étanchéité pour déterminer et évaluer l'état de fonctionnement et de construction ;
- les mesures d'entretien : Maintenance et curage du bon état de fonctionnement et pour la diminution de l'usure ;
- les mesures de réhabilitation : Mesures pour améliorer la performance du réseau.

En ce qui concerne les mesures de maintenance et de curage, les orientations du manuel se résument comme suit :

1. 1. Curage

Afin de conserver le diamètre d'écoulement prévu en partant du terrain jusqu'à la station d'épuration, trois phases (Figure II-14) de curage différentes présentant les particularités suivantes sont effectuées.

Dans le cas d'un premier curage de grande envergure ou d'un curage global, l'endroit est inspecté immédiatement après. Cette inspection est utile puisqu'un premier curage est toujours facilement sujet à des incidents (effondrements cachés des conduites, conduite des réseaux pas toujours évidente). De plus, lors de l'utilisation d'un véhicule d'inspection, le résultat du curage est contrôlé et l'état du tronçon concerné est en même temps documenté. Le cas échéant, de petites réparations devraient être effectuées immédiatement après l'inspection.

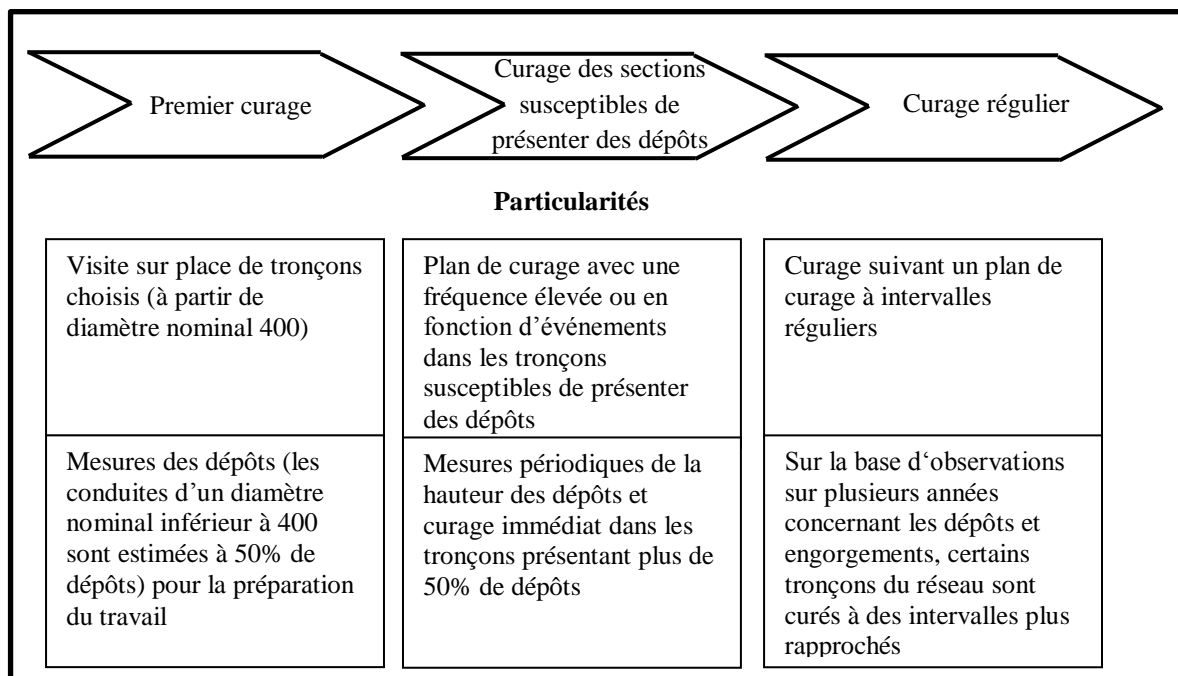


Figure II-14 : Phases des opérations de curage d'un réseau d'assainissement (ONA, 2004)

En fonction des trois différentes phases de curage, il y a lieu de respecter les fréquences indiquées dans le tableau II-3 suivant:

Tableau II-3 : Fréquences des curages d'un réseau d'assainissement (ONA, 2004)

Type de curage	Fréquence
Premier curage	Dans la plupart des cas, le premier curage nécessite beaucoup de travail et de temps. L'objectif du premier curage ne peut être atteint qu'en utilisant toute la technique disponible. Pour cette raison, il est important de planifier et d'harmoniser son organisation bien en avance.
Curage dans les sections susceptibles de présenter des dépôts	Détermination de cycles de curage particuliers pour les tronçons susceptibles de présenter des dépôts, sur la base du contrôle des dépôts et des fréquences d'obstructions ainsi qu'après des fortes pluies.
Curage régulier	Un plan de curage à long terme est établi sur la base de documentations récoltées pendant plusieurs années sur les dépôts et incidents (pour les grandes villes, il est à diviser en quartiers ou tronçons). Et il est préférable d'attribuer les mêmes cycles de curage à des tronçons adjacents ou technologiquement similaires.

En plus de ces indications, le manuel donne des consignes, pour le déroulement des travaux de curage, en indiquons les responsabilités techniques accompagnées d'outils et conditions nécessaires ainsi que les besoins en ressources et équipements.

1. 2. Maintenance

L'utilité d'une maintenance effectuée de façon réglementaire repose sur la conservation de l'aspect fonctionnel et une diminution de l'usure des pièces des installations. Le curage, en tant que partie la plus volumineuse de la maintenance, ce manuel l'a traité à part.

Ainsi les autres travaux de maintenance d'un réseau d'assainissement qu'on peut avoir sont :

- réparations et échanges de pièces défectueuses ou usées ;
- vérification et maintenance d'installations électriques de machines ;
- lutte contre les nuisibles (p. ex. les rats).

Pour les objets de la maintenance, il convient d'établir et effectuer des plans de maintenance.

Pour des pièces des machines et des pièces électriques commerciales, il existe en général des indications quant à la maintenance de la part des constructeurs.

La lutte contre les rats est un élément important de la maintenance du réseau. Des rats vivent principalement dans des conduites où ils se nourrissent aussi des détritiques des cuisines. Dans des tronçons défectueux, ils creusent des trous et s'y réfugient avec leur progéniture. Ce peut causer de grands dommages au niveau des installations. En plus de leur incidence économique, les rats sont aussi des agents de transmission de maladies dangereuses. Pour limiter leur expansion ou l'arrêter à un niveau supportable il faut une lutte ciblée avec des appâts.

Dans le tableau II-4 ci-dessous, on trouve une vue d'ensemble des objets de maintenance les plus fréquents ainsi que des responsabilités.

Tableau II-4 : Objets de maintenance et responsabilités (ONA, 2004)

Lieu de maintenance	Objet de maintenance	Responsabilité
Réseau	<ul style="list-style-type: none"> • Regards • Échelons de fer • Tampons • Avaloirs 	Responsable réseau
Bassin d'orage	<ul style="list-style-type: none"> • Environnement du bassin d'orage; arrivée et sortie du bassin d'orage • Installations techniques 	Responsable réseau
Station de relevage (SR)	<ul style="list-style-type: none"> • Ouvrage • Arrivée et puisard • Pompes et tuyauterie interne • Installation pour l'alimentation électrique • Technique de mesure et de commande • Dispositif d'arrêt 	Responsable station de relevage
Conduits de pression	<ul style="list-style-type: none"> • Conduits de pression • Vannes d'arrêt et d'aération 	Responsable station de relevage

Ce manuel précise qu'il est difficile d'établir un déroulement unifié ou un traitement fréquentiel pour les différents objets.

2. Guide technique pour les projets de pose et réhabilitation des réseaux d'assainissement

Ce guide technique a été préparé sur la base de l'intégration de trois documents Techniques et Réglementaires (DTR) établis par le Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement (MREE) - Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement (DAPE) entre 2013 et 2015, à savoir :

- DTR relatif aux règles de pose des canalisations en plastique (PVC et Polyéthylène) destinées aux projets d'assainissement ;
- DTR relatif aux règles de pose des canalisations en béton, PRV, fonte et acier destinées aux projets d'assainissement ;
- DTR relatif à la réhabilitation des réseaux d'assainissement.

Ce guide est mis en application en vertu de la publication de ces DTR. Il réunit en un seul document l'ensemble des règles pratiques et des références réglementaires qui permettent aux différents acteurs des projets des réseaux d'assainissement de mieux concevoir, réaliser, réhabiliter et contrôler l'exécution de ces ouvrages.

L'objectif de ce guide est de faciliter l'accès à ces informations afin de favoriser une démarche de qualité pour la mise en service et la conservation d'un patrimoine d'assainissement durable et performant. Ce guide est destiné à aider le maître d'ouvrage dans l'établissement du projet et la rédaction de son cahier des charges techniques, ainsi qu'à aider l'entreprise de travaux dans le choix des matériaux et procédés, le maître d'œuvre, le bureau d'études et l'organisme de contrôle dans l'accomplissement de leurs missions.

La première partie du guide est consacrée à la pose d'un réseau neuf. Elle expose les dispositions générales relatives à un réseau d'assainissement et présente les exigences techniques à respecter en cas d'utilisation des canalisations en béton, matières plastiques, PRV, fonte ou acier. Des sections sont consacrées aux conditions de mise en œuvre des chantiers de pose et à la procédure de réception des ouvrages neufs.

La deuxième partie du guide présente le domaine de la réhabilitation d'un réseau existant. Elle commence par l'exposé des avantages des options de réhabilitation sans tranchée et sur les études et investigations préalables à réaliser pour aider au choix de la solution de réhabilitation. Quatre sections présentent respectivement les techniques de rénovation, réparation et remplacement sans tranchée, ainsi que la réhabilitation des ouvrages annexes du réseau (regards de visite, galerie d'accès, déversoirs d'orage).

Ce guide représente une bonne référence dans le domaine de la gestion des réseaux d'assainissement, mais des incompatibilités avec la réalité du terrain sont relevées :

- le guide traite des techniques de réhabilitation habituelles pour les pays développés, et inexistantes en Algérie (technologie et compétences) ;

- une section est dédiée aux réseaux d'assainissement, sous pression ou sous vide, qui ne se trouvent pas dans la ville algérienne.

II.6.2. Contraintes et lacunes en maintenance des RAU en Algérie

Si la maintenance des réseaux d'assainissement doit être prise en compte lors de leur conception, la réalité est toute autre pour la plupart des ouvrages existants. La première étape nécessite une connaissance approfondie du patrimoine couplée à des données et informations précises sur son fonctionnement hydraulique. C'est indispensable pour élaborer un programme hiérarchisé et économique de maintenance préventive. Sa mise en œuvre devra également garantir une totale sécurité pour la santé des travailleurs.

Ainsi, la maîtrise du processus associé à la maintenance d'un réseau d'assainissement réside dans un suivi systématique d'objectifs de performance et pour toute la durée du cycle de vie de cette infrastructure. Ce suivi englobe les processus de planification stratégique, les inventaires, les évaluations et les diagnostics, la mesure, la prise de décision, la budgétisation, l'ordonnancement et l'allocation des ressources. Il est clair que la maîtrise de ces processus est inhérente au problème de la gestion de l'information nécessaire à la connaissance des conditions réelles de fonctionnement. Ces informations sont essentielles pour le contrôle des performances, des coûts, des ressources et des échéanciers. Elles sont indispensables également pour programmer les investissements qui visent le renouvellement des réseaux existants. Cette maîtrise nécessite la collaboration de plusieurs acteurs. Dans cette circonstance, elle est intimement attachée au défi de la gestion de connaissances.

Face aux investissements liés au développement de l'urbanisation et des équipements, la maîtrise du vieillissement des infrastructures urbaines est restée négligée jusqu'à une période récente. Les réseaux d'assainissement urbains ont été la partie la plus délaissée des travaux publics, car leur service n'est pas directement perçu par les usagers. Néanmoins, les responsables commencent à reconnaître l'importance du rôle que jouent ces réseaux dans le système social, la santé publique et la protection de l'environnement.

Ainsi, le manque, terrible, en matière de maintenance des RAU, constaté au niveau national trouve son explication par deux contraintes majeures :

- insuffisance des budgets alloués aux opérations de maintenance ;
- manque de connaissances utiles pour l'aide à la décision (études de diagnostic et de suivi).

II.7. Conclusion

À travers ce chapitre, nous avons une idée assez claire sur l'importante étendue des réseaux d'assainissement urbains et les différentes interactions entre ces réseaux et leur environnement et la ville. Beaucoup de termes et d'acceptions, utilisés dans le domaine de l'assainissement urbain, changent de significations d'un gestionnaire à un autre, et parfois même d'un acteur à un autre. Ce chapitre nous a permis de définir clairement les principaux termes utilisés dans ce document, définitions qui pourront être à la base d'une terminologie commune aux différents acteurs, et aux différents gestionnaires dans le domaine de l'assainissement urbain.

La maintenance, réhabilitation comprise, des réseaux d'assainissement urbains étant le centre d'intérêt de ce travail, nous avons exposé l'importance du rôle du diagnostic dans une démarche globale de maintenance. Nous avons donc abordé, avec plus ou moins de détails, le concept de la gestion patrimoniale des réseaux et ces différentes étapes importantes : élaboration d'un inventaire, réalisation du diagnostic local des ouvrages, programmation des actions de réhabilitation et maintenance et, enfin, le suivi et le contrôle de la performance des actions réalisées. Nous avons terminé par la présentation de l'état des connaissances en matière de maintenance des réseaux d'assainissement urbains ainsi que l'exposé détaillé des différentes dégradations que subissent ces réseaux au cours de leur cycle de vie.

CHAPITRE III

METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION ET D'ORGANISATION DES CONNAISSANCES EN MAINTENANCE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT URBAINS

Chapitre III. Méthodologie d'identification et d'organisation des connaissances en maintenance des réseaux d'assainissement urbains.....	75
<i>III.1. Introduction.....</i>	<i>75</i>
<i>III.2. La connaissance</i>	<i>75</i>
III.2.1. Qu'est-ce que la connaissance ?	75
III.2.2. La connaissance et sa typologie.....	76
III.2.3. Connaissances – Informations – Données : Quelles relations ?	79
<i>III.3. La Gestion des connaissances.....</i>	<i>84</i>
III.3.1. Gestion des connaissances – système complexe.....	85
III.3.2. L'ingénierie des connaissances et le microscope des connaissances	86
<i>III.4. Identification et organisation des connaissances en gestion des RAU.....</i>	<i>87</i>
III.4.1. Approche par Objets	88
III.4.2. Approche par pratiques (Fonctions).....	89
III.4.3. Approche par phénomènes (Evolutions)	90
III.4.4. Connaissances pour la gestion des réseaux d'assainissement urbains	91
<i>III.5. Identification et organisation des connaissances en maintenance des RAU algériens.....</i>	<i>98</i>
III.5.1. Contraintes liées à la gestion des réseaux d'assainissement en Algérie	98
III.5.2. Mise en œuvre d'une méthodologie d'identification des connaissances	98
III.5.3. Niveau opérationnel (connaissance du réseau).....	100
III.5.4. Niveau tactique – (Savoir-faire)	103
III.5.5. Niveau stratégique (Savoir-agir).....	106
<i>III.6. Conclusion.....</i>	<i>109</i>

Chapitre III. Méthodologie d'identification et d'organisation des connaissances en maintenance des réseaux d'assainissement urbains

III.1. Introduction

En Algérie, les collectivités locales lancent des études de diagnostics de leur réseau d'assainissement et station d'épuration avec comme objectif principal l'amélioration de la collecte et des conditions épuratoires. Malheureusement, ces études de diagnostic ne sont pas accompagnées de mesures de capitalisation de connaissance de l'état et du fonctionnement des patrimoines, ni de programmes des travaux de maintenance et réhabilitation, pourtant très crucial pour une gestion efficace et efficiente.

Gérer un ouvrage ou un système complexe, comme celui du réseau d'assainissement, nécessite de connaître ses réactions aussi bien aux actions du gestionnaire qu'aux modifications qu'il subit par ses sollicitations internes ou par celle venue de l'extérieur. Cette connaissance implique l'analyse pertinente de données d'actions, de sollicitations et des réactions auxquelles il est soumis face aux objectifs qu'on lui a fixés (Valiron, 1989).

Et comme tout outil d'aide à la décision, un système de gestion du patrimoine d'assainissement doit pouvoir aider à remplir les fonctions de production et de traitement d'informations qui s'articulent sur le schéma : *Connaitre pour Décider puis Agir*.

Dans ce chapitre, nous présentons une synthèse formalisatrice des relations existant entre les trois domaines de connaissances concernant la gestion des réseaux d'assainissement : l'objet, les phénomènes et les activités. La proposition méthodologique de la thèse se greffe ensuite sur cette formalisation, avec une approche de terrain pour l'identification des connaissances. Cette identification est organisée sur les trois niveaux de gestion des réseaux d'assainissement : Opérationnel, tactique et stratégique.

III.2. La connaissance

III.2.1. Qu'est-ce que la connaissance ?

Il semblerait logique de définir ce qu'est la connaissance avant de s'attaquer à son identification et son organisation dans un domaine particulier. Il est, cependant, évident que l'Homme s'est développé grâce à la connaissance : produire, développer et partager la connaissance, sont les mécanismes avec lesquels un individu ou une organisation peuvent se démarquer de ceux qui ignorent.

La connaissance est une croyance (opinion ou idée) vraie justifiée. Cette définition est l'explication traditionnelle donnée par le philosophe Grec PLATON. Par la suite, et avec son

développement on s'est rendu compte que la connaissance est fonction des objets et contextes auxquels elle se rapporte.

En consultant le puissant support de partage de connaissance du WEB – Wikipédia – nous ressortant la définition suivante : La connaissance est une notion aux sens multiples, à la fois utilisée dans le langage courant et objet d'étude poussée de la part des sciences cognitives et des philosophes contemporains.

Les sciences cognitives étudient les mécanismes de la connaissance, l'acquisition des connaissances et la mémoire. Ces sciences sont liées à la neurologie, la psychologie, la linguistique et l'intelligence artificielle.

En technologie, la connaissance technique est l'ensemble des moyens cognitifs mis en œuvre pour conduire à son terme un projet technique, qu'il s'agisse de techniques reposant sur un savoir scientifique avancé (la théorie), d'art, d'artisanat, ou de techniques issues de l'expérience (la pratique).

Dans la littérature spécialisée en management de la connaissance (Knowledge Management) on trouve plusieurs tendances en matière de création de la connaissance que nous rappelons ci-après.

- a. Création basée sur les relations entre les (deux) types de connaissances
- b. Création basée sur la séquence "Données _ Informations _ Connaissances"

III.2.2. La connaissance et sa typologie

III.2.2.1. Typologie des connaissances

La typologie des connaissances qui a influencé fortement toutes les recherches (la plus citée) est celle établie par Nonaka et Takeuchi (1995) et qui classe les connaissances selon deux dimensions : *tacite et explicite*. Les connaissances explicites sont directement compréhensibles et exprimables par chaque individu dans son environnement (organisation, entreprise, groupe,...etc.). Les connaissances tacites sont propres à chaque individu ; elles sont formées à partir de savoir-faire personnel, de croyances et d'aspirations individuelles.

A. Connaissances explicites

Les connaissances explicites sont codifiées, organisées et communiquées en fonction d'un formalisme, d'un symbole ou d'un langage naturel approprié (Nonaka et Takeuchi, 1995). Elles sont clairement articulées au niveau d'un document écrit ou d'un système informatique ou d'un automatisme dans la mémoire d'une machine. Par exemple, le manuel de procédures pour la réalisation d'un Travail pratique (TP) au laboratoire pédagogique contient les explications sur les différentes étapes d'une manipulation à réaliser de même que les justificatifs dans un langage compréhensible par les étudiants qui auront à réaliser cette manipulation.

Les connaissances explicites peuvent être consignées dans des manuels sous une forme structurée ou non et peuvent migrer facilement (transférables physiquement) entre les acteurs sociaux et les supports sur lesquels sont consignés sous forme tangible. Par exemple, les notes manuscrites d'un gestionnaire sont transcrites, par son équipe de gestion, dans un document numérique puis un agent d'opération localisera ce document, le lira et, le cas échéant, en citera un passage dans son propre rapport.

B. Connaissances tacites

Ce sont les connaissances appartenant aux représentations mentales, profondément ancrées dans les personnes et leurs vécus et donc peu verbalisables. Elles sont généralement difficiles à « formaliser » par écrit contrairement aux connaissances explicites. Polanyi (1958) est le premier à expliquer et nommer les connaissances « tacites ». L'affirmation « we can know more than we can tell » (nous pouvons en savoir plus que ce que nous pouvons dire), dont il est l'auteur, est souvent rappelée pour définir ce type de connaissance.

Les connaissances tacites sont inséparables des personnes et des groupes de personnes qui les détiennent et du contexte dans lequel elles ont été élaborées (Nonaka et Takeuchi, 1995). Elles regroupent les compétences innées (dons, talents) ou acquises, les savoir-faire et les expériences de l'individu ("savoir vendre une voiture", "savoir reconnaître une pierre précieuse d'une imitation").

Les connaissances tacites, individuelles autant que collectives, sont mémorisées dans les acteurs sociaux qu'ils soient des personnes ou des groupes de personnes (Mercier, 2007). Par exemple, une partie des connaissances d'une discipline est détenue par une personne dans sa pratique tandis que le corpus des connaissances disciplinaires est détenu en commun par le groupe de personnes de cette discipline.

C. Connaissances et savoirs

Dans l'action, les connaissances tacites rassemblent le savoir, le savoir-faire et le savoir-être de chaque individu (Nonaka et Takeuchi, 1995) de même que les synergies de groupes (Polanyi, 1996). Elles permettent d'interagir avec le monde tel qu'avec un outil.

Le savoir inclut les éléments cognitifs et culturels mémorisés (Nonaka, 1994). Il s'agit, entre autres, des connaissances relationnelles qui se manifestent par des interactions sociales et des connaissances conditionnelles qui, liées au contexte, motivent les choix (Mercier, 2007).

Le savoir-faire est défini en fonction d'éléments techniques et d'une expertise particulière qui résulte de l'expérience. Le savoir-faire est procédural et regroupe les aptitudes qui autorisent les individus et les groupes à réaliser des choses plus facilement et efficacement.

Le savoir être regroupe les attitudes, les valeurs et les aspects affectifs des personnes et des groupes de personnes de même que la manière d'aborder les problèmes et les personnes impliquées dans leur résolution (Mercier, 2007).

III.2.2.2. Transfert et conversion des connaissances (explicites –tacites)

Toute connaissance est tacite à la base. Elle peut s'explicitiser. Les connaissances explicitées s'enracinent aux connaissances tacites, vastes et sans limites. Les connaissances explicites dépendent d'elles et s'y baignent. Les connaissances tacites peuvent être observables, par un chercheur ou un praticien, à travers leur manifestation dans l'action, c'est-à-dire leur agissement (Mercier, 2007). Par conséquent, elles peuvent être catégorisées dans un continuum d'actions physiques ↔ heuristiques.

Les actions peuvent être physiques automatiques (aller à bicyclette, s'auto défendre), à la fois physiques et intellectuelles (converser, écrire dans une langue étrangère), essentiellement intellectuelles (décider, juger, diagnostiquer une maladie, analyser un bilan financier, avoir une émotion, faire un lapsus, faire une action manquée) ou, encore, heuristique et sans règles (avoir une intuition, être inspiré, explorer ses pensées pour avoir une nouvelle idée). Ainsi, il est important d'encourager l'expression des connaissances tacites des autres afin qu'elles se manifestent au lieu de rester latentes (Mercier, 2007).

Pour Nonaka et Takeuchi, les connaissances tacites et explicites ne sont pas totalement séparées. Au contraire, elles se complètent mutuellement et la création de nouvelles connaissances au sein des organisations est le fruit de l'interaction entre ces deux types de connaissances (Nonaka et Takeuchi, 1995). Cette interaction se fait de manière continue et dynamique en quatre modes de conversion: socialisation, extériorisation, intériorisation et combinaison (Figure III-1) (El Moustafid, 2014).

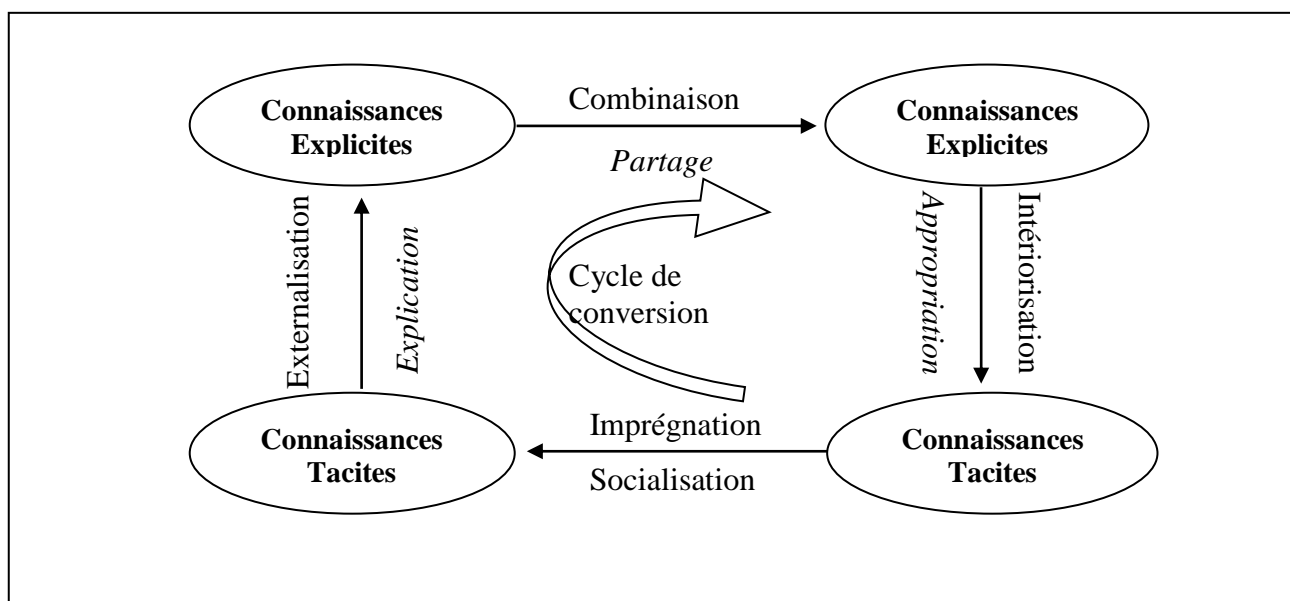


Figure III-1 : Cycle de conversion des connaissances (Ermine, 2003 ; Mercier, 2007)

La socialisation représente le processus de transmission des connaissances tacites aux connaissances tacites (le partage sur le lieu de travail, d'apprentissage). Il s'agit de transmettre des modèles mentaux ou des compétences techniques. Le transfert d'un savoir-faire se fait généralement par l'observation, l'imitation et par la pratique.

L'externalisation (Explication) est le processus qui permet le passage des connaissances tacites en connaissances explicites sous forme de concepts, modèles ou hypothèses. La modélisation d'un concept passe souvent par des dialogues et des échanges entre individus.

L'intériorisation (Appropriation) est le processus de conversion des connaissances explicites vers des connaissances tacites. Elle emprunte la forme d'un apprentissage avec des supports tels les documents, les manuels, etc. Elle résulte surtout de la pratique répétée d'un savoir ou d'un savoir-faire. C'est aussi ce que nous appelons « apprendre en faisant » (Learning by doing).

La combinaison (partage) des connaissances explicites. C'est le processus par lequel se fait la création de connaissances explicites à partir de la restructuration d'un ensemble de connaissances explicites acquises par différents canaux de communication (Nonaka et Takeuchi, 1995).

Ermine (2003) a illustré le cycle de la connaissance par la métaphore du cycle de l'eau : Les connaissances tacites peuvent être comparées aux masses nuageuses, l'explication de ces connaissances se compare alors au processus de précipitation, où la vapeur d'eau se condense en phase liquide sur le sol. Le processus de partage se compare au partage de l'eau, qui s'effectue à travers les cours d'eau, les retenues qui parsèment la surface de la planète. Le processus d'appropriation (conversion des connaissances explicites en tacites) se compare au phénomène d'évaporation, qui reconvertit l'eau dans sa phase vapeur. Enfin, le processus de circulation interne des connaissances tacites se compare aux processus de convection et autres phénomènes météorologiques qui font et défont les masses nuageuses selon les environnements. Cette métaphore a pour intérêt de souligner le caractère renouvelable de la « ressource connaissance » : comme l'eau, c'est une ressource inépuisable (si le cycle n'est pas perturbé), qui se renouvelle dans un cycle connu.

III.2.3. Connaissances – Informations – Données : Quelles relations ?

La définition des termes donnée, information et connaissance et des relations qui les unissent sont largement discutées dans la littérature par plusieurs auteurs. Aujourd'hui, la théorie généralement acceptée par les praticiens et chercheurs pour définir ces trois concepts et les relations qui les unissent est la hiérarchie DIKW (D, Data; I, Information ; K, Knowledge ; W, Wisdom). Cette hiérarchie permet de lever les confusions et surtout de mettre en valeur les liens entre ces concepts (Figure III-2).

La connaissance est créée à partir des données (recueillies de manière directe, sous forme de mesures, ou indirectes sous forme d'appréciations d'experts) et à partir des informations, alors que son exploitation s'effectue à la fois sur les données et sur les informations.

Par conséquent, la capitalisation d'une connaissance est concrétisée à la fois par la création puis par l'exploitation de cette connaissance (Boubaker et al., 2010).

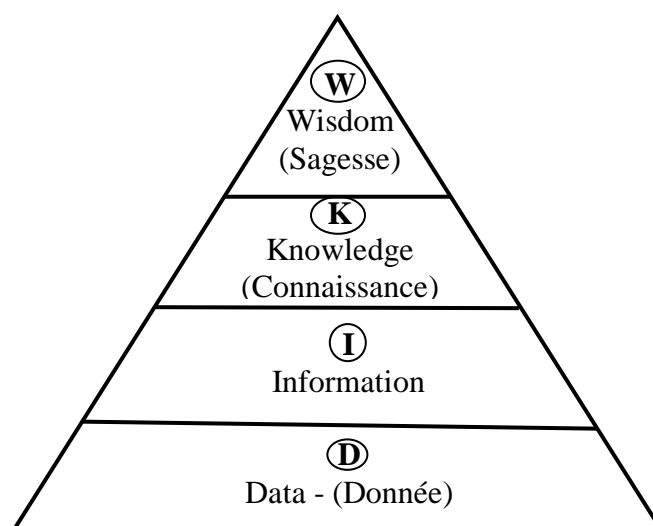


Figure III-2 : Hiérarchie de la connaissance – Modèle DIKW

Ainsi, les connaissances, l'information et les données font partie d'un continuum de stades qui conjugue la compréhension, la complexité des liens et le contexte. C'est la perspective la plus répandue en sciences et technologies de l'information et des communications. Cette représentation est aussi nommée «*spectre du savoir* » (Mercier, 2007).

Le spectre du savoir commence par des données, c'est-à-dire des faits, des nombres, ...etc. Les niveaux de compréhension et de complexité de liens entre les données sont faibles. Ils laissent peu de place à l'interprétation et sont décontextualisés. Lorsque ces données sont interprétées et organisées, c'est l'information. À ce stade, les liens entre les données sont alors mieux compris et certains contextes peuvent être pris en compte. Graduellement, des liens de plus en plus complexes s'ajoutent à l'information comme le sens et les contextes pour devenir connaissance (Figure III-3).

La figure III-3, inspirée de Bellinger et al. (2004) et Mercier (2007), illustre ce continuum sur trois axes (cognitif, relationnel et contextuel) formant une pyramide. En montant les niveaux de cette pyramide, la contribution humaine est de plus en plus importante.

L'axe cognitif, à l'horizontale, représente les niveaux de compréhension tandis que l'axe relationnel, à la verticale, représente les niveaux de complexité des liens.

L'axe central, à la diagonale, représente le contexte (actions situées dans l'espace et le temps) qui relie les deux autres axes. Sur cet axe, les stades de données, d'information, de connaissances et de sagesse correspondent aux différents niveaux de compréhension, de complexité des liens et du contexte. L'ensemble de ces stades représente le continuum du spectre du savoir (Mercier, 2007).

Bellinger et al., (2004) suggèrent que le passage entre la donnée et l'information implique d'interpréter les relations, le passage entre l'information et les connaissances implique de comprendre les structures et finalement, le passage entre les connaissances et la sagesse implique d'expliquer les principes.

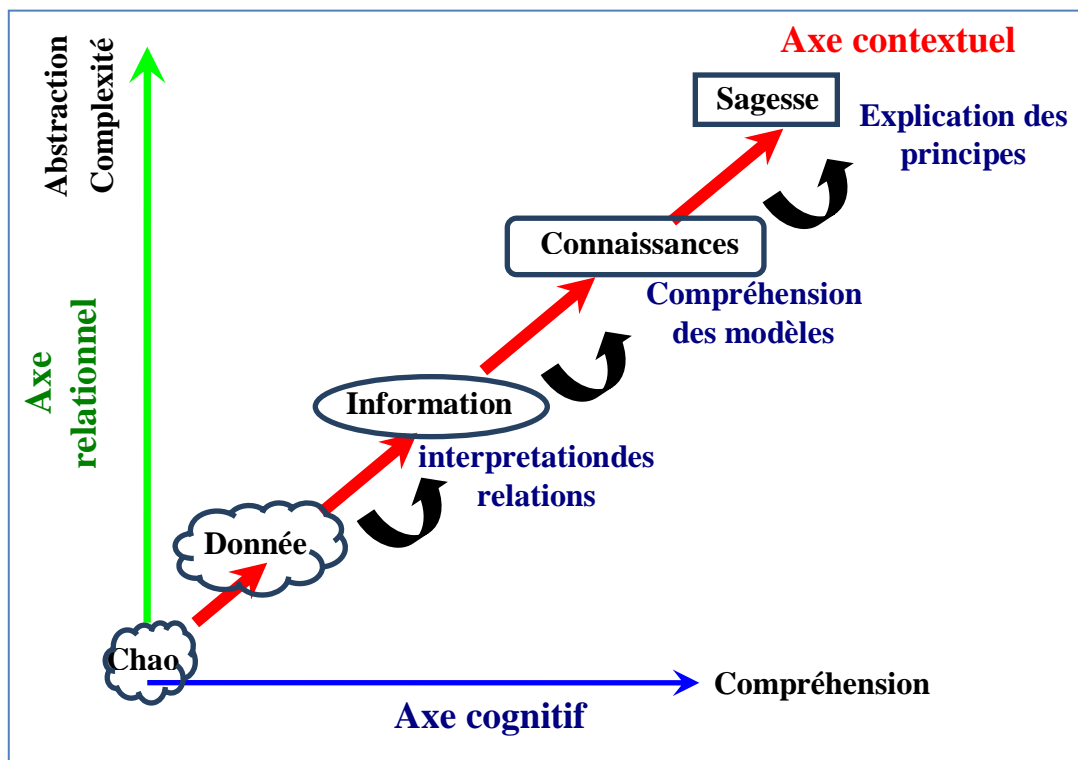


Figure III-3 : Le spectre du savoir – Classification des types de connaissances. Traduit de (Bellinger et al., 2004 ; Mercier, 2007)

Mercier (2007) définit la « connaissances » comme étant l'information enrichie et mise en contexte : Au sommet du continuum, se retrouve la sagesse, c'est-à-dire des connaissances liées au jugement ; les niveaux de compréhension et de connexité y sont très élevés. À l'autre extrémité du continuum, il y a le chaos qui représente l'absence de compréhension, de liens et de contexte

Ainsi, plusieurs définitions existent portant sur les trois concepts de base : donnée, information et connaissance :

La donnée :

La donnée est un élément brut qui n'a pas encore été mis en contexte. Elle est «un fait discret et objectif ; elle résulte d'une acquisition, d'une mesure effectuée par un instrument naturel ou construit par l'homme. Elle peut être qualitative ou quantitative». Une donnée décrit seulement une partie d'un événement et ne permet pas un jugement, une interprétation et de ce fait ne peut être la base d'une action (El Moustafid, 2016).

La donnée est, ainsi, le produit de l'observation de la réalité. Mercier (2007) affirme que les niveaux de compréhension et de complexité de liens entre les données sont faibles. Ils laissent peu de place à l'interprétation et sont décontextualisés

Ainsi, les données sont le résultat d'un processus de perception à travers un système de signes (Ermine *et al.*, 2012). La figure (III-4) simplifie la donnée comme le résultat d'observations où : Données = Signes + Syntaxe

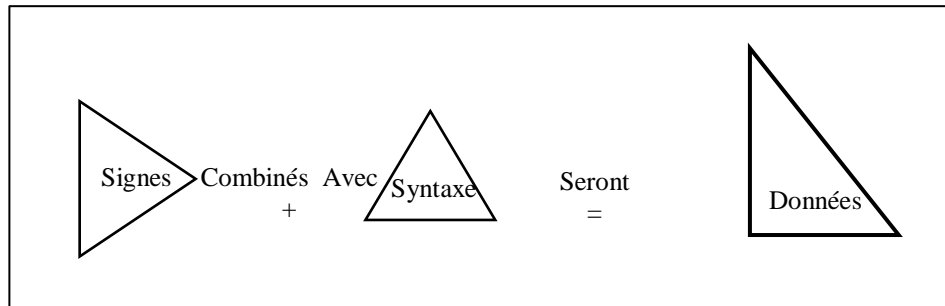


Figure III-4 : Simplification de la notion de donnée

L'information :

Lorsque les données sont interprétées et organisées (mise en contexte), on obtient l'information.

Une information est une collection de données organisées pour donner forme à un message, le plus souvent sous une forme visible, imagée, écrite ou orale. Ainsi, pour qu'une donnée devienne information, elle doit être organisée pour une action et appliquée pour une décision (El Moustafid, 2016).

Ainsi, on peut simplifier la notion d'information comme suit : les informations sont le résultat de l'interprétation de ces données (Figure III-5) :

$$\text{Données} + \text{sens (ou sémantique)} = \text{Informations}$$

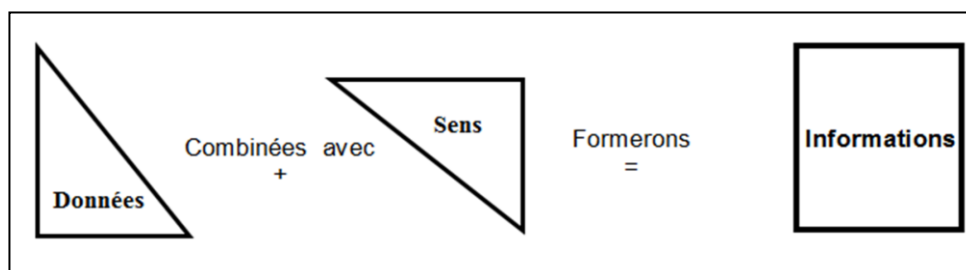


Figure III-5 : Simplification de la notion d'information

La connaissance :

La connaissance peut être considérée comme étant l'information enrichie et mise en contexte Mercier (2007) (ensemble de l'information et de l'expérience). C'est une information comprise, assimilée, utilisée et qui permet d'aboutir à une action. Elle s'intègre au système

personnel de représentation et subit une série d'interprétations liées aux croyances générales (paradigmes), au milieu professionnel, au point de vue, à l'intention, au projet de l'individu, etc. (El Moustafid, 2016).

Ainsi, on peut simplifier la notion de connaissance comme suit : les connaissances définissent la façon d'utiliser les données et informations.

Dans la figure (III-6), la notion de la connaissance est décrite comme la mise en action d'une information assimilée et interprétée.

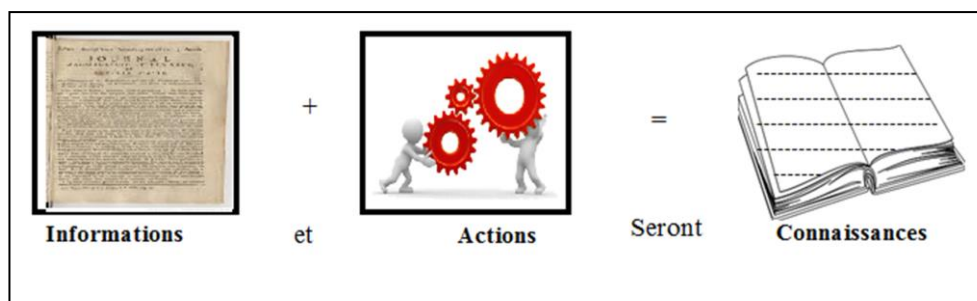


Figure III-6 : Simplification de la notion de connaissance

Nonaka et Takeuchi (1995) relèvent deux différences entre l'information et la connaissance : Premièrement, la connaissance, contrairement à l'information, concerne des croyances et des engagements. Deuxièmement, la connaissance, contrairement à l'information, concerne l'action. Les deux auteurs notent, toutefois, que ces deux concepts sont similaires du fait qu'ils ont une signification et qu'ils sont spécifiques à un contexte.

L'information est donc un moyen ou un matériau permettant de découvrir et de construire la connaissance. Elle affecte la connaissance en lui ajoutant quelque chose ou en la restructurant. De la même manière, l'information est un bien capable de produire la connaissance. Donc, l'information est un flux de données alors que la connaissance est créée par ce flux d'informations et est ancrée dans les croyances et adhésions de celui qui la détient. Par ailleurs, les êtres humains qui interagissent dans un certains contexte social partagent les informations sur lesquelles ils construisent la connaissance sociale en tant que réalité qui influence à son tour leur jugement, comportements et attitudes.

La connaissance est plus pérenne qu'une information et demeure activable. Elle est un capital économique, la connaissance est une ressource stratégique, la connaissance est un facteur de stabilité de l'entreprise, la connaissance apporte un avantage concurrentiel. Nous verrons plus loin que dans sa dimension organisationnelle la connaissance est cumulative et transférable.

III.3. La Gestion des connaissances (GC)

La Gestion des Connaissances (Knowledge Management - KM), comme pour n'importe quelle discipline émergente, a beaucoup de définitions. Pratiquement chaque chercheur, auteur ou organisation propose sa propre définition. Chaque définition part d'une perspective (objet, processus,...etc.) et reflète le champ disciplinaire de son auteur.

Beaucoup d'auteurs définissent la GC comme un processus. Ceux qui la définissent comme un processus par lequel une entreprise utilise son intelligence collective pour atteindre ses objectifs stratégiques et ceux qui l'interprètent comme le processus par lequel une organisation met en place des plans ou des actions afin de maximiser ses actifs de connaissances » (El Moustafid, 2014).

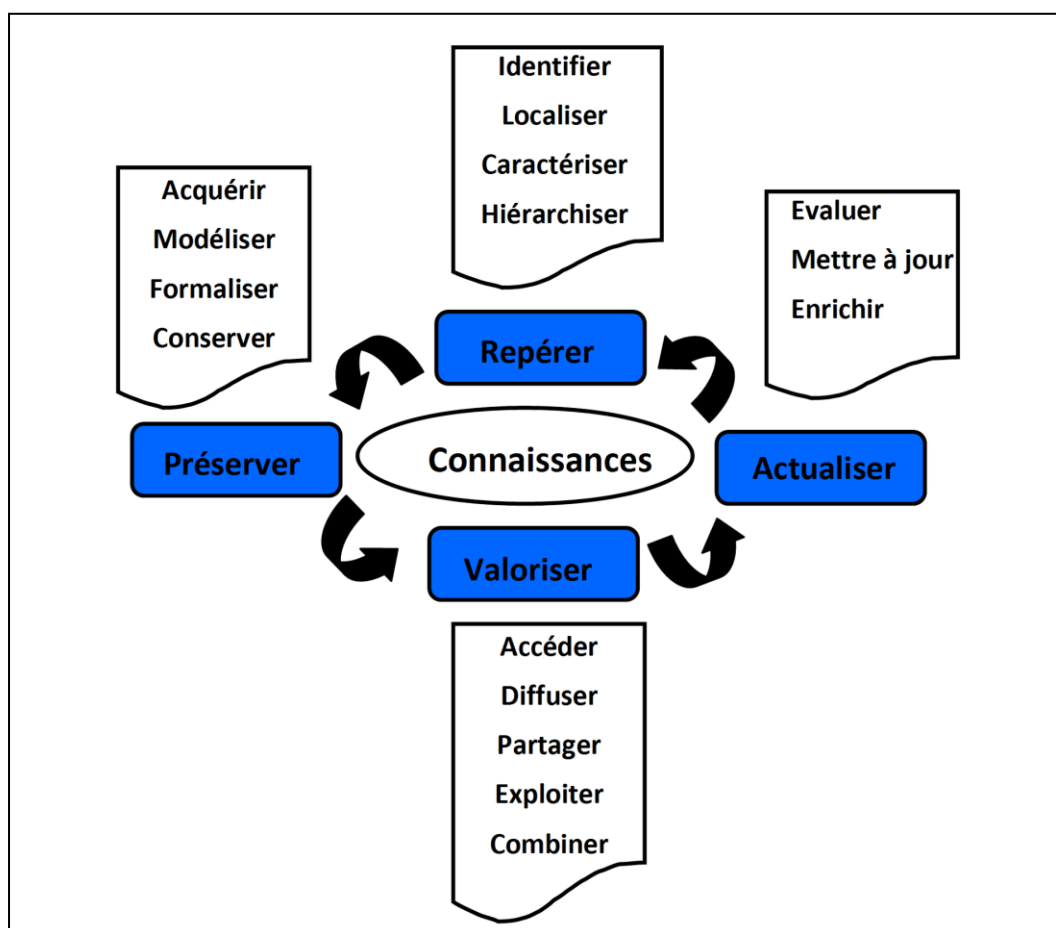


Figure III-7 : Processus standard de gestion des connaissances (Nonaka, 1994)

Les processus du KM sont conceptualisés pour définir un cadre méthodologique durable permettant la capitalisation et la transmission des savoirs et des savoir-faire au cours du temps. Par cette nécessité de pérennité temporelle, ils doivent intégrer aussi les processus d'amélioration continue des processus permettant d'enrichir et renouveler ces connaissances. Le processus standard de KM se compose en résumé de quatre phases à exécuter de manière continue dans un ordre déterminé : repérer, préserver, valoriser et actualiser ces connaissances, tel que présenté sur le processus visualisé figure (III-7) (Nonaka, 1994).

III.3.1. Gestion des connaissances – système complexe

La gestion des connaissances d'une organisation a pour but la capitalisation et la diffusion du savoir. En ce qui concerne la discipline de conception et gestion des réseaux techniques d'assainissement des eaux, la gestion de la connaissance reste un problème complexe, du fait du nombre d'acteurs intervenant dans la réalisation des objectifs, l'imbrication de leur interrelations, la multiplicité des sources d'information participant au processus, aux connaissances et savoir tacites implicites nécessaires pour l'application de certaines tâches,...etc. Il est donc clair qu'on est en face d'un Système Complexe.

Partant de ce point de vue de système, le modèle classique proposé par Le Moigne (Le Moigne, 1977 et 1990) et amélioré par Morin (Morin, 1984) semble le mieux adaptés pour comprendre la notion de connaissance et son interaction dans tout le système.

Ainsi, dans ce modèle, on distingue trois sous-systèmes : Opérant, informant et pilotant.

Le système d'information « enregistre les représentations – sous forme symbolique – des opérations du système opérant (le comportement du système complexe), les mémorise et les met à disposition, sous forme en général interactive, du système de décision » (il y a également une rétroaction du système de décision sur le système d'information) :

- Le système pilotant exploite le système d'information pour agir sur le processus de production, via le système opérant.
- Le système d'information est constitué par tout ce qui stocke, mémorise et met à disposition de l'information : documents, base de données, écrits, images etc.
- Le système opérant est constitué par les acteurs qui transforment des flux appelés intrants, d'énergie, de matière ou d'information, en d'autres flux de même nature, c'est le processus même de l'organisation.

A travers les transferts d'informations entre les sous-systèmes, on voit que la connaissance est partout, dans le système décisionnel, dans le système d'information et dans le système opérant. La connaissance n'est donc pas un attribut propre à un des sous-systèmes. Ceci justifie l'hypothèse de l'existence d'un quatrième système appelé « Système de (ou des) connaissance (s) » ou « Patrimoine de connaissances » (Umberto Eco, 1968). Ce sous-système est clairement un système actif, et possède deux activités fondamentales (Morin, 1986) : Activité d'acquisition des connaissances produites, et activité de cognition, relative à la transmission de ces connaissances (Figure III-8).

Ainsi, le système pilotant (système de décision) opère exclusivement des informations :

Un premier flux est constitué d'informations « montantes », qui lui permettent de représenter un environnement et de se représenter dans cet environnement (Information – représentation). Le traitement de type d'information va permettre au système de rendre intelligible un «*réel perçu*»

Un second flux est constitué d'informations « descendantes » qui ont la forme d'instructions et de consignes d'action à destination des sous-systèmes opérant ou information (information

– décision). Elles visent à concevoir, contrôler et maintenir le système en fonction d'un système «réel voulu».

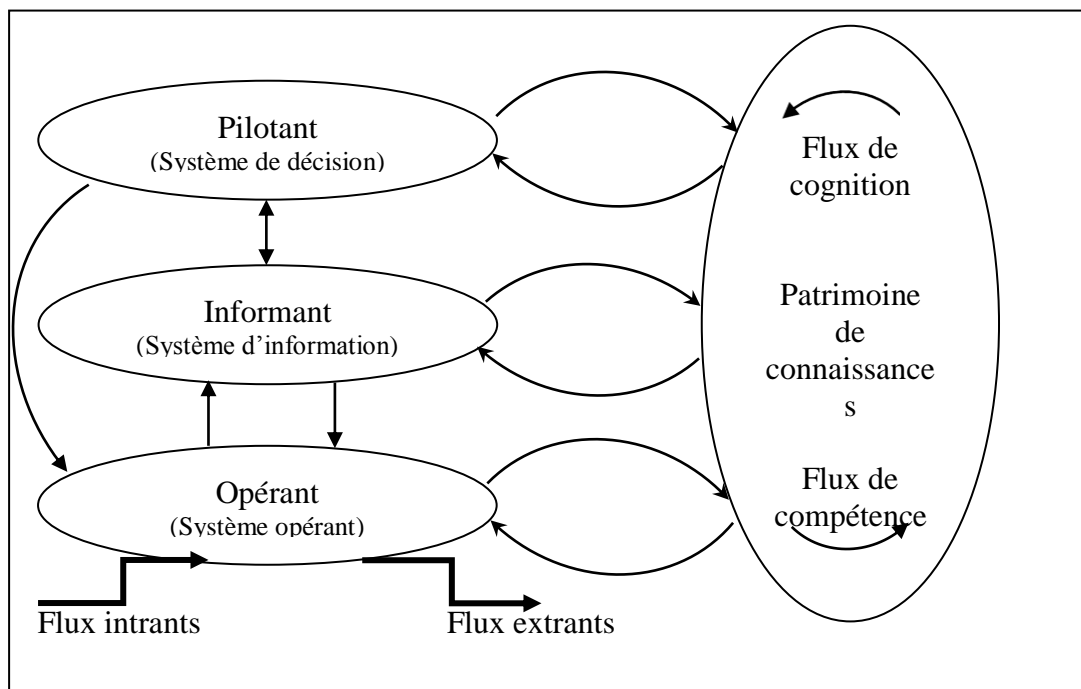


Figure III-8 : Le système d'information et le flux cognitif

III.3.2. L'ingénierie des connaissances et le microscope des connaissances

L'ingénierie des connaissances a mis en place des méthodes pour recueillir la connaissance, le plus souvent à partir de d'entretiens, et la structurer, en général à partir de modèles. Elle se concentre sur l'identification, la création, le stockage et la mise à disposition des connaissances afin de rester neutre face aux outils de partage et d'utilisation. Plus encore, l'ingénierie des connaissances est consacrée à servir la capitalisation des connaissances.

L'identification des connaissances consiste en l'identification des connaissances critiques pour une organisation. Elle peut s'effectuer de manière individuelle sur base de questionnaires, d'interviews, etc., ou de manière collective en identifiant les départements, services, équipes.

La structuration consiste à organiser les connaissances collectées en catégories, éventuellement en plusieurs niveaux hiérarchiques, pour en faciliter l'accès et la consultation. La structuration est une étape nécessaire pour pouvoir arriver à l'exploitation des données

Pour réaliser ces opérations, il est commode de se doter d'un moyen d'observation, de modélisation, d'un système de connaissances qui rend compte de toute sa richesse, dans sa globalité. Ermine (2003) a préconisé Le Microscope de la connaissance, qui permet d'explorer et de découvrir, de manière féconde et pertinente, les systèmes en général, dans leur dimension de l'infiniment complexe.

D'un point de vue systémique, on peut définir un système comme un objet actif et stable et évoluant dans un environnement, et par rapport à quelque finalité. Ainsi, un système s'observe selon trois points de vues : Un premier point de vue considère le système dans sa Structure, en tant qu'il est perçu comme un ensemble d'objets agencés, comme « quelque chose ». Un second point de vue considère le système dans sa fonction, en tant qu'il est perçu comme agissant, comme « faisant quelque chose », il décrit le système par ce qu'il fait. Un troisième point de vue considère le système dans son évolution, en tant qu'il est perçu comme se modifiant au cours du temps en accord avec son projet, il décrit le système par ce qu'il devient. Ce qui se traduit par la terminologie : Structure, fonction, évolution (Figure III-9).

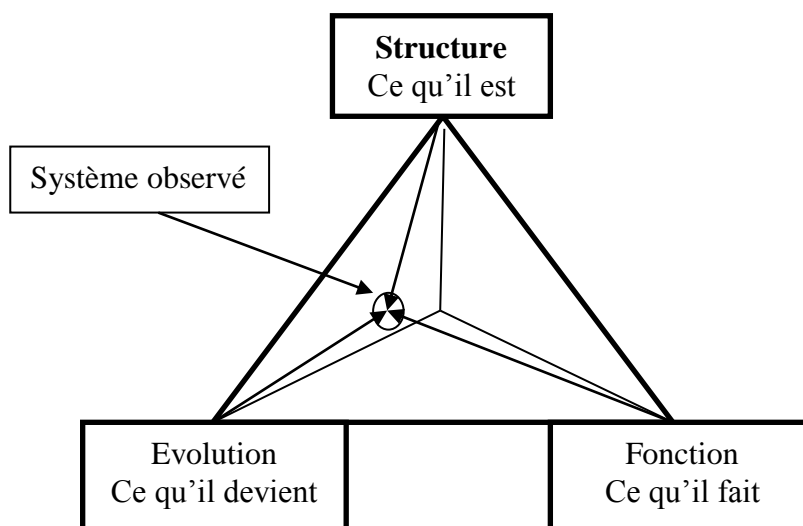


Figure III-9 : Les trois axes du triangle systémique (Ermine, 2003)

III.4. Identification et organisation des connaissances en gestion des RAU

Dans cette partie, nous allons tenter de répondre à la question « De quelle connaissance a-t-on besoin en ... » en identifiant les domaines de connaissances utiles. Prost (1999) a entamé une première cartographie de ces domaines de connaissance en s'appuyant sur le caractère complexe systémique des réseaux techniques exprimé par trois concepts propres à ces réseaux : l'autonomie qui renvoie directement aux fonctions et aux finalités des réseaux dans le système urbain, l'hétérogénéité exprimée par les différentes natures et constitutions des réseaux techniques que leur longue histoire a produit et enfin leur fonctionnement synchronique et diachronique avec la notion de d'information.

Pour développer ces domaines de connaissance, Le Gauffre (Le Gauffre et al., 1993) a proposé, dans le même sens que le microscope de connaissance préconisé par Ermine (2003) (Figure III-10), un triangle canonique qui place la technique au centre d'un triangle constitué par les objets, les phénomènes et les pratiques dont ils sont le support :

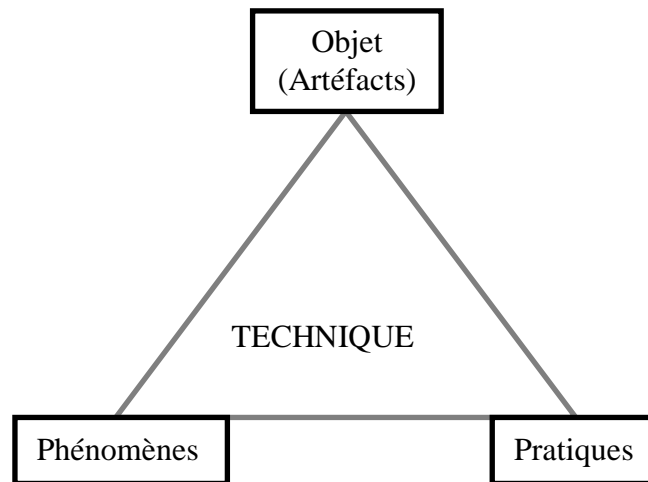


Figure III-10 : Les trois domaines de connaissance d'un système (Le Gauffre et al., 1993)

En privilégiant la dimension technique, placée au centre du tri-pôle, la capitalisation des connaissances utiles pour la gestion de l'assainissement urbain, peut réaliser par trois approches différentes en prenant en considération chacune des caractéristiques de ces trois éléments :

- Objets : bassins versants, canalisations, ouvrages annexes, stations d'épurations, rivières, pluviomètres, vannes,...etc.
- Phénomènes : précipitations, ruissellement, écoulement dans les réseaux, corrosion, pannes, ruptures, inondations, pollution des milieux récepteurs,...etc.
- Pratiques : extensions, raccordement, dimensionnement, curage, inspections, modélisation, simulation, gestion,...etc.

La description de ces trois approches est tirée essentiellement des travaux de recherche de Prost (1999).

III.4.1. Approche par Objets

En plaçant notre regard sous l'angle des objets, nous devons considérer les réseaux d'assainissement urbains sous deux aspects différents : support (*Infrastructure*) ou vecteur (*service*). Et ces réseaux urbains (égouts et canaux) se sont réalisés et développer dans le temps et l'espace en mobilisant des matériaux, des techniques, et des pratiques différentes.

Il est connu qu'un réseau est, avant tout, un système organisé et ordonné de liaisons de nœuds et de tronçons formant des mailles quienser un territoire. Mais ces mailles séparent aussi l'intérieur d'un territoire de son extérieur.

Ainsi, l'étude de ses hétérogénéités semble un des chemins qui mènent à la représentation et à l'intelligibilité de l'organisation des réseaux (Prost, 1999). L'exploration de ces hétérogénéités peut se faire à travers la différenciation des objets, la variabilité des phénomènes siégeant dans les réseaux ou engendrés par eux, et enfin la diversité des pratiques liées aux réseaux.

De l'ensemble de ces interactions résultent les hétérogénéités que nous considérons ici :

- Hétérogénéité des réseaux-soutiens ou Infrastructures : qui résultent des interactions entre objets et phénomènes et entre objets et pratiques, ou précisément comment la variabilité des phénomènes et la diversité des pratiques produisent ou développent une différenciation des éléments des réseaux ou des infrastructures dans leur ensemble. Ainsi, deux processus distincts peuvent être considérés dans ce cas : le vieillissement exprimé par l'état physique du réseau et l'obsolescence conditionné par des exigences d'ordre réglementaire, financière ou technique. Ces deux processus sont associés immédiatement à des pratiques de maintenance et d'investissement (Figure III-11).

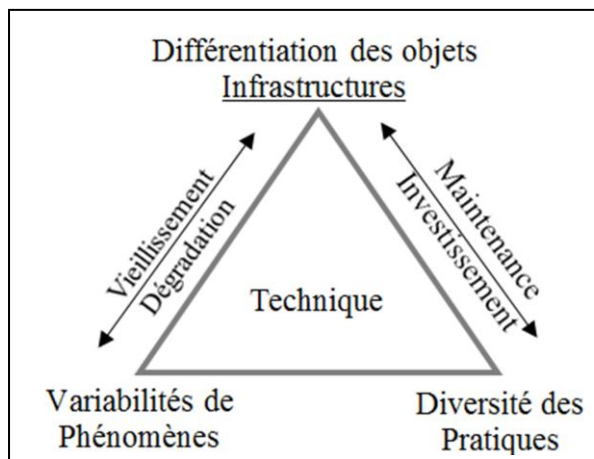


Figure III-11 : Interactions des objets (Infrastructures) avec les pratiques et phénomènes

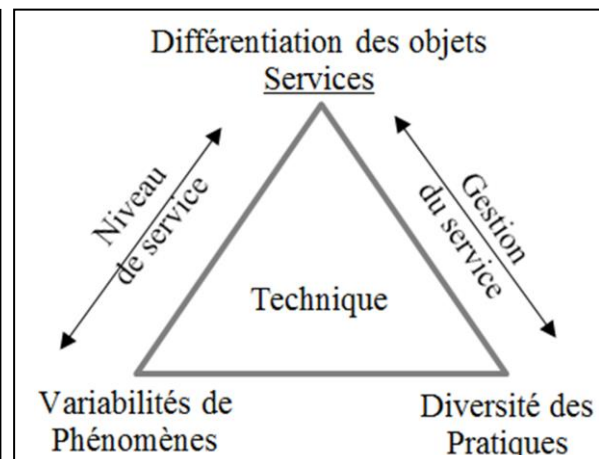


Figure III-12 : Interactions des objets (Services) avec les pratiques et phénomènes

- Hétérogénéité des réseaux-services : qui résultent des interactions entre objets et pratiques et entre phénomènes et pratiques, ou : comment la variabilité des phénomènes, la diversité des pratiques et la différenciation des objets produisent une hétérogénéité du service rendu. Ainsi la fourniture du service est assurée par un ensemble d'activités, nommé : « Gestion du service » qui définira son contenu et ses conditions, principalement : le niveau de service et la tarification (Figure III-12).

III.4.2. Approche par pratiques (Fonctions)

Les « pratiques » désigneront la conception, la conduite et la maintenance des réseaux techniques urbains. Les « objets » sont les infrastructures de réseau, à concevoir, à adapter, à contrôler. Les « phénomènes », quant à eux, déterminent les entrées du système, la circulation des flux, le comportement des infrastructures et les impacts du système sur son environnement. Les pratiques se fondent sur des processus informationnels qui, de façon itérative et continue (Figure III-13) :

- Conçoivent et traitent un ensemble de critères représentant le réel voulu ;
- Conçoivent et traitent un ensemble d'indicateurs décrivant le réel perçu ;
- Conjuguent critères et indicateurs pour mesurer les écarts entre réel perçu et voulu ;
- Conçoivent et sélectionnent des actions visant à introduire ou adapter de nouveaux objets ou modes de fonctionnement.

L'intelligence du réseau (qui peut être, selon le degré de sophistication du réseau, répartie entre acteurs humains et non humains) consiste, en suivant toujours Le Moigne (1990), dans cet exercice de mise en relation entre le réel perçu et le réel voulu. Faire cette mise en relation, c'est-à-dire évaluer et assurer à chaque instant l'effectivité du système, suppose donc, d'après notre modèle, de concevoir également les interactions entre artefacts du réseau et les phénomènes dont ils sont le siège, de façon, là encore à obtenir un bouclage du triangle. En termes de connaissance, on voit apparaître l'importance des lois reliant phénomènes et objets en question, qui vont constituer le fond cognitif sur lequel vont se développer les pratiques et les savoirs ou savoir-faire plus spécifiques de notre ingénieur urbain. Ces connaissances se présentent principalement sous forme de lois de comportement des flux, des matériaux, des milieux et concernent essentiellement des processus non intentionnels : Sciences de la Nature au sens large.

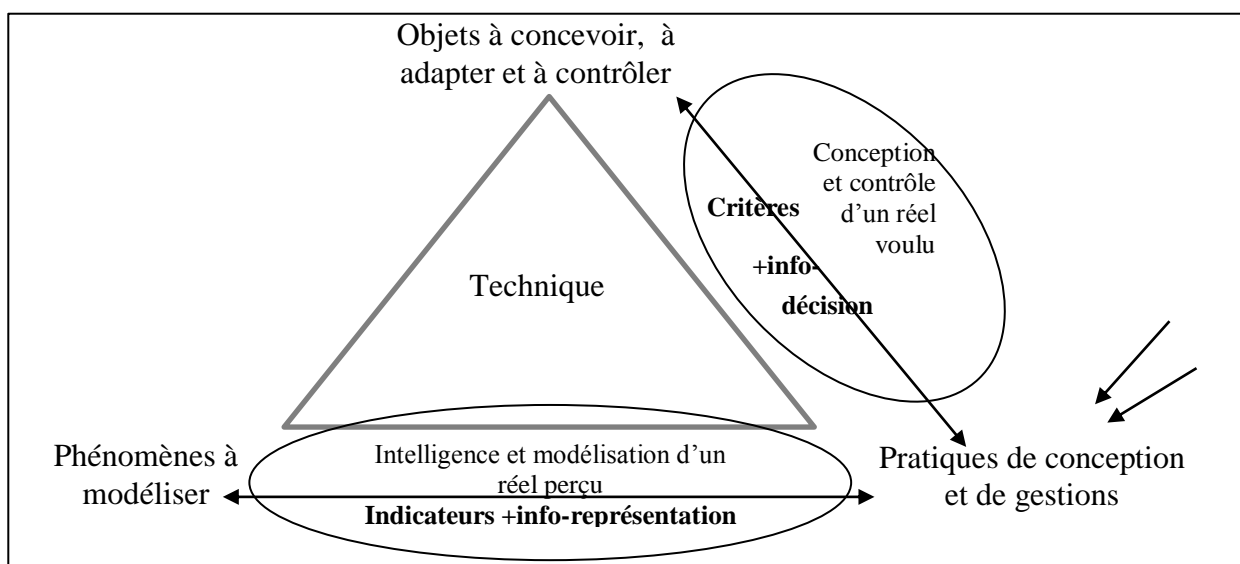


Figure III-13 : Interactions des pratiques avec les objets et phénomènes

III.4.3. Approche par phénomènes (Evolutions)

Chaque acteur est effectivement ou potentiellement porteur d'exigences qui peuvent varier dans le temps, dans l'espace et qui peuvent se contredire les unes les autres. L'élaboration, la formulation, l'expression et la confrontation de ces intérêts sont des processus tantôt continus, tantôt discontinus, localisés ou non localisés et, à l'évidence, non totalement modélisables, ce qui fonde d'ailleurs leur complexité.

La prise en compte et la satisfaction des intérêts, demandes et exigences résultera des interactions entre des pratiques de conception et de gestion d'une part, et la mobilisation des ressources et des investissements réalisés dans le réseau. Et le point de vue intéressant doit tenir compte de cette complexité par un double questionnement (Figure III-14) :

- Comment les exigences et les demandes vis à vis d'objets techniques et des services (existants) se traduisent-elles en pratiques de gestion et de décision ? Dans cette optique, les réseaux urbains techniques sont l'objet et le support d'interactions entre demandes et pratiques. Les réseaux définissent le cadre dans lequel se tissent un certain nombre de lien sociaux.

- Comment la confrontation des exigences et des demandes se matérialise-t-elle dans des objets techniques (en émergence ou en évolution)? dans cette optique, l'adaptation et l'évolution des réseaux techniques urbains sont le résultat et la conclusion d'un processus d'interaction entre des exigences, demandes et intérêts d'une part et des pratiques de gestion et de décision d'autre part. A l'issue de ce processus complexe sont déterminés les finalités des réseaux et des services, le contenu et le niveau des services, les investissements à réaliser.

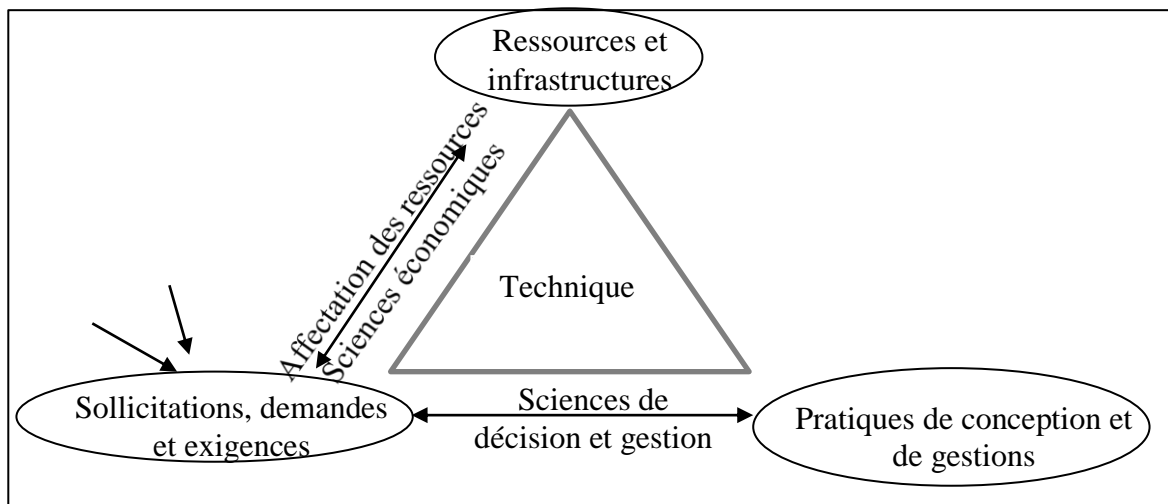


Figure III-14 : Interactions des phénomènes avec les objets et pratiques

En plaçant notre observation sous l'angle des intérêts, demandes et exigences qui s'exercent dans et par les réseaux techniques urbains, il apparaît que les connaissances nécessaires au bouclage ou la fermeture du triangle de départ sont celles qui ont pour objet de décrire les interactions entre les objets et les pratiques des acteurs sociaux. Ce sont par exemple les lois qui régissent les rapports entre individus ou groupes sociaux (objets des sciences humaines et sociales, des sciences politiques), les lois d'affectation des richesses et des ressources (sciences économiques), les lois qui décrivent l'action organisée (sciences de la décision, science de gestion) et enfin, l'ensemble des sciences de la conception.

III.4.4. Connaissances pour la gestion des réseaux d'assainissement urbains

Par rapport à la question posée au début (*De quelle connaissance a-t-on besoin pour la gestion des réseaux d'assainissement urbain ?*), nous savons maintenant que cette connaissance pour les réseaux d'assainissement urbains devra être une connaissance qui permet de saisir (de modéliser simultanément) :

- un Objet : au cœur même du problème étudié, c'est essentiellement la structure réseau qui interagit, d'une part, avec les objectifs pour lesquels il a été construit (problèmes d'obsolescence et de dysfonctionnement), et d'autre part, avec son environnement urbain dans lequel il a été construit (problème de vulnérabilité);
- Des activités : méthodes et moyens techniques de gestion, d'exploitation ou de maintenance, mises en place et utilisées par les gestionnaires et les entreprises, ou disponibles dans le cadre théorique ;

• Des Phénomènes : autres les phénomènes relatifs au réseau support et son environnement, il faut considérer les demandes et exigences qui s'exercent dans et par les réseaux techniques urbains, par exemple les lois qui régissent les orientations politique et stratégique de la ville vis à vis du management de ces réseaux techniques (gestion de compétences et ressources).

La résolution du problème est donc un va-et-vient continu entre ces trois pôles, qui ne peuvent être étudiés séparément (Figure III-15).

L'étude simultanée de l'objet et des activités, est la plus logique, l'acquisition des données nécessaires à l'étude et à la gestion de l'objet dépend des moyens techniques disponibles et mis en œuvre, qui dépendant de la demande et des besoins exprimés par les gestionnaires, notamment l'évaluation de l'efficacité des activités réalisées et la prédiction de la fiabilité des réseaux.

D'autre part, la mise au point de nouvelles pratiques, aussi bien techniques que scientifiques passe par la modélisation des phénomènes et l'optimisation des besoins exprimés par les gestionnaires. En outre, l'étude simultanée de l'objet et des phénomènes représente les études de diagnostic, qui ont pour but de mieux définir les vulnérabilités de l'objet réseau. Ainsi, il est nécessaire d'analyser son cycle de vie et prédire son état en considérant les phénomènes liés à sa dégradation.

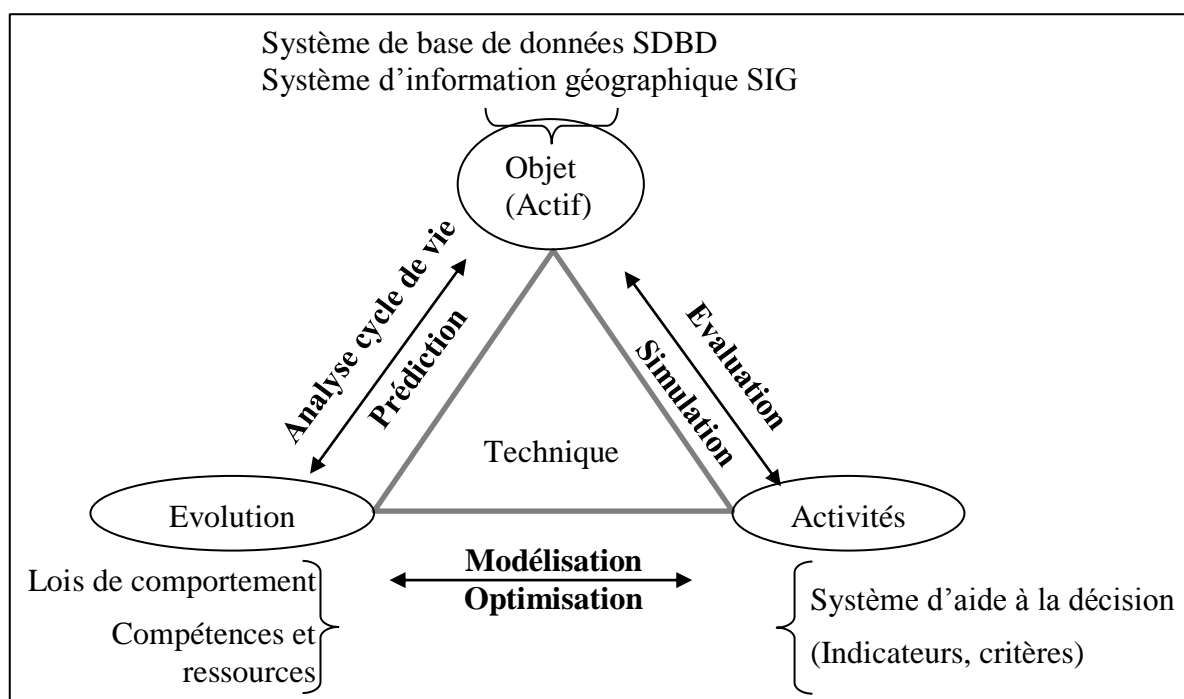


Figure III-15 : Esquisse de connaissances développées en gestion des RAU

III.4.4.1. Gestion des données et des informations de l'objet [Le savoir]

Le concept de gestion des réseaux d'assainissement urbains renvoie généralement à trois notions : l'entretien et l'exploitation du patrimoine du réseau urbain (infrastructures, équipements, bâtiments, terrains), le fonctionnement des services et la gestion financière.

Pour assurer l'entretien et l'exploitation du patrimoine d'assainissement urbain, il est nécessaire de : posséder un inventaire complet et à jour de tous les éléments du réseau d'assainissement urbains (fiche d'identité) : identification, localisation, caractéristiques, affectation, valeur, plans,...etc. ; établir un contrôle régulier de l'état des actifs, reporter le résultat des contrôles sur des fiches et tenir le journal des interventions de maintenance ou de répartition (fiche état de santé) ; prévoir les opérations d'entretien courant et en assurer la budgétisation, ce qui rejoint la gestion financière.

L'intégralité de ces opérations peut être traitée par des moyens informatiques, qui sont d'ailleurs les seuls moyens opérationnels pour des villes importantes. Les logiciels de gestion de systèmes de base de données (SGBD) et système d'information géographique (SIG) sont parfaitement adaptés à ces tâches. Pour comprendre le fonctionnement de ces deux systèmes, nous présentons, ci-après, leurs notions de base en relations :

- **Systèmes de bases de données (BD)**

Une base de données est un ensemble structuré de données enregistrées, centralisées ou non, servant pour les besoins d'une ou plusieurs applications, interrogeables et modifiables par un groupe d'utilisateurs en un temps opportun. Plus formellement, une BD est un ensemble de données exhaustives, non redondantes, structurées et persistantes, concernant un sujet.

- **Les Système de gestion de bases de données (SGBD)**

La gestion et l'accès à une base de données sont assurés par un ensemble de programmes qui constituent le Système de gestion de base de données (SGBD). Un SGBD doit permettre l'ajout, la modification et la recherche de données. Un système de gestion de bases de données héberge généralement plusieurs bases de données, qui sont destinées à des logiciels ou des thématiques différentes. Actuellement, la plupart des SGBD fonctionnent selon un mode utilisateur/serveur. Le serveur (sous-entendu la machine qui stocke les données) reçoit des requêtes de plusieurs utilisateurs et ceci de manière concurrente. Le serveur analyse la requête, la traite et retourne le résultat à l'utilisateur

En matière de gestion, et vu l'importance quantitative et diversifiée des données en relation directe avec les réseaux d'assainissement, on classe ces données en deux catégories :

- les données cartographiques ou géométriques (dites géographiques lorsque leur référentiel est terrestre) : regroupant toutes les cartes (d'Etat-major, de sol, des fonds de plan de l'espace urbain, des réseaux techniques,...etc.), les plans topographique et tracés des réseaux d'assainissement, les levés topographiques complémentaires des ouvrages principaux du réseau.
- les données descriptives (thématiques ou sémantiques) : décrivant les caractéristiques physiques (dimensions, cotes,...etc.) et hydrauliques (Débits, vitesse, ...etc.) du réseau d'assainissement, les résultats d'inspection (état de dégradation), les fiches de gestion,...etc.

On trouve deux types de données descriptives : les données instrumentales (obtenues par des dispositifs de mesure instrumentaux comme les compteurs, débitmètres, piézomètres,...etc.) et les données observées (recueillies par ou auprès d'agents (experts, opérateurs...) au cours d'observations, d'interviews,...etc.)

▪ Les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

Un système d'Information Géographique est un outil informatique permettant de mémoriser, de manipuler, de rechercher et de traiter des informations dans une base de données géométrique pour représenter et analyser les éléments existants sur terre ainsi que tous les événements qui s'y produisent.

Les S.I.G offrent plusieurs possibilités dans la gestion et l'exploitation des bases de données (requêtes et analyses statistiques) qui se traduisent par des représentations graphiques (ou cartographiques pour des données géo-référencées) et des informations topologiques (superposition et/ou mitoyenneté de deux objets).

En milieu urbain, les SIG ont pour objet la gestion technique de l'ensemble des patrimoines urbains et domaine de compétence associés, tels les plans topographiques et parcellaires, les éléments d'urbanismes, les divers réseaux, etc. C'est donc un ensemble de données évolutives (informations), organisé pour être utilisé par des logiciels multiples, graphiques eux-mêmes évolutifs. Et en matière de gestion de réseaux d'assainissement urbain, la localisation et la représentation graphique demeure la forme la plus synthétique et la plus précise pour caractériser les divers aspects descriptifs (relief, urbanisation, activités), fonctionnels (réseaux, ouvrages) et d'impacts sur les milieux récepteurs (Satin et al., 1995).

La structure arborescente des systèmes d'assainissement répond, sans restriction, à une organisation topologique dont les éléments constitutifs sont les suivants (Satin et al., 1995) :

- Le nœud : c'est un point du réseau, le plus souvent matérialisé par un regard visitable. Un nœud peut être aussi le point de départ du réseau, de convergence de plusieurs branches, une source de pollution ou un exutoire du réseau, un point sur un cours d'eau, une arrivée en station d'épuration, etc. on distingue deux types de nœuds : le nœud simple (peu d'informations) et le nœud névralgique (nombreuses informations).
- Le tronçon : c'est un segment de collecteur qui est limité par un nœud d'origine et un nœud d'extrémité, sous divisé éventuellement en sous-tronçons, qui détermine une section de canalisation, gabarit d'ouvrage ou bief de cours d'eau.
- La branche : ensemble de tronçons consécutifs limité par deux nœuds névralgiques, sur laquelle se synthétisent les données de la collecte de rues ou de zones, le transit des flux, les conditions d'écoulement, ...etc.
- La zone : c'est la division du sous bassin en aires d'occupation des sols ou d'activités, ayant un coefficient de ruissellement homogène, une valeur de population, d'emplois, une consommation d'eau et une restitution d'eaux usées.
- Le bassin élémentaire : c'est l'aire collectée par une branche principale de collecteurs. Il y aura création de nouveaux bassins élémentaires lors de la rencontre de deux ou plusieurs branches ou lignes d'écoulement.
- Le sous bassin : c'est le secteur du bassin élémentaire situé séquentiellement de l'amont vers l'aval. Correspondant à une ou plusieurs zones, un ou plusieurs tronçons, un point de calcul intermédiaire, un inventaire du secteur, ...etc.

- Le bassin versant : c'est l'espace limitée par les lignes de crêtes ; dans un bassin versant toutes les eaux qui ruissellent ou les eaux rejetées, sont recueillies par une ligne d'eau, un talweg, un collecteur principal, aboutissant à un exutoire.
- L'unité technique : elle regroupe les villes ou parties des villes aboutissant à une unité de traitement, et récapitule les données générales, démographiques, de gestion (consommations, débits et charges traitées) ou les valeurs d'exploitation.

III.4.4.2. Gestion des activités (Indicateurs de performance) [Le savoir-faire]

La connaissance du réseau, l'état de santé des collecteurs ou l'évaluation de leurs dysfonctionnements ne sont pas des conditions suffisantes pour se prononcer des activités de maintenance ou apporter une aide à la décision des priorités de réhabilitation. En effet, il convient de considérer une approche du type analyse des conséquences des décisions et activités réalisées. Pour cela, il est nécessaire de définir des indicateurs de performance (I.P.).

Les indicateurs de performance sont calculés à partir de données de base complémentaires. Quatre types d'indicateurs peuvent être distingués en fonction des données dont ils sont issus et de leur traitement :

- Les indicateurs directement issus d'observations (O) : par exemple, des infiltrations peuvent être directement observées, soit par des mesures de débit à l'échelle du bassin versant, soit à l'échelle du collecteur par des inspections télévisées en période de nappe haute. Les impacts sont, quant à eux, rarement observés directement, mais le non-respect des autorisations de rejets est considéré comme une observation directe.
- Les estimations basées sur des observations (E/O) : elles incluent les dysfonctionnements déduits des défauts observés par inspection visuelle, mais non observés eux-mêmes directement. L'absence d'observation directe du dysfonctionnement peut avoir deux origines. L'observation peut être techniquement difficile (par exemple l'observation de défauts d'étanchéité permet d'estimer la présence probable d'infiltrations, qui ne peuvent être observées à l'échelle du collecteur qu'en période de nappe haute). L'absence d'observation peut également être due au fait que le dysfonctionnement concerné ne s'est pas encore manifesté et n'existe qu'à l'état de risque (par exemple, le cas pour les risques de débordement ou d'effondrement).
- Les estimations à partir de facteurs de risques (E/R) : elles sont issues de la connaissance de facteurs de risques, de modèles statistiques ou de modèles de vieillissement, qui permettent d'évaluer un état de santé probable d'un collecteur avant même de réaliser une inspection visuelle. Cet état de santé permet à son tour d'estimer des dysfonctionnements, voire des impacts mais il sera à confirmer par une investigation.
- Les indicateurs composites (C) résultent d'une combinaison entre deux indicateurs ou plus. Ils sont évalués à l'aide de tables de décision définissant des opérateurs. Comme les données de base sont exprimées en unités variées (m^3 , €, nombre d'événements, probabilité, évaluation qualitative de vulnérabilité, etc.), la combinaison d'indicateurs, qui seraient exprimés dans ces mêmes unités, serait délicate..

III.4.4.3. Gestion stratégique des moyens (compétences et ressources) [Le savoir être]

La stratégie d'une organisation se définit communément comme l'art pour le dirigeant de déterminer des actions cohérentes et d'allouer des moyens qui engagent l'organisation dans le long terme afin qu'elle dégage des résultats positifs durables qui lui permettent de se pérenniser. Les moyens dont dispose l'entreprise appartiennent à deux types différents : les ressources et les compétences. Les premières représentent ce qu'une entreprise possède tandis que les secondes correspondent à ce qu'elle sait faire.

▪ Ressources (tangibles et intangibles)

Les ressources sont les biens, les actifs, dont disposent les dirigeants d'une organisation pour s'exprimer et réaliser leur stratégie. Tout comme les trois couleurs primaires ou les sept notes de la musique occidentale, il y a quatre types de ressources fondamentales : l'argent, le personnel, la technologie et l'information. Parfois s'y ajoutent la localisation géographique et les matières premières naturelles.

▪ Compétences (intellectuelles, techniques, relationnelles)

Mais les ressources sont peu utiles s'il n'y a pas de compétences pour les exploiter. En effet, parler des savoirs et des savoir-faire utilisés et produits au sein de l'entreprise ne préjuge pas de la façon dont ces ressources sont mises en œuvre au quotidien par des individus placés dans des situations opérationnelles soumises à des contraintes techniques, économiques et psychosociologiques. De ce point de vue, on peut évoquer la notion de compétence comme « *l'aptitude des personnes à mettre en œuvre, au-delà de leurs connaissances propres, les ressources physiques, les savoirs et les savoir-faire constitutifs des connaissances de l'entreprise dans des conditions de travail contraintes données : le poste de travail, un rôle bien défini, une mission spécifique* » (Grundstein, 1995).

L'analyse des sociétés pérennes montre que celles-ci optimisent la gestion en respectant un petit nombre de principes simples, qui se traduisent par *les bonnes pratiques* (bien utiliser ses moyens) de l'organisation, car les ressources et les compétences demandent une gestion différente. Mais la clé du succès réside dans leur combinaison pour en faire de véritables outils au service de la réalisation du dessein stratégique de l'organisation. Viardot (2010) a présenté neuf principes fondamentaux dans le cadre de cette gestion stratégique :

Le principe de dépassement du seuil critique. La gestion des moyens obéit d'abord au principe de dépassement du seuil critique. En effet, un minimum de ressources est indispensable à réunir pour pouvoir démarrer une activité. Ce principe s'applique également à la gestion des compétences. Certaines sont en effet indispensables pour exister. Elles correspondent aux savoirs minimaux que toute entreprise doit maîtriser pour évoluer dans son activité et assurer son existence.

Le principe de performance. Ce principe concerne la gestion des compétences. Car, au-delà d'un seuil minimal de compétences, une entreprise doit également disposer de compétences décisives. Celles-ci lui permettront de se pérenniser en apportant le maximum de valeur à ses clients tout en se distinguant de ses concurrents. Une compétence décisive doit ainsi conduire à des niveaux de performance plus élevés.

Le principe de masse. Il s'applique à la gestion des ressources. Il correspond au fait qu'entre deux entreprises ayant un niveau de compétence égal, celle qui a un volume de ressources plus élevé est la plus puissante

Le principe d'alignement. Pour obtenir la performance et le succès, les entreprises pérennes rassemblent leurs ressources clés et leurs compétences critiques selon le principe d'alignement. Car ressources et compétences sont indissociables pour réussir sur le plan stratégique.

Le principe d'exclusivité. Il est la garantie que les moyens utilisés par une firme ne bénéficieront pas à ses concurrents. Appliqué aux ressources, ce principe d'exclusivité consiste à s'assurer qu'une ressource ne soit pas captée par d'autres acteurs économiques afin d'obtenir une situation monopolistique ou très dominante.

Le principe d'économie des moyens. L'abus de richesse génère souvent le gaspillage, la paresse, la frilosité et le manque de remise en cause nécessaire pour s'adapter. C'est ainsi qu'on estime que, en moyenne, plus d'un tiers des actifs d'une firme apporte une contribution marginale ou nulle, voire négative aux résultats.

Le principe de valorisation. L'application de ce principe est à la base de la réussite de bien des entreprises pérennes. Dans la logique de l'économie de moyens, ce principe consiste à démultiplier systématiquement les effets d'une ressource ou d'une compétence pour générer le maximum de valeur pour les clients et faire la différence avec les concurrents.

Le principe de flexibilité permanente. Ce principe consiste pour le dirigeant à garder de la souplesse dans la gestion de ses moyens afin d'avoir la rapidité d'action nécessaire pour mieux coller aux évolutions de son environnement. Il lui sert en période de crise comme en phase de croissance.

Le principe de singularité. Enfin, dans les entreprises pérennes, les divers principes de gestion des moyens s'effacent largement devant le principe de singularité. Celui-ci veut que les ressources clés et les compétences décisives soient toujours sous le contrôle des dirigeants pour préserver ce qui confère un caractère unique à l'entreprise aux yeux de ses clients et face à ses concurrents.

▪ **Le développement continu des moyens**

Les entreprises pérennes présentent rarement des faiblesses en interne car elles savent nourrir, enrichir et développer leur portefeuille de ressources et de compétences. Elles améliorent continuellement la quantité et la qualité des moyens qu'elles utilisent. Pour cela, elles ont mis en place des processus continus de mesure et d'évaluation des moyens en termes de performance et d'adéquation par rapport à l'environnement. De plus, pour progresser, elles étalonnent leurs compétences décisives par rapport à leurs concurrents et à des entreprises de référence indépendamment de leur secteur d'activité afin d'identifier les points faibles à améliorer. Ces comparaisons leur permettent de bâtir un programme d'amélioration de leurs compétences les plus faibles. Pour le réaliser, elles s'appuient ensuite sur leurs capacités internes : formation des employés, reconfiguration des procédés de fabrication, meilleure utilisation des liquidités, réorganisation interne, par exemple.

III.5. Identification et organisation des connaissances en maintenance des RAU algériens

III.5.1. Contraintes liées à la gestion des réseaux d'assainissement en Algérie

En Algérie, la maintenance et le suivi des réseaux restent négligés et considérés comme secondaires. En conséquence, la plupart des collecteurs sont aujourd'hui fortement dégradés et doivent être réhabilités. Cette question est problématique du moment que les gestionnaires de ces réseaux, ou des autres réseaux urbains, se heurtent à deux contraintes majeures :

- Faibles investissements en matière des opérations et maintenance.

Ainsi, la plupart des gestionnaires de réseaux d'assainissement urbain (RAU) se heurtent au problème de manque d'argent, et doivent essayer de mener de grands projets avec très peu d'argent. Ceux qui disposent de budgets conséquents, ne les utilisent pas forcément d'une façon rentable, et, en général, des économies pourraient être faites ; par contre, ceux qui ont peu d'argent ne savent pas où et comment l'utiliser !

- Manque flagrant de moyens et systèmes de collecte et d'archivage de données de terrain et de gestion.

Il est évident que toutes les méthodes d'aide à la décision en matière de maintenance nécessitent de créer une base de données, à moyen et long terme ; ceci est très important, et pratiquement inévitable.

Mais, d'une part, toutes les données recueillies ne sont pas toujours utiles, et ceci est important quand le coût de collecte et de gestion de l'information est élevé ; et, d'autre part, toutes les données utiles ne sont pas toujours recueillies, ou du moins conservées (Bou Nader, 1998).

Malgré la disponibilité de méthodes et techniques, très peu de moyens sont réellement mis en œuvre, par nos gestionnaires, pour permettre la création et le suivi de base de données fiable et exploitable.

III.5.2. Mise en œuvre d'une méthodologie d'identification des connaissances

Comme on l'a vu au cours des paragraphes précédents et en partant de la question « *De quelle connaissance a-t-on besoin pour l'aide à l'action en ingénierie de gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement urbain ?* » nous avons commencé par identifier les domaines clés de connaissances concernés, en mettant en relief leur complexité et en proposant quelques concepts systémiques adaptés aux réseaux d'assainissement. Et compte tenu des enjeux économiques, de la complexité technique de fonctionnement des Réseaux d'assainissement urbains et la présence de contraintes conflictuelles de différentes natures, il est nécessaire de développer une méthodologie globale pour l'identification et l'organisation des connaissances utiles pour l'aide à la décision en matière de gestion de la maintenance de ces réseaux.

Quand nous abordons la problématique d'aide à la décision pour la maintenance des infrastructures urbaines, nous travaillons, simultanément, sur trois pôles d'études :

- Les objets dans leur fonctionnement synchronique aussi bien que leur évolution diachronique. Ainsi, la connaissance des différents aspects liés à l'actif (Asset) réseau (infrastructure) qui est le cœur de cette recherche ;
- La complexité des finalités des réseaux et des services et pour cela de modéliser les pratiques d'usage, de conception, de gestion et de décision, autant de pratiques d'acteurs animés d'intention. En d'autre terme, des connaissances du savoir-faire en activité et prise de décision ;
- La complexité des demandes et exigences vis à vis des phénomènes dont les réseaux sont le siège. La prise en compte de ces phénomènes relève des lois de la nature ou de l'effet d'une agrégation des sollicitations de service, ils sont les manifestations de processus non-intentionnels. Autrement dit, des connaissances en management stratégique (savoir être) des ressources et compétences.

Le but n'est pas de savoir sur quelle partie du réseau faut-il intervenir pour des opérations de maintenance, ou quelles techniques utiliser. A chaque niveau de gestion, le but sera donc consacré à l'identification des différentes connaissances qui auront été apportées et de les mettre en forme sur le plan thématiques de recherche, des démarches d'acquisition de connaissance, des méthodes et des outils de modélisation.

Ainsi, notre démarche, pour qualifier et valider les connaissances produites, se repose sur une approche de terrain, sur le recueil de données de première main et sur la modélisation. La méthodologie développée, présentée ci-dessous, se propose d'identifier et de partager les connaissances en deux groupes : le premier exposant les connaissances acquises (existantes) et utilisées couramment par les gestionnaires, d'une part, et le deuxième développe les nouvelles connaissances à acquérir (produites) et potentiellement utiles pour ces gestionnaires, d'autre part.

Ainsi, ce travail d'identification de connaissances sera organisé selon trois niveaux différents correspondant aux trois domaines clés de décisions identifiés précédemment, à savoir :

- **Niveau 01** : la gestion opérationnelle des objets pour déterminer la situation et l'état général des infrastructures d'assainissement urbain (enquête) ;
- **Niveau 02** : la gestion tactique des activités et pratiques de maintenances des infrastructures d'assainissement (analyse des données) ;
- **Niveau 03** : la gestion stratégique de l'organisation pour garantir les exigences des normes ISO 55000 (Expert-Audit).

La figure (III-16) ci-dessous présente le cadre méthodologique suivi pour la réalisation de la production des connaissances en matière de gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement.

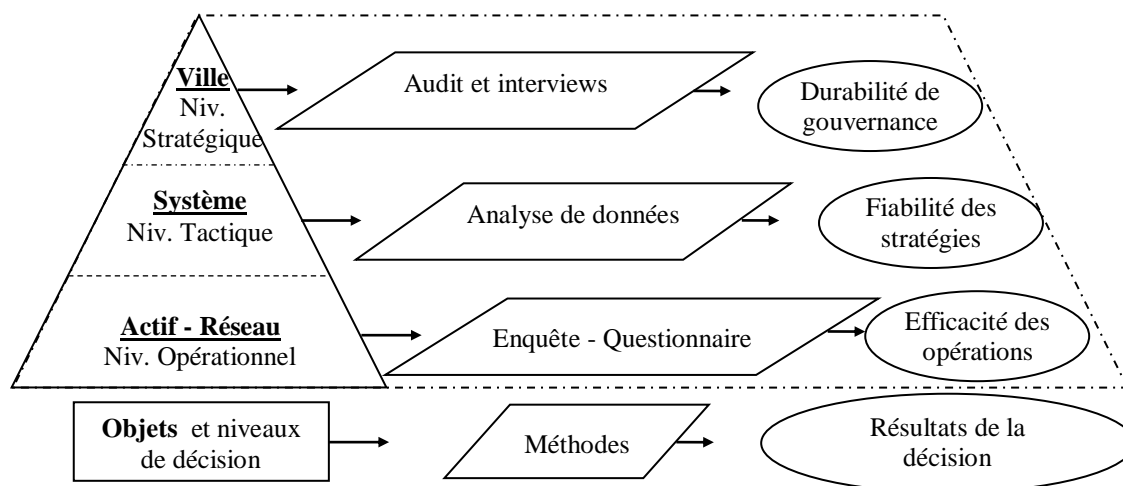


Figure III-16 : Cadre méthodologique suivi pour l'identification des connaissances

III.5.3. Niveau opérationnel (connaissance du réseau)

Ce premier niveau concerne les objets (Actifs) étudiés, connu aussi couramment chez les gestionnaires par le terme « Connaissance du réseau ». Il s'agit principalement des infrastructures de réseaux d'assainissement urbains et leur environnement. On s'intéresse alors aux : canalisations, ouvrages annexes, stations d'épurations, rivières, bassins versants, pluviomètres, ...etc.

Bou Nader (1998) a montré que les réseaux d'assainissement urbains sont en interaction permanente avec les divers réseaux techniques urbains, ainsi qu'avec leurs divers environnements, particulièrement le système urbain dont ils sont un sous-système. Et l'étude de ces interactions est à la base des connaissances, acquises ou à acquérir.

Les données collectées dans le cadre de la gestion patrimoniale alimentent quatre grands types de critères (Curt et al., 2016) :

- **Techniques**, c'est-à-dire relatifs à l'état et au fonctionnement des ouvrages et installations qui constituent le patrimoine (barrages, réseaux d'eau, d'assainissement,...etc.) : diamètre d'une conduite, niveau d'eau dans une retenue de barrage, matériau constitutif de l'ouvrage... ;
- **Environnementaux**, qui concernent le milieu naturel et les biens et personnes exposés à des risques causés par la présence du patrimoine. Il s'agit de la vulnérabilité de l'environnement de l'ouvrage : pollution, nombre d'habitants potentiellement impactés par une rupture de barrage, réseaux ferroviaires impactés par une rupture de canalisation,...etc.

Ces données qui peuvent être de natures très diverses permettent de baser les décisions d'actions sur une approche de type risque ou impact, c'est-à-dire que les décisions sont fonction des risques encourus et des impacts avérés. Ce champ environnemental intéresse également les aléas naturels pris en compte pour le calcul ou le diagnostic des ouvrages ;

- **Socio-économiques**, s'intéressant à la satisfaction du besoin des usagers (qualité de l'eau, continuité de service, accessibilité des voies de communication,...etc.) ;
- **Économiques**, financiers et comptables, renvoyant aux coûts d'investissements, d'exploitation et aux éventuels coûts indirects.

Ces données doivent faire l'objet de tâches spécifiques de :

- collecte, sachant que différents modes sont possibles : mesures, observations expertes, modélisation ;
- formalisation, notamment en cas de dires d'experts ;
- qualification, car des imperfections de différentes natures (incertitude, imprécision, incomplétude, conflit en cas de sources multiples) peuvent entacher les données ;
- stockage, en vue notamment d'utilisations futures dans des formats appropriés.

III.5.3.1. Connaissances acquises (existantes)

Ainsi, les connaissances qu'on peut identifier à ce niveau sont principalement les données et informations propres aux objets étudiées.

Mais, d'une part, une donnée pouvant être fiable, sans pour autant être exploitable vis à vis des objectifs fixés, sachant que plusieurs niveaux de fiabilité et d'affinement existent ; et, d'autre part, toutes les données utiles ne sont pas toujours recueillies, ou du moins conservées. Le travail de recensement et de présentation des connaissances existantes du patrimoine d'assainissement urbain se fera, dans le cadre de ce niveau opérationnel, comme suit :

- Apprécier la situation actuelle en matière de SIG, à travers l'analyse d'un échantillon de banques de données opérationnelles ou en cours de réalisation ;
- Faire l'inventaire des outils utilisés : matériel et logiciels ;
- Présenter les opérations de traitement de données telles que des tris, des filtres, des analyses statistiques simples et des systèmes graphiques.

III.5.3.2. Nouvelles connaissances : enquête par questionnaire

Un questionnaire spécifique aux caractéristiques des réseaux d'assainissement unitaires en Algérie, établi en collaboration avec l'Institut Allemand des Infrastructures Souterraines «IKT» (IKT, 2014), a été confié aux unités de l'ONA. L'objectif essentiel de cette enquête est de collecter et analyser les données et caractéristiques des réseaux d'assainissement d'une part, et de se prononcer sur l'état (de dégradation) général et de proposer de possibles orientations et de suggestions de bonnes pratiques, d'autre part. A travers ce questionnaire (Annexe 1), trois parties distinctes sont documentées : les canalisations, les regards et les dysfonctionnements.

Pour les canalisations, plusieurs caractéristiques sont recherchées : les dimensions, les matériaux, l'âge, les pentes et longueurs et pour les regards : le type de tampons et les profondeurs. En ce qui concerne les incidents et dysfonctionnements, l'accent est mis sur les types de dommages, l'âge d'apparition, les causes connues ou probables. Une section spéciale est dédiée pour les experts contactés afin de s'exprimer sur les dommages dangereux et les causes probables de leurs craintes.

Ainsi, pour les deux types de réseaux existants en Algérie, à savoir les réseaux gravitaires et les réseaux sous pression, le questionnaire a été devisé comme suit :

A. Identification de l'unité

Cette partie englobe les données d'information de base de l'unité questionnée à savoir :

- L'identité de l'unité (nom, adresse, ...etc.) ;
- La longueur du réseau d'assainissement gérée ;
- La population desservie ;
- La surface du bassin versant et la surface urbanisée (occupée).

B. Caractéristiques physiques des réseaux d'assainissement

Dans cette partie, un détail des informations relatives aux caractéristiques des réseaux d'assainissement (gravitaires et sous pression) a été demandé. Les informations demandées sont :

- La proportion des diamètres existant de conduite ;
- L'âge approximatif des canalisations ;
- La pente moyenne et les longueurs minimales et maximales entre des regards.

Ces informations ont été demandées pour chaque matériaux de canalisation existant : le PVC, le CAO, l'amiante ciment on autre.

C. Les incidents et dysfonctionnements rencontrés

Pour chaque type de matériaux, les renseignements demandés sont :

- Les types de dommage ;
- Age (apparition/réparation) ;
- Dimensions (mm ou mm²) ;
- Cause connue et cause probable.

D. Caractéristique des regards

Une fiche globale pour les regards, a été élaborée. Les informations demandées sont :

- Proportion des différentes profondeurs totale des regards existants ;
- Proportion des tampons et du type de construction ;
- Problèmes rencontres au niveau des regards (fragilité des tampons ou paroi mauvaises connexions).

III.5.4. Niveau tactique – (Savoir-faire)

Dans les entreprises une quantité importante d'informations est collectée quotidiennement au cours d'activités de maintenance. Ces informations constituent une précieuse source de connaissances et peuvent être structurées selon un formalisme bien défini pour en permettre une meilleure exploitation par les différents acteurs. Il devient aujourd'hui indispensable de trouver des mécanismes pour valoriser et faciliter la réutilisation future des connaissances capitalisées.

Le travail mené consiste à proposer, au mieux de l'état des connaissances, un ensemble d'indicateurs cohérent et hiérarchisé permettant de caractériser et d'évaluer un ensemble d'actions, allant des actions élémentaires à une politique globale de limitation des émissions GES, en passant par les politiques sectorielles. Ainsi, le cadre proposé doit être évolutif, d'un double point de vue : il doit pouvoir s'adapter au contexte local et progressivement intégrer les connaissances acquises. Le cadre hiérarchisé retenu comporte un ensemble ouvert et évolutif. En particulier, l'ensemble présenté vise plutôt à identifier des actions pertinentes et d'en suivre du mieux possible la mise en œuvre.

Ainsi, l'évaluation de la performance des activités de maintenance sera conduite par la mesure de critères ou indicateurs de performance décrivant les résultats obtenus. Et pour l'évaluation de la performance de deux étapes distinctes sont à suivre :

- Identifier et mesurer les indicateurs de performance ;
- Interpréter la performance de l'action par la comparaison des indicateurs de performance calculés par rapport à des indicateurs de références.

Quels sont les paramètres et indicateurs pertinents pour décrire l'objectif à ce niveau ?

Comment obtenir les informations nécessaires pour ces indicateurs ?

Comment mesurer ces indicateurs (méthode de mesure et échelle) ? Le choix d'indicateurs de performance est une étape cruciale dans le processus d'évaluation ; si un indicateur est trop difficile ou onéreux, ou ne produit pas de connaissances utiles ou cohérentes, il devrait être révisé ou supprimé.

Beaucoup d'organisation choisissent d'abord beaucoup trop d'indicateurs, ce qui entraîne une surcharge de données et des frustrations. Dans le choix des indicateurs, des précautions doivent être prises pour s'assurer qu'ils sont:

Gérable : Le niveau de détail est-il suffisant pour fournir les informations nécessaires ? Il y a un équilibre délicat entre le manque de données à analyser et l'excès. La qualité, et non la quantité, est vitale.

Pertinent : Les indicateurs choisis mesurent-ils réellement ce qui est prévu ? Cette mesure doit avoir un lien avec le résultat escompté.

Significatif : En fin de compte, l'indicateur vous dit-il quelque chose ? Il devrait s'inscrire dans une perspective plus large. Si ce n'est pas le cas, il devrait être modifié ou abandonné.

Mesurable/quantifiable : L'indicateur peut-il être facilement mesuré ? Les indicateurs qui ne peuvent pas être facilement ou empiriquement mesurés échapperont à une analyse significative.

Bien défini : L'indicateur a-t-il été clairement défini ? Des définitions changeantes ou imprécises introduiront un niveau d'incohérence qui réduira la fiabilité des indicateurs et, en fin de compte, entraînera une perte de confiance à leur égard. Les indicateurs devraient faciliter les comparaisons entre des biens semblables et d'une année à l'autre.

Aligné sur les objectifs : Les objectifs ont-ils été atteints ? Des indicateurs devraient être élaborés dans les domaines qui sont essentiels à la réalisation des objectifs de haut niveau énoncés par les décideurs. Les indicateurs devraient être liés à l'atteinte des objectifs stratégiques municipaux. En outre, les indicateurs devraient être reproductibles et susceptibles d'être suivis dans le temps.

Il est important que les gestionnaires revoient régulièrement leur choix d'indicateurs afin de voir s'ils répondent réellement aux besoins municipaux et s'ils produisent des renseignements utiles pour appuyer la prise de décisions. Les indicateurs sont dynamiques et évolueront en fonction des circonstances et des priorités.

III.5.4.1. Connaissances acquises (existantes)

Ainsi, les connaissances qu'on peut identifier à ce niveau sont principalement les indicateurs de performance utilisés par les gestionnaires de réseaux d'assainissement algériens.

Ces Indicateurs de performance trouvent leurs capacité à mesurer une action si et seulement si des valeurs limites et seuils sont élaborés au départ. La notion de la valeur de référence représente aux regards des gestionnaires, un outil indispensable permettant d'affiner le jugement porté sur l'évolution d'un indicateur. Plusieurs possibilités se présentent pour le choix de ces valeurs de référence :

- La moyenne ;
- La valeur historique ;
- L'objectif scientifique ou politique.

A ce niveau tactique, la présentation des connaissances existantes se fera par un listing des indicateurs techniques et scientifiques utilisés en Algérie, en précisant :

- leur définition ;
- les informations et données nécessaires pour leur élaboration ;
- les formules et moyens de calcul et d'estimation ;
- leurs limites et seuils.

III.5.4.2. Nouvelles connaissances : Exploitation et analyse de documents de suivi

A. Évaluation de l'efficacité opérationnelle des unités de gestion (ONA)

Il faut souligner que les indicateurs opérationnels sont parmi les indicateurs de performance (IP) les plus importants pour assurer la performance satisfaisante d'un service d'eau (Haider et al., 2015).

Pour évaluer la performance des activités de maintenance et comparer l'efficacité des opérations de maintenance des unités de gestions de l'ONA, deux indicateurs de performance ont été désigné. Ces indicateurs sont inspirés de ceux décrits par Le Gauffre (Le Gauffre et al., 2005) et de ceux utilisés par l'International water Association (IWA), et sont définis comme suit :

1. Taux de curage des réseaux (TCR)

Dénoté wOp2 par l'IWA et représente le pourcentage du linéaire curé chaque année par rapport à la somme totale de la longueur du réseau (%/an).

$$TCR = \frac{\Sigma L \text{ curé/an}}{\Sigma L \text{ totale}} \text{ (%/an)} \quad (\text{III.1})$$

Pour cet indicateur, on doit considérer le réseau d'assainissement global (une ville) géré par une seule unité de gestion et se calcule pour l'année.

2. indice de quantité de sédiment (IQS)

Cet indicateur est proposé en s'inspirant de l'indicateur (wEn12) utilisé par l'IWA et qui exprime le poids des sédiments extraits par la longueur totale du réseau (tonne /km/an) (Le Gauffre et al., 2005).

Vu que les données recueillies après des services de l'ONA nous renseignent sur les volumes extraits des sédiments et non sur leurs poids, nous avons opté pour l'utilisation de la notion de volume pour cet indicateur.

$$IQS = \frac{\text{volume(m3)sidémentextraît/an}}{\text{Linéaire totale du réseau (km)}} \text{ [m}^3\text{/(an.km)]} \quad (\text{III.2})$$

Les unités de gestion de l'ONA, enregistrent les volumes extraits des sédiments après chaque opération de curage réalisée.

B. Recueil de données qualitatives et quantitatives des travaux de maintenance des réseaux d'assainissement

Les informations sur les activités d'entretien ont été obtenues au niveau des unités de l'ONA qui enregistrent les renseignements fournis par le personnel technique après les activités d'enquête et d'entretien sur place (nettoyage des égouts et enlèvement des sédiments).

Un fichier Excel a été préparé et déposé au niveau des services d'exploitation des unités de l'ONA de certaines villes algériennes pour nous renseigner sur les bilans mensuels des travaux de curage des réseaux d'assainissement de chaque unité sur une certaine période.

Les informations demandées se présentent comme indiqué dans le tableau (III-1) ci-dessous :

Tableau III-1 : Type de fichiers de données renseignés par les unités de gestion de l'ONA

Mois	Population raccordée	Interventions		Exploitation				Travaux de réhabilitation		
		Nombre de Réclamations	Nombre d'interventions	Linéaire existant (Km)	Linéaire de réseau curé (ml)	Nombre de regards curés	Déchets vacués (m ³)	Pose de Conduites (ml)	Regards réalisés (unité)	Nombre de branchements réalisés
janv-16										
févr-16										
mars-16										
avr-16										
mai-16										

Deux unités de gestion de l'ONA de deux villes algériennes ont répondu favorablement, la ville de Bejaia et la ville de Sétif. La période renseignée de données est intéressante puisqu'elle s'étale de Janvier 2011 jusqu'à Décembre 2016.

C. Analyse et comparaison des données

Sur la base des données mensuelles recueillies, des analyses graphiques ont été réalisées sur l'échelle annuelle pour pouvoir comparer les quantités de travaux entre les unités de l'ONA étudiées.

III.5.5. Niveau stratégique (Savoir-agir)

Le concept de capacité organisationnelle est défini comme étant le déploiement, la combinaison et la coordination de ressources, de compétences et de connaissances à travers différents flux de valeur pour mettre en œuvre des objectifs stratégiques. En d'autres termes, la capacité organisationnelle, est un « savoir agir » intégré dans des flux de valeur en tenant compte d'un contexte organisationnel. Il permet de savoir quoi faire et comment faire pour mettre en œuvre une stratégie, en mobilisant l'ensemble des parties prenantes qui y sont engagées. Ce savoir agir nécessite la présence de ressources, de compétences et de connaissances individuelles et organisationnelles, d'une part, et leur cristallisation dans des processus particuliers à un domaine et à un moment donné, d'autre part.

Le diagnostic stratégique est la première phase du processus stratégique. Il va permettre à l'organisation, dans un premier temps (diagnostic interne), d'identifier ses atouts et ses faiblesses puis d'analyser les opportunités et les menaces de son environnement (diagnostic externe).

Il est nécessaire pour formuler et mettre en œuvre les options stratégiques les plus pertinentes et les plus intéressantes pour l'organisation.

III.5.5.1. Connaissances acquises (existantes)

Notre recherche repose sur une démarche qualitative, centrée sur une étude de cas multiples conduite au sein des unités de gestion de l'ONA évoluant dans des zones d'activité différentes. Une description des différentes stratégies et modes de gestion, opérée par les différents gestionnaires du domaine de l'assainissement urbain, sera détaillée et analysée.

III.5.5.2. Nouvelles connaissances : Audit et entretiens

La norme ISO 55000 est utilisée comme cadre de référence pour auditer la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains algériens. Cette norme à l'avantage de définir des processus et les éléments constitutifs d'une bonne gestion du parc d'actif tout en prenant en compte le degré de maturité du gestionnaire. En effet, la norme définit de manière macroscopique les processus de gestion des actifs et les documents qui les étayent. De plus, elle interroge la mise en place de processus et leur efficacité au regard de l'atteinte des objectifs stratégiques définis par gestionnaire d'actifs. Elle permet donc d'identifier les points maîtrisés par le gestionnaire d'actif tout en mettant en avant les points qu'il devrait améliorer.

Nous effectuons un diagnostic de la gestion des actifs physiques et un passage en revue de l'ensemble de l'organisation, ses procédures, ses ressources et ses actifs physiques à travers les fondements et principes de la norme ISO 55000, pour lui permettre de :

- identifier le niveau de maturité de votre organisation ;
- prioriser les interventions de consolidation ou d'améliorations ;
- favoriser l'intégration des activités cloisonnées de l'organisation ;
- justifier des investissements dans les pratiques et outils de gestion ;
- aligner les décisions visant à maximiser la valeur des actifs ;
- générer l'adhésion des parties prenantes dans un mode collaboratif.

La politique de gestion patrimoniale (ou des actifs) est le document clé qui établit le lien entre les objectifs stratégiques des décideurs de l'organisation et les objectifs opérationnels des équipes de gestion des actifs. Les éléments clés (Figure III-17) constituant cette norme sont :

- le contexte, les enjeux et les orientations de l'organisme ;
- le leadership et la dynamique humaine ;
- la planification des actions ;
- le soutien logistique et informationnel ;
- le fonctionnement et la réalisation des projets ;
- l'évaluation des performances ;
- l'amélioration des activités et de la valeur des actifs.

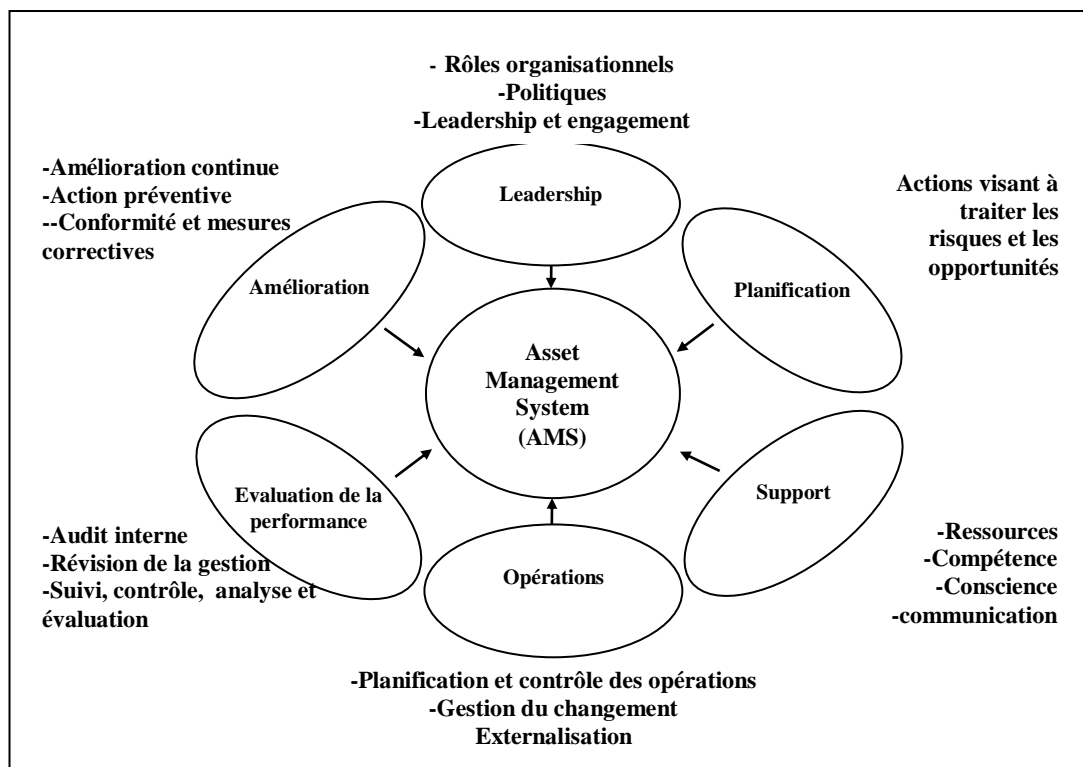


Figure III-17 : *Eléments clés d'évaluation de la gestion patrimoniale (Norme ISO55000)*

Pour mettre en évidence les difficultés et les problèmes du système de gestion des réseaux d'assainissement en Algérie, une analyse et une comparaison du contexte de gestion des réseaux algériens avec les lignes directrices (Figure III-17) de la norme ISO 55000 d'une organisation pour la gestion de ses infrastructures a été développée.

Entre 2015 et 2016, des ingénieurs et des gestionnaires travaillant dans les municipalités et les organismes de l'ONA (unités et zones) ont été approchés et interviewés. Les discussions tenues lors des réunions ont permis de mieux comprendre les préoccupations et les initiatives des municipalités concernant les pratiques de gestion des eaux usées.

Les entretiens ont été menés dans le but de déterminer les caractéristiques de chaque élément de la figure (III-17) constituant un système de gestion des actifs d'une organisation (ISO 2014b). Ces éléments ont servi de base de discussion, avec les auditeurs, du caractère organisationnel du secteur de l'assainissement urbain et à cerner les forces et les faiblesses du système dans son ensemble.

III.6. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de mettre en lumière les domaines de recherche nécessaire pour l'identification et l'organisation de connaissances utiles pour l'aide à la décision en maintenance des réseaux d'assainissement algériens.

En Algérie, deux contraintes cruciales entravent la mise en œuvre des programmes de maintenance et réhabilitation des réseaux d'assainissement : la faiblesse des investissements et la rareté de données. Ces deux lacunes nous amènent à proposer une méthodologie de recherche visant à extraire et reproduire les données et informations relatives à la gestion des réseaux d'assainissement, en premier lieu, puis la production de connaissances utiles pour l'aide à la décision en matière de gestion de la maintenance des réseaux.

La méthodologie de recherche proposée est divisée en trois parties correspondant aux niveaux de gestion des réseaux d'assainissement :

- La première partie traite de la connaissance du patrimoine lui-même. Du moment qu'au niveau opérationnel, le réseau d'assainissement est l'objet de gestion, il est indispensable de considérer ses connaissances par l'exploitation de ses propres données et informations.
- Dans la deuxième partie, les connaissances en relation avec les activités du niveau tactique ont fait l'objet d'une modélisation par des indicateurs de performance.
- Enfin, des connaissances nécessaires en management et gestion stratégique ont été identifiées pour atteindre et satisfaire les conditions de la norme internationale ISO55000.

CHAPITRE IV

ELEMENTS DE REPONSES POUR L'AIDE A LA GESTION DE LA MAINTENANCE DE RESEAUX D'ASSAINISSEMENT URBAINS ALGERIENS

<i>Chapitre IV. Eléments de réponses pour l'aide à la gestion de la maintenance de RAU algériens.....</i>	<i>110</i>
<i>IV.1. Introduction.....</i>	<i>110</i>
<i>IV.2. Connaissances du niveau opérationnel : Connaissances du réseau</i>	<i>111</i>
IV.2.1. Connaissances existantes.....	111
IV.2.1.1. Situation actuelle en matière de gestion de données	111
IV.2.1.2. Connaissances physique et hydraulique des réseaux	113
IV.2.1.3. Connaissances tacites de terrain	114
IV.2.2. Connaissances produites : état des réseaux d'assainissement	115
IV.2.2.1. Les canalisations	115
IV.2.2.2. Les regards de visites	117
IV.2.2.3. Les dommages et dysfonctionnements	118
IV.2.3. Constats et recommandations	119
<i>IV.3. Connaissances du niveau tactique : connaissances pour l'action</i>	<i>120</i>
IV.3.1. Connaissances existantes : Indicateurs de Performance (IP)	120
IV.3.1.1. Connaissance du réseau d'assainissement et gestion du patrimoine	120
IV.3.1.2. Connaissance des capacités d'épuration	121
IV.3.2. Connaissances extraites de l'expérience	122
IV.3.2.1. Au niveau national (indicateur national de performance).....	122
IV.3.2.2. Au niveau local (indicateur de performance local)	123
IV.3.3. Constats et recommandations	129
<i>IV.4. Connaissances du niveau Stratégique : Connaissances pour l'orientation.....</i>	<i>130</i>
IV.4.1. Connaissances existantes : Programmes d'orientation stratégiques	130
IV.4.2. Connaissances cibles : exigences de à la norme ISO 55000	131
IV.4.2.1. Identification des domaines prioritaires en matière de management stratégique	131
IV.4.2.2. Recommandations pour l'encadrement des orientations stratégiques	133
IV.4.3. Constats et recommandations	134
<i>IV.5. Conclusion.....</i>	<i>135</i>

Chapitre IV. Eléments de réponses pour l'aide à la gestion de la maintenance de RAU algériens

IV.1. Introduction.

Ce quatrième chapitre est consacré au développement des axes de recherche visant l'identification de connaissances pratiques pour l'aide à la décision de la gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement algériens. Les éléments de réponse obtenus sont réalisés dans un cadre de recherche et non dans un cadre opérationnel. Ceci signifie en particulier que les gestionnaires de l'ONA, même s'ils ont été consultés durant tout ce projet n'en ont pas été les commanditaires. Ils n'ont donc pas joué le rôle de décideur principal. Les résultats présentés ne les engagent donc en aucune manière.

Ce chapitre se décompose en trois parties. La première présente l'état des connaissances des réseaux de certaines villes gérées par l'Office National de l'Assainissement (ONA). Dans la deuxième partie, une présentation particulière, de l'extraction de connaissances suites aux travaux de maintenance réalisés sur les réseaux d'assainissement de deux villes algériennes, sera abordée. La troisième et dernière partie se terminera par les recommandations utiles pour combler les lacunes de connaissances en matière de gestion stratégique.

Le plan suivant (Figure IV-1) schématise trois axes de recherche suivis pour l'identification de connaissances utiles en maintenance des réseaux d'assainissement algériens :

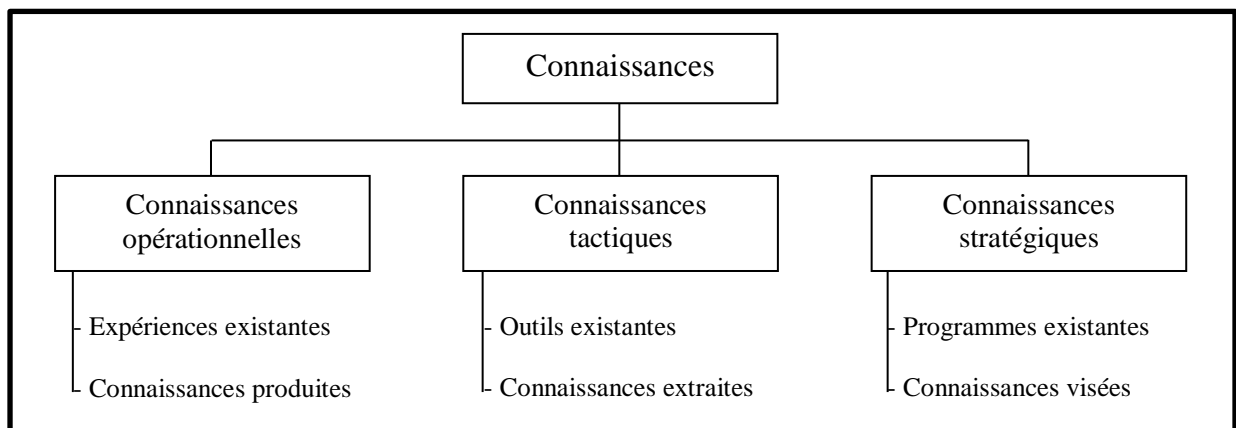


Figure IV-1 : Schéma d'organisation des connaissances utiles en maintenance des RAU

IV.2. Connaissances du niveau opérationnel : Connaissances du réseau

En Algérie, les réseaux d'assainissement sont unitaires (combinés) dans les zones urbaines où le taux de raccordement est passé de 35% à 87% entre 1970 et 2012 (Morgan et al., 2013), la priorité du gouvernement étant d'atteindre le taux de raccordement de 100% pour les populations urbaines du pays en 2030 (80% pour la population rurale). Près de 65% de la population du pays (26 millions d'habitants) est couverte par l'Office National de l'Assainissement (O.N.A.), qui gère un linéaire de 50999 km de réseaux et 136 stations d'épuration. Cependant, les connaissances sur la fiabilité de ces réseaux sont rares et les résultats de quelques études seulement existent dans le diagnostic des réseaux d'assainissement de certaines grandes villes algériennes.

La méthodologie adoptée pour cette recherche comprend l'examen des données et des informations disponibles sur les aspects des infrastructures d'assainissement urbain.

IV.2.1. Connaissances existantes

IV.2.1.1. Situation actuelle en matière de gestion de données

De nos jours, il n'est, certes, pas rare de trouver encore au pays développé, comme la France et l'Allemagne, des communes rurales qui ne disposent que d'informations limitées sur leurs réseaux d'assainissement. Cependant, les grandes agglomérations s'étant maintenant quasiment toutes munies d'un système d'information géographique (SIG) qu'elles font «vivre» avec les moyens dont elles disposent. Mieux, nombre d'entre-elles se sont équipées de débitmètres, pluviomètres, et détecteur de surverse afin de pratiquer une auto-surveillance efficace.

Malheureusement, en Algérie même les grandes villes ne disposent pas de Système d'Information Géographique propres à la gestion et leurs connaissances du réseau sont quasi nulles. Les plans à disposition des unités de l'ONA étaient largement obsolètes et ne couvraient que de très petites zones géographiques. Evidemment, aucun dispositif de mesure n'est présent sur les réseaux et celui-ci n'est entretenu que dans l'urgence suite à des observations directes de dysfonctionnement (comme le débordement), sans planning d'hydrocurage ou d'intervention.

Ainsi, les unités en charge de la maintenance des réseaux d'assainissement (Commune, ONA ou autres) sont dotées de deux modes de gestion de données relatives aux réseaux d'assainissement :

- Mode papier : Les plans et cartes de réseaux et les rapports de synthèse de données ;
- Mode numérique : Les systèmes d'information géographiques et fichiers de donnés.

L'enquête réalisée auprès de différents acteurs de gestion de réseaux d'assainissement a montré que seules les agglomérations importantes (chef-lieu de wilayas) sont dotées de système de gestion de données informatisé (SIG). Cet état de fait est le résultat des actions politiques du pays : se concentrer sur les grandes villes.

Les villes moins importantes essaient, timidement, de s'adapter à ce mode de gestion de données. Ceci est réalisé par la simple volonté des ingénieurs et techniciens qui sont en charge de la gestion des réseaux, mais décourager par les faibles investissements alloués à la gestion et la maintenance devant les urgences et les besoins de construction de nouvelles infrastructures.

- **Consistance des systèmes d'information géographique (SIG) destinés aux RAU**

Au cours des différentes collaborations entre l'université et les services de gestion des réseaux d'assainissement, notamment la réalisation de stage pour les étudiants de fin de cycle en master, nous avons eu l'occasion de faire un état des lieux des différentes étapes pour l'élaboration des systèmes d'information géographique des réseaux d'assainissement.

La première étape consiste en l'élaboration du fond de plan pour définir précisément le format du fond de plan final attendu, en particulier l'échelle de référence et le contenu du fond de plan.

Les échelles de référence adoptées pour la production du fond de plan des réseaux d'assainissement sont en général 1:500ème et 1:1 000ème. Ces valeurs sont définies en fonction de la consistance de la ville et les zones gérées du réseau.

Le contenu du fond de plan se définit sous la forme d'un Modèle Conceptuel de Données (MCD) indiquant :

- Les catégories d'objets devant être numérisées sur le fond de plan ;
- Leur type (ponctuel, polyligne, polygone, texte,...etc.) ;
- Les informations à associer à chaque objet (champs attributaires et valeurs admissibles).

Ensuite, l'opération de digitalisation du fond de plan se réalise, à l'aide d'un logiciel d'information géographique (ArcGis, MapInfo, QGis,...etc.), à partir des images satellites. Le fond de plan de la ville sera contrôlé, mis à jour et complété. Dans la mesure du possible, lorsqu'une information sur la toponymie des éléments digitalisés est disponible, celle-ci sera renseignée. Cette digitalisation est, généralement, réalisée par bassins de collecte en suivant un carroyage (ou dallage) défini par une planche au format A3 à l'échelle 1 : 1 000ème. Tous les éléments d'une dalle sont digitalisés avant que le projeteur passe à la dalle suivante. Le projeteur parcourt du regard la dalle qu'il souhaite traiter avant de commencer afin de repérer l'ensemble des éléments (bâtis, tracés de routes/chemins et murs/limites de parcelle) manquants, erronés ou imprécis. Dans un second temps, il digitalise ces éléments un à un dans les couches correspondantes à l'échelle 1 : 1 000ème maximum.

Bien que les images satellites soient les plus récentes disponibles, certaines situations peuvent évoluer dans le temps : construction de bâtiment, défrichage de végétation, nouvelles routes, ...etc. De plus, certaines données comme la toponymie (noms de lieux) n'apparaissent évidemment pas sur les images satellites. Afin de proposer un fond de plan le plus complet et à jour possible, des données complémentaires seront exploitées pour compléter les points suivants :

- Bâti : données Google (fond de plan GoogleMap et image satellite)
- Végétation (parc et jardins) : PDAU, données Google
- Habillage linéaire (infrastructure linéaires : type voie ferrée) : données Google, données OpenStreetMap, PDAU
- Axes de rue : données Google, données OpenStreetMap, plan de ville
- Ilots délimitant les voies : données Google, données OpenStreetMap, plan de ville
- Hydrographie : données Google, données OpenStreetMap, INCT, PDAU
- Côte : INCT, données Google
- Toponymie : données Google, données OpenStreetMap, INCT, PDAU, plan de ville
- Zone activité : PDAU, plan de ville

Enfin, les derniers compléments seront apportés suite aux observations faites sur le terrain par les différentes équipes d'exploitation du réseau. Cette méthodologie stricte accompagnée d'un suivi d'avancement et d'un contrôle qualité régulier permettra l'élaboration d'un fond de plan précis, exhaustif et homogène. En annexe (02), un format d'un Modèle Conceptuel de Données (MCD), contenu du fond de plan sous SIG, utile pour la gestion des RAU est présenté.

- ***Inventaire des outils utilisés pour la gestion des données : matériel et logiciel***

Comme on l'a indiqué plus haut, contrairement aux administrations décentralisées, les administrations centrales sont dotées de matériel et technologie importants.

Pour ce qui est du matériel, les unités sont dotées de microordinateur de bureau et portable et même de stations. Des connexions internet et intranet ont été installées au niveau de ces unités pour pouvoir alimenter le système d'information géographique de l'ONA.

Les logiciels de SIG utilisés sont principalement Arc GIS et QGIS.

IV.2.1.2. Connaissances physique et hydraulique des réseaux

Les données récoltées seront systématiquement analysées de manière critique, les données douteuses ou aberrantes ne seront bien sûr pas utilisées. Ainsi, une fois le SIG est mis en œuvre et les bases de données sont régulièrement alimentées et mises à jour, le gestionnaire peut maîtriser et exploiter la connaissance de son réseau qui se traduit par la connaissance physique et hydraulique.

- ***Connaissances physiques du réseau***

Les connaissances physiques nécessaires pour la gestion d'un réseau d'assainissement sont divisées en (04) niveaux :

1^{er} niveau : connaissance globale d'un réseau pour une vision globale, et comporte :

- l'implantation du réseau avec indication de la nature des eaux et du sens d'écoulement ;
- la localisation et l'implantation des principaux ouvrages particuliers ;
- la localisation des zones industrielles.

2^{ème} niveau : connaissance des éléments du réseau, avec :

- localisation des regards de visite avec repérage approximatif ;
- définition précise des côtes du sol et de radier aux points caractéristiques ;
- diamètre, pente, matériau, année de construction et longueur par tronçon.

3^{ème} niveau : connaissance précise des éléments du réseau.

- localisation par coordonnées pour chaque tronçon ;
- description géométrique et physique de chacun des organes d'entrée ;
- nature et localisation de chacun des branchements particuliers ;
- description des caractéristiques constructives du réseau.

4^{ème} niveau : connaissance de l'état des réseaux

- nature et état des joints ;
- nature et état des revêtements intérieurs ;
- niveau d'ensablement d'opérations et des ouvrages spéciaux ;
- indications sur le fonctionnement des ouvrages particuliers.

- **Connaissance hydraulique du réseau:**

La connaissance hydraulique du réseau est utile pour l'exploitant et la gestion des crises. Cette connaissance est définie sur trois niveaux :

1^{er} niveau : connaissance globale du fonctionnement, et comporte :

- nature des eaux véhiculées (E.U., E.P., ..., ou unitaire) ;
- indication sommaire de bon ou mauvais fonctionnement des éléments du réseau.

2^{ème} niveau : connaissance quantitative du fonctionnement. En fonction de la nature des réseaux, on trouve :

- Valeurs des écoulements (débits, lignes d'eau,...etc.) ;
- Mesure des précipitations ;
- Calculs et résultats hydrauliques.

3^{ème} niveau : connaissance qualitative des eaux et de l'environnement.

- qualité des entrants ;
- qualité des eaux usées ;
- impact des milieux récepteurs aquatiques de surface ;
- qualité des eaux souterraines.

IV.2.1.3. Connaissances tacites de terrain

Faute de moyens et de compétences dans le domaine de l'assainissement, la connaissance du réseau (caractéristiques et état) est généralement détenue par de simples agents de terrain (agent de terrain). Ces agents, par leurs longues expériences et leurs savoir-faire pratiques du domaine, ont acquis des connaissances tacites et vraiment importantes du réseau d'assainissement dont ils ont la charge d'exploiter.

Ces connaissances tacites du patrimoine « réseau assainissement », détenues par ces agents, ne sont pas très difficile à formaliser par écrit, c'est pourquoi il est urgent de les extraire et alimenter ainsi les différentes bases et systèmes de données des unités de gestion opérationnelles des RAU.

IV.2.2. Connaissances produites : état des réseaux d'assainissement

Au niveau opérationnel, les connaissances qu'on peut produire concernant l'état des réseaux peut se faire en interrogeant les bases de données existantes et les systèmes d'information géographiques utilisés par les opérateurs de gestion des réseaux (ONA).

Au total, 15 unités de l'ONA, de différentes villes d'Algérie, ont répondu aux questionnaires techniques. Les agglomérations gérées par ces unités sont de dimensions variables, entre 30000 et 100 000 habitants.

Le tableau (IV-1) ci-dessous résume les caractéristiques de ces unités questionnées.

Tableau IV-1 : Caractéristiques des agglomérations gérées par les unités questionnées

Nombre d'habitant	Nombre d'agglomérations	Superficie du bassin versant (km ²)	Longueurs totales des réseaux (km)
Environs 30 000	04	50 à 100	60 à 90
De 30 000 à 50 000	04	80 à 200	100 à 130
De 50 000 à 75 000	05	120 à 250	120 à 200
De 75 000 à 100 000	02	200 à 250	200 à 500

Les différentes connaissances qu'on peut tirer des réponses des opérateurs de l'ONA questionnés sont organisées en trois catégories :

IV.2.2.1. Les canalisations

- Matériaux des canalisations

Pour les matériaux des canalisations, l'analyse de l'ensemble des 15 unités, d'exploitation, a fait ressortir la proportion du PVC à 37,2% et celui du béton est à 48,4%, autrement dit, ces deux matériaux sont les plus utilisés dans la réalisation des RAU algériens.

La figure (IV-2) montre la répartition des matériaux des canalisations des unités d'exploitation de l'ONA questionnées. On remarque sur cette figure, qu'en plus des deux matériaux PVC et Béton, il existe les canalisations en amiante ciment (AC:10,7%) et en acier (1,7%). 2 % de canalisations sont non identifiées.

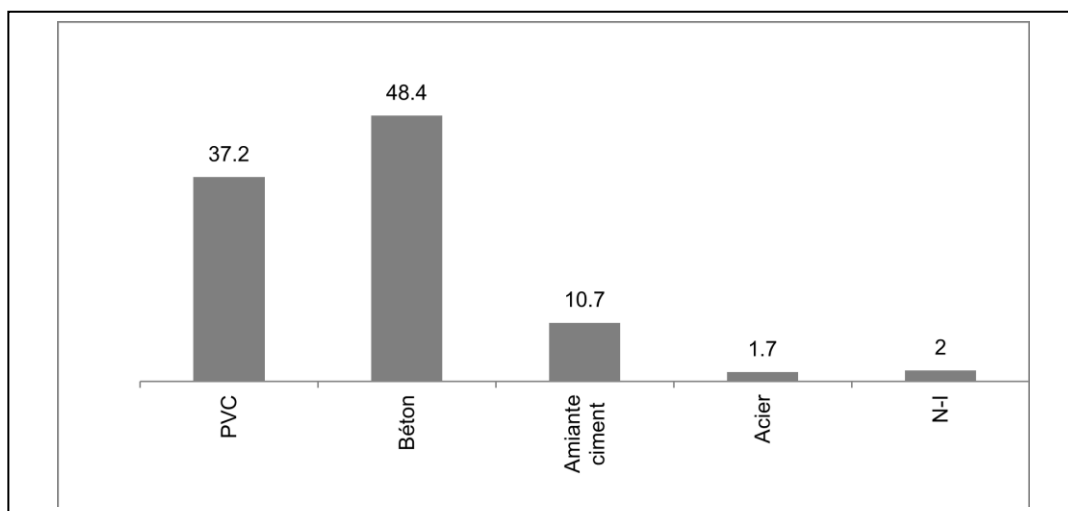


Figure IV-2 : Distribution (%) des matériaux des canalisations de RAU

Il faut signaler que les canalisations en PVC sont mises sur le marché algérien que depuis les vingt dernières années, ce qui signifie que les réseaux en PVC sont les moins âgés.

- *Formes et dimensions des canalisations*

De la figure (IV-3), il ressort clairement que les diamètres des tuyaux les plus répondus se situent entre DN 200 et DN 400 (76,50%), ceci peut s'expliquer par la taille, relativement moyenne, des agglomérations concernées par l'enquête réalisée.

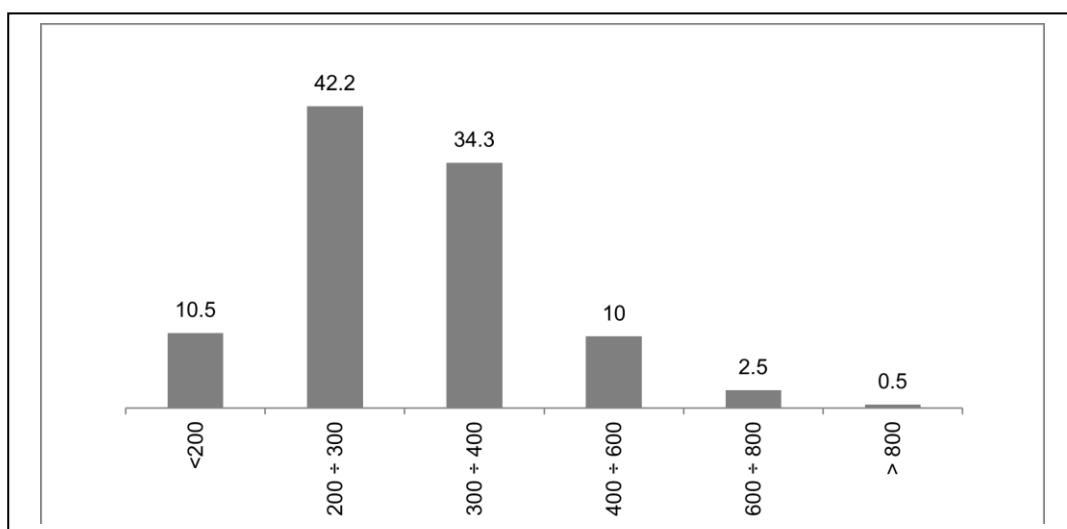


Figure IV-3 : Distribution (%) des diamètres des canalisations (mm) des RAU

Les pentes des canalisations, des réseaux d'assainissement urbain des villes gérées par les unités de l'ONA questionnées, sont comprises entre 0,3% et 1% ce qui reflète une situation acceptable pour les conditions d'exploitation (en principe).

- *Age des réseaux*

En Algérie, la question de l'âge des réseaux d'assainissement urbain est problématique, du moment qu'il y a une grande disparité entre les projets de leur constructions.

En effet, pour une ville quelconque, les projections des réseaux d'assainissement futurs et les programmes de réhabilitations de ceux existants (Schéma directeur d'assainissement) sont tributaires des budgets alloués chaque année. Cette contrainte et plus d'autres obligent les décideurs locaux à l'échelonnement des projets, en particulier les projets de réseaux d'assainissement, ce qui engendre un écart important dans l'âge de ces réseaux.

Pour ce qui est des villes questionnées dans notre étude, il apparaît que l'âge moyen des réseaux d'assainissement est différent d'un réseau à l'autre. En fonction de la mobilité des populations (accroissement rapide des agglomérations) et les capacités financières de ces villes, l'âge moyen des réseaux d'assainissement varie entre 10 et 30 ans.

IV.2.2.2. Les regards de visites

Deux types de regards existent dans les réseaux des agglomérations étudiées, les regards avec tampons (dalle ou fermeture) en fonte et avec tampons en béton, selon la disposition du regard vis à vis des charges superficielles.

Généralement construits (coulés) sur places en béton armé, les ouvrages « regards de visite » de réseaux d'assainissement urbain peuvent avoir deux formes, carrés ou circulaire, mais des dimensions vraiment différentes.

La figure (IV-4) présente la répartition des profondeurs des regards de visite. De cette figure, il ressort clairement que les regards des réseaux d'assainissement des agglomérations étudiées sont à 76% entre 1 et 3m.

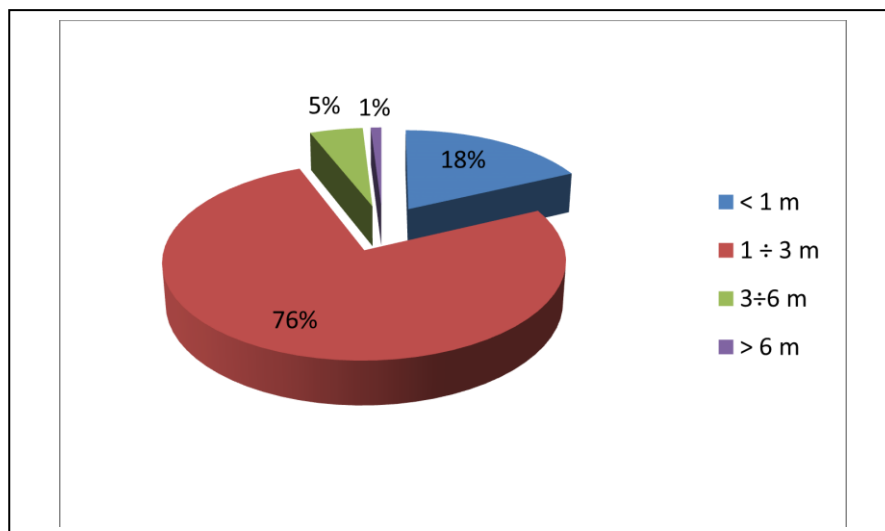


Figure IV-4 : Répartition des profondeurs des regards d'assainissement urbain

Il faut signaler, aussi, que la distance moyenne entre les regards de visite, des réseaux d'assainissement des villes questionnées, varie entre 20 et 50 m.

La situation semble idéale, mais la réalité est qu'il y a une grande négligence à l'égard de ces ouvrages, en particulier :

- Condamnation avec du bitume ;
- Absence de trappe et de cloisons de fermeture ;
- Utilisé comme site de décharge par les résidents locaux ;
- Traversé par d'autres réseaux (gaz et eau potable).

Ces problèmes ont contribué et ont poussé des personnes à la fermeture de ces regards de visite et de condamner ainsi les canalisations d'assainissement, qui sont des espaces confinés à l'écart de la ventilation naturelle et qui peuvent contenir des substances dangereuses (Liu et al., 2013).

IV.2.2.3. Les dommages et dysfonctionnements

La majorité des opérateurs interrogés font état des mêmes incidents et dysfonctionnements rencontrés pendant la durée de vie des réseaux, à savoir, le colmatage des canalisations et des regards (figure IV-5) d'une part, et les fissures et écrasements de leurs structures (figure IV-6), d'autre part. Les réseaux d'assainissement des villes étudiées présentent des dommages et des défauts importants, car les réponses fournies par les gestionnaires indiquent que les fréquences de dysfonctionnements sont élevées. Il convient de souligner que ces constats faits par les différents acteurs agissant directement sur les réseaux sont déduits de l'expérience et non des outils de diagnostic ou d'inspection. En connaissant l'historique des dysfonctionnements constatés sur le réseau, les opérateurs s'expriment ainsi, de manière grossière, sur les types de dommages et leur localisation. En hiver, par exemple, les inondations répétées qui surviennent après de faibles précipitations (dans les réseaux d'assainissement) témoignent du degré élevé d'engorgement et d'encombrement des réseaux (et des problèmes d'infiltration). Ceci peut s'expliquer par plusieurs raisons : sous-dimensionnement, mauvaise qualité des tuyauteries et des conditions de réalisation, inefficacité des pratiques d'exploitation et d'entretien,...etc.

Il faut ajouter que l'exfiltration des eaux usées des égouts dans le sol et éventuellement dans les eaux souterraines peut sérieusement affecter la qualité des ressources en eau (Nikpay et al., 2015).



Figure IV-5 : Encombrement et bouchage

Source ONA de Bejaia.



Figure IV-6 : Ecrasement de canalisation

Source ONA de Bejaia.

Malgré le jeune âge de ces réseaux, il est évident que d'autres paramètres influencent le vieillissement et les mécanismes de défaillance que les opérateurs ignorent totalement. Tandis que dans les pays développés, un intérêt croissant est porté sur la connaissance et le suivi de la performance des égouts (Syachrani et al., 2013 ; Vitorino et al., 2014 ; Post et al., 2016 ; Vahidi et al. 2016,) afin de développer des plans de gestion durable des actifs (Van Riel et al. 2014 ; Younis et Knight 2014).

IV.2.3. Constats et recommandations

L'enquête réalisée, auprès des unités de gestion de l'ONA, nous a révélé, malheureusement, la méconnaissance et non la connaissance de leur réseau. Cette constatation est justifiée par les éléments suivants :

- non renseignement de rubriques dans le questionnaire ;
- utilisation d'effaceur ou écriture de deux informations différentes sur une rubrique ;
- Ecart notable entre les informations communiquées dans les questionnaires et les résultats de certaines études locales de diagnostics des réseaux d'assainissement.

En plus de cette méconnaissance, la gestion des réseaux d'assainissement par le centre opérationnel des unités de l'ONA questionnées a permis de relever quelques points noirs récurrents pour tous les réseaux comme la saturation en temps de pluie ou la dégradation des réseaux vétustes des anciens centres villes. Ce qui aggrave les problématiques de protection du milieu récepteur et des biens et personnes.

Néanmoins, des avantages peuvent être tirés de cette enquête réalisée sur des connaissances utiles pour la gestion maintenance des réseaux d'assainissement urbain :

- Les RAU algériens sont constitués que de deux matériaux, le béton et le PVC. Ceci peut aider les gestionnaires à mieux cibler les moyens de diagnostic et d'évaluation de l'état de santé ainsi que limiter les techniques de maintenance et réhabilitation ;
- Ces réseaux sont réalisés à des profondeurs relativement faibles (<3m) ce qui facilite les opérations de maintenance d'une part, et limite les moyens d'inspection et de suivi, d'autre part ;
- Les dommages rencontrés par les opérateurs de réseaux d'assainissement urbain sont de même nature, les colmatages et fissures, et les dysfonctionnements signalés comme les inondations se concentrent sur des points noirs bien connus par les services d'exploitation. Ces spécificités peuvent aider les gestionnaires à mieux orienter les investissements dans les nouvelles technologies de maintenance et réhabilitation.

Face à ces constatations, il est indispensable d'engager un programme d'études de diagnostic (et de réhabilitation) des systèmes d'assainissement de grande ampleur à l'échelle du pays. Ce programme doit mettre en place :

- Un système de gestion efficace de données ;
- Un système de mesure pour le suivi et le contrôle qualitatif et quantitatif des eaux ;
- Un système d'auscultation (Inspection télévisuelle – ITV) des réseaux.

IV.3. Connaissances du niveau tactique : connaissances pour l'action

Le suivi annuel des services d'assainissement repose sur la collecte d'informations et de données. Cette récolte d'information, doit également permettre de calculer les indicateurs afin de rendre possible l'évaluation de l'efficacité des travaux d'exploitation et éventuellement des comparaisons par unité de service de gestion.

Il est évident que l'évaluation d'un système d'assainissement nécessite la disponibilité de données suffisantes et pertinentes. Généralement, ces données (si elles existent) sont dispersées sur plusieurs organismes et services d'assainissement (sources d'informations).

IV.3.1. Connaissances existantes : Indicateurs de Performance (IP)

Dans ce qui suit, nous présentons un ensemble d'indicateurs utilisés par les gestionnaires et adaptées aux systèmes d'assainissement algériens. C'est à partir d'une sélection et/ou d'un traitement de l'information, issue des bases de données, que sont construits les indicateurs. Dans le domaine de l'assainissement urbain, ces indicateurs sont partagés en deux catégories :

IV.3.1.1. Connaissance du réseau d'assainissement et gestion du patrimoine

Dans cette catégorie, six (06) indicateurs sont régulièrement utilisés par les services de gestion des réseaux d'assainissement urbains :

1. Linéaire du réseau : cet indicateur mesure le cumul des longueurs des tronçons par personne ou branchement. Il est présenté annuellement sur les rapports d'exploitation

2. Taux de réhabilitation : cet indicateur mesure la fraction de la longueur du réseau renouvelé durant les cinq (5) dernières années par rapport à la longueur totale du réseau.

$$Taux\ Réhab = \frac{\Sigma L\ réhabilitéé/an}{\Sigma L\ totale} \quad (\%/an) \quad (IV.1)$$

3. Taux de curage : cet indicateur mesure la fraction de la longueur du réseau curé par rapport à la longueur totale du réseau.

$$Taux\ Curage = \frac{\Sigma L\ curé/an}{\Sigma L\ totale} \quad (\%/an) \quad (IV.2)$$

4. Volume d'eau usée rejetée : cumul des volumes d'eau usée rejetée par an.

$$V. eu = \Sigma \text{volume d'eau} \quad (m^3/an) \quad (IV.3)$$

5. Taux de raccordement : comptage statistique de la population raccordée au réseau d'assainissement collectif.

$$Taux\ Raccord. = \frac{\text{Nombre de population raccordée}}{\text{Population totale}} \quad (\%/an) \quad (IV.4)$$

6. Indicateur d'accès à l'assainissement : comptage statistique de la population raccordée au réseau d'assainissement collectif avec la population bénéficiant d'un assainissement individuel.

$$Ind\ Acc\ Ass. = \frac{\text{Nombre de population ayant accès à l'assainissement}}{\text{Population totale}} \quad (\%/an) \quad (IV.5)$$

IV.3.1.2. Connaissance des capacités d'épuration

Dans cette catégorie, neuf (09) indicateurs sont régulièrement utilisés par les services de gestion des réseaux d'assainissement urbains :

1. Nombre de station en exploitation : comptage statistique du nombre de station d'épuration en exploitation durant l'année.

2. Capacité théorique d'épuration : cumul des capacités théorique d'épuration de chaque station.

3. Capacité réelle d'épuration : cumul des volumes épurés annuellement.

4. Taux de collecte : pourcentage des volumes collectés par rapport aux volumes rejetés annuellement.

$$Taux\ Collecte = \frac{\Sigma \text{Volume collecté/an}}{\Sigma \text{Volume rejeté}} \quad (\%/an) \quad (IV.6)$$

5. Taux d'épuration : pourcentage des volumes épurés par rapport aux volumes collectés annuellement.

$$Taux\ Epuration = \frac{\Sigma \text{Volume épuré/an}}{\Sigma \text{Volume collecté}} \quad (\%/an) \quad (IV.7)$$

6. Taux de réutilisation : pourcentage des volumes réutilisés par rapport aux volumes épurés annuellement.

$$Taux\ Réutilisation = \frac{\Sigma \text{Volume réutilisé/an}}{\Sigma \text{Volume épuré}} \quad (\%/an) \quad (IV.8)$$

7. Capacité nominale des STEP : ou taux moyen d'utilisation des capacités des stations d'épuration. Mesure du débit traité (m³/j) / débit nominal des stations.

$$Cap.\ STEP = \frac{\Sigma \text{débit traité de l'année}/365}{\Sigma \text{débit nominal STEP}} \quad (\%/an) \quad (IV.9)$$

8. Taux d'épuration : rapport entre les volumes épurés (m³/j) et les volumes collectés (m³/j) annuellement.

$$Cap.\ STEP = \frac{\Sigma \text{volume épuré}}{\Sigma \text{volume collecté}} \quad (\%/an) \quad (IV.10)$$

9. Quantité de boues produites: quantité de boues issues des ouvrages d'épuration en tonnes de matières sèches (TMS) annuellement.

$$Quant.\ boues = \Sigma \text{volumes de boues produites par STEP} \quad (m^3/an) \quad (IV.11)$$

IV.3.2. Connaissances extraites de l'expérience

Comme indiqué en partie méthodologique, deux indicateurs de performances nous semble intéressants pour traduire l'efficacité des travaux de maintenance des réseaux d'assainissement :

- Le taux de curage des réseaux (TCR)

Représentant le pourcentage du linéaire curé chaque année par rapport à la longueur totale du réseau (%/an).

$$TCR = \frac{\Sigma L \text{ curé/an}}{\Sigma L \text{ totale}} \text{ (%/an)} \quad (IV.12)$$

- L'indice de quantité de sédiment (IQS)

Exprimant le rapport entre le volume (m³) des sédiments extraits par la longueur totale du réseau (m³ /km.an).

$$IQS = \frac{\text{volume(m3)sidémentextraît/an}}{\text{Linéaire totale du réseau (km)}} \text{ (m}^3 \text{ /km.an)} \quad (IV.13)$$

Ainsi, deux niveaux de calcul sont étudiés :

- Le niveau national : pour dégager une moyenne de ces indicateurs pour avoir une référence de comparaison ;
- Le niveau local : pour évaluer l'efficacité des travaux de maintenance en comparant les indicateurs locaux entre eux ainsi que par rapport à la référence nationale.

IV.3.2.1. Au niveau national (indicateur national de performance)

Comme mentionné précédemment, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est responsable de la maintenance de 65% des réseaux nationaux d'assainissement. Sur la base de l'examen des documents disponibles et des résultats de l'enquête, il apparaît que la pratique de la maintenance en Algérie est confrontée à de nombreux défis. Dans son dernier rapport de 2016 (DEM 2016), l'ONA a indiqué que les pratiques d'entretien de la majorité de ses unités se sont considérablement améliorées en 2016. Les principaux indicateurs présentés dans le rapport sont présentés dans le tableau (IV-2) :

Tableau IV-2 : Total des activités de maintenance réalisées en 2016 par les unités de l'ONA, au niveau national, sur les réseaux d'assainissement urbains

Population	Longueur totale (km)	Longueur curée (km)	Taux de curage (TCR) (%)	Volume des déchets solide (m ³)	Indice de quantité de sédiment (IQS) (m ³ /Km.an)
26 024 923	50 999	7 674	15,05	107 256	2,10

Informations extraites des rapports annuels de l'ONA (DEM 2016)

Ainsi, Ces résultats représentent la moyenne nationale des deux indicateurs de performance proposés et peuvent être considérés comme référence pour le cas des villes au niveau local.

IV.3.2.2. Au niveau local (indicateur de performance local)

Pour extraire les connaissances en matière de gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement de deux villes algériennes : Bejaia et Sétif. Une base de données (fichier Excel) a été récoltée auprès des deux unités de l'ONA de ces villes (Annexe 3).

1 – Description des unités étudiées

Ainsi, deux unités de l'ONA sont considérées comme exemple pour extraire les connaissances utiles en matière de gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement urbains :

1.1. La ville de Bejaia

Bejaïa est une ville d'environ 185000 habitants et d'une superficie de 121 km². Elle est située à 250km à l'Est d'Alger et 230 km à l'Ouest de Constantine, sur la côte ; elle est la ville la plus importante de Kabylie en termes de population.

La ville de Bejaia est limitée :

- Au nord par la méditerranée,
- A l'est par la commune de Toudja,
- Au sud par la commune Oued Ghir,
- A l'ouest par la méditerranée.

Selon une étude technique réalisée par un groupement de bureau d'études, en 2016, au profit de l'ONA de Bejaia (ONA, 2017), les caractéristiques principales du réseau d'assainissement de la ville de Bejaia se résument comme suit :

- Un réseau principalement de type unitaire (80%), avec un linéaire total de collecteurs de 420 km et un taux de raccordement de 96% ;
- 8560 regards (5000 regards sont inspectés) ;
- 05 stations de relevage connues dont 2 en service ;
- 6 ouvrages spéciaux connues (2 déversoirs d'orage, 2 bassins de décantation, 2 bassins de rétention) ;
- 5 exutoires en mer principaux ;
- 70 rejets dans les milieux récepteurs ;
- 2 stations d'épuration, l'une existante et la deuxième en cours de mise en service.

La gestion du réseau d'assainissement de la ville de Bejaïa par le centre opérationnel de l'ONA a permis de relever quelques points noirs récurrents :

- Le réseau d'assainissement est régulièrement saturé par temps de pluie, spécialement dans les secteurs se trouvant dans la plaine ;
- Affaisements fréquents du réseau d'assainissement structurant du centre-ville, composé de galeries en pierres, représentant un danger pour la population.

1.2. La ville de Sétif

La ville de Sétif, capitale des hauts plateaux, a environs 351000 habitants et d'une superficie de 120,00 Km². Elle est située à 350 km à l'Est d'Alger et 150 km à l'Ouest de Constantine.

La ville de Sétif est limitée :

- au Nord, par la commune d'Ain Kebira,
- à l'Est, par la commune d'El Eulma,
- au Sud, par la commune Ras Elma,
- à l'Ouest, par la commune Ain Abassa.

Selon les renseignements communiqués par l'unité d'exploitation ONA de la ville de Sétif, les caractéristiques principales du réseau d'assainissement de la ville de Sétif se résument comme suit :

- Un réseau principalement de type unitaire (90%), avec un linéaire total de collecteurs de 466 km et un taux de raccordement de 97% ;
- 9430 regards ;
- 10 stations de relevage connues dont 8 en service ;
- 10 ouvrages spéciaux connues (4 déversoirs d'orage, 3 bassins de décantation, 3 bassins de rétention) ;
- 60 rejets dans divers milieux récepteurs ;
- 2 stations d'épuration, l'une existante (datant de 1984) et la deuxième en cours de mise en service (Ain Trick).

La gestion du réseau d'assainissement de la ville de Sétif par le centre opérationnel de l'ONA a permis de relever quelques points noirs récurrents :

- Le réseau d'assainissement souffre du problème d'obstruction des canalisations ainsi que d'éclatements fréquents suite aux différents travaux publics réalisés dans le cadre de l'urbanisation rapide de la ville ;
- Débordements spontanés des eaux usées et des problèmes énormes dans les stations d'épuration

Le tableau (IV-3) ci-dessous englobe les principales caractéristiques des deux sites d'étude :

Tableau IV-3 : Caractéristiques des deux villes étudiées en 2016

Informations	Bejaia	Sétif
Nombre d'habitant	185882	351291
Densité de population (Hab./km ²)	1550	2760
Altitude	Min 1m. - Max 550m.	Moy. 1100m (relief plat)
Longueur du réseau d'assainissement	420 km	466 km
Taux de raccordement	96%	97%
Gamme des diamètres des canalisations du réseau	200 - 1500mm	200 - 1800 mm
Précipitation moyenne mensuelle (min-max, mm/mois)	10,2 - 134,6 mm	08,6 - 43,6 mm
Capacité de STEP en EH (m ³ /J)	105000 EH (21000 m ³ /Jour)	330000 EH (66000 m ³ /jour)

2. Calcul des indicateurs de performances opérationnels

2.1. Indicateur de performance : Taux de curage des réseaux (TCR)

Les résultats de calcul de cet indicateur pour les villes étudiées durant les six années considérées (2011-2016) sont présentés dans le tableau (IV-4)

Tableau IV-4 : Taux de curage des réseaux (TCR) de deux villes étudiées en (%)

Année Ville	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Moyenne
Bejaia	11,20	09,20	23,80	23,30	17,30	19,30	17,35
Sétif	37,10	23,10	17,80	21,50	25,20	23,70	24,73

A titre indicatif, le taux, prévisionnel de curage des réseaux, gérés par l'ONA sur le territoire national est de l'ordre de 15%. A première vue, les deux villes étudiées ont un taux de curage supérieur à celui prévue par la direction générale de l'ONA, excepté pour les deux premières années 2011 et 2012 à Bejaia. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'ONA a pris en charge la ville de Bejaia bien en retard par rapport à la ville de Sétif.

La représentation graphique de cet indicateur pour les deux villes étudiées est donnée dans la figure IV-7.

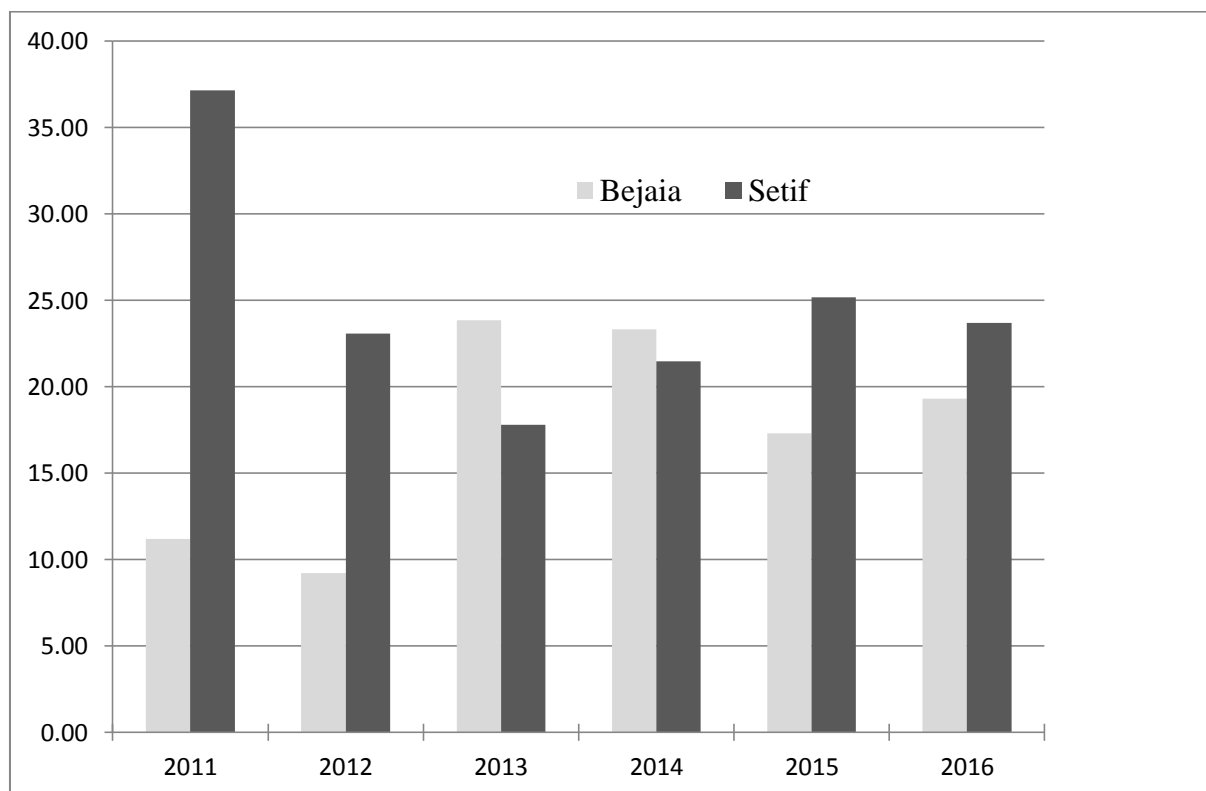


Figure IV-7 : Variation du Taux de curage (%) des réseaux d'assainissement (TCR) des deux villes étudiées

2.2. Indicateur de performance : Indice de quantité de sédiments (IQS)

Le tableau (IV-5) présente les résultats de calcul de cet indicateur pour les villes étudiées durant les six années.

Tableau IV-5 : Indice de quantité de sédiment (IQS) de deux villes étudiées en ($m^3/km.an$)

Année Ville	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Moyenne
Bejaia	1,33	1,69	2,11	1,85	0,97	1,04	1,50
Sétif	3,15	1,83	0,69	0,50	0,73	1,35	1,37

En considérant cet indicateur seul, nous remarquons que pour les deux villes, cet indicateur varie d'une année à une autre et nous ne pouvons extraire une connaissance quelconque pour interpréter son utilité.

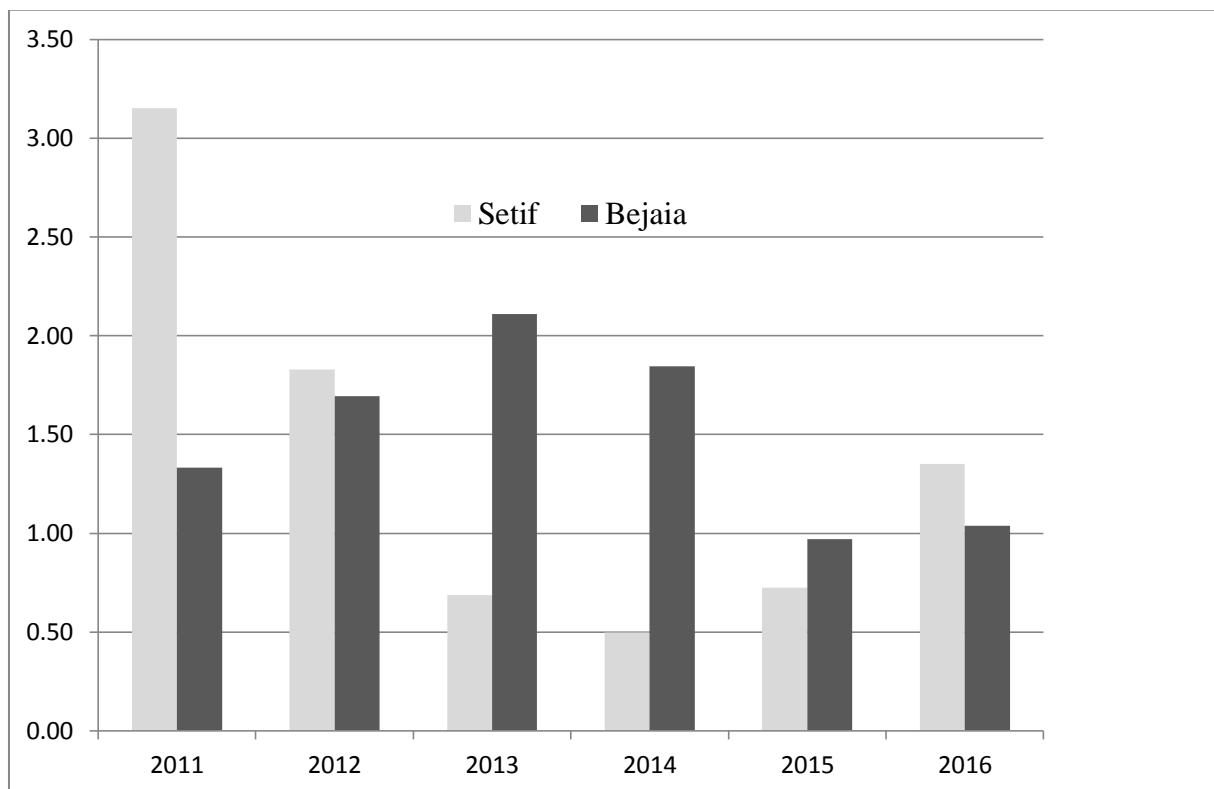


Figure IV-8 : Variation de l'indice de quantité de sédiments ($m^3/km.an.$) des réseaux d'assainissement (IQS) des villes étudiées

C'est pourquoi il est intéressant de prendre les deux indicateurs ensemble pour pouvoir comprendre et interpréter leurs utilités pour aider les gestionnaires des réseaux dans la prise de décision en matière de maintenance de ces réseaux.

2.3. Analyse et comparaison des indicateurs de performance calculés

Pour interpréter les résultats de calcul des indicateurs étudiés, une représentation graphique des deux indicateurs ensemble a été élaborée pour les villes considérées.

- Ville de Bejaia

La figure ci-dessous représente la variation des deux indicateurs pour la ville de Bejaia.

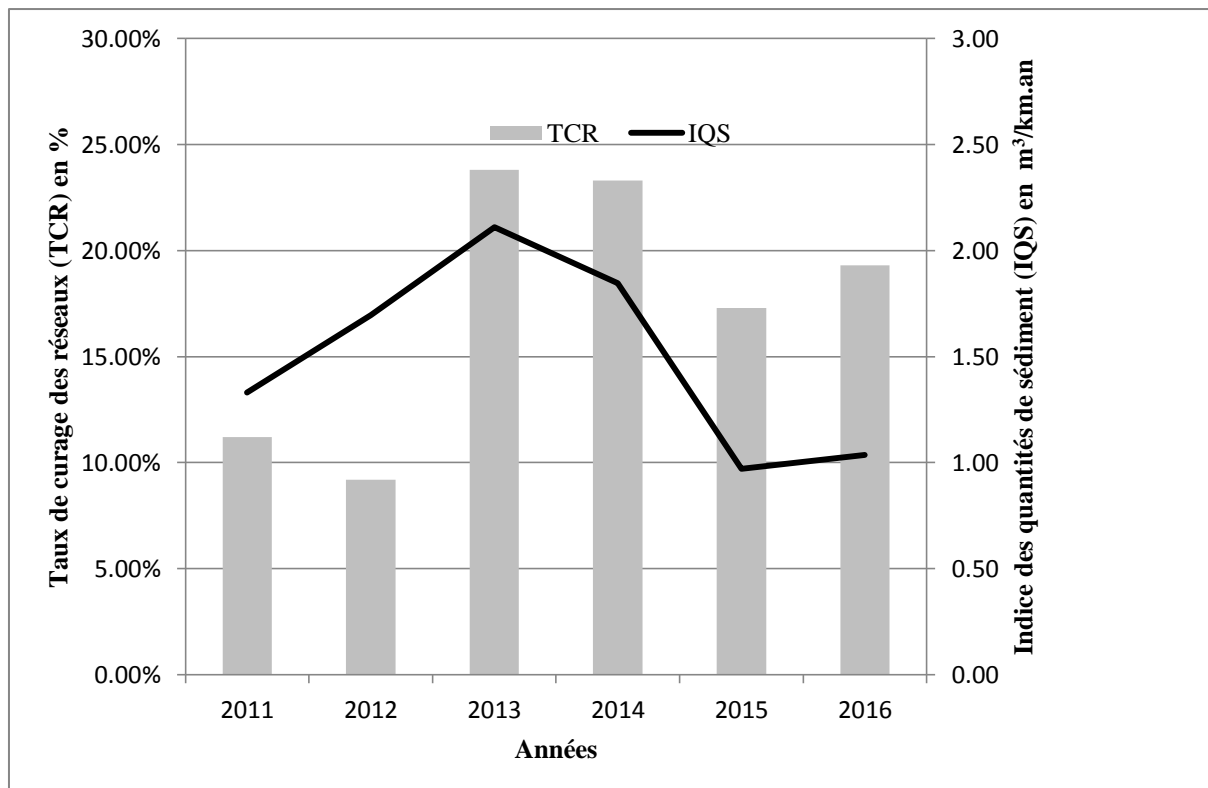


Figure IV-9 : Variation des deux indicateurs étudiés TCR et IQS pour la ville de Bejaia

De cette figure, il ressort clairement que les taux de curage annuels sont variables mais supérieurs au taux annuel de curage de 15% prévu par la direction générale de l'ONA, sauf pour les deux premières années. Les quantités de sédiments évacuées durant les opérations de curage restent relativement constantes, avec une moyenne de 1,50 (m³/km/an) malgré que les linéaires curés soient différents mais aucune relation de cause à effet ne peut être déduite.

- Ville de Sétif

La figure IV-10 représente la variation des deux indicateurs pour la ville de Sétif.

Dans le cas de cette ville, les indicateurs calculés sont relativement proportionnels avec un taux de curage moyen annuel de 24,73 (%/an) et un indice de quantité de sédiments extrait moyen de 1,37 (m³/km/an).

La variation observée montre l'importance des interventions au cours de la période d'étude, d'une part, et la problématique d'ensablement des réseaux de cette ville, d'autre part, du moment que les sédiments extraits chaque année sont proportionnels aux linéaires de réseaux curés.

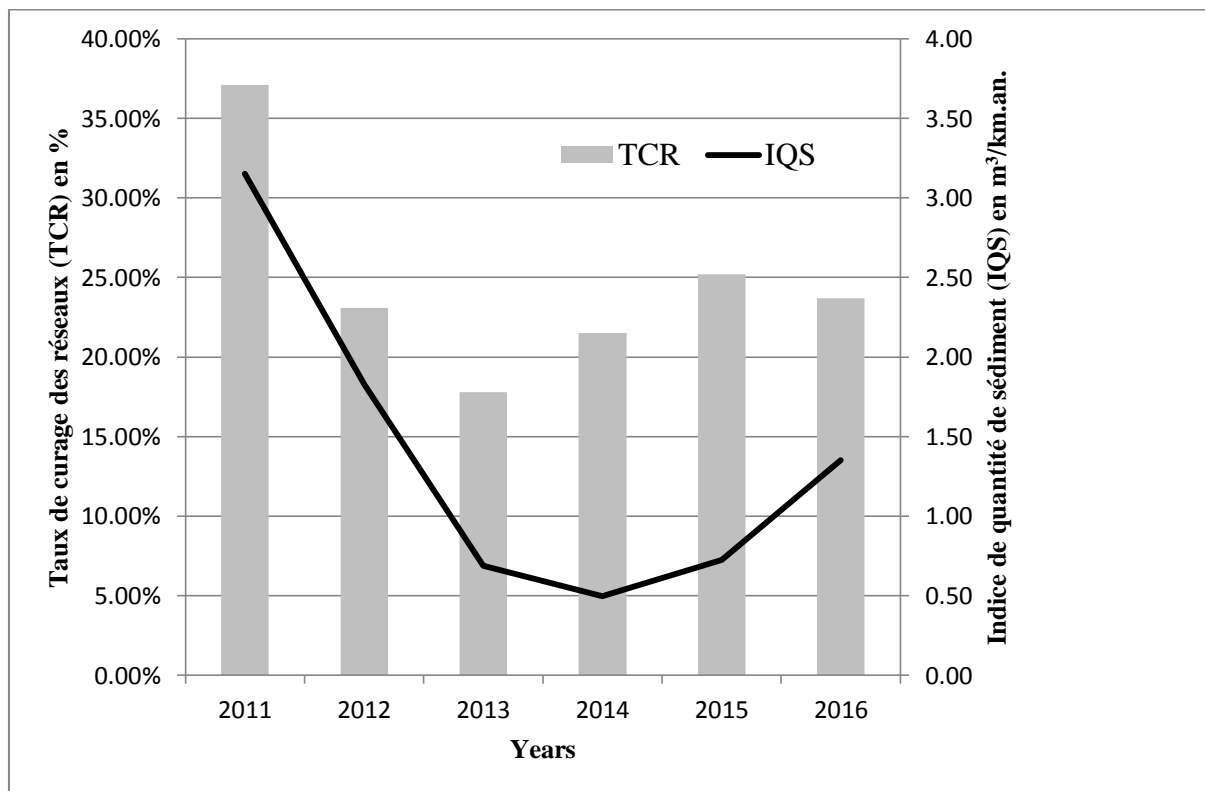


Figure IV-10 : Variation des deux indicateurs étudiés TCR et IQS pour la ville de Sétif

Les efforts de cette unité de l'ONA semblent satisfaisant du moment que le taux de curage, des six années de la période d'étude, dépasse celui fixé par la direction générale de cet office et qui est de 15%.

3-Interpretation des résultats

Le taux de curage des réseaux (TCR) obtenu est relativement acceptable (>15%) mais il est clair que les déchets extraits lors des opérations de curage (IQS) sont trop faibles et cela ne peut indiquer ni l'état réel des réseaux ni l'efficacité des travaux de maintenance.

Dans le cas des deux municipalités étudiées, Bejaia et Sétif, les indicateurs de performance des travaux de curage calculés pour la période 2011-2016 ont révélé les observations suivantes :

- Le premier indicateur (TCR) de Sétif (Figure IV-8) est supérieur à celui de Bejaia, sauf pour deux années 2013 et 2014. La valeur moyenne pour les six années est de 24,73% pour Sétif et 17,37% pour Bejaia. Cela signifie que la ville de Sétif peut effectuer le curage de l'ensemble de son réseau en presque 4 ans, contrairement à la ville de Bejaia qui nécessite plus de 5 ans pour le faire. Une explication possible est que les deux villes ont des stratégies de curage des égouts différentes. Ertl (2008) mentionne qu'il n'y a aucun lien entre la taille du système et le pourcentage du linéaire curé.

- Concernant le second indicateur (IQS), on peut noter que la valeur moyenne est presque la même pour les deux villes (Tableau IV-5), malgré le fait que la densité de population dans la ville de Sétif est plus importante que dans la ville de Bejaia (Tableau IV-3).

- Par ailleurs, en comparant les deux indicateurs pour chaque année pour les deux villes étudiées, il apparaît que les opérations de curage sont plus efficaces dans le cas de Bejaia que dans le cas de Sétif.

Ces résultats prouvent que la ville de Bejaia est plus exposée aux risques d'envasement des réseaux d'assainissement que la ville de Sétif.

Ceci est tout à fait logique, car les caractéristiques morphologiques et climatiques des deux villes sont différentes. La grande partie de la ville de Bejaia est construite sur une zone montagneuse (550m au-dessus du niveau de la mer) qui descend vers une partie de plaine pour rejoindre la mer méditerranéenne. De plus, cette ville a un régime pluviométrique intense qui alimente les cours d'eau naturels, induisant le transport d'énormes sédiments et de polluants vers les réseaux d'assainissement unitaires.

Au contraire, la ville de Sétif est construite sur une plaine (pas de variation topographique importante) et son régime de précipitations est moins intense.

Les résultats sont corroborés par d'autres recherches dans différentes études de cas ; Chow et al. (2012) et Spence et al. (2015) ont rapporté une bonne relation entre le régime pluviométrique et les solides stockés dans les égouts, tandis que Rodriguez et al. (2012) et Shirazi et al. (2008) ont démontré l'effet des caractéristiques des réseaux d'assainissement sur l'élimination des sédiments.

IV.3.3. Constats et recommandations

L'enjeu d'une bonne maintenance, du réseau d'assainissement urbain, est de diminuer le taux d'encrassement dans les collecteurs, facteurs d'engorgement, de développement de gaz (H_2S) et de détérioration de la structure du réseau et facteurs d'inondations. Il est donc nécessaire de perfectionner les moyens de curage existants, et de rechercher de nouvelles méthodes en se fixant des objectifs bien précis. Parallèlement, il semble intéressant de mieux connaître les phénomènes qui conduisent à la formation des sables dans les collecteurs, problématique généralisée dans les RAU algérien.

La connaissance des deux indicateurs de performance utilisés pour l'évaluation de l'efficacité des travaux de curage d'une unité de gestion de réseaux d'assainissement, semble très intéressante pour le contexte algérien. En effet, ces deux indicateurs, s'ils sont bien estimés, peuvent orienter efficacement la programmation plus rationnelle des opérations de curage. C'est pourquoi un objectif annuel de linéaire de réseau et de regards à contrôler doit être défini afin de connaître et d'optimiser les futures interventions d'entretien en poursuivant un double objectif :

- Améliorer ou développer de nouveaux moyens technologiques d'entretien,
- Accroître les connaissances des phénomènes conduisant à l'encrassement des réseaux.

IV.4. Connaissances du niveau Stratégique : Connaissances pour l'orientation

IV.4.1. Connaissances existantes : Programmes d'orientation stratégiques

Le cadre stratégique algérien qui détermine la modernisation du secteur de l'eau est régi par plusieurs schémas et programmes :

1. *Le schéma national d'aménagement du territoire (SNAT- 2025)*

Le **SNAT** est un acte par lequel l'État affiche son **grand projet territorial**, mettant en évidence les opportunités et les menaces ainsi que les enjeux qui encadrent les dynamiques territoriales en mouvement.

Par son caractère englobant, le SNAT sert de cadre au développement de l'ensemble des politiques sectorielles dont celle en matière d'assainissement, qui doivent s'y conformer.

2. *Le Schéma Directeur National de l'Eau (SDNE)*

Le Schéma Directeur National de l'Eau définit les limites territoriales du Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau ainsi que les choix stratégiques à adopter. Ce Schéma Directeur National de l'Eau se décline en 5 plans directeurs régionaux.

3. *Le plan National de l'Eau (PNE)*

Le plan national de l'eau est une pierre angulaire de la politique de gestion de l'eau en Algérie. Il se fonde sur un processus de consolidation et de validation des choix stratégiques d'aménagement des ressources en eau, incluant les transferts entre bassins hydrographiques, et intégrant aussi les actions et mesures de nature à assurer la durabilité de la gestion des ressources en eau et des infrastructures hydrauliques. Le projet "Plan National de l'Eau - PNE" a été engagé en juin 1992 avec pour horizon 2020, et pour année de base 1993, d'où sa nomination PNE/93.

L'ensemble des travaux effectués dans le cadre du PNE/93, concernent différents volets, comme les ressources en eaux superficielles et souterraines, l'alimentation en eau potable et industrielle, l'irrigation et l'aménagement des ressources en eau. L'assainissement est également au cœur de ce PNE/93 et comprend notamment trois étapes majeures, à savoir :

- Le diagnostic de l'existant ; cette première étape a pour objectifs de connaître l'état de la pollution et d'évaluer la production des eaux usées
- L'évaluation des besoins actuels et futurs afin de définir les priorités en matière d'épuration.
- Le dimensionnement, le chiffrage et la programmation des installations d'assainissement et d'épuration, en fonction de priorités liées à la taille des agglomérations et leur position vis à vis de retenues de barrages.

IV.4.2. Connaissances cibles : exigences de à la norme ISO 55000

Compte tenu du déficit chronique et de l'insatisfaction des besoins et malgré l'importance des investissements consentis, le secteur des ressources en eau a entrepris à partir de 1996 une révision globale de son système d'organisation et de gestion fondé sur ces principes : Unification des ressources, gestion intégrée des bassins hydrographiques et gestion concertée, économique et environnementale.

Afin d'atteindre un haut niveau de performance dans le secteur de l'eau, les pouvoirs publics algériens ne cessent de renforcer ce domaine en matière de législation et de normes pour jeter les bases modernes de la gestion de ces services. Plusieurs de ces dispositions auront une incidence directe sur la mise en œuvre du programme, notamment celles relatives aux missions des gestionnaires des offices de l'ONA, aux règles comptables et à l'équilibre budgétaire.

Ainsi, outre les normes et lois régissant le secteur de l'eau en général, le Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement (D.A.P.E. 2016) a mis en place un nouveau guide technique réglementaire dédié aux projets d'installation et de réhabilitation des réseaux urbains d'assainissement. Ce guide est une référence intéressante pour les gestionnaires et les intervenants dans le domaine des égouts, mais son application et sa mise en œuvre sur le terrain nécessitent des outils techniques et technologiques qui manquent encore au pays.

IV.4.2.1. Identification des domaines prioritaires en matière de management stratégique

Du point de vue de l'organisation, et pour décrire les principales caractéristiques du système algérien de gestion des actifs d'assainissement, ainsi que les efforts nécessaires pour atteindre les recommandations de la norme ISO 55000 (ISO 2014a, 2014b, 2014c), un Audit a été réalisé avec plusieurs responsables locaux et du ministère des ressources en eau.

Ces responsables gestionnaires ont souligné, lors des entretiens et discussions, les domaines prioritaires suivants :

Leadership : Les dirigeants doivent faire preuve de leadership et d'engagement à l'égard du système de gestion des biens en s'assurant que la politique de gestion des actifs est établie et compatible avec les objectifs organisationnels et que les responsabilités et les pouvoirs relatifs aux rôles pertinents sont attribués et communiqués au sein de l'organisation.

De façon plus simple, le leadership se définit comme la capacité d'une personne d'influencer et de diriger un groupe pour atteindre un but commun dans une relation de confiance mutuelle et pour une période limitée.

Dans le cas de l'Algérie, les dirigeants ont souvent deux objectifs : garantir leurs propres intérêts et le plus longtemps possible. C'est pourquoi il existe un véritable fossé entre les dirigeants et les membres de leur organisation. A cet effet, un système de contrôle et de suivi (réglementation) doit être mis en place pour garantir des résultats positifs en termes de temps prédéfinis.

Planification : Lorsqu'elle planifie le système de gestion des actifs, l'organisation doit tenir compte des risques et des possibilités qui doivent être pris en compte aux fonctions et niveaux pertinents, ainsi que des exigences des parties prenantes concernées et des autres exigences financières, techniques, juridiques, réglementaires et organisationnelles.

Cette planification consiste en un ensemble de mesures visant à faire face aux risques et aux possibilités, en tenant compte de la façon d'intégrer et de mettre en œuvre ces mesures dans les processus de son système de gestion des biens et d'évaluer l'efficacité de ces mesures.

Afin d'élaborer des plans de gestion des actifs, de faire face aux risques et d'assurer des opportunités, la connaissance des caractéristiques des actifs est primordiale.

En Algérie, l'archivage des données de construction reste un problème difficile. Si les données sur le processus de gestion sont disponibles localement, leur acquisition nécessite des efforts considérables en raison du manque de communication.

Support : La planification et la mise en œuvre d'un système de gestion patrimoniale nécessitent un accompagnement considérable.

- **Ressources** : En Algérie, la réservation et le partage des ressources financières pour la gestion des infrastructures diffèrent d'un secteur à l'autre (entre réseaux d'eau potable et réseaux d'assainissement) et d'une région à l'autre, ce qui complique l'élaboration et la mise en œuvre de plans efficaces de gestion patrimoniale des actifs (Tireche et al. 2012).

- **Compétences** : Les centres de formation (professionnels et universitaires) destinés aux disciplines de gestion des infrastructures urbaines manquent cruellement, de plus, le nombre de documents publiés dans le domaine de l'environnement par les chercheurs algériens est trop faible par rapport à ceux des autres pays de la région (Zyoud et al. 2017). Bien que le nombre de personnes formées dans les différents domaines techniques ait été relativement important depuis l'indépendance, ce nombre couvre principalement les domaines de conception et de construction, et non ceux de l'exploitation et de la gestion.

Opération : Ensemble des processus nécessaires pour répondre aux exigences et pour mettre en œuvre les mesures prévues, le(s) plan(s) de gestion des biens et les mesures correctives et préventives. Ces processus doivent être mis en œuvre et contrôlés par l'organisation, en tenant compte des changements prévus et en examinant les conséquences imprévues des changements, afin d'atténuer tout effet négatif, au besoin.

En Algérie, les opérations de maintenance des infrastructures ne sont généralement réalisées qu'en cas de pannes et de dysfonctionnements, ce qui signifie que le risque n'est pas pris en compte (opérations curatives et non préventives). Aucun plan d'entretien n'est suivi. De plus, le manque d'outils technologiques adéquats pour mener à bien ces tâches et la réduction du budget alloué pour répondre à tous les besoins d'exploitation et de maintenance des réseaux constituent les principaux obstacles au bon fonctionnement d'un système.

Évaluation des performances : Les mesures des performances sont des indicateurs spécifiques conçus pour évaluer l'efficacité du système de gestion des actifs. L'organisation doit s'assurer que sa surveillance et sa mesure lui permettent de répondre aux besoins et aux attentes des intervenants. Pour ce faire, on peut effectuer des vérifications internes et des examens de la gestion à intervalles réguliers afin de fournir de l'information qui aidera à déterminer si le système de gestion des biens est mis en œuvre et maintenu efficacement, et pour assurer sa pertinence, son caractère adéquat et son efficacité continues.

Pour évaluer la performance des infrastructures, la connaissance et le suivi des conditions structurelles et fonctionnelles sont primordiaux.

Ceci est loin d'être contrôlé en Algérie, puisque l'évaluation de ces conditions se fait généralement par des outils obsolètes et des évaluations générales. Ferreira et ses collaborateurs (2011) ont signalé que la sélection et la priorisation des interventions deviennent particulièrement pertinentes, et qu'il est clairement nécessaire d'élaborer des méthodes pour analyser et prévoir la performance des réseaux d'assainissement.

Amélioration : Les processus d'amélioration continue sont fondés sur l'examen périodique des systèmes par rapport aux mesures de rendement afin de déceler les non-conformités ou les incidents qui surviennent dans ses actifs ou dans la gestion des actifs. Ces processus permettent à l'organisation d'assurer la pertinence, l'adéquation et l'efficacité de son système de gestion des biens, en appliquant des mesures correctives en cas de non-conformité ou d'incident rencontré et des mesures préventives lorsque des défaillances potentielles du rendement des biens sont identifiées. En Algérie, il a été reconnu que tous les fonds sont alloués à la création d'infrastructures physiques plutôt qu'à l'amélioration du niveau de performance des infrastructures existantes.

IV.4.2.2. Recommandations pour l'encadrement des orientations stratégiques

La norme ISO 55000 recommande que la politique d'un service public énonce les engagements et les attentes de l'organisation en matière de décisions, d'activités et de comportement concernant la gestion des actifs.

Les objectifs organisationnels fournissent le contexte général et l'orientation globale des activités de l'organisation, y compris ses activités de gestion des actifs. Les objectifs organisationnels sont généralement générés à partir des activités de planification au niveau stratégique de l'organisation et sont documentés dans une structure organisationnelle.

Selon les résultats de l'analyse réalisée dans ce document, il est apparu important de proposer des solutions clés pour une gestion efficace des infrastructures d'assainissement algériens qui ont besoin d'investissements financiers et manquent de données de terrain. L'Audit réalisé avec quelques responsables du domaine, a formulé les recommandations suivantes :

- **Application de la législation et des règlements d'orientation :** Les autorités ont reconnu l'importance de la législation et de la réglementation relatives à l'eau pour promouvoir l'utilisation rationnelle de l'eau. En conséquence, ils ont commencé à mettre à jour les lois existantes ou à introduire de nouvelles lois. Ce qui manque, c'est la capacité de surveiller et d'appliquer cette législation et de mettre en œuvre les politiques environnementales actuelles. Ce point est également souligné (U.N.D.D.P. 2013) pour les pays de la région.

- **Assurer l'efficacité des investissements et la gestion des ressources :** Les gestionnaires des services publics devraient s'assurer que le prix des services d'assainissement facture équitablement aux citoyens ou aux clients le coût total du service et des infrastructures d'assainissement durables nécessaires. Le financement des services publics d'assainissement devrait reposer sur des tarifs et des redevances fondés sur les coûts, à l'instar d'autres services publics urbains, en plus d'une contribution financière des utilisateurs d'eau par le biais de la règle "utilisateur-payeur" et "pollueur payeur" (Milutinović et al., 2016).

- **Stratégie souple grâce à une coordination efficace et à la distribution des rôles** : Définir clairement les rôles et les responsabilités des acteurs (gouvernement, société civile et secteur privé) dans la propriété, la gestion et l'administration des infrastructures urbaines.

Les services publics urbains doivent jouer un rôle de premier plan dans l'établissement de partenariats qui utiliseront la planification et la gestion intégrées des infrastructures comme principal outil pour atteindre les objectifs du développement durable. Tafazolli (2017) a souligné l'importance, pour les pays en développement, de mettre en œuvre une stratégie durable de gestion des infrastructures. Grâce à une coopération intégrée efficace, les services de gestion d'assainissement pourront adopter activement des stratégies souples pour faire face à des choix et des décisions de plus en plus complexes dans les opérations d'entretien et de réhabilitation, tout en assurant la fiabilité et la résilience du réseau.

- **Généraliser l'approche de gestion participative** : L'expérience positive, dans l'infrastructure de certaines municipalités, de l'adoption d'approches de gestion changeantes, telles que la décentralisation, l'autonomie et le partenariat public-privé, a été la participation active des communautés et la participation transparente des parties prenantes aux services et à la prise de décision (W.W.A.P., 2017).

Pour améliorer la gestion de l'assainissement, ces dispositions devraient être préconisées pour que toutes les municipalités du pays apportent des changements et améliorent la performance des services d'assainissement.

- **Recherche-formation et partage des données** : L'Algérie doit renforcer la coordination et l'investissement dans la recherche et le développement (R&D) dans les technologies des eaux usées, dont la plupart sont actuellement importées ; c'est un inconvénient commun à plusieurs pays en développement.

En outre, la formation d'experts dans le domaine de la gestion des eaux usées est davantage nécessaire pour assurer un centre de connaissances pour la collecte, la diffusion et le partage des données et des informations, conformément aux technologies de pointe.

IV.4.3. Constats et recommandations

La gestion stratégique des infrastructures des villes se concrétise par la création, la mise en œuvre et le contrôle d'un système de gestion patrimoniale. En Algérie, la mise en place d'un système de gestion des actifs doit se placer en priorité dans les agendas des décideurs politiques. Sans une gestion rationnelle et objective, les efforts consentis en constructions et réalisations des projets seront réduits à néant et le développement de la ville elle-même sera mis à rude épreuve. En se basant sur les recommandations de la norme ISO55000, dédiée aux systèmes de gestion des actifs, les connaissances stratégiques à développer doivent se focaliser, en priorité, sur les axes suivants :

- Normes et lois : instaurer une réglementation dans le domaine de la réhabilitation et de la maintenance de chaque infrastructure ;
- Finances : régler le système financement des infrastructures urbaines ;
- Compétences : valoriser les capacités humaines par les formations spécifiques et les échanges d'expériences

IV.5. Conclusion

Comme il a été prévu au commencement de cette thèse, les réponses aux questions posées au départ, sont de natures différentes. Ainsi, en fonction des niveaux décisionnels de la gestion des réseaux d'assainissement nous avons organisé les connaissances utiles pour aider les gestionnaires dans leur mission de maintenance des réseaux d'assainissement. Différentes approches ont été utilisées pour l'extraction de ces connaissances :

Au niveau opérationnel, l'enquête réalisée, auprès des unités de gestion de l'ONA, nous a révélé, malheureusement, la méconnaissance et non la connaissance de leur réseau. En plus de cette méconnaissance, la gestion du réseau d'assainissement par le centre opérationnel des unités de l'ONA questionnées a permis de relever des points noirs récurrents, qui ont des impacts négatifs sur la population et l'environnement. Néanmoins, des avantages peuvent être tirés de cette enquête réalisée sur des connaissances utiles pour la gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement urbain : matériaux de canalisations semblables (béton et PVC), profondeurs faibles des réseaux et dommages et dysfonctionnement localisés. Ainsi, ces spécificités peuvent aider les gestionnaires à mieux orienter les investissements dans les nouvelles technologies de diagnostic et les activités de maintenance.

Au niveau des pratiques et interventions, il a été constaté que l'évaluation d'indicateurs de performance des activités d'entretien des réseaux d'assainissement est une approche forte intéressante pour dégager de nouvelles connaissances permettant l'orientation et la programmation des campagnes de curage et optimisation des moyens. La connaissance des deux indicateurs de performance utilisés pour l'évaluation de l'efficacité des travaux de curage d'une unité de gestion de réseaux d'assainissement, semble très intéressante pour le contexte algérien. En effet, ces deux indicateurs, s'ils sont bien estimés, peuvent orienter efficacement la programmation plus rationnelle des opérations de curage.

Enfin, la gestion stratégique des infrastructures des villes se concrétise par la création, la mise en œuvre et le contrôle d'un système de gestion des actifs. En Algérie, la mise en place d'un système de gestion des actifs doit se placer en priorité dans les agendas des décideurs politiques. Sans une gestion rationnelle et objective, les efforts consentis en constructions et réalisations des projets seront réduits néant et le développement de la ville elle-même sera mis à rude épreuve. En se basant sur les recommandations de la norme ISO55000, dédiée aux systèmes de gestion des actifs, les connaissances stratégiques à développer doivent se focaliser en priorité sur les normes et lois, les finances et les compétences.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Le cœur même de notre travail de recherche est la démarche organisationnelle pour la capitalisation des connaissances, présentée dans les deux derniers chapitres du manuscrit. Il tourne autour de deux axes : une caractérisation des connaissances existantes, avec lesquelles le domaine de gestion de l'assainissement urbain fonctionne actuellement, et un comblement des lacunes en connaissances utiles pour le développement de ce domaine dans notre pays.

Ainsi, le développement de connaissances ne peut être envisagé que comme un retour d'expérience, à partir d'observations réalisées sur le terrain par les gestionnaires eux-mêmes. Et il est certain que pour pouvoir entreprendre un travail d'une aussi importante envergure, il faut disposer de moyens et ressources conséquents mais aussi d'une forte volonté.

Les propositions générales que nous avons élaborées concernant l'identification et l'organisation de connaissances ont fait l'objet d'approches différentes aboutissant à des résultats forts intéressants et utiles, à court, moyens et longs termes, pour les acteurs gestionnaires des réseaux d'assainissement urbains. Ainsi, en fonction des niveaux décisionnels de la gestion nous avons organisé ces connaissances dans un but d'aide à la maintenance de ces réseaux.

Au niveau opérationnel, l'enquête réalisée, auprès des unités de gestion de l'ONA, nous a révélé, malheureusement, la méconnaissance et non la connaissance de leur réseau. En plus de cette méconnaissance, la gestion du réseau d'assainissement par le centre opérationnel des unités de l'ONA questionnées a permis de relever des points noirs récurrents, qui ont des impacts négatifs sur la population et l'environnement. Néanmoins, des avantages peuvent être tirés de cette enquête réalisée sur des connaissances utiles pour la gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement urbains : matériaux de canalisations semblables (béton et PVC), profondeurs faibles des réseaux et dommages et dysfonctionnement localisés. Ainsi, ces spécificités peuvent aider les gestionnaires à mieux orienter les investissements dans les nouvelles technologies de diagnostic et les activités de maintenance.

Face à ces constatations, il est indispensable d'engager un programme d'études de diagnostic (et de réhabilitation) des systèmes d'assainissement de grande ampleur à l'échelle du pays. Ce programme doit mettre en place :

- un système de gestion efficace de données ;
- un système de mesure pour le suivi et le contrôle qualitatif et quantitatif des eaux ;
- un système d'auscultation (Inspection télévisuelle – ITV) des réseaux.

En Algérie, nous n'avons pas pour le moment une base de données nationale de l'eau regroupant l'ensemble des données de ce secteur. Chaque service ou organisme possède des bases de données dont les formats ne sont en général pas uniformisés.

La diversité des bases de données, les différences de format et leur éclatement géographique provoquent des retards et des difficultés dans la communication des données entre les différents organismes. Un effort devra être fourni par les différentes parties prenantes pour moderniser leurs propres bases de données ainsi que leur mode de gestion. Une coordination devra se mettre en place entre les gestionnaires de ces données pour structurer efficacement les réseaux de mesures et d'acquisition de données.

Pour les pratiques et interventions, il a été constaté que l'évaluation d'indicateurs de performance des activités d'entretien des réseaux d'assainissement est une approche forte intéressante pour dégager de nouvelles connaissances permettant l'orientation et la programmation des campagnes de curage et optimisation des moyens.

Aussi, l'enjeu d'une bonne maintenance, du réseau d'assainissement urbain, est de diminuer le taux d'encrassement dans les collecteurs, facteurs d'engorgement, de développement de gaz (H₂S) et de détérioration de la structure du réseau et facteurs d'inondations. Il est donc nécessaire de perfectionner les moyens de curage existant, et de rechercher de nouvelles méthodes en se fixant des objectifs bien précis. Parallèlement, il semble intéressant de mieux connaître les phénomènes qui conduisent à la formation des sables dans les collecteurs, problématique généralisée dans les RAU algérien.

La connaissance des deux indicateurs de performance utilisés pour l'évaluation de l'efficacité des travaux de curage d'une unité de gestion de réseaux d'assainissement, semble très intéressante pour le contexte algérien. En effet, ces deux indicateurs, s'ils sont bien estimés, peuvent orienter efficacement la programmation plus rationnelle des opérations de curage. C'est pourquoi un objectif annuel de linéaire de réseau et de regards à contrôler doit être défini afin de connaître et d'optimiser les futures interventions d'entretien en poursuivant un double objectif :

- améliorer ou développer de nouveaux moyens technologiques d'entretien,
- accroître les connaissances des phénomènes d'ensablement des réseaux.

Concernant *la gestion stratégique* d'un patrimoine « réseau assainissement », c'est un sujet vraiment complexe. Ici, il faut présenter les différents enjeux, méthodes et outils de pilotage afin de répondre aux questionnements généraux relatifs à la maintenance et à l'exploitation de ce patrimoine. Cette mission se concrétise par la création, la mise en œuvre et le contrôle d'un bon système de gestion des actifs.

En Algérie, la mise en place d'un système de gestion des actifs doit se placer en priorité dans les agendas des décideurs politiques. Sans une gestion rationnelle et objective, les efforts consentis en constructions et réalisations des projets seront réduits à néant et le

développement de la ville elle-même sera mis à rude épreuve. Selon les résultats de l'analyse réalisée dans ce document, il est apparu important de proposer des solutions clés pour une gestion efficace des infrastructures d'assainissement algérien. Parmi ces solutions, nous pouvons citer :

- application de la législation et des règlements d'orientation ;
- assurer l'efficacité des investissements et la gestion des ressources ;
- élaboration de stratégies souples et coordination efficace entre les acteurs ;
- généraliser l'approche de gestion participative ;
- valorisation de la recherche et la formation et partage d'expériences et données.

Un point, qui a pesé de tout son poids, le long de notre travail, est l'absence de convention de coopération entre la recherche scientifique (universités et laboratoires) et les organismes techniques de la ville nous permettant un rapprochement et une coordination pour optimiser les ressources et le temps dans les actions de recherche. Par ailleurs, les multiples acteurs contactés (ONA, DREW, service de l'environnement de la wilaya, service technique communal, ...etc.) nous ont exprimé un réel intérêt pour les résultats de cette recherche. Cela revient sans doute à la démarche holistique adoptée grâce à des connaissances (notions, indicateurs, ...etc.) simples et adaptables au contexte local.

Les différentes connaissances que nous avons développées peuvent permettre au gestionnaire de réseaux d'assainissement de fiabiliser les activités de maintenance et de mieux orienter leurs stratégies organisationnelles. D'autres recherches sont encore nécessaires pour améliorer la gestion des réseaux d'assainissement, les perspectives de recherche sont donc nombreuses :

- Rechercher à affiner les connaissances proposées qui nécessite des applications sur plusieurs cas d'étude;
- Développer une méthodologie de gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement urbain propre à l'Algérie ;
- Approfondir la réflexion sur la normalisation du domaine dans l'eau et de l'assainissement;
- Rechercher la possibilité de valider l'approche suivie sur d'autres secteurs, l'alimentation en eau potable par exemple.

On ne peut bien gérer que ce que l'on connaît
et on dispose des outils nécessaires.

Bernard Chocat

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-
- Abdel Moteleb M. (2010). *Risk Based Decision Making Tools for Sewer Infrastructure Management*. Thèse de doctorat. Université de Cincinnati, 210 p.
- Aflak A. (1994). *Elaboration d'un cadre méthodologique pour l'aide à la décision en matière de gestion de la maintenance de réseau technique urbain d'assainissement*. Thèse de doctorat, INSA de Lyon, 301 p.
- Ahmadi M. (2014). *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement: impact de la qualité des données et du paramétrage du modèle utilise sur l'évaluation de l'état des tronçons et des patrimoines*. Thèse de doctorat, INSA de Lyon, 200 p.
- Ahmadi M., Cherqui F., Massiac J.C. De, Gauffre P. Le (2014). *From sewer inspection programmes to rehabilitation needs: Research and results related to data quality and availability with the support of numerical experiment*. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 18, n° 10, p. 1145-1156.
- Al-bukhari I. (2008). *Multi-Level GIS-Based Data Management Model for Building Maintenance and Repair Data*. Thèse de doctorat, Université de Waterloo, Canada, 130 p.
- Alegre H., Vitorino D., Coelho S. (2014). *Infrastructure value index: A powerful modelling tool for combined long-term planning of linear and vertical assets*. *Procedia Engineering* 99, 1428 – 1436.
- Alegre H., Coelho S. T. (2012). *Infrastructure asset management of urban water systems*. *Water Supply System Analysis – Selected Topics*, Edited by Avi Ostfeld. ISBN 978-953-51-0889-4.
- Ananda J., Herath G. (2009). *A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning*. *Ecological Economics*, vol. 68, n° 10, pp. 2535-2548.
- Andre S., (2009). *Evaluation de la performance non financière des entreprises : Apport des méthodes multicritère d'aide à la décision*. Thèse de Doctorat. Université Paris IX Dauphine. Ecole Doctorale Décision, Informatique, Mathématiques, Organisation. Paris, 207 p.
- Ashley R., Blackwood D., Butler D., Jowitt P., Davies J., Smith H., Gilmour D., C. O.-D. (2008). *Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management*. *Journal of environmental Engineering, ASCE*, vol., n° pp. 200-209.
- Ashley R., Bertrand-Krajewski J.L., Hvitved-Jacobsen T. (2005). *Sewer solids - 20 years of investigation*. *Water Science and Technology*, 52, n° 3, p. 73-84.
- A.S.T.E.E. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement. (2015). *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement. Bonne pratiques – Aspects techniques et financiers*. 248 p.

<https://www.astee.org/publications/gestion-patrimoniale-des-reseaux-dassainissement-bonnes-pratiques-aspects-techniques-et-financiers/>

- Bedjou A., Boudoukha A., Bosseler B. (2019). *Assessment of wastewater asset management effectiveness in the case of rare data and low investments*. International Journal of Environmental Science and Technology, 16, n° 7.
- Bedjou A., Boudoukha A. (2014). Algerian asset management. International Conference on Knowledge and Technology, IKT, Gelsenkirchen, Allemagne, 6 p.
- Ben-Said A. (2016). *Gestion dynamique des connaissances de maintenance pour des environnements de production de haute technologie à fort mix produit*. Thèse de doctorat, Institut Polytechnique de Grenoble, Grenoble, 137 p.
- Ben-Daya M., Duffuaa S. O., Raouf A., Knezevic J., Ait-Kadi D. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. 1st edition. Springer, 741 p.
- Benabdallah Y. (2008) *Le développement des infrastructures en Algérie : quels effets sur la croissance économique et l'environnement de l'investissement ?* International symposium opening and emergence in the Mediterranean, Rabat-Morocco.
- Benblidia M. (2011). *L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique – Etude nationale Algérie*. Ed. Plan Bleu – Valbonne, France, 24 p.
- Benblidia M., Thivet G. (2010). *Gestion des ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre*. Les Notes d'analyse du CIHEAM. N° 58, 15 p.
- Benedetti L., Dirckx G., Bixio D., Thoeye C., Vanrolleghem P. A. (2008). *Environmental and economic performance assessment of the integrated urban wastewater system*. Journal of Environmental Management, vol. 88, n° 4, pp. 1262-1272.
- Benouar D. (2004). *La catastrophe du 10 novembre 2001 à Alger*. Disaster Reduction in Africa - ISDR Informs, vol., n° Issue 3, pp. 28-31.
- Benzerra A. (2016). *Méthodologie pour l'évaluation de la durabilité en matière d'assainissement urbain*. Thèse de doctorat, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 225 p.
- Benzerra A., Cherrared M., Chocat B., Cherqui F., Zekiouk T. (2012). *Decision support for sustainable urban drainage system management: A case study of Jijel, Algeria*. Journal of Environmental Management, 46-53.
- Berland J. (1994). *Normes : quelle influence sur les choix techniques dans les domaines de l'assainissement et de l'épuration ?* Thèse de doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 348 p.
- Bertrand-Krajewski J.-L., Laplace D., Joannis C., Chebbo G. (2000). *Mesures en hydrologie urbaine et assainissement*. Tec & Doc, Paris, ISBN 2-7430-0380-4, 794 p.

- Bonierbale T. (2004). *Eléments pour l'évaluation de la qualité environnementale des systèmes d'assainissement urbains*. Thèse de doctorat, Université de Marne-La-Vallée, 265 p.
- Boogaard F. C., Van de Ven, F. H. M., Palsma A. J. (2008). *Dutch guidelines for the design & construction and operation of SUDS*. . In R Ashley & AJ Saul (Eds.). 11th International Conference on Urban Drainage., Edinburgh. pp. 7.
- Bou Nader E. (1998). *Conduite du diagnostic, et évaluation des collecteurs des infrastructures urbaines de l'assainissement*. Thèse de doctorat, INSA de Lyon, 265 p.
- Boualla N., Benziane A., Charaoui F. (2011). *Étude de l'état des eaux usées rejetées dans la grande sebkha d'Oran par l'analyse en composantes principales (ACP)*. ScienceLib Editions Mersenne : Volume 3, N ° 110507, ISSN 2111-4706, 9 p.
- Boualla N., Hadj Hassan B., Benziane A., Derrich Z., (2011). *L'expérience algérienne en matière d'épuration des eaux*. ScienceLib Editions Mersenne : Volume 3 , N ° 111115, ISSN 2111-4706, 9 p.
- Boubaker L., Mellal L., Djebabra M. (2010). *Modèle DIC (Données, Informations, Connaissances) Outil support pour le développement des mémoires projets*. La revue des sciences de gestion, 243-244, p. 153 à 159.
- Boukhari A. (2018). *La gestion durable des services d'eau potable et d'assainissement en Algérie*. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar d'Annaba, 241 p.
- Bourrier R. (2008). *Les réseaux d'assainissement*, Tec & Doc, Paris, ISBN 978-2-7430-1051-5, 1013 p.
- Brunner N., Starkl M. (2004). *Decision aid systems for evaluating sustainability: a critical survey*. Environmental Impact Assessment Review, vol. 24, n° 4, pp. 441-469.
- Butler D., Davies J. (2011). *Urban Drainage*. 3rd Edition [Kindle Edition]. T & F Books UK, 656 p.
- C.E.R.T.U. Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques. (2003). *La ville et son assainissement : principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau. (CDROM) Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.*, 503 p.
- C. E.R.T.U. Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques. (2003). *La ville et son assainissement. Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau*. . Ministère français de l'équipement, des transports et du logement, du tourisme et de la mer, ISBN : 2-11-093148-5, 503 p.
- Cherrared M., Chocat B., Benzerra A. (2007). *Problématique et faisabilité du développement durable en matière d'assainissement urbain en Algérie*. NOVATECH, Lyon, France, 8 P.

- C.N.E.S. (2007). *Rapport national sur le développement humain*. Conseil National Economique et Social. Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Réalisé en coopération avec le Programme des Nations Unies pour le Développement PNUD. Alger - Algérie, 105 p.
- C.N.E.S. (2003). *L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures*. Conseil National Economique et Social. Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Alger- Algérie. 97 p.
- C.N.E.S. (2000). *L'eau en Algérie : Le grand défi de demain*. Conseil National Economique et Social. Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Buletin Officiel N°9. XVème session plénière. Alger- Algérie. 15-16 Mai 2000, 84 p.
- C.N.R.C. Conseil National de Recherche du Canada (2004) : Gestion d'un actif d'infrastructures : La prise de décision et la planification des investissements. Série N°7 INFRAGUIDE. ISBN 1-897094-59-0, 48 p.
- Chen Z., Ngo H. H., Guo W. (2012). *A critical review on sustainability assessment of recycled water schemes*. Science of The Total Environment, vol. 426, pp. 13-31.
- Cherqui F., (2005). *Méthodologie d'évaluation d'un projet d'aménagement durable d'un quartier : Méthode ADEQUA*. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle, 202 p.
- Cherqui F., Baati S., Chocat B., Le Gauffre P., Granger D., Loubière B., Nafi A., Patouillard C., et al. (2011). *Outil Méthodologique d'aide à la Gestion intégrée d'un système d'Assainissement (OMEGA). L2 a – Approche systémique du système de gestion des eaux urbaines*. Projet de recherche ANR - Programme Villes Durables 2009-2013, 32 p.
- Cherrared M., Chocat B., Benzerra A. (2007). *Problématique et faisabilité du développement durable en matière d'assainissement urbain*. 6ème Conférence Internationale sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie, NOVATECH, GRAIE. Lyon, France. pp. 295-302.
- Cherrared M., Zekiouk T., Chocat B. (2010). *Durabilité des systèmes d'assainissement algériens, étude de l'aspect fonctionnel du système de la ville de Jijel*. 7ème Conférence Internationale sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie. NOVATECH GRAIE. Lyon, France., pp. 8
- Chocat B. (1997). *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*. Paris: Lavoisier, 1124 p p.
- Chocat B. (2004). *Définition d'une méthode d'évaluation environnementale, technique et socioéconomique de stratégies d'assainissement pluvial par infiltration en milieu urbain*. Thématiques prioritaires de la Région Rhône Alpes., vol., pp. 49.
- Chocat B., Abirached M., Delage D., Faby J. A. (2008). *Etat de l'art sur la gestion urbaine des eaux pluviales et leur valorisation. Tendances d'évolution et technologies en développement*. Limoges: Office International de l'eau, 36 p.

- Chow M. F., Yusop Z., Toriman M. E. (2012). *Modelling runoff quantity and quality in tropical urban catchments using Storm Water Management Model*. International Journal of Environmental Science and Technology, 9, 737–748.
- City of Colorado Springs, City Engineering Division. (2002). *Drainage Criteria. Stormwater Quality Policies, Procedures and Best Management Practices (BMPs). Manuel Vol 2*. City of Colorado Springs, 249 p.
- Cooper J. S., Fava J. (2006). *Life Cycle Assessment Practitioner Survey: Summary of Results*. Journal of Industrial Ecology, vol. 10, n° 4, pp. 12-14.
- Coulet A. (2008). *Construction et utilisation d'une Base de Connaissances pharmaco génomique pour l'intégration de données et la découverte de connaissances*. Thèse de doctorat, Henri Poincaré - Nancy 1, 192 p.
- Cousquer Y., Dumont J., Hanus F., Lavoux T., Prime J.-L. (2005). *Les indicateurs de performance appliqués aux services publics de l'eau et de l'assainissement - Constats et propositions. Rapport N° 2004 – 0062-1 - 11 avril 2005*. 120 p.
- D.A.P.E. (Direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement). (2016). *Guide technique pour les projets de pose et réhabilitation des réseaux d'assainissement*. Ed. Ministry of water resources and the environment, Algeria, 240 p.
- D.E.M. (Direction de l'Exploitation et de la Maintenance). (2016). *Bilan d'exploitation 2016 (Operational report 2016)*, Ed. National sanitary office, Algeria.
- Davis P., Sullivan E., Marlow D., Marney D. (2013). *A selection framework for infrastructure condition monitoring technologies in water and wastewater networks*. Expert Systems with Applications, 40, n° 6, p. 1947-1958.
- Dechesne M., Barraud S., Bardin J.-P. (2004). *Indicators for hydraulic and pollution retention assessment of stormwater infiltration basins*. Journal of Environmental Management, vol. 71, n° 4, pp. 371-380.
- Dion Y. (2012). *Optimisation de la gestion en temps réel des réseaux urbains de drainage basée sur la qualité des eaux*. Thèse de doctorat, Université de Québec, 203 p.
- Djelouah K. (2018). *Accès à l'eau et à l'assainissement en Algérie*. UNCTAD Multi-year Expert Meeting on trade, services and development - Water and Sanitation, Energy and Food-related Logistics Services, Genève, Suisse, 14 p.
- El Moustafid S. (2014). *La gestion des connaissances : concepts, processus et facteurs*. Thèse de doctorat, groupe ISCAE - Maroc, 343 p.
- Ellis J. B., Deutsch J. C., Mouchel J. M., Scholes L., Revitt M. D. (2004). *Multicriteria decision approaches to support sustainable drainage options for the treatment of highway and urban runoff*. Science of The Total Environment., vol. 334-335, pp. 251-260.

- Ermine J.-L. (2003). *La gestion des connaissances*. Hermes Lavoisier, 166 p.
- Ermine J.-L., Moradi M., Brunel S. (2012). *Une chaîne de valeur de la connaissance*. Management international, 16, p. 29.
- Ertl T. (2008). *Results of a survey about jet cleaning of sewers and removed sediments in Austria*. 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, p. 1-7.
- Flores A., Buckley C., Fenner R. (2008). *Selecting Wastewater Systems for Sustainability in Developing Countries*. 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK. 31 st August - 5 th September 2008. pp. 1-10.
- Frioui-Ziani N. (2018). *Stratégie de Lutte contre les Inondations*. Conférence nationale sur la gestion des risque de catastrophe, Alger, 22 et 23 Octobre 2018.
- Geerse J. M. U., Lobbrecht A. H. (2002). *Assessing the performance of urban drainage systems: "general approach" applied to the city of Rotterdam*. Urban Water, vol. 4, n° 2, pp. 199-209.
- Girodon J. (2015). *Proposition d'une approche d'amélioration des performances des organisations par le management opérationnel de leurs connaissances et compétences*. Thèse de doctorat, Université de Lorraine, 253 p.
- Granger D. (2009). *Méthodologie d'aide à la gestion durable des eaux urbaines*. Thèse de doctorat, INSA de Lyon, 210 p.
- G.R.E.T. (Groupe de Recherche et d'Echange Technologique). (2018). *Mémento de l'assainissement - Mettre en œuvre un service d'assainissement complet, durable et adapté*. Éditions du Gret, ISBN 978-2-868-44314-4, 848 p. Disponible sur: <http://memento-assainissement.gret.org>
- GTZ. (2004). *Manuel de la gestion de l'assainissement algérien. Management, tome 4. Projet de coopération technique allemande (GTZ)*. 187 p.
- Guérin-Schneider L., (2001). *Introduire la mesure de performance dans la régulation des services d'eau et d'assainissement en France. Instrumentation et organisation*. Thèse de doctorat. Montpellier: ENGREF, 447 p.
- Gueye I. (2018). *Création de bases de connaissances interconnectées - institut de formation/entreprise - par la capitalisation des connaissances en maintenance industrielle*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, 279 p.
- Hall D., Lobrina E. (2009). *Recommandations de bonnes pratiques. 5ème PCRD*. Water Time project.

-
- Haider H., Sadiq R., Tesfamariam S. (2015). *Selecting performance indicators for small and medium sized water utilities: Multi-criteria analysis using ELECTRE method*. Urban Water Journal, 12, 4, 305–327
- Halfawy M. (2008). *Integration of Municipal Infrastructure Asset Management Processes: Challenges and Solutions*. Journal of Computing in Civil Engineering, 22, 3, 216-229, [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0087-3801\(2008\)22:3\(216\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)0087-3801(2008)22:3(216))
- Halfawy M., Solutions I.D. (2014). *Integration of Municipal Infrastructure Asset Management Processes: Challenges and Solutions Integration of municipal infrastructure asset management processes: challenges and solutions NRCC-48340*. Journal of Computing in Civil Engineering, 3801, n° May 2008.
- Hannouche A. (2012). *Analyse du transport solide en réseau d'assainissement unitaire par temps de pluie : exploitation de données acquises par les observatoires français en hydrologie urbaine*. Thèse de doctorat, Université Paris-Est, 485 p.
- Henderson K., Pahlenkemper G., Kraska O. (2014). *Integrated asset management - An investment in sustainability*. Procedia Engineering, 83, p. 448-454.
- Hiessl H., Walz R., Toussaint D. (2000). *Design and Sustainability Assessment of Scenarios of Urban Water Infrastructure Systems*, . Published Report, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research (ISI), Breslauerstr. Karlsruhe, Germany.
- Hojjati A., Jefferson I., Metje N., Rogers C. D. F. (2017). *Sustainability assessment for urban underground utility infrastructure projects*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability, <http://dx.doi.org/10.1680/jensu.16.00050>
- HOMRI S. (2013). *La gestion des connaissances, du concept à l'application au sein d'une institution publique : Le Conseil Régional PACA*. Thèse de doctorat, Institut d'études politiques d'Aix-en-Provence, 426 p.
- Hooper R., Armitage R., Gallagher K.A., Osorio T. (2009). *Whole life infrastructure asset management : good practice guide for civil infrastructure*. CIRIA Edit., ISBN :978-0-86017-677-0, 135 p.
<https://www.astee.org/publications/gestion-patrimoniales-des-reseaux-dassainissement-bonnes-pratiques-aspects-techniques-et-financiers/>
- I.A.M. Institute of Asset Management. (2008). *Asset Management (PAS 55-1) Part 1: Specification for the optimized management of physical assets*. British standards Institution (BSI), ISBN: 978 0 580 50975 9, 25 p.
- I.K.T.(Institute for Underground Infrastructure). (2014) *Inspektion und Zustandserfassung von Abwasserdruckleitungen und -dükern (Inspection et surveillance de l'état des conduites sous pression d'eaux usées et des ponceaux)*. IKT gmbH, Gelsenkirchen, Germany.
-

- I.K.T. Institut pour les infrastructures souterraines. (2015). Kanalabdichtungen – Auswirkungen auf die Reinigungsleistung der Kläranlagen und der Einfluss auf den örtlichen Wasserhaushalt (*Etanchéité des joints d'égout - Effets sur les performances de nettoyage des Stations d'épuration et influence sur le bilan hydrique local*). Edit Umweltbundesamt (Agence fédérale de l'environnement), Dessau-Roßlau, Allemagne, ISSN 1862-4804, 252 p.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kanalabdichtungen-auswirkungen-auf-die>
- ISO. (2014a). *Asset management – Overview, Principles and Terminology*. ISO 55000:2014(E), ICS 01.040.03; 03.100.01
- ISO. (2014b). *Asset management — Management systems — Requirements Overview*. ISO 55001:2014(E), ICS 03.100.01
- ISO. (2014c). *Asset management — Management systems — Guidelines for the application of ISO 55001*. ISO 55002:2014(E), ICS03.100.01
- JORA. Journal Officiel de la République Algérienne n° 60. *Loi n° 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau.* .
- JORA. Journal Officiel de la République Algérienne N° 35. *Décret exécutif N° 08-303 du 27 Ramadhan 1429 correspondant au 27 septembre 2008 fixant les attributions ainsi que les règles d'organisation et de fonctionnement de l'autorité de régulation des services publics de l'eau.*
- Kadi A. (1997). *La gestion de l'eau en Algérie*. Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques, vol. 42, n° 2, pp. 8.
- Kaufmann I., Meyer T., Kalsch M., Schmitt T.G., Hamacher H.W. (2007). *Implementation of sustainable sanitation in existing urban areas: long-term strategies for an optimised solution*. Water Science and Technology, 56.5, 115-124.
- Khelladi M. (2010). *L'eau en Algérie Sera-t-elle gérée par des firmes étrangères*. International Network Environmental Management Conflicts, Santa Catarina – Brasil, 205-212.
- Kettab A., Mitiche R., Bennaçar N. (2008). *De l'eau pour un développement durable : enjeux et stratégies*. Revues des Sciences de l'Eau., vol. 21., n° 2, pp. 247-256.
- Kettle D., (2006). *An urban 3-waters infrastructure sustainability decision-making process*. PhD Thesis. School of Architecture and Planning: The University of Auckland, 250 p.
- Kolsky P., Butler D. (2002). *Performance indicators for urban storm drainage in developing Countries*. Urban Water. , vol. 4, n° 2, pp. 137-144.

- Lamari M. (2010). *Le transfert intergénérationnel des connaissances tacites : les concepts utilisés et les évidences empiriques démontrées*. *Télescope: Revue d'analyse comparée en administration publique*, 16, n° 1, p. 39-66.
- Le Gauffre P., Cherqui F., Baati S., Chocat B., Granger D., Loubière B., Patouillard C., Tourne A., et al. (2012). *Outil MÉthodologique d'aide à la Gestion intégrée d'un système d'Assainissement (OMEGA). LI a – Elaboration du cadre méthodologique. Programme de Recherche Villes Durables. Référence ANR-09-VILL-004-01*. Lyon, France, 40 p.
- Le Gauffre P., Joannis C., Vasconcelos E., Breyse D., Gibello C., Desmulliez J. (2007). *Performance Indicators and Multi-Criteria Decision Support for Sewer Asset Management*. *Journal of Infrastructure Systems, ASCE.*, vol. 13, n° 2., pp. 105-114.
- Le Gauffre P., Joannis C., Breyse D., Gibello C., Desmulliez J.J. (2004). *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains. Guide méthodologique*. Paris: Lavoisier. ISBN : 2-7430-0748-6., 416 p.
- Lhomme S. (2012). *Les réseaux techniques comme vecteur de propagation des risques en milieu urbain Une contribution théorique et pratique à l'analyse de la résilience urbaine*. Thèse de doctorat, Université Paris Diderot, 365 p.
- Liu K. F.-R., Chen C.-W., Shen Y.-S. (2013). *Using Bayesian belief networks to support health risk assessment for sewer workers*. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10, 385–394.
- Lundin M., (2003). *Indicators for measuring the sustainability of urban water systems - a life cycle approach*. PhD Thesis. Chalmers University of Technology, Goeteborg, Sweden., 63 p. <http://www.esa.chalmers.se/Publications/PDF-files/Dis/kappa.pdf>
- Lundin M., Bengtsson M., Molander S. (2000). *Life cycle assessment of wastewater systems: influence of system boundaries and scale on calculated environmental loads*. *Environmental Science and Technology*, vol. 34, pp. 180-186.
- Malm A., Svensson G., Bäckman H., Gregory M. (2013) *Prediction of water and wastewater networks rehabilitation based current age and material distribution*. *Water Science and Technology: Water Supply*, 13.2, 227-237.
- Martin P., Turner, B., Dell, J., Payne, J., Elliot, C. Reed, B. (2001). *Sustainable Urban Drainage Systems: Best Practice Guide*. *Construction Industry Research and Information Association, CIRIA, ISBN 9780860175230, 131p*.
- MATE. (2002). *Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD)*. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. République Algérienne Démocratique et Populaire, 110 p. http://www.mate.gov.dz/index.php?option=com_content&task=view&id=288&Itemid=218.

-
- Matos R., Cardoso A., Ashley R., Duarte P., Molinari A., Schulz A. (2003). *Performance indicators for wastewater services. Manuel of Best Practice Series*. London: IWA Publishing. ISBN 9781900222907, 192. p.
- Mazen I. (2008). *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement urbains : évaluation et agrégation d'indicateurs de performance précis ou flous*. Thèse de doctorat, INSA de Lyon, 193 p.
- Meinzinger F., (2010). *Resource efficiency of urban sanitation systems: a comparative assessment using material and energy flow analysis*. PhD Thesis. Institute of Wastewater Management and Water Protection: Hamburg-Harburg, 317 p.
- Mercier D. (2007). *Le transfert informel des connaissances tacites chez les gestionnaires municipaux en situation de coordination*. Thèse de doctorat, Université de Montréal, 358 p.
- Milutinović, S., Laušević R., Petersen-Perlman J., Bartula M., Solujić A. (2016). *Local Water Security Assessment for Improved Water Management in Selected Countries in the Middle East and North Africa (MENA) Region*. Regional Environmental Center, Szentendre, Hungary. ISBN 978-963-9638-70-9
- Montaut M., Le Nouveau N., Guignard J. C., Orditz D., Bergue J. M. (2006). *Réseaux d'assainissement : les nouveaux référentiels pour une meilleure fiabilité*. Revue technique des entreprises de travaux publics, vol. 835, pp. 1-7.
- Morgan M., Ghosn A. (2013). *État des lieux du secteur de l'eau en Algérie (State of the water sector in Algeria)*. IPEMED, Ed. Institut de Perspective Economique du monde Méditerranéen (IPEMED).
- Moura P. M., Baptista M. B., Barraud S. (2006). *Comparison between two methodologies for urban drainage decision aid*. Water Science & Technology, vol. 54, n° 6-7, pp. 493-499.
- Munda G. (2005). *"Measuring Sustainability": A Multi-Criterion Framework*. Environment, Development and Sustainability, vol. 7, n° 1, pp. 117-134.
- NF EN. *Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments : prescriptions de performance*. Norme française NF EN 752, Paris : AFNOR, .
- Nikpay M., Lazik D., Krebs P. (2015). *Water displacement by surfactant solution: an experimental study to represent wastewater loss from sewers to saturated soil*. International Journal of Environmental Science and Technology, 12, PP 2447–2454.
- Nilsson J., Bergström S. (1995). *Indicators for the assessment of ecological and economic consequences of municipal policies for resource use*. Ecological Economics, vol. 14, n° 3, pp. 175-184.
-

- Nonaka I. (1994). *A dynamic theory of organizational knowledge creation*. Organization Science, 1994, Vol. 5, n° 1. pp. 14-37.
- Nonaka I., Takeuchi H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford University, New York, 284 p.
- O.N.S. (Office National des Statistiques) (2011). *L'armature urbaine RGPH 2008: Les principaux résultats de l'exploitation exhaustive*. Ed. Les Ateliers de l'imprimerie de l'O.N.S. ISBN : 978 - 9961 – 792 – 74-248 - 334 - 6
- OCDE. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators - Methodology and user guide*. Paris: OCDE, 162 p.
- O.M.S. (2012). *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères*. Volume II, Utilisation des eaux usées en agriculture. Genève. , 254 p.
- O.N.A. (2019). *Office National de l'Assainissement*. [en ligne]. Disponible sur: <https://ona-dz.org/article/presentation.html>. Accédé le 10/03/2019.
- ONA. (2018). *Office National de l'assainissement*. [en ligne]. Disponible sur: <www.ona.dz>. (Septembre 2018).
- O.N.A. (2017). *Office National de l'Assainissement. Etude de diagnostic et de réhabilitation du système d'assainissement de de la ville de Bejaia. (sous mission A301)*. pp. 160.
- ONA. (2016). *Office National de l'assainissement*. [en ligne]. Disponible sur: <www.ona.dz/>.
- O.N.A. Office National de l'Assainissement (2015). *Bilan 2007-2014 et agenda 2019*. Ministère des ressources en eau, Alger, Algérie. 32 p.
- O.N.U. (Organisation des Nations Unies). 2016. *The World's cities in 2016 (Les villes du monde en 2016)*. Brochure de données. ISBN 978-92-1-151549-7, 29 p.
- http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf
- Paterna Hidalgo A. (2016). *Gestion patrimoniale des infrastructures de la RATP : développement d'un processus d'aide à la décision pour optimiser la stratégie de maintenance*. Thèse de doctorat, Université Paris-Est, 395 p.
- Penciuc D. (2012). *Identification et intégration des éléments de connaissance tacite et explicite dans un processus de développement par solution de référence*. Thèse de doctorat, Université de Technologie de Compiègne, 229 p.
- Pornon H. (2011). *SIG La dimension géographique du système d'information*. Paris: Dunod. ISBN : 978-2-10-054600-8, 271 p.

-
- P.N.U.D. (2019). *Algérie -Rapport national volontaire – progression de la mise en œuvre des ODD*. Programme des Nations Unies pour le Développement. Alger- Algérie, 176 p.
- P.N.U.D. (2009). *Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie*. Programme des Nations Unies pour le Développement. Alger- Algérie, 19 p.
- P.N.U.E.-P.A.M. (Programme des Nations Unies pour l'environnement / Plan d'action pour la Méditerranée). (2009). *Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée*. PNUE/PAM-Plan Bleu, Athènes, ISBN : 978-92-807-3061-6, 208 p.
- Post J., Pothof I., Veldhuis M.C. ten, Langeveld J., Clemens F. (2016). *Statistical analysis of lateral house connection failure mechanisms*. Urban Water Journal, 13, n° 1, p. 69-80.
- Prost T. (1999). *Le risque, frontière du génie urbain - Identification et organisation des connaissances utiles pour l'aide à la décision dans les réseaux techniques urbains (eau potable et assainissement)*. Thèse de doctorat, INSA de Lyon, 206 p.
- Putallaz Y. (2007). *Gestion stratégique de la maintenance et de la capacité d'un réseau ferré*. Thèse de doctorat, Ecole polytechnique Fédérale de Lausanne, 230 p.
- Rasovska I. (2006). *Contribution à une méthodologie de capitalisation des connaissances basée sur le raisonnement à partir de cas : Application au diagnostic dans une plateforme d'e-maintenance*. Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 186 p.
- Réal J., Pariat L. (2000). *Gérer les connaissances : un défi de la nouvelle compétitivité du 21 e siècle - Information, interaction, innovation*. Bibliothèque nationale du Canada – Québec, ISBN : 2-921181-64-9, 67 p.
- Rijsberman M. A., van de Ven F. H. M. (2000). *Different approaches to assessment of design and management of sustainable urban water systems*. Environmental Impact Assessment Review, vol. 20, n° 3, pp. 333-345.
- Rodríguez J.P., McIntyre N., Díaz-Granados M., Maksimović Č. (2012). *A database and model to support proactive management of sediment-related sewer blockages*. Water Research, 46, n° 15, pp 4571-4586.
- Rodríguez J.P., McIntyre N., Díaz-Granados M., Quijano J.P., Maksimović Č. (2013). *Monitoring and modelling to support wastewater system management in developing mega-cities*. Science of the Total Environment, 445-446, n° 19, pp. 79-93.
- Rogers C.D.F., Hao T., Costello S.B., Burrow M.P.N., Metje N., Chapman D.N., Parker J., Armitage R.J., Anspach J.H., Muggleton J.M., Foo K.Y., Wang P., Pennock S.R., Atkins P.R., Swingle S.G., Cohn A.G., Goddard K., Lewin P.L., Orlando G., Redfern M.A., Royal A.C.D., Saul A.J. (2014). *Condition assessment of the surface and buried infrastructure – A proposal for integration*. Tunnelling and Underground Space Technology, 28, pp. 202–211
- Roy B. (1985). *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*. Paris : Economica, 423 p.
-

-
- Saegrov S. (2006). *CARE-S, Computer Aided Rehabilitation of Sewer and Storm Water Networks*. IWA Publishing. UK, 160 p.
- Sahely H. R., Kennedy C. A., Adams B. J. (2005). *Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems*. Canadian Journal of Civil Engineering, vol. 32, n° 1, pp. 72-85.
- Satin M., Selmi B. (2007). *Guide technique de l'assainissement*. 3ème édition. Référence technique: Paris. Edition Le Moniteur, 725 p.
- Shirazi R., Bouteligier R., Berlamont J. (2008). *Evaluation of sediment removal efficiency of flushing devices regarding sewer system characteristics*. International Conference on Hydro-Science and Engineering (ICHE-2008) September 8-12, 2008, Nagoya, Japan.
- Shuping L., Siuqing L., Chocat B., Barraud S. (2006). *Requirements for sustainable management of Urban Water Systems*. 1st UNESCO/UNEP training course on sustainability in water management for urban and rural development Shanghai, China. pp. D-14-11 - D-14-23.
- Silvagni G., Volpi F., Celestini R. (2014). *Sediment transport in sewers: The Cesarina combined sewer network*. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 182, pp. 283-295.
- Skambraks A-K., Kjerstadius H., Meier M., Davidsson Å., Wuttke M., Giese T. (2017). *Source separation sewage systems as a trend in urban wastewatermanagement: Drivers for the implementation of pilot areas in Northern Europe*. Sustainable Cities and Society, 28, pp. 287-296.
- Smith D. (2006). *Fiabilité, maintenance et risque*. Dunod, Paris, ISBN 2 10 049780 4, 431 p.
- Soulinac V. (2012). *Système informatique de capitalisation de connaissances et d'innovation pour la conception et le pilotage de systèmes de culture durables*. Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 249 p.
- Spence K.J., Digman C., Balmforth D., Houldsworth J., Saul A., Meadowcroft J. (2016). *Gross solids from combined sewers in dry weather and storms, elucidating production, storage and social factors*. Urban Water Journal, 13, n° 8, pp. 773-789.
- Syachrani S., Jeong H. D., Chung C. S. (2013). *Advanced criticality assessment method for sewer pipeline asset*. Water Science and Technology, 13.2, pp. 1302-1309.
- SWITCH. (2011). *Integrated urban water management in the city of the future. Module 6 : Decision-support tools. Choosing a sustainable path*. Germany: ICLEI European Secretariat, 50 p.
- Tafazzoli M. (2017). *Strategizing Sustainable Infrastructure Asset Management in Developing Countries*. In ASCE, International Conference in Sustainable

- Infrastructure: Policy, Finance, and Education. New York, 26-28 October. DOI 10.1061/9780784481202.036
- Thévenot D. R. (2008). *DayWater: an Adaptive Decision Support System for Urban Stormwater Management*. UK: IWA Publishing, London, 280 p.
- Tireche T., Kadri N., Ouramdane A., Souaber H., Maameri M., Gemmaz F. (2012). *Vers un système de partage d'informations sur l'environnement -Rapport pays Algérie (Towards an information-sharing system on the environment - Algeria country report)*. Environment Agency Austria. <http://enpi-seis.pbe.eea.europa.eu/south/algeria/country-report-algeria.pdf/download/en/1/Country-report-ALGERIA.3.pdf>.
- Toumi A., Chocat B. (2004). *L'assainissement en Algérie : problématique*. La Houille Blanche, vol. 6, pp. 130-136.
- Too Eric G. (2010). *Strategic infrastructure asset management: The way forward*. In: Proceedings of 5th World Congress on Engineering Asset Management, 25-27 October 2010, Brisbane Convention & Exhibition Centre, Brisbane, Queensland
- U.N.D.P. (United Nations Development Programme). (2013). *Water Governance in the Arab Region: Managing Scarcity and Securing the Future*. New York, USA. ISBN: 978-92-1-126366-4. eISBN: 978-92-1-054202-9
- Ugwu O. O., Haupt T. C. (2007). *Key performance indicators and assessment methods for infrastructure sustainability--a South African construction industry perspective*. Building and Environment, vol. 42, n° 2, pp. 665-680.
- Ugwu O. O., Kumaraswamy M. M., Wong A., Ng S. T. (2006). *Sustainability appraisal in infrastructure projects (SUSAIP): Part 1. Development of indicators and computational methods*. Automation in Construction, vol. 15, n° 2, pp. 239-251.
- USEPA. United States Environmental Agency. (2012). *National Menu of Stormwater Best Management Practices*
<http://cfpub.epa.gov/npdes/stormwater/menuofbmps/index.cfm>.
- U.S. E.P.A. United States Environmental Agency. (2008). *Asset Management: A best practices Guide*. EPA 2008
<https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/epa816f08014.pdf>
- Vahidi E., Jin E., Das M., Singh M., Zhao F. (2016). *Environmental life cycle analysis of pipe materials for sewer systems*. Sustainable Cities and Society, 27, pp. 167-174.
- Valiron F. (1988). *No Title*. Presses de, Paris, ISBN 2-85978-112-9, 552 p.

- Van der Steen P., Howe C. (2009). *Managing water in the city of the future; strategic planning and science*. Reviews in Environmental Science and Biotechnology, vol. 8, n° 2, pp. 115-120.
- Van Hoten T.P., Zhang Linda L.E. (2010). *Managing Assets in the Infrastructure Sector*. International Journal of Engineering Business Management, Vol. 2, No. 2, pp. 55-60.
- Van Riel W., Langeveld J.G., Herder P.M., Clemens F.H.L.R. (2014). *Intuition and information in decision-making for sewer asset management*. Urban Water Journal, DOI: 10.1080/1573062X.2014.904903.
- Van Riel W, van Bueren E, Langeveld J, Herder P, Clemens F. (2016). *Decision-making for sewer asset management: Theory and practice*. Urban Water Journal, 13(1), pp.57-68.
- Vasconcelos E. (2005). *Outils d'aide à la gestion du patrimoine réseau d'assainissement non visitable*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 373 p.
- Vemulapally R. (2010). *Development of Standard Geodatabase Model and its Applications for Municipal Water and Sewer Infrastructure*. Thèse de doctorat, Virginia Polytechnic Institute, 127 p.
- Vitorino D., Coelho S.T., Santos P., Sheets S., Jurkovic B. (2014). *A random forest algorithm applied to condition-based wastewater deterioration modeling and forecasting*. Procedia Engineering 89, 401 – 410.
- W.W.A.P. (United Nations World Water Assessment Programme). (2017). *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource*. Paris, UNESCO.
- Yahiaoui A. (2012). *Inondations Torrentielles-Cartographie des Zones Vulnérables en Algérie du Nord (Cas de l'oued Mekerra, Wilaya de Sidi Bel Abbès) d'aide à la gestion du patrimoine réseau d'assainissement non visitable*. Thèse de doctorat, Ecole nationale polytechnique, 185 p.
- Younis R. (2010). *Development of Wastewater Collection Network Asset Database, Deterioration Models and Management Framework*. Thèse de doctorat, University of Waterloo, Canada, 364 p.
- Younis R., Knight M. A. (2014). *Development and implementation of an asset management framework for wastewater collection networks*. Tunnelling and Underground Space Technology, 39, 130–143.
- Zouggar N. (2009). *Contribution au développement de la sémantique en modélisation d'entreprise*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, 135 p.
- Zyoud SH. H., Fuchs-Hanusch D., Zyoud S. H., Al-Rawajfeh A.E., Shaheen H.Q. (2017). *A bibliometric-based evaluation on environmental research in the Arab world*. International Journal of Environmental Science and Technology, 14, 689–706.

ANNEXES

Annexe N°01**Questionnaire pour l'inventaire des réseaux d'assainissement**

Les Réseaux par gravité, page 3-8
Les Réseaux par refoulement, page 9-11

Données de base

Opérateur du réseau : _____

Adresse : _____

Contact : _____

Téléphone : _____

Longueur totale du réseau d'assainissement : _____ (Km)

Population desservie : _____ hab.

Nombre d'habitations : _____

Superficie du BV : _____ (Km²)

Surface urbanisée (occupée) : _____ %

Objectifs du Questionnaire

Cet inventaire est la première étape d'un projet de recherche scientifique pour l'identification de facteurs et indicateurs nous permettons d'améliorer et orienter les bonnes pratiques de maintenances des réseaux d'assainissement en Algérie.

L'objectif essentiel de cet inventaire est de caractériser les réseaux d'assainissement Algériens, d'une part, et d'identifier les principaux dysfonctionnements rencontrés d'autre part. Cette enquête est divisée en deux parties :

1. *Les réseaux d'assainissement par gravité (unitaires et séparatifs d'eaux usées)*
2. *Les tronçons sous pressions*

Pour chacune des parties, deux types d'informations devront être renseignées :

- a- *Les caractéristiques générales des conduites d'assainissement ;*
- b- *Les dysfonctionnements rencontrés.*

1- Réseaux d'Assainissement par gravité (1/6)

A- Caractéristiques générales

<input checked="" type="checkbox"/>	Réseau assainissement unitaire - par gravité (continuer ici)
<input type="checkbox"/>	Réseau assainissement séparatif d'eaux usées - par gravité (aller à la page 4)
Nombre de tronçon unitaires par gravité : _____	
Longueur totale du réseau unitaire par gravité: _____ (km)	
Dont environs : _____ % < DN200	
Dont environs : _____ % > DN200 et < DN 300	
Dont environs : _____ % > DN300 et < DN 400	
Dont environs : _____ % > DN400 et < DN 600	
Dont environs : _____ % > DN600 et < DN 800	
Dont environs : _____ % > DN800 et < DN 1000	
Dont environs : _____ % > DN1000	
Matériaux des conduites:	
<input type="checkbox"/> PVC	Proportion de tous les tronçons unitaires: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pente entre : _____ % et _____ % L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> CAO	Proportion de tous les tronçons unitaires: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pente entre : _____ % et _____ % L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> Amiante ciment	Proportion de tous les tronçons unitaires: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pente entre : _____ % et _____ % L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> Autres	Proportion de tous les tronçons unitaires: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pente entre : _____ % et _____ % L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m

1- Réseaux d'Assainissement par gravité (2/6)

A- Caractéristiques générales

<input checked="" type="checkbox"/>	Réseau assainissement séparatif d'eaux usées (SEU) - par gravité (continuer ici)
<input type="checkbox"/>	Réseau assainissement séparatif d'eaux usées - par refoulement (vers page 9)
Nombre de tronçon (SEU) par gravité : _____	
Longueur totale du réseau (SEU) par gravité: _____ (km)	
Dont environs : _____ % < DN200	
Dont environs : _____ % > DN200 et < DN 300	
Dont environs : _____ % > DN300 et < DN 400	
Dont environs : _____ % > DN400 et < DN 600	
Dont environs : _____ % > DN600 et < DN 800	
Dont environs : _____ % > DN800 et < DN 1000	
Dont environs : _____ % > DN1000	
Matériaux des conduites:	
<input type="checkbox"/> PVC	Proportion de tous les tronçons SEU : _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pente entre : _____ % et _____ % L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> CAO	Proportion de tous les tronçons SEU : _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pente entre : _____ % et _____ % L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> Amiante ciment	Proportion de tous les tronçons SEU : _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pente entre : _____ % et _____ % L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> Autres	Proportion de tous les tronçons SEU: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pente entre : _____ % et _____ % L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m

1- Réseaux d'Assainissement par gravité (3/6)

B- Incidents et Dysfonctionnements

Cas de dommages rencontrés sur les conduites

Quels dommages ont déjà eu lieu sur les conduites ?

PVC

Types de dommage: _____

Age (apparition/réparation) : _____

Dimensions (mm oumm²) : _____

Cause connue: _____

Cause Probable: _____

CAO

Types de dommage: _____

Age (apparition/réparation) : _____

Dimensions (mm oumm²) : _____

Cause connue: _____

Cause Probable: _____

Amiante
Ciment

Types de dommage: _____

Age (apparition/réparation) : _____

Dimensions (mm oumm²) : _____

Cause connue: _____

Cause Probable: _____

Autres

Types de dommage: _____

Age (apparition/réparation) : _____

Dimensions (mm oumm²) : _____

Cause connue: _____

Cause Probable: _____

1- Réseaux d'Assainissement par gravité (4/6)

B- Incidents et Dysfonctionnements

- Cas de dommages rencontrés sur les Regards

Nombre total des regards: _____		
(Profondeurs totale du regard = Côte Tampon – Côte fil d'eau)		
Dont environs : _____ % < 1m de profondeur		
Dont environs : _____ % entre 1m et 3m de profondeur		
Dont environs : _____ % entre 3m et 6m de profondeur		
Dont environs : _____ % > 6m de profondeur		
1-Type Circulaire : _____ % du total des regards		
Tampon	Construction	Etat
_____ % en fonte	_____ % en BA	_____ % Apparent _____ % Non Apparent
_____ % en Béton	_____ % en Béton	
_____ % autres	_____ % maçon. _____ % autres	
2-Type Rectangulaire : _____ % du total des regards		
Tampon	Construction	Etat
_____ % en fonte	_____ % en BA	_____ % Apparent _____ % Non Apparent
_____ % en Béton	_____ % en Béton	
_____ % autres	_____ % maçon. _____ % autres	
Quels problèmes rencontrez-vous en rapport avec les regards ?		
<input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Fragilité des tampons <input type="checkbox"/> Fragilité des parois <input type="checkbox"/> Mauvaises connexions <input type="checkbox"/> Autres : _____		
Existe-t-il des conditions particulières qui ont favorisé ces problèmes ?		

1- Réseaux d'Assainissement par gravité (5/6)
B- Incidents et Dysfonctionnements

- Préjudices ou dommages redoutés

Quels dommages craignez-vous ?

Spécifiez, SVP, les causes de vos craintes :

- Autres dysfonctionnements

Quels problèmes rencontrez-vous ?

- Aucun
- Problèmes d'odeurs
- Dépôts / Refoulement
- Blocages
- Autres : _____

Existe-t-il des conditions particulières qui ont favorisé ces problèmes ?

1- Réseaux d'Assainissement par gravité (6/6)

C- Maintenance et réhabilitation

- Planification

Avez vous un SIG au sein de votre structure ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Avez vous un plan annuel de maintenance ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Avez vous un plan annuel de réhabilitation ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Avez vous un historique des interventions ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Avez vous un registre des réclamations ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>

- Bilan d'exploitation

Travaux annuels de curage :	
- Linéaire de réseau curé :	entre.....km etKm
- Quantité de solide évacué:	entrem ³ et m ³
- Moyens de curage utilisé:	
Travaux annuels de réhabilitation :	
- Linéaire de réseau renouvelé :	entre.....km etKm
- Nombre de regards réhabilités:	entreet
- Nombre de branchement réalisés :	entreet

2- Réseaux d'Assainissement par refoulement (1/3)

A- Caractéristiques générales

<input type="checkbox"/> Réseau assainissement par refoulement (continuer ici)	
Nombre de tronçon par refoulement : _____	
Longueur totale du réseau par refoulement: _____ (km)	
Dont environs : _____ % < DN200 Dont environs : _____ % > DN200 et < DN 300 Dont environs : _____ % > DN300 et < DN 400 Dont environs : _____ % > DN400 et < DN 600 Dont environs : _____ % > DN600 et < DN 800 Dont environs : _____ % > DN800 et < DN 1000 Dont environs : _____ % > DN1000	
Matériaux des conduites:	
<input type="checkbox"/> PE	Proportion de tous les tronçons par refoulement: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pression entre : _____ Bar et _____ Bar L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> PVC	Proportion de tous les tronçons par refoulement: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pression entre : _____ Bar et _____ Bar L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> Amiante ciment	Proportion de tous les tronçons par refoulement: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pression entre : _____ Bar et _____ Bar L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m
<input type="checkbox"/> Autres.....	Proportion de tous les tronçons par refoulement: _____ % Âge entre : _____ et _____ années DN entre : _____ mm et _____ mm Pression entre : _____ Bar et _____ Bar L _{min,max} entre regards : _____ m et _____ m

2- Réseaux d'Assainissement par refoulement (2/3)

B- Incidents et Dysfonctionnements

Cas de dommages rencontrés

Quels dommages ont déjà eu lieu sur les conduites ?

PE

Types de dommage: _____

Age (apparition/réparation) : _____

Dimensions (mm oumm²) : _____

Cause connue: _____

Cause Probable: _____

PVC

Types de dommage: _____

Age (apparition/réparation) : _____

Dimensions (mm oumm²) : _____

Cause connue: _____

Cause Probable: _____

Amiante
Ciment

Types de dommage: _____

Age (apparition/réparation) : _____

Dimensions (mm oumm²) : _____

Cause connue: _____

Cause Probable: _____

Autres

Types de dommage: _____

Age (apparition/réparation) : _____

Dimensions (mm oumm²) : _____

Cause connue: _____

Cause Probable: _____

2- Réseaux d'Assainissement par refoulement (3/3)

B- Incidents et Dysfonctionnements

- Préjudices ou dommages redoutés

Quels dommages craignez-vous ?

Spécifiez, SVP, les causes de vos craintes :

- Autres dysfonctionnements

Quels problèmes rencontrez-vous ?

- Aucun
- Problèmes d'odeurs
- Dépôts / Refoulement
- Blocages
- Autres : _____

Existe-t-il des conditions particulières qui ont favorisé ces problèmes ?

Annexe N°02

Format du Modèle Conceptuel de Données (MCD) contenu du fond de plan sous SIG:

Le Modèle Conceptuel de Donnée (MCD) retenu pour les fonds de plans est le suivant :

- **Bâti :**
 - Nom : FDP_Bâti
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - TYPE (Texte, L = 50) : À renseigner si connu, types possibles (liste non-exhaustive et évolutive) : Aérodrome, Annexe, Bâtiment, Bâtiment Public, Bâtiment en Construction, Champ de jeux, Entreprise, Gare routière, Lieu historique, Mosquée, Pépinière, Phare, Puits, Réservoir, Ruines, Station essence, STE (Station d'Épuration), Tente, Tombe isolée.
 - COM (Texte, L = 254) : Pour tout commentaire, il sera utilisé pour générer de la toponymie par exemple.
- **Végétation (parcs et jardins) :**
 - Nom : FDP_Végétation
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - TYPE (Texte, L = 50) : À renseigner si connu, types possibles (liste non-exhaustive et évolutive) : Arbre isolé, Bosquet, Forêt, Jardin, Parc, Terrain agricole
 - NOM (Texte, L = 254) : Toponymie
 - COM (Texte, L = 254) : Pour tous commentaires complémentaires.
- **Habillage linéaire (infrastructures linéaires : type voie ferrée):**
 - Nom : FDP_Habil-lin "
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - TYPE (Texte, L = 50) : À renseigner si connu, types possibles – Gazoduc, Ligne haute tension, Ligne moyenne tension, Murs, Oléoduc, Voie ferrée,
 - COM (Texte, L = 254) : Pour tout commentaire, il sera utilisé pour générer de la toponymie par exemple.
- **Axe de rue**
 - Nom : FDP_Axes_Rue
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - NOM (Texte, L = 254) : Nom de la rue ;

-
- TYPE (Texte, L = 50) : A renseigner si connu, liste non exhaustive et évolutive : Chemin communal, Chemin de Wilaya, Route Nationale, Rue.
 - **Ilot délimitant les voies**
 - Nom : FDP_Ilots
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - COM (Texte, L = 254) : Pour tout commentaire, il sera utilisé pour générer de la toponymie par exemple.
 - **Hydrographie – Étendue d'eau**
 - Nom : FDP_hydrographie_EE
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - TYPE (Texte, L = 50) : A renseigner si connu, types possibles (liste non-exhaustive et évolutive) : Plan d'eau, Réservoir agricole,
 - NOM (Texte, L = 254) : Toponymie
 - COM (Texte, L = 254) : Pour tous commentaires complémentaires.
 - **Hydrographie – Cours d'eau**
 - Nom : FDP_hydrographie_CE
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - TYPE (Texte, L = 50) : A renseigner si connu, types possibles (liste non-exhaustive et évolutive) : Chaaba et Oued,
 - NOM (Texte, L = 254) : Toponymie
 - COM (Texte, L = 254) : Pour tous commentaires complémentaires.
 - **Cote**
 - Nom : FDP_Cote
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - NOM (Texte, L = 254) : Nom de la rue ;
 - COM (Texte, L = 254) : Pour tout commentaire complémentaires.
 - TYPE (Texte, L = 50) : A renseigner si connu, liste non exhaustive et évolutive : Zone d'activité, Zone rocheuse, Zone sableuse.

- Toponymie
 - Nom : FDP_Toponymie
 - Format : Shape
 - Type : Point
 - Champs :
 - Toponymie (Texte, L = 254) : utilisé pour générer de la toponymie
- Zone activité
 - Nom : FDP_Zone_activ
 - Format : Shape
 - Type : Polygones
 - Champs :
 - TYPE (Texte, L = 80) : A renseigner si connu, types possibles (liste non-exhaustive et évolutive) : ZET, Zone aérodrome, Zone agricole, Zone commerciale, Zone industrielle, Zone portuaire, Zone Militaire
 - NOM (Texte, L = 254) : Toponymie
 - COM (Texte, L = 254) : Pour tous commentaires complémentaires

Annexe N°03**BILAN D'EXPLOITATION DES RESEAUX****Ville de Bejaia**

Mois	Population raccordée	Interventions		Exploitation					
		Nombre de Réclamations	Nombre d'interventions	Linéaire existant (Km)	Linéaire de réseau curé (ml)	Taux de curage	Nombre de regards curés	Volume collecté (m ³)	Déchets évacués (m ³)
janv-11	185 882	126	162	370	3030	0.82	173	917600	26.75
févr-11	185 882	64	149	370	3215	0.87	218	917600	40.5
mars-11	185 882	118	191	370	5015	1.36	226	917600	52.75
avr-11	185 882	118	191	370	5015	1.36	226	917600	52.75
mai-11	185 882	172	206	370	4390	1.2	310	1105683	38.25
juin-11	185 882	146	202	370	3342	0.90	265	1105683	38
juil-11	185 882	117	152	370	2125	0.57	204	1105683	29.5
août-11	185 882	89	122	370	2113	0.57	130	1105683	19.5
sept-11	185 882	109	148	370	2815	0.76	103	1105683	60.69
oct-11	185 882	92	174	370	3910	1.05	189	1105683	58.42
nov-11	185 882	97	155	370	2726	0.74	140	1105683	29.75
déc-11	185 882	119	188	370	3656	0.99	207	1105683	45.68
					41352				492.54
janv-12	185 882	103	106	370	3160	0.85	244	1340190	37.75
févr-12	185 882	93	103	370	3026	0.82	269	1340190	63.75
mars-12	185 882	68	85	370	2320	0.62	198	1340190	27.5
avr-12	185 882	113	118	370	3918	1.06	259	1340190	45
mai-12	185 882	119	132	370	2943	0.80	438	1340190	73
juin-12	185 882	97	101	370	2707	0.73	435	1340190	60
juil-12	185 882	96	111	370	2732	0.74	374	1340190	40.75
août-12	185 882	88	102	370	2579	0.74	255	1340190	59.25
sept-12	185 882	117	141	370	2451	0.66	244	1340190	56.25
oct-12	185 882	103	171	370	3655	0.99	432	1285770	60.5
nov-12	185 882	78	108	370	2595	0.70	327	1258406	64.5
déc-12	185 882	68	94	370	2010	0.54	346	1258406	38.5
					34096				626.75
janv-13	185 882	118	141	370	3080	0.83	313	1258406	104.75
févr-13	185 882	41	132	370	2705	0.73	293	1258406	58.5
mars-13	185 882	62	130	370	8940	2.42	448	1128057	80
avr-13	185 882	40	161	370	4480	1.21	679	1128057	106
mai-13	185 882	54	144	370	12040	3.25	603	1128057	46.5
juin-13	185 882	74	142	370	12120	3.28	607	1219019	47
juil-13	185 882	49	122	370	7860	2.30	394	1219019	42.25

août-13	185 882	56	127	370	4160	1.12	209	1219019	27
sept-13	185 882	108	191	370	9760	2.64	489	1219019	100
oct-13	185 882	74	147	370	7380	1.99	370	1219019	58
nov-13	185 882	63	141	370	5760	1.56	289	1219019	33
déc-13	185 882	57	146	370	9940	2.69	498	1219019	77.75
					88225				780.75
janv-14	185 882	97	140	370	8800	2.38	440	1219019	31
févr-14	185 882	35	128	370	8380	2.26	420	1219019	39.5
mars-14	185 882	54	167	370	9820	2.65	492	1219019	70.5
avr-14	185 882	62	156	370	7680	2.08	385	1219019	56.5
mai-14	185 882	62	162	370	8820	2.38	442	1219019	51.5
juin-14	185 882	91	174	370	10600	2.86	606	1219019	48
juil-14	185 882	99	131	370	7420	2.01	372	1219019	49
août-14	185 882	174	126	370	5440	1.47	273	1219019	50
sept-14	185 882	79	130	370	4220	1.14	212	1219019	54
oct-14	185 882	96	167	370	5680	1.54	285	1219019	108.75
nov-14	185 882	68	125	420	6160	1.47	309	1219019	37
déc-14	185 882	40	158	420	3205	0.76	279	1219019	87
					86225				682.75
janv-15	185 882	77	178	420	4876	1.16	378	1219019	35
févr-15	185 882	74	126	420	3083	0.73	283	1219019	27
mars-15	185 882	74	177	420	3900	0.93	202	1219019	29
avr-15	185 882	120	143	420	3480	0.83	359	1219019	29
mai-15	185 882	104	161	420	3090	0.74	367	1219019	32
juin-15	185 882	101	136	420	7775	1.85	312	1219019	28
juil-15	185 882	104	120	420	5225	1.24	210	1219019	28
août-15	185 882	189	203	420	7675	1.83	308	1219019	37.5
sept-15	185 882	135	171	420	7600	1.81	305	1219019	41
oct-15	185 882	125	153	420	8425	2.01	338	1219019	36
nov-15	185 882	105	137	420	9600	2.29	385	1219019	43
déc-15	185 882	73	140	420	7900	1.88	317	1219019	42
					72629				407.5
janv-16	185 882	104	185	420	9525	2.27	382	1219019	45
févr-16	185 882	104	120	420	6900	1.64	277	1219019	40
mars-16	185 882	104	144	420	5525	1.32	222	1219019	34.75
avr-16	185 882	114	139	420	6750	1.61	271	1219019	37.5
mai-16	185 882	64	142	420	7275	1.73	292	1219019	35
juin-16	185 882	120	139	420	5850	1.39	235	1219019	18
juil-16	185 882	109	189	420	5100	1.21	205	1219019	35.5
août-16	185 882	203	230	420	4175	0.99	168	1219019	40
sept-16	185 882	152	180	420	7225	1.72	290	1219019	45
oct-16	185 882	150	170	420	7625	1.82	306	1219019	32

nov-16	185 882	150	170	420	7625	1.82	306	1219019	32
déc-16	185 882	140	165	420	7475	1.78	299	1219019	41
					81050				435.75
janv-17	185 882	125	150	420	7850	1.87	315	1800456	40
févr-17	185 882	132	150	420	6325	1.51	254	1800456	32
mars-17	185 882	150	160	420	8975	2.14	360	1800456	47
avr-17	185 882	140	160	420	7600	1.81	305	1800456	38.25
mai-17	185 882	144	152	420	7475	1.78	300	1800456	38
juin-17	185 882	120	140	420	6600	1.57	265	1800456	25
juil-17	185 882	140	150	420	6225	1.48	250	1800456	30
août-17	185 882	190	210	420	8475	2.02	340	1800456	25

Annexe N°02 (suite)
BILAN D'EXPLOITATION DES RESEAUX
Ville de Sétif

Mois	Population raccordée	Interventions		Exploitation					
		Nombre de Réclamations	Nombre d'interventions	Linéaire existant (Km)	Linéaire de réseau curé (ml)	Taux de curage	Nombre de regards curés	Volume collecté (m ³)	Déchets évacués (m ³)
janv-11	288 461	246	396	435	10880	0.025	372	474400	109.5
févr-11	288 461	242	287	435	8120	0.019	255	474400	79
mars-11	288 461	270	402	435	12420	0.029	422	474400	123.5
avr-11	288 461	241	506	435	13650	0.031	467	474400	129.75
mai-11	288 461	228	473	435	14190	0.033	461	474400	118.25
juin-11	288 461	220	477	435	13820	0.032	444	474400	119.25
juil-11	288 461	220	515	435	14010	0.032	450	474400	128.75
août-11	288 461	212	444	435	14010	0.032	444	474400	123.25
sept-11	288 461	235	530	435	14840	0.034	465	474400	132.5
oct-11	288 461	235	443	435	18170	0.042	418	474400	110.75
nov-11	288 461	227	402	435	13810	0.032	392	474400	100.5
déc-11	288 461	234	385	435	13630	0.031	385	474400	96.25
		2810			161550				1371.25
janv-12	288 461	145	244	435	10030	0.023	398	474400	111
févr-12	288 461	127	267	435	5254	0.012	245	474400	66.75
mars-12	288 461	133	376	435	7700	0.018	376	474400	47
avr-12	288 461	173	442	435	9060	0.021	442	474400	55.25
mai-12	288 461	172	402	435	8435	0.019	402	474400	50
juin-12	288 461	168	379	435	8200	0.019	366	474400	47.5
juil-12	288 461	200	428	435	8480	0.019	418	474400	53

août-12	288 461	181	281	435	5574	0.013	281	474400	35.75
sept-12	288 461	180	256	435	4935	0.011	248	474400	32
oct-12	288 461	245	428	435	6588	0.015	428	474400	53.5
nov-12	288 461	200	501	435	13650	0.031	467	474400	120
déc-12	288 461	270	402	435	12420	0.029	422	474400	123.5
		2194			100326				795.25
janv-13	288 461	213	363	450	8380	0.019	363	474400	45
févr-13	288 461	195	335	450	7230	0.016	335	474400	42
mars-13	288 461	172	260	450	6785	0.015	260	474400	32.5
avr-13	288 461	144	226	450	6280	0.014	226	474400	28.25
mai-13	288 461	137	210	450	5970	0.013	210	474400	26.25
juin-13	288 461	135	186	450	5750	0.013	186	474400	23.25
juil-13	288 461	130	180	450	5790	0.013	180	474400	22.5
août-13	288 461	115	127	450	5215	0.012	127	474400	16
sept-13	288 461	107	118	450	4475	0.010	118	474400	14.5
oct-13	288 461	131	167	450	7170	0.016	149	474400	20.5
nov-13	288 461	148	163	450	8926	0.020	163	474400	20
déc-13	288 461	141	149	450	8036	0.018	149	474400	18.5
		1768			80007				309.25
janv-14	339 414	148	160	463	8695	0.019	160	474400	20
févr-14	339 414	133	123	463	7040	0.015	123	909410	15.5
mars-14	339 414	108	124	463	5948	0.013	124	909410	15.5
avr-14	339 414	125	144	463	7230	0.016	144	909410	18
mai-14	339 414	132	150	463	8975	0.019	154	909410	19.5
juin-14	339 414	136	154	463	8960	0.019	150	909410	22
juil-14	339 414	143	238	463	6640	0.014	238	804200	20
août-14	339 414	132	143	463	8270	0.018	143	804200	18
sept-14	339 414	154	165	463	8740	1.89	138	800000	20.5
oct-14	339 414	152	150	463	9195	1.99	150	804000	18.5
nov-14	339 414	163	160	463	9790	2.11	160	804200	20
déc-14	339 414	160	170	463	9890	2.14	170	800000	23
		1686			99373				230.5
janv-15	339 414	150	160	463	9530	0.02	160	804200	20
févr-15	339 414	160	172	463	10312	0.02	172	804200	21.5
mars-15	339 414	165	187	463	10270	0.02	187	805000	23
avr-15	339 414	211	224	463	11040	0.02	224	815000	28
mai-15	345992	191	199	463	9200	0.02	199	815100	24.75
juin-15	345992	259	266	463	11780	0.03	266	805400	33.25
juil-15	345992	211	225	463	10020	0.02	225	800000	28.25
août-15	345992	210	228	463	9920	0.02	217	750120	28.5
sept-15	345992	220	227	463	9330	0.020	227	700500	28
oct-15	345992	229	240	463	9800	0.021	204	700000	30

nov-15	345992	191	202	463	8560	0.018	202	700000	25.5
déc-15	345992	159	336	463	6720	0.015	336	700000	45
		2356			116482				335.75
janv-16	351291	157	165	466	6490	0.014	330	642590	41
févr-16	351291	163	172	466	6970	0.015	344	643500	43
mars-16	351291	58	491	466	13900	0.030	355	656632	42.9
avr-16	351291	246	396	435	10880	0.025	372	474400	109.5
mai-16	351291	181	194	466	8130	0.017	388	643760	48.5
juin-16	351291	183	195	466	7710	0.017	390	634150	49.5
juil-16	351291	183	195	466	7710	0.017	390	634150	49.5
août-16	351291	219	232	466	9040	0.019	464	653050	58.5
sept-16	351291	235	344	466	6900	0.015	344	643760	68.5
oct-16	351291	185	196	466	7700	0.017	392	653050	50
nov-16	351291	94	654	466	18650	0.040	532	656632.1	29.4
déc-16	351291	147	159	466	6290	0.013	318	634150	40
		2051			110370				629.8
janv-17	351291	157	191	466	8030	0.0172	382	653050	47.5
févr-17	351291	195	218	466	10 040	0.0215	436	816 312	54.50
mars-17	351291	221	238	466	12 220	0.0262	476	850 246	60.00
avr-17	351291	173	540	466	9 180	0.0197	348	757 529	43.75
mai-17	351291	232	249	466	12 320	0.0264	498	756 540	62.60
juin-17	351291	227	259	466	12 120	0.0260	480	756 700	62.30
juil-17	351291	215	282	466	12320	0.0264	395	756 700	52
août-17	351291	231	247	466	9 700	0.0208	370	764 923	25.00

تحديد وتنظيم المعارف المفيدة لدعم تسيير القرار في صيانة شبكات الصرف الصحي و الوديان الحضرية

المخلص : الهدف من هذه الأطروحة هو تحديد وتنظيم المعارف اللازمة لإدارة صيانة شبكات الصرف الصحي والمجاري المائية في الجزائر. لقد تم اقتراح طريقة منهجية تقريبية مكونة من ثلاثة مستويات من أجل إنتاج وتطوير المعارف اللازمة لدعم وتوجيه صناع القرار في صيانة شبكات الصرف الصحي في المناطق الحضرية في ظل الظروف الحرجة: ندرة المعطيات وعدم الاستثمار في الصيانة. في الخطوة الأولى من المنهجية المقترحة، يتم عرض ومناقشة نتائج الدراسة التي أجريت مع خدمات الديوان الوطني للصرف الصحي في العديد من المدن الجزائرية حول معرفة تراث الصرف الصحي. تتناول المرحلة الثانية إنتاج مؤشري أداء اللذان يسمحان بتقييم كفاءة أنشطة الصيانة والمقارنة بين شبكات الصرف الصحي لمدينتين جزائريتين. أخيراً، تم توضيح السمات الرئيسية للنظام الجزائري الخاص بإدارة أصول الصرف الصحي، بالإضافة إلى تحديد الجهود المطلوبة لتحقيق توصيات معيار ISO-55000.

الكلمات المفتاحية: المعارف ، المعطيات ، الإدارة ، المعلومات ، الصيانة ، شبكة الصرف الصحي.

Identification et organisation des connaissances utiles pour l'aide à la décision dans la gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement et des cours d'eau urbains

Résumé : L'objectif de cette thèse est de définir puis organiser les connaissances nécessaires pour la gestion de la maintenance des réseaux d'assainissement et des cours d'eau urbains en Algérie. Une approche méthodologique en trois niveaux est proposée afin de produire et développer les connaissances utiles pour l'aide et l'orientation des décideurs en matière de maintenance des réseaux d'assainissement urbains dans des conditions critiques: rareté de données et manque d'investissements en maintenance. Dans la première étape de la méthodologie proposée, les résultats d'une enquête menée auprès des services de l'Office National de l'Assainissement dans plusieurs villes Algériennes, sur les connaissances du patrimoine d'assainissement sont présentés et discutés. La deuxième étape traite de la production de deux indicateurs de performance permettant l'évaluation de l'efficacité des activités de maintenance et la comparaison entre les réseaux d'assainissement de deux villes Algériennes. Enfin, une explication des principales caractéristiques du système Algérien de gestion des actifs d'assainissement est décrite, ainsi que les efforts requis pour atteindre les recommandations de la norme ISO-55000 sont identifiés.

Mots clés : Connaissance, données, gestion, information, maintenance, réseau d'assainissement.

Identification and organization of useful knowledge for decision support in the maintenance management of sewer networks and urban watercourses

Abstract: The objective of this thesis is to define and then organize the knowledge necessary for the management of the maintenance of sanitation networks and urban watercourses in Algeria. A three-level methodological approach is proposed in order to produce and develop useful knowledge for the support and guidance of decision-makers in the maintenance of urban sanitation networks under critical conditions: scarcity of data and lack of investment in maintenance. In the first step of the proposed methodology, the results of a survey conducted with the services of the National Office of Sanitation in several Algerian cities, on the knowledge of the sanitation heritage are presented and discussed. The second step deals with the production of two performance indicators allowing the evaluation of the maintenance activities efficiency and the comparison between the sanitation networks of two Algerian cities. Finally, an explanation of the main features of the Algerian sanitation asset management system is described, as well as the efforts required to achieve the recommendations of the ISO-55000 standard are identified.

Key words: Knowledge, data, management, information, maintenance, sanitation network.